МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.Б.01 ФИЛОСОФИЯ

Специальность
21. 05.04 Горное дело

Специализация №1
Подземная разработка пластовых месторождений

формы обучения: **очная, заочная**

год набора: 2019

Автор: Гладкова И. В., доцент, канд. филос. н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Философии и культурологии	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Беляев В.П.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 17.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0261A6BD005DAC979B410F3EA731403511
Владелец: Упоров Сергей Александрович
Действителен: с 23.10.2020 до 23.01.2022

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
	Заключение	20
	Список использованных источников	21

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблем;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тесты по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [1].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[2].

---

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

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

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем временина на подготовку к устному опросу зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны тсоответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;

- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки доклада, сообщения	*Количество баллов*
Содержательность, информационная насыщенность доклада	1
Наличие аргументов	1
Наличие выводов	1
Наличие презентации доклада	1
Владение профессиональной лексикой	1
Итого:	5

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);

2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершено необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедится в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники***.** Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определятся жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогоа обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия,* где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,

- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;

- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;

- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;

- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии;

определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

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

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь

на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Е.В. АНДРЕЕВА,
С.М. АБРАМОВ

ИСТОРИЯ

Учебно - методическое пособие
по дисциплине «История»
для студентов направления бакалавриата
очного и заочного обучения
по специальности «управление персоналом»

Екатеринбург
2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»



ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Института мировой экономики
и бизнеса
«__» _____ 2015 г.
Председатель комиссии
д.э.наук, доцент Мочалова Т.А.

Е.В. Андреева,
С.М. Абрамов

ИСТОРИЯ

Учебно-методическое пособие
по дисциплине «История»
для студентов
очного и заочного обучения
по специальности «Подземнаяразработка пластовых месторождений»

Издание УГГУ

Екатеринбург, 2019

Рецензент: Беляев В.П., начальник Управления международной деятельности, канд. филос. наук, доцент кафедры философии и культурологии УГГУ

Методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры управления персоналом «___» _____ 2015 г. (протокол №) и рекомендовано для издания в УГГУ

Андреева Е.В, Абрамов С.М.
ИСТОРИЯ: методическое пособие по дисциплине «История России» для студентов направления бакалавриата очного и заочного обучения по специальности «управление персоналом» / Е.В. Андреева, С.М. Абрамов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. – с.

Учебно-методическое пособие предназначено для организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «История России». Оно включает в себя развернутую программу курса, планы семинарских занятий, темы контрольных работ, варианты тестов и кейс-заданий для проверки знаний студентов, методические рекомендации по написанию реферата, вопросы для самоподготовки и подготовки к экзамену, информационно-методическое обеспечение дисциплины.

Андреева Е.В.,
Абрамов С.М.
.Уральский государственный
горный университет, 2015

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

1. **Учебно-методический комплекс дисциплины «История»** составлен в соответствии с требованиями **Федерального государственного образовательного стандарта** (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) высшего профессионального образования к освоению основных образовательных программ

2. Требования к уровню подготовки студентов

Для успешного освоения дисциплины студенты должны обладать следующими *общекультурными* компетенциями:

✓способностью владеть культурой мышления, целостной системой научных знаний об окружающем мире, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1);

✓готовностью использовать базовые положения гуманитарных наук при решении социальных и профессиональных задач (ОК-2);

✓ способностью к анализу социально значимых процессов и явлений, к ответственному участию в общественно-политической жизни (ОК-5);

✓готовностью к восприятию культуры и обычаев других стран и народов, с терпимостью относиться к национальным, расовым, конфессиональным различиям, способностью к межкультурным коммуникациям (ОК-7).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В ходе изучения дисциплины студенты осваивают следующие *общекультурные* компетенции:

- обладают знанием базовых ценностей мировой культуры и готовы опираться на них в своем личном и общекультурном развитии (ОК-2);
- обладают способностью понимать и анализировать мировоззренческие, социально и личностно значимые философские проблемы (ОК-3);
- умеют анализировать и оценивать исторические события и процессы в их динамике и взаимосвязи (ОК-4);
- обладают способностью к социальному взаимодействию на основе принятых моральных и правовых норм, социальных стандартов; демонстрировать уважение к людям, толерантность к другой культуре, готовность к поддержанию партнерских отношений (ОК-8).

В результате освоения компетенций студенты:

знают

- основные факты, явления, процессы, понятия, теории, гипотезы, характеризующие целостность исторического процесса;

- периодизацию отечественной истории (основные закономерности и этапы исторического развития общества);

- особенности процессов социально-экономического, административно-политического и духовного развития Российского государства;

- современные версии и трактовки важнейших проблем отечественной и всемирной истории;

- историческую обусловленность формирования и эволюции общественных институтов, систем социального взаимодействия, норм и мотивов человеческого поведения;

- взаимосвязь и особенности истории России и мира; всемирной, региональной, национальной и локальной истории;

- методы исторического анализа (теоретические основы в области источниковедения и историографии для объективной оценки достижений выдающихся деятелей отечественной и всеобщей истории);

- роль России в мировом сообществе;

умеют

- пользоваться источниками информации (проводить комплексный поиск исторической информации в источниках разного типа; критически анализировать источник исторической информации (характеризовать авторство источника, время, обстоятельства и цели его создания);

- анализировать историческую информацию, представленную в разных знаковых системах (текст, карта, таблица, схема, аудиовизуальный ряд);

- различать в исторической информации факты и мнения, описания и объяснения, гипотезы и теории;

- устанавливать причинно-следственные связи между явлениями, пространственные и временные рамки изучаемых исторических процессов и явлений;

- систематизировать разнообразную историческую информацию на основе своих представлений об общих закономерностях всемирно-исторического процесса;

- формировать собственный алгоритм решения историко-познавательных задач, включая формулирование проблемы и целей своей работы, определение адекватных историческому предмету способов и методов решения задачи, прогнозирование ожидаемого результата и сопоставление его с собственными историческими знаниями;

- участвовать в групповой исследовательской работе, определять ключевые моменты дискуссии, формулировать собственную позицию по обсуждаемым вопросам, использовать для ее аргументации исторические сведения, учитывать различные мнения и интегрировать идеи, организовывать работу группы;

- представлять результаты индивидуальной и групповой историко-познавательной деятельности в формах конспекта, реферата, исторического сочинения, резюме, рецензии, исследовательского проекта, публичной презентации;

владеют

- методами сбора, обработки и анализа информации (могут использовать при поиске и систематизации исторической информации методы электронной обработки, отображения информации в различных знаковых системах (текст, карта, таблица, схема, аудиовизуальный ряд) и перевода информации из одной знаковой системы в другую);

- навыками исторического анализа при критическом восприятии получаемой извне социальной информации;

- собственной позицией по отношению к явлениям современной жизни, исходя из их исторической обусловленности;

- навыками участия в дискуссиях по историческим проблемам, могут формулировать собственную позицию по обсуждаемым вопросам, используя для аргументации исторические сведения;

- нормами взаимодействия и сотрудничества; толерантностью, социальной мобильностью, осознают себя как представителей исторически сложившегося гражданского, этнокультурного, конфессионального сообщества, граждан России.

3. Технологии обучения

В преподавании используются методы активного обучения (работа в малых группах, тестирование), IT-технологии (лекции-визуализации), а также проблемное обучение (лекции-дискуссии).

5. Учебные материалы и методические разработки

Для реализации методов активного обучения используются: аналитические задания, сценарии дискуссий, тестовые задания, презентации.

6. Контрольно-измерительные материалы

В качестве оценочных средств используются: рефераты, доклады, презентации; тесты (открытые, закрытые, на сопоставление), контрольные работы.

Рекомендуемое количество часов на освоение программы учебной дисциплины:

максимальной учебной нагрузки обучающегося 164 часа, в том числе:

обязательной аудиторной нагрузки обучающегося 114 часов;

самостоятельной работы обучающегося 50 часов.

II. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ПО МОДУЛЯМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Учебно-тематический план занятий студентов очной формы обучения

Таблица 1:

№ п/п	Учебный модуль дисциплины	Всего часов (акад.)	Аудиторная работа (в акад. час.)		Самостоятельная работа (в акад. часах)
			Лекции	Семинары	
1.	Введение в курс «История России»	6	1	1	4
2.	История России с древнейших времен по XIX в.	24	7	3	14
3.	История России в начале XX в.	21	8	3	10
4.	История России во второй половине XX в.	21	8	3	10
	ИТОГО:	72	24	10	38

Учебно-тематический план занятий студентов заочной формы обучения

Таблица 2:

№ п/п	Учебный модуль дисциплины	Всего часов (акад.)	Аудиторная работа (в акад. час.)		Самостоятельная работа (в акад. часах)
			Лекции	Семинары	
	Введение			-	
	История России с древнейших времен по XIX в.				
	История России в начале XX в.				
	История России во второй половине XX в.				
	ИТОГО:	72	6	4	62

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Модуль, тема дисциплины	Содержание тем в дидактических единицах
	Модуль 1. Введение в курс «История»	
1.	Тема 1.1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории	История как комплекс наук, ее основные разделы. **Сущность, формы, функции исторического знания**. Концепции исторического процесса: цивилизационный, модернизационный, формационный, либеральный пути развития. **Понятие и классификация исторического источника**. **Методы и источники изучения истории**. Вспомогательные исторические дисциплины. **Отечественная историография в прошлом и настоящем: общее и особенное**. **Методология и теория исторической науки**. **История России – неотъемлемая часть всемирной истории**. Факторы своеобразия российской истории: природно-климатический, геополитический, этно-конфессиональный, социокультурный.
	Модуль 2. История России с древнейших времен по XIX в.	
2.	Тема 2.1. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян	Праславянские племена и индоевропейцы. Аркаим. Древние народы на территории нашей страны. **Античное наследие в эпоху Великого переселения народов. Проблема этногенеза восточных славян**. Миграционные и автохтонная теории происхождения славян. Влияние античности на славянскую общность. Венеды, анты, склавины. Складывание славяно-русского этноса. Предпосылки создания Древнерусского государства. **Основные этапы становления государственности**. Варяги и Рюрик. Норманнская и антинорманнская теории. Проблема происхождения названия «Русь». Признаки государственности в среднем Поднепровье и в северном регионе в середине IX в. Объединение Киева и Новгорода под властью Олега. **Особенности социального строя Древней Руси. Византийско-древнерусские связи**. **Древняя Русь и кочевники**.
3.	Тема 2.2. Киевская Русь	**Этнокультурные и социально-политические процессы становления русской государственности**.

		Первое древнерусское государство – Киевская Русь. Внутренняя политика первых киевских князей. Русь и Хазарский каганат. Формирование системы государственного управления. Полюдье. Княгиня Ольга. Святослав и его походы. Владимир I. **Причины и последствия христианизации Руси. Распространение ислама.** Борьба за власть сыновей Владимира Святославича. Ярослав Мудрый. Любечский съезд князей. Владимир Мономах. Социальная структура Древнерусского государства. «Русская Правда». Проблема феодализма и феодальных отношений применительно к Киевской Руси. **Эволюция восточнославянской государственности в XI-XII вв.** Культура Киевской Руси.
4.	Тема 2.3. Русь в эпоху феодальной раздробленности	**Социально-политические изменения в русских землях в XIII-XV вв**. Предпосылки распада Киевской Руси и начала феодальной раздробленности. Основные феодальные центры. Новгородская боярская республика: географическое положение, хозяйство, государственное устройство. Владимиро-Суздальская Русь: географическое положение, хозяйство, причины формирования неограниченной власти владимирских князей. Юрий Долгорукий, Андрей Боголюбский, Всеволод Большое Гнездо. Галицко-Волынская земля: географическое положение, экономическое развитие, особенности политической жизни. Роман Мстиславич, Даниил Романович. Киевская земля в период феодальной раздробленности. Культура русских земель в период XII – начала XIII вв. Последствия раздробленности.
5.	Тема 2.4. Борьба русских земель с внешними вторжениями в XIII в.	Монголо-татарское нашествие. Держава Чингисхана. Завоевательные походы монголов. Битва на р. Калке. Нашествие Батыя на Русь. Проблемы сущности и характера «монголо-татарского ига»**. Золотая Орда и русские княжества: проблемы взаимовлияния**. Последствия монголо-татарского нашествия. **Россия и средневековые государства Европы и Азии**. Борьба с агрессией немецких и шведских феодалов. Причины вторжения на Русь немецких рыцарей. Оборона северо-западных рубежей русских земель. Невская битва. Александр Невский как военачальник и государственный деятель. Ледовое побоище. Последствия борьбы с немецкой и шведской агрессией.
6.	Тема 2.5. Складывание Московского государства в XIV - XVI в.	Экономическое, социальное и политическое развитие русских земель на рубеже XIII – XIV вв. **Специфика формирования единого российского государства.** Обособление Северо-Восточной Руси. Предпосылки объединения русских земель. Выделение трех центров формирования возможной государственности: Московского, Тверского и Великого княжества Литовского. **Причины и условия возвышения Москвы.** Иван Калита и его сыновья. Дмитрий

		Иванович Донской. Куликовская битва и ее историческое значение (1380 г.). Роль церкви в борьбе с монголо-татарским игом. Сергий Радонежский. Рост национального самосознания. Феодальная война в Московском княжестве. Завершение объединения русских земель (XV – нач. XVI в.). Правление Ивана III. Свержение монголо-татарского ига. Стояние на р. Угре (1480 г.). Присоединение Ярославля, Твери, Новгорода и других территорий к Московскому государству. Социальные процессы в Московском государстве. Начало оформления крепостного права. Формирование идеологии самодержавия «Москва – третий Рим». Государство и церковь в конце XV – нач. XVI в. Дискуссии между иосифлянами и нестяжателями. Иван IV, его оценки в исторической литературе. Социальная и политическая борьба в XVI в. Начало деятельности Земских соборов. Период внутренних преобразований в эпоху Избранной рады. Внешнеполитическая деятельность Ивана IV. Присоединение Казани и Астрахани. Ливонская война. Начало присоединения Сибири. Утверждение идеи неограниченной власти в общественном сознании. Опричнина. Дискуссии в исторической науке о причинах и сущности опричнины. Итоги деятельности Ивана Грозного. Царь Федор Иоаннович и его правление. Борис Годунов и его деятельность. Итоги развития Русского государства в XVI в.
7.	Тема 2.6. Русское государство в XVII в.	Смута. Власть и общество в смутное время. Крестьянское выступление И. Болотникова. Самозванчество: Лжедмитрий I и Лжедмитрий II. Царь Василий Шуйский. Польская и шведская интервенция. Формирование народных ополчений. Д.Пожарский и К.Минин. Земский собор 1613 г. и начало династии Романовых. Последствия Смутного времени: экономические и социальные процессы в русском государстве. Вотчинное хозяйство, развитие мелкотоварного производства и появление мануфактур. Политика государства в сфере экономики. **Эволюция форм собственности на землю**. **Структура феодального землевладения**. **Формирование сословной системы организации общества**. **Крепостное право в России**. Земский собор 1649 г., его значение. **Складывание русского абсолютизма, его особенности.** Реформы Алексея Михайловича и Федора Алексеевича. Государство и церковь. Патриарх Никон. Церковный раскол. Соляной и медный бунты. Крестьянская война под руководством С. Разина. Внешняя политика Московского государства в XVII в. Тенденции культурного развития в XVII в.
8.	Тема 2.7. Россия в XVIII в.	Предпосылки преобразований первой четверти XVIII в. Северная война 1700-1721 гг. **Реформы Петра I**. Эпоха «дворцовых переворотов»: политические и социально-

		экономические процессы. Екатерина I и Меньшиков. Петр II. Анна Иоанновна. «Бироновщина». Елизавета Петровна. Петр III. Манифест о вольности дворянства. **Век Екатерины II**. Крестьянская война под руководством Е. Пугачева. 1773-1775 гг. Жалованная грамота дворянству и Жалованная грамота городам. Результаты деятельности Екатерины II. Русско – турецкие войны. Павел I: особенности внутриполитического курса. Причины его свержения. **Дискуссии о генезисе самодержавия.**
9.	Тема 2.8. Россия в перв. пол. XIX в.	Россия в первой четверти XIX в. **Особенности и основные этапы экономического развития России**. Александр I. Особенности либеральных реформ. Проекты М.М. Сперанского. Отечественная война 1812 г.: причины, ход событий, последствия. Заграничные походы русских войск. Декабристы: «Южное» и «Северное» общества. Проекты конституционных преобразований Н.М.Муравьева и П.И.Пестеля. Исторические последствия движения декабристов. Эпоха Николая I. Противоречивость внутренней политики. Консервативная модернизация. Укрепление полицейско-бюрократического аппарата. Начало промышленного переворота. **Общественная мысль и особенности общественного движения России XIX в**. Крымская война.
10.	Тема 2.9. Россия во втор. пол. XIX в.	Александр II. Подготовка крестьянской реформы. Сущность и последствия отмены крепостного права. Земская, судебная, городская, военная реформы и реформы в сфере просвещения и печати. Последствия преобразований. Идейно-политическая борьба в пореформенной России. «Земля и воля». Народовольцы. Убийство Александра II. Александр III и «эпоха контрреформ». Экономическое и социальное развитие в пореформенной России. **Становление индустриального общества в России: общее и особенное.** Появление марксизма в России: Г.В.Плеханов, В.И.Ленин. **Реформы и реформаторы в России**. **Русская культура XIX в. и ее вклад в мировую культуру**.
		М
11.	Тема 3.1. Россия в начале XX в.	**Роль XX столетия в мировой истории. Глобализация общественных процессов. Проблема экономического роста и модернизации. Революции и реформы. Столкновение тенденций интернационализма и национализма, интеграции и сепаратизма, демократии и авторитаризма.** **Россия в начале XX в**. **Объективная потребность в индустриальной модернизации России**. Экономическое и социальное развитие страны. Николай II. Деятельность С.Ю.Витте. **Политические партии России: генезис, классификация, программы, тактика**. Внешняя политика страны в начале XX в.

		Русско-японская война. Первая русская революция: причины, ход событий, последствия. Манифест 17 октября. Создание либеральных партий. Политические партии России: генезис, классификация, программы, тактика. Деятельность П.А.Столыпина. Аграрная реформа. Деятельность Государственной Думы. **Российские реформы в контексте общемирового р** **а**Международные противоречия в начале XX в. Причины **з**Первой мировой войны. **Россия в условиях мировой войны и общенационального кризиса**. Февральская **революция 1917 г**. Борьба за выбор путей развития **с**страны в марте – октябре 1917 г. Апрельский, июньский, **и**июльский кризисы Временного правительства. **я**Корниловский мятеж. Большевизация Советов. Октябрьская революция: дискуссии о причинах, **в**характере и последствиях. Судьба Учредительного собрания. **Гражданская война и интервенция, их р**езультаты и последствия. Российская эмиграция. **н**Начало складывания советской государственности.
12.	Тема 3.2. Советское государство в 1920 – 1930-е гг.	Советское государство после окончания Гражданской войны: **социально-экономическое развитие страны в 1920-е гг. Новая экономическая политика**. **Образование СССР**. «Политическое завещание» В.И.Ленина и его судьба. Л.Д.Троцкий. И.В.Сталин. Хозяйственные, социальные и идеологические сдвиги в стране в 1920-е гг. Внутрипартийная борьба в 1920-е гг. Альтернативы развития страны. **Формирование однопартийного политического режима**. Сталинская модель модернизации страны - «Большой скачок» (1928-1939 гг.). **Социально-экономические преобразования в 1930-е гг.** Индустриализация страны. Первые пятилетки. Коллективизация сельского хозяйства. Административно-командные методы ее осуществления. **Культурная жизнь страны в 1920-е гг. Усиление режима личной власти И.В.Сталина**. **Курс на строительство социализма в одной стране и его последствия**. Складывание советского тоталитаризма. Репрессии. **Сопротивление сталинизму**. **Внешняя политика Советской России и СССР в 1920-1930-е гг**.
13.	Тема 3.3. СССР в годы Второй мировой войны	**СССР накануне и в начальный период Второй мировой войны**. Советско-германский пакт о ненападении. Внешняя политика СССР в условиях начавшейся войны**. Великая Отечественная война (1941-1945 гг.**). Дискуссии о причинах и характере войны. Боевые действия в июне 1941 – осенью 1942 гг. Битва за Москву. Оборона Ленинграда. Коренной перелом в ходе войны. Сталинград. Курская битва. Советский тыл в годы войны. Государство и общество. Завершение Великой Отечественной войны. Боевые действия в 1944-1945 гг. Разгром Германии. Разгром Японии. Окончание Второй мировой войны. Итоги и

		уроки войны.
	М	
14.	Тема 4.1. СССР в 1945-1964 гг.	**Социально-экономические последствия Великой Отечественной войны**. **Страна в послевоенный восстановительный период**. Начало «холодной войны». Смерть И.В.Сталина и борьба за власть в высшем партийно-государственном руководстве страны. Н.С.Хрущев. XX съезд КПСС, осуждение культа личности Сталина. Курс на построение коммунистического общества. Социально-экономическое развитие страны в конце 1950 - начале 1960-х гг. Противоречивость и непоследовательность политики Н.С.Хрущева. Духовное развитие советского общества. «Оттепель». **Внешняя политика в 1950-1960-х гг**. **Холодная война**.
15.	Тема 4.2. Советское общество в эпоху «застоя»	**Попытки осуществления политических и экономических реформ**. Поиски новых форм и методов управления. **НТР и ее влияние на ход общественного развития**. **СССР в 1960-80-е гг.: нарастание кризисных явлений**. Бюрократизация партийного и государственного аппарата. Л.И.Брежнев. Концепция «развитого социализма». Противоречивость духовной жизни общества. Диссидентское движение: А.Д.Сахаров, А.И.Солженицын. Приход к власти Ю.В.Андропова. «Мини-застой» К.У.Черненко. Внешняя политика в эпоху «разрядки» и начало новой конфронтации с Западом.
16.	Тема 4.3. СССР в сер. 1980-х – начале 1990-х гг.	**Советский Союз в 1985-1991 гг**. М.С.Горбачев: динамика политических взглядов и позиций. **«Перестройка»**: сущность и этапы. КПСС и реформы. Утверждение многопартийности. Политические партии и их лидеры. Размежевание общества на основе политических воззрений и идеалов. Обострение национальных противоречий. Духовная культура в новых условиях. «Новое политическое мышление». Кризис политики «перестройки». **Попытка государственного переворота 1991 г. и ее провал**. **Распад СССР**. **Беловежские соглашения**.
17.	Тема 4.4. Современная Россия	Начало радикальных социально-экономических преобразований. Б.Н.Ельцин. Либерализация цен и ее последствия. Приватизация государственной собственности. Рост социального расслоения в обществе. Поляризация политических сил. Противостояние законодательной и исполнительной власти в **октябре 1993 г.** Конституция РФ 1993 г. **Становление новой российской государственности (1993-1999 гг.)**. Россия и субъекты Федерации. Война в Чечне. Россия и мировое сообщество. Экономический кризис 1998 г. Уход Б.Н.Ельцина. Президентские выборы 2000 г. В.В.Путин. **Россия на пути радикальной социально-экономической модернизации**.

		Культура в современной России. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации.

СОДЕРЖАНИЕ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Задачи семинарских занятий:

В ходе работы на занятиях студенты научатся практически применять приобретенные теоретические знания:

1) вести дискуссии по проблемным вопросам курса;
2) осознавать взаимосвязь прошлых и настоящих событий;
3) критически относиться к различным аспектам развития общества;
4) вырабатывать и формулировать собственную точку зрения по той или иной проблеме;
5) видеть и оценивать значимость экономического, политического, социального и культурного окружения, в котором осуществляется образование или работа;
6) аргументировать свои ответы на поставленные вопросы;
7) оценивать и формировать социальные привычки, связанные со здоровьем, потреблением, сохранностью окружающей среды.

Модуль 1. Введение в курс «История»

Тема 1.1. История как наука и учебная дисциплина

1. Место истории в системе наук. Специфика исторического знания.
2. Исторический источник.
3. Концепции (интерпретации) исторического процесса.
4. Всеобщая история и Отечественная история.
5. Историография отечественной истории.

Основные понятия:

История, этнос, менталитет, государство, цивилизация, формация, классы.

Вопросы:

1. Что означает понятие «история»? Для чего необходимо знать историю?
2. Какими основными источниками пользуются в познании истории? Каких русских историков вы знаете? Как они трактуют значение истории, выделяют ее периодизацию?
3. Какова периодизация истории России? Какие этапы всемирной истории совпадают с хронологическими рамками истории России?
4. Назовите факторы и особенности российского исторического процесса. В чем причины чрезмерной роли государства в истории России?

Результат:

В результате освоения содержания занятия студенты:

- ✓ осознают место и роль России в мировом сообществе;
- ✓ узнают периодизацию истории России;
- ✓ получат представление об особенностях российского исторического процесса.

Литература

Основная:

1. Кириллов В.В. учеб. пособие для бакалавров / В.В. Кириллов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 665 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.

История России (IX – начало XXI вв.): учебник / С. Н. Полторак, А.Ю. Дворниченко, З.О. Джалиашвили и др.; под ред. А.Ю. Дворниченко, В.С. Измозика. – М.: Гардарики, 2005. – 479с. – С. 5-18.

. История России с позиций разных идеологий: учеб. пособие / Под ред. проф. Б.В. Личмана. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. – Ч.I.- Глава 2-3. – С. 6-24.

Семенникова Л.И. Россия в мировом сообществе цивилизаций: учебник для студентов вузов неисторических специальностей / Л.И. Семенникова. – изд. 9-е. - М.: КДУ, 2008. – С. 15-49.

Дополнительная:

. Зуев М.Н. История России: учебное пособие. - М.: Высшее образование, 2007. – 668с. – С. 3-9.

5. История России с древнейших времен до конца XVII в. Учебное пособие / Л.Н. Вдовина, Н.В. Козлова, Б.Н. Флоря; под ред. Л.В. Милова. – М.: Эксмо, 2007. – 768с. - Глава 1. – С. 12-37.

6. Личман Б.В. Многоконцептуальная история России. Пособие для абитуриентов. – Екатеринбург: Из-во «СВ-96», 2000.- С.4-20.

7. Платонов С.Ф. Полный курс лекций по русской истории. - Ростов н/Д: Феникс, 2005. – С. 4-52.

Текущий контроль знаний:

Познавательная функция истории заключается в …

А) изучении и теоретическом обобщении исторических фактов и событий

Б) формирование нравственных и гражданских ценностей

В) формирование историзма мышления

Г) укрепление обороноспособности государства

Субъективистский подход к историческому процессу, отождествление истории России с историей самодержавия был характерен для …

А) Н.М. Карамзина

Б) В.О. Ключевского

В) А.А. Корнилова

Г) М.Н. Покровского

Историческая наука в СССР основывалась на _____ подходе к истории

А) марксистском

Б) эволюционном
В) теологическом
Г) субъективном

Модуль 2. История России с древнейших времен по XIX в.

Тема 2.1. Восточные славяне и Киевская Русь

1. Этногенез восточных славян.
2. Быт, общественный строй и верования восточных славян в древности.
3. Норманнская и антинорманнская теории происхождения Древнерусского государства.
4. Киевская Русь: особенности социального и политического развития.
5. Древнерусская культура.

Основные понятия:

Этногенез, военная демократия, язычество, полюдье, варяги, вече, Боярская дума, «Русская Правда», вотчина, децентрализация, уделы, иго.

Вопросы:

1. Каково происхождение восточных славян? На какой территории они проживали и каким был общественный строй восточных славян?

2. Каковы точки зрения современных ученых на проблему образования Древнерусского государства?

3. Каким был экономический и политический строй Древнерусского государства?

4.Какое значение имело принятие христианства для Киевской Руси и последующей истории России?

5. Как развивалась внутренняя и внешняя политика киевских князей в IX-XII вв.? Почему на Руси установилось монголо-татарское иго?

Результат:

В результате освоения содержания занятия студенты:

- ✓ узнают теории этногенеза и теории образования древнерусского государства;
- ✓ получат представление о культурном влиянии Византии на Русь;
- ✓ осознают последствия монголо-татарского нашествия на Русь.

Литература

Основная:

. История России с древнейших времен и до наших дней: учебник / А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – Москва: Проспект, 2015. – 768 с.

. История России: Учебно-методическое пособие к семинарским занятиям для студентов высших учебных заведений / Под ред. Г.Н. Сердюкова. Издание 2-е, испр. и доп. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2007. – 560с. – Тема 1. – С. 12-45.

. История России с древнейших времен до наших дней /А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 768с. – Раздел I. – Глава 1-3, 5-7. - С. 3-61, 78-106.

История России с позиций разных идеологий: учеб. пособие / Под ред. проф. Б.В. Личмана. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. – Ч.II.- Глава 1-2. – С. 26-66.
. Семенникова Л.И. Россия в мировом сообществе цивилизаций: учебник для студентов вузов неисторических специальностей / Л.И. Семенникова. – изд. 9-е. - М.: КДУ, 2008. – 782с. – Тема 1. – С. 50-76.

Дополнительная:

История России с древнейших времен до конца XVII в. Учебное пособие / Л.Н. Вдовина, Н.В. Козлова, Б.Н. Флоря; под ред. Л.В. Милова. – М.: Эксмо, 2007. – 768с. – Глава 2. – С. 38-68.
. Кульгин Э.С. Золотая Орда: проблемы генезиса Российского государства. - М., 2006.
. Семин В.П. Русская история: проблемы и спорные вопросы: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – С. 5-64.
. Степанищев А.Т. История России IX-XVII веков: от российской государственности до Российской империи: учеб. пособие. – М.: КомКнига, 2007. – Глава I-IV. – С. 13-169.

Текущий контроль знаний:

1. **Заключение династических браков стало основным средством внешней политики Киевской Руси в годы правления …**
   А) Ярослава Мудрого
   Б) Владимира Крестителя
   В) Владимира Мономаха
   Г) Мстислава Великого

Памятником древнерусской литературы XII в., посвященным походу на половцев новгород-северского князя Игоря Святославича в 1185 году, является …

А) “Слово о полку Игореве”
Б) “Поучение Владимира Мономаха”
В) “Слово о погибели русской земли”
Г) “Сказание о Мамаевом побоище”

В 1223 г. первое сражение русских дружин с монголо-татарами произошло на реке …

А) Калке
Б) Дон
В) Угре
Г) Воже

Тема 2.2. Образование русского централизованного государства

1. Предпосылки образования Московского государства:
   а) экономические;

б) социальные;
в) политические;
г) причины возвышения Москвы.

2. Основные этапы централизации русских земель.
3. Государство и церковь в XV – нач. XVI вв.

Основные понятия:

Централизация, поместье, сословно-представительная монархия, Земский собор, «Москва – третий Рим», митрополит, крепостное право.

Вопросы:

1. Каковы были предпосылки и причины объединения русских земель? Почему борьба за объединение сопровождалась соперничеством между русскими княжествами?

Почему Москва стала центром объединения русских земель? Каков вклад Ивана Калиты в возвышение Москвы?

3. Какую роль сыграла Русская православная церковь в период ордынского ига и борьбы за единство русских земель? Почему сложился союз между церковью и московскими князьями?

4. В чем значение Куликовской битвы? Охарактеризуйте деятельность Дмитрия Донского. Почему объединение русских земель привело к разрушению традиций самоуправления?

Результат:

В результате освоения содержания занятия студенты:

- ✓ осознают место Московского княжества и роль московских князей в процессе объединения земель;
- ✓ получат представление о взаимоотношениях Москвы, Твери, Новгорода, Литвы;
- ✓ узнают этапы объединения русских земель вокруг Москвы.

Литература

Основная:

История России с древнейших времен и до наших дней: учебник / А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – Москва: Проспект, 2015. – 768 с.

История России: Учебно-методическое пособие к семинарским занятиям для студентов высших учебных заведений / Под ред. Г.Н. Сердюкова. Издание 2-е, испр. и доп. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2007. – 560с. – Тема 2. – С. 46-61.

. История России с древнейших времен до наших дней /А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 768с. – Раздел II. – Глава 3-5. - С. 132-177.

История России с позиций разных идеологий: учеб. пособие / Под ред. проф. Б.В. Личмана. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. – Ч.III.- Глава 1. – С. 81-98.

Семенникова Л.И. Россия в мировом сообществе цивилизаций: учебник для студентов вузов неисторических специальностей / Л.И. Семенникова. – изд. 9-е. - М.: КДУ, 2008. – 782с. – Тема 2. – С. 99-160.

Дополнительная:

История России с древнейших времен до конца XVII в. Учебное пособие / Л.Н. Вдовина, Н.В. Козлова, Б.Н. Флоря; под ред. Л.В. Милова. – М.: Эксмо, 2007. – 768с. – Глава 8-10. – С. 232-334.

Скрынников Р.Г. Иван III / Р.Г. Скрынников. – М., 2006.

7. Степанищев А.Т. История России IX-XVII веков: от российской государственности до Российской империи: учеб. пособие. – М.: КомКнига, 2007. – Глава VI. – С. 241-302.

Текущий контроль знаний:

Основателем династии московских князей был …

А) Даниил Александрович
Б) Юрий Данилович
В) Алексей Михайлович
Г) Иван Данилович

2. Земельное владение, предоставляемое на условиях несения службы, называется …

А) поместьем
Б) вотчиной
В) уделом
Г) отрезком

3. Победа русского войска на Куликовом поле в 1380 г.:

А) полностью освободила Русь от ордынского ига
Б) была первой крупной победой русских в борьбе с Ордой
В) завершилась гибелью Дмитрия Донского
Г) усилила роль Москвы как центра объединения русских земель

Тема 2.3. Русское государство в XVI в.

1. Реформы Избранной рады.
2. Опричнина.
3. Русское государство в конце XVI в.
4. Внешняя политика в XVI в.

Основные понятия:

Венчание на царство, Избранная рада, реформа, Приказы, стрельцы, Стоглав, опричнина, губные избы, династический кризис.

Вопросы:

1. Какие реформы были проведены в середине XVI в.? Каковы их результаты?
2. Какова роль Ивана Грозного в укреплении самодержавия?
3. Что такое опричнина? В чем ее смысл? Почему она была отменена?
4. На каких направлениях внешней политики Россия достигла наилучших результатов? Почему?

Результат:

В результате освоения содержания занятия студенты:

- ✓ осознают роль Ивана Грозного в установлении монархического правления;
- ✓ узнают последствия опричнины;
- ✓ смогут ориентироваться в направлениях и результатах внешней политики России.

Литература

Основная:

История России с древнейших времен и до наших дней: учебник / А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – Москва: Проспект, 2015. – 768 с.

Зуев М.Н. История России: учебное пособие. - М.: Высшее образование, 2007. – 668с. – Глава 7. - С.83-104.

. История России: Учебно-методическое пособие к семинарским занятиям для студентов высших учебных заведений / Под ред. Г.Н. Сердюкова. Издание 2-е, испр. и доп. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2007. – 560с. – Тема 2. – С. 46-47, 61-77.

История России с древнейших времен до наших дней /А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 768с. – Раздел II. – Глава 6. - С. 178-212.

История России с позиций разных идеологий: учеб. пособие / Под ред. проф. Б.В. Личмана. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. – Ч.III.- Глава 2. – С. 99-121.

Платонов С.Ф. Полный курс лекций по русской истории. - Ростов н/Д: Феникс, 2005. – Ч.2. - С. 185-238.

Дополнительная:

. История России с древнейших времен до конца XVII в. Учебное пособие / Л.Н. Вдовина, Н.В. Козлова, Б.Н. Флоря; под ред. Л.В. Милова. – М.: Эксмо, 2007. – 768с. – Глава 12. – С. 352-396.

. Семин В.П. Русская история: проблемы и спорные вопросы: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – С. 68-86.

. Степанищев А.Т. История России IX-XVII веков: от российской государственности до Российской империи: учеб. пособие. – М.: КомКнига, 2007. – Глава VII. – С. 303-339.

Текущий контроль знаний:

1. В 1552 г. к России было присоединено _____ ханство.

А) Казанское
Б) Астраханское
В) Сибирское
Г) Крымское

2. В 1551 г. был созван Собор русской церкви, получивший название …

А) Стоглавого
Б) Земского
В) Негласного
Г) Избранного

Результатами опричнины были:
А) принятие Соборного уложения
Б) экономический кризис в стране
В) завоевание Россией Сибирского ханства
Г) сокращение посевных площадей и голод
Д) установление режима неограниченной власти Ивана IV
Е) создание регулярной армии

3.

Тема 2.4. Россия в XVII в.

1. Причины, периодизация и последствия Смуты.
2. Социально-экономическое развитие России в XVII в.
3. Русское государство и его институты в XVII в. Возникновение русского абсолютизма.
4. Внешняя политика России в XVII в.

Основные понятия:

Смута, польско-шведская интервенция, крестьянская война, Семибоярщина, народное ополчение, Земский собор, сословно-представительная монархия, патриарх, бунты, тягло, урочные и заповедные лета, мануфактуры.

Вопросы:

1. Что такое Смутное время?
Какие страны и с какой целью предприняли в начале XVII в. интервенцию в Россию? Каковы последствия Смутного времени?
3. Что позволило отстоять независимость России?
4. С чем связано усиление роли Земских соборов в начале XVII в.?
5. Какова роль Русской православной церкви и ее деятелей в годы Смуты и после нее?
6. Почему вторую половину XVII в. называют «бунташным веком»?
7. С кем воевала Россия в XVII в.? Каковы результаты этих войн?

Результат:

В результате освоения содержания занятия студенты:

- ✓ осознают место социальных институтов (Земского собора, Боярской думы, патриарха и Русской православной церкви) в период Смуты и правления первых Романовых;
- ✓ узнают об основных изменениях в государственном управлении, об установлении крепостного права в России.

Литература

Основная:

История России с древнейших времен и до наших дней: учебник / А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – Москва: Проспект, 2015. – 768 с.
Зуев М.Н. История России: учебное пособие. - М.: Высшее образование,

– 668с. – Глава 8-9. - С. 105-128.
. История России: Учебно-методическое пособие к семинарским занятиям для студентов высших учебных заведений / Под ред. Г.Н. Сердюкова. Издание 2-е, испр. и доп. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2007. – 560с. – Тема 3. – С. 78-118.
. История России с древнейших времен до наших дней /А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – М.: ТК Велби, Изд-во П
История России с позиций разных идеологий: учеб. пособие / Под ред. проф. Б.В. Личмана. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. – Ч.III.- Глава 3. – С. 122-144.
Платонов С.Ф. Полный курс лекций по русской истории. - Ростов н/Д: Феникс, 2005. – Ч.2. - С. 239-461.

Дополнительная:

История России с древнейших времен до конца XVII в. Учебное пособие / Л.Н. Вдовина, Н.В. Козлова, Б.Н. Флоря; под ред. Л.В. Милова. – М.: Эксмо, 2
Козляков В.Н. Марина Мнишек. - М., 2005.
Патриарх Никон: трагедия русского раскола (сборник) / Составители В.И. Мельник, И.М. Стрижова. - М., 2006.
Семин В.П. Русская история: проблемы и спорные вопросы: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – С. 87-
Скрынников Р.Г. Минин и Пожарский. - М., 2007.
Степанищев А.Т. История России IX-XVII веков: от российской государственности до Российской империи: учеб. пособие. – М.: КомКнига, 2007. – Глава VIII-X. – С. 340-474.

Текущий контроль знаний:

Кодекс законов Российского государства, принятый Земским собором в 1648-1649 гг., называется …

А) Соборным уложением
Б) Судебником
В) Русской Правдой
Г) Конституцией

К причинам поражения восстания С. Разина относится …

А) стихийность и низкая организованность
Б) появление самозванцев
В) вмешательство интервентов
Г) смерть С. Разина

В царствование Михаила Федоровича в 1632-1634 гг. Россия вела Смоленскую войну с …

А) Речью Посполитой
Б) Швецией
В) Данией
Г) Австрией

Тема 2.5. Россия в XVIII в.

1. Реформы Петра I и их историческое значение.
2. Эпоха дворцовых переворотов.
3. «Просвещенный абсолютизм». Екатерина II.
4. Внешняя политика России в XVIII в.

Основные понятия:

Абсолютизм, империя, регулярное государство, Синод, Сенат, министерства, «Великое посольство», подушная подать, Табель о рангах, рекруты, ассамблеи, Кунсткамера, протекционизм, дворцовые перевороты, гвардия, Верховный Тайный совет, кондиции, «бироновщина», просвещенный абсолютизм, Уложенная комиссия, Жалованные грамоты дворянству и городам.

Вопросы:

1. Почему XVIII в. называют веком Просвещения и модернизации?
2. Каковы особенности складывания абсолютизма в России?
3. Каковы предпосылки реформ Петра I? Как Петр проводил реформы одновременно или в какой-то хронологической последовательности?
4. Что стало причиной Северной войны? Каковы ее последствия?
5. Почему после смерти Петра Великого происходили дворцовые перевороты?
6. Какие социально-экономические процессы происходили во время правления Екатерины II и Павла I? Каково значение крестьянской войны под предводительством Е. Пугачева?
7. Какие успехи были достигнуты во внешней политике во второй пол. XVIII в.?

Результат:

В результате освоения содержания занятия студенты:

- ✓ осознают роль личности правителя для развития государства;
- ✓ имеют представление о дворцовых переворотах;
- ✓ знают основные реформы XVIII в. и их значение для становления абсолютизма в нашей стране;
- ✓ могут ориентироваться в направлениях и результатах внешней политики России.

Литература

Основная:

Орлов А.С., Георгиев В.А., Георгиева Н.Г., Сивохина Т.А. История России. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Проспект, 2015. - 680 с.

Зуев М.Н. История России: учебное пособие. - М.: Высшее образование, 2
0 История России: Учебно-методическое пособие к семинарским занятиям 0
для студентов высших учебных заведений / Под ред. Г.Н. Сердюкова. Издание 7
2-е, испр. и доп. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2007. – 560с. – Тема 4,5. – С. 119-150, 151-168.
. История России с древнейших времен до наших дней /А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 768с. – Раздел III. – Глава 3-5. - С. 305-438.
История России с позиций разных идеологий: учеб. пособие / Под ред. проф. Б
Мотревич В.П. Экономическая история России: учебное пособие. Екатеринбург, 2004. – Глава IV-V. –С. 92-124, 125-153.
Платонов С.Ф. Полный курс лекций по русской истории. - Ростов н/Д: Феникс, 2005. – Ч.3. – С. 462-686.

Дополнительная:

История России XVIII-XIX веков. Учебное пособие / Л.В. Милов, Н.И. Синбаев; под ред. Л.В. Милова. – М.: Эксмо, 2006. – 784с. – Глава 1, 3-4, 6-7, 10, 12-13. – С. 9-45, 74-97, 127-195, 216-267, 280-308.
Семин В.П. Русская история: проблемы и спорные вопросы: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – С. 146-1
00. Степанищев А.Т. История России IX-XVII веков: от российской государственности до Российской империи: учеб. пособие. – М.: КомКнига, 2007. – Глава X-XII. – С.475-579.

Текущий контроль знаний:

Крестьянская война под руководством Е.И. Пугачева началась в _____ году.

А) 1773
Б) 1767
В) 1775
Г) 1785

В 1727-1730 гг. российским императором был внук Петра I …

А) Петр II
Б) Петр III
В) Иван V
Г) Иван VI

Назовите имя непримиримого противника церковной реформы XVII в.:

А) патриарх Никон
Б) митрополит Макарий
В) протопоп Аввакум

Г) Алексей Михайлович

Тема 2.6. Россия в первой половине XIX в.

1. Александр I и его преобразования. М.М.Сперанский.
2. Царствование Николая I.
3. Общественно-политические движения в первой пол. XIX в.
4. Внешняя политика России в первой половине XIX в.

Основные понятия:

Либеральные реформы, конституционализм, Гос. Совет, реакция, консерватизм, общественное движение, декабристы, западники, славянофилы, бюрократизация, кодификация, финансовая реформа Е. Ф. Канкрина.

Вопросы:

1. В чем суть государственных преобразований при Александре I в начальный период царствования? Какова роль в них М.М. Сперанского?

2. Почему «дней Александровых прекрасное начало…»? Что такое «Аракчеевщина», какие последствия она имела для развития государства?

3. Какие последствия для России имели Отечественная война 1812 г. и восстание декабристов?

4. Почему первую половину XIX в. называют «золотым веком» русской культуры?

5. В чем состоял кризис николаевской системы правления? Почему Россия потерпела поражение в Крымской войне?

Результат:

В результате освоения содержания занятия студенты:

- ✓ понимают причины и значение общественного движения XIX в.;
- ✓ знают основные либеральные реформы Александра I, реакционные м
- ✓ умеют отличать программные документы декабристов;
- ✓ знают главные достижения культуры «золотого века».

о

п

Литература

Основная:

История России с древнейших времен до наших дней: учебник / В.А. Федоров, В.И. Моряков, Ю.А. Щетинов. – М.: ТК Велби, ЗАО «КноРус», 2007. – 668с. – Глава 13-14. – С. 206-267.

Зуев М.Н. История России: учебное пособие. - М.: Высшее образование, 2007. – 668с. – Глава 13-14. – С. 206-267.

. История России: Учебно-методическое пособие к семинарским занятиям для студентов высших учебных заведений / Под ред. Г.Н. Сердюкова. Издание 2-е, испр. и доп. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2007. – 560с. – Тема 6. – С. 169-197.

. История России с древнейших времен до наших дней /А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 768с. – Раздел IV. – Глава 1-3. - С. 439-504.

История России с позиций разных идеологий: учеб. пособие / Под ред. проф. Б
Мотревич В.П. Экономическая история России: учебное пособие. Вкатеринбург, 2004. – Глава VI. – С. 154-192.
.

Дополнительная:

Л В поисках теории российской цивилизации: памяти А.С. Ахиезера: иборник / Сост. А.П. Давыдов. – М.: Новый хронограф, 2009. – 400с. – С. 107-ч
История России XVIII-XIX веков. Учебное пособие / Л.В. Милов, Н.И. ыЦ
История России. В 2 т. Т.2. С начала XIX века до начала XXI века / А.Н. Сахаров, Л.Е. Морозова, М.А. Рахматуллин и др.; под ред. А.Н. Сахарова. - М.: АСТ; Астрель; Хранитель, 2008. - 862с. - Глава 1-3. – С. 5-124.
10. Семин В.П. Русская история: проблемы и спорные вопросы: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – С. 189-в
Р1. Экштут С.А. Александр I. Его сподвижники. Декабристы: в поиске исторической альтернативы. - СПб., 2004.

Текущий контроль знаний:

В 1809 г. по заданию Александра I проект преобразований в сфере государственного управления подготовил …

А) М.М. Сперанский
Б) Е.Ф. Канкрин
В) П.И. Пестель
Д) Н.М. Муравьев
:

В 1803 г. император Александр I издал указ о (об) …

А) вольных хлебопашцах
В) обязанных крестьянах
В) отмене крепостного права
Г) секуляризации церковных земель

Форма организации войск, появившаяся в период правления Александра I, при которой строевая служба совмещалась с ведением хозяйства, - это:

А) опричное войско
Б) Запорожская Сечь
В) стрелецкое войско
Г) военные поселения

Тема 2.7. Эпоха «Великих реформ»

1. Кризис феодально-крепостнической системы к середине XIX в.
2. Крестьянская реформа.

3. Буржуазные реформы 1860-1870-х гг. и их значение.
4. Общественно-политические движения в пореформенной России.

Основные понятия:

Буржуазия, капитализм, рабочий класс, промышленный переворот, крестьянская реформа, выкупные платежи, временнообязанные, уставные грамоты, крестьянская община, народничество, социал-демократия, контрреформы.

Вопросы:

1. Каковы предпосылки и идеология реформ Александра II?

2. В чем суть и каковы результаты крестьянской реформы 1861 г.?

3. Почему реформы 60-70-х гг. XIX в. называют либеральными? Какие изменения произошли в стране в итоге проведения земской, судебной, финансовой, образовательной и военной реформ?

4. Каковы были сильные и слабые стороны пореформенной модели развития России? В чем своеобразие российского капитализма?

Как развивалось общественное движение в России во второй половине XIX в.? Почему «царя-освободителя» убили в 1881 г.?

6. Почему Александр III проводил «контрреформы»? Каковы их цели и результаты? В чем суть курса, предложенного министром финансов С.Ю. Витте? Каковы итоги его «золотой» реформы?

Результат:

В результате освоения содержания занятия студенты:

- ✓ понимают причины и значение «Великих реформ»;
- ✓ умеют отличать реформы и контрреформы;
- ✓ знают основные общественно-политические движения в пореформенной России.

Литература

Основная:

Зуев М.Н. История России: учебное пособие. - М.: Высшее образование, 2007. – 668с. – Глава 15-16. – С. 268-320.

2. История России: Учебно-методическое пособие к семинарским занятиям для студентов высших учебных заведений / Под ред. Г.Н. Сердюкова. Издание 2-е, испр. и доп. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2007. – 560с. – Тема 7. – С. 198-234.

История России с древнейших времен до наших дней /А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – М.: ТК Велби, Изд-во П

История России с позиций разных идеологий: учеб. пособие / Под ред. проф. Б.В. Личмана. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. – Ч.IV.- Глава 4. – С. 234-248.

Мотревич В.П. Экономическая история России: учебное пособие. Екатеринбург, 2004. – Глава VII. – С. 193-230.

6. Семенникова Л.И. Россия в мировом сообществе цивилизаций: учебник для студентов вузов неисторических специальностей / Л.И. Семенникова. – изд. 9-е. - М.: КДУ, 2008. – 782с. – Тема 4. – С. 293-340.

Дополнительная:

История России. В 2 т. Т.2. С начала XIX века до начала XXI века / А.Н. Сахаров, Л.Е. Морозова, М.А. Рахматуллин и др.; под ред. А.Н. Сахарова. - М.: АСТ; Астрель; Хранитель, 2008. - 862с. – Глава 6. – С. 179-200.
История России XVIII-XIX веков. Учебное пособие / Л.В. Милов, Н.И. Цинбаев; под ред. Л.В. Милова. – М.: Эксмо, 2006. – 784с. – Глава 24-26. – С.

9. Эйдельман Н.Я. Твой девятнадцатый век. - М., 2006.
10. Юрьевская Е.М. Александр II.- М., 2004.

Текущий контроль знаний:

С отменой крепостного права связан термин …

А) заповедные годы
Б) урочные лета
В) присяжные заседатели
Г) временнообязанные крестьяне

Один из важнейших итогов Крестьянской реформы 1861 г.:

А) началась крестьянская война против царя и помещиков
Б) резко выросла производительность сельского хозяйства
В) были сняты препятствия для капиталистического развития России
Г) возрос экспорт хлеба

Укрепление российских финансов на рубеже XIX-XX вв. связано с именем …

А) С.Ю. Витте
Б) Е.Ф. Канкрина
В) Н.А. Милютина
Г) К.П. Победоносцева

Модуль 3. История России в начале XX в.

Тема 3.1. Создание Советского государства. Советская Россия и СССР в 1920-30-е годы

1. Великая русская революция начала XX в.
2. Гражданская война в России.
3. Этапы формирования советского авторитаризма и тоталитаризма. Особенности советского тоталитаризма.
4. Внешняя политика страны в 1920-1930-е гг.

Основные понятия:

Модернизация, революция, «Манифест 17 октября», конституционная монархия, политическая партия, Государственная дума, Прогрессивный блок, Антанта, аграрная реформа П.А. Столыпина, Советы, Учредительное собрание, «военный коммунизм», продразверстка, гражданская война, авторитаризм, тоталитаризм, Коминтерн, республика, индустриализация, коллективизация.

Вопросы:

1. Каковы причины революции 1905-1907 гг.? Какие позиции занимали в годы революции политические партии? В чем причины неудачи революции? В чем ее значение?
2.Как зародился парламентаризм в России? В чем суть аграрной реформы П.А. Столыпина? Каков ее ход и каковы результаты?
3. Почему Россия оказалась втянутой в Первую мировую войну? Каково значение участия России в мировой войне?
4. В чем причина свержения самодержавия? Что такое двоевластие? Как произошла Октябрьская революция? Почему большевикам удалось взять власть?
5. В чем причины гражданской войны? Почему большевики одержали победу?
6. Каковы причины перехода большевиков к новой экономической политике, а дальнейшем отказ Сталина от нее?

Результат:

В результате освоения содержания занятия студенты:

- ✓ понимают сущность демократического режима и конституционной монархии;
- ✓ осознают роль политических партий в обществе;
- ✓ знают особенности становления многопартийной системы в России, основные события революции и гражданской войны;
- ✓ умеют отличать советский авторитаризм от тоталитаризма;
- ✓ могут ориентироваться в направлениях и результатах внешней политики России.

Литература

Основная:

История России. XX век: 1894-1939 / под ред. А.Б. Зубова. – М.: Астрель: АСТ, 2010. - 1023 с.

История России: Учебно-методическое пособие к семинарским занятиям для студентов высших учебных заведений / Под ред. Г.Н. Сердюкова. Издание 2-е, испр. и доп. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «

История России с древнейших времен до наших дней /А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 768с. – Раздел IV. – Глава 8-9. – С. 559-591. - Раздел V. – Глава 1-4. – С. 591-658.

История России с позиций разных идеологий: учеб. пособие / Под ред. проф. Б.В. Личмана. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. – Ч.V.- Глава 1-3. – С. 249-304. - Ч.VI. – Глава 1-2. – С. 305-336.

Мотревич В.П. Экономическая история России: учебное пособие. Екатеринбург, 2004. – Глава VIII-IX. – С. 231-352.

Оськин М.В. История Первой мировой войны. – М.: ООО «Издательский дом «Вече», 2014. – 496 с. Глава 1-2. – С. 7-195.

Дополнительная:

7. Бок М.П. П.А. Столыпин: Воспоминания о моем отце. - М., 2006.

. В поисках теории российской цивилизации: памяти А.С. Ахиезера: сборник / Сост. А.П. Давыдов. – М.: Новый хронограф, 2009. – 400с. – С. 23-50.
История России. В 2 т. Т.2. С начала XIX века до начала XXI века / А.Н. Сахаров, Л.Е. Морозова, М.А. Рахматуллин и др.; под ред. А.Н. Сахарова. - М.: АСТ; Астрель; Хранитель, 2008. - 862с. - Глава 13-14, 16-19. – С. 343-408,

Мухамедина Ш. Отечественная история новейшего времени: учебное пособие. – М.: КДУ, 2006. – Глава 1-3. – С. 10-112.
Семин В.П. Русская история: проблемы и спорные вопросы: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – С. 234-

Текущий контроль знаний:

Созданная в октябре 1905 г. партия кадетов относилась к _____ направлению общественного движения.

А) радикальному
Б) либеральному
В) революционному
Г) охранительному

Союзником России в Первой мировой войне была …

А) Германия
Б) Австро-Венгрия
В) Болгария
Г) Великобритания

1 сентября 1917 г. Россия была провозглашена …

А) дуалистической монархией
Б) конституционной монархией
В) республикой
Г) федерацией советских республик

Тема 3.2. СССР в годы Второй мировой войны

1. Причины Второй мировой войны. СССР в начальный период мировой войны.
2. Начало Великой Отечественной войны, ее происхождение и характер. Этапы Великой Отечественной войны.
3. Власть и общество в годы войны. Исторические последствия Великой Отечественной войны.

Основные понятия:

Мюнхенский сговор», Лига наций, коллективная безопасность, пакт о ненападении, ГКО, антигитлеровская коалиция, план «Барбаросса»,

коренной перелом, партизанское движение, добровольцы, фашизм, ленд-лиз, безоговорочная капитуляция..

Вопросы:

1. Какая была международная обстановка в 1930-е гг. и какую внешнюю политику проводил Советский Союз? Почему СССР оказался участником Второй мировой войны? Какую цель преследовала Германия, нападая на СССР?

2. Каковы причины военных неудач СССР в 1941-1942 гг.? Почему советским войскам удалось победить под Москвой, Сталинградом, на Курской дуге?

3. Почему советско-германский фронт был решающим фронтом в годы Второй мировой войны?

4. Как сложилась антигитлеровская коалиция? Почему СССР победил в войне? Каковы были последствия этой победы?

Результат:

В результате освоения содержания занятия студенты:

- ✓ понимают сущность фашизма;
- ✓ знают основных участников и периодизацию Второй мировой и Великой Отечественной войн;
- ✓ могут ориентироваться в направлениях и результатах внешней политики России;
- ✓ осознают цену победы в войне.

Литература

Основная:

История России. XX век: 1939-2007 / под ред. А.Б. Зубова. – М.: Астрель: АСТ, 2011. - 847 с.

Верт Н. История Советского государства: 1900-1991. - М.: ИНФРА-М; Весь мир, 2003. – 544с. – Глава VIII. – С. 298-328.

История России: Учебно-методическое пособие к семинарским занятиям для студентов высших учебных заведений / Под ред. Г.Н. Сердюкова. Издание 2-е, испр. и доп. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2007. – 560с. – Тема 12. – С. 362-400.

. История России с древнейших времен до наших дней /А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 768с. – Раздел V. – Глава 5. – С. 658-675.

. История России с позиций разных идеологий: учеб. пособие / Под ред. проф. Б.В. Личмана. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. – Ч.VI.- Глава 3-4. – С. 337-

Дополнительная:

История России. В 2 т. Т.2. С начала XIX века до начала XXI века / А.Н. Сахаров, Л.Е. Морозова, М.А. Рахматуллин и др.; под ред. А.Н. Сахарова. - М.: АСТ; Астрель; Хранитель, 2008. - 862с. - Т.2. – Глава 20. – С. 619-656.

Мухамедина Ш. Отечественная история новейшего времени: учебное пособие. – М.: КДУ, 2006. – Глава 4. – С. 113-136.

Семин В.П. Русская история: проблемы и спорные вопросы: Учебное

пособие для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – С. 554-

Текущий контроль знаний:

Заключительной операцией Великой Отечественной войны стало в мае 1945 г. освобождение …

А) Минска
Б) Парижа
В) Праги
Г) Лондона

СССР был исключен из Лиги Наций в декабре 1939 г. в связи с нападением на …

А) Прибалтику
Б) Польшу
В) Финляндию
Г) Бессарабию

План германского командования под кодовым названием «Барбаросса» предусматривал …

А) захват Мурманска
Б) уничтожение Красной Армии под Курском
В) разгром Красной Армии под Сталинградом
Г) молниеносный разгром сил Красной Армии

Модуль 4. История России во второй половине XX в.

Тема 4.1-3. СССР в 1945 – 1991 гг.

1. Борьба за власть в советском руководстве на рубеже 1940-1950-х гг.
2. Реформы Н.С.Хрущева.
3. СССР в эпоху «застоя». Л.И.Брежнев. Поиск путей развития в первой половине 1980-х гг.
4. «Перестройка» в СССР. Причины неудавшегося реформирования советского общества.

Основные понятия:

Либерализация политического режима, , десталинизация, «оттепель», ГУЛАГ, реабилитация, НТР, «холодная война», косыгинская реформа, паритет, правозащитное движение, диссиденты, «развитой социализм», герантократия, разрядка, «новое политическое мышление», плюрализм.

Вопросы:

1. Какие задачи стояли перед экономикой страны после окончания войны? Насколько обоснованным было возвращение И.В. Сталина к довоенным методам руководства?

2. Какие изменения произошли после смерти И.В. Сталина во внутренней и внешней политике? С чем связана либерализация политического режима? Как развивалась экономика в 1950-60-е годы?

3. Что такое «эпоха застоя»? Какие изменения произошли в эти годы в экономическом, социальном, политическом развитии, во внешней политике?
4. Почему советское государство, добившись в 1960-70-е гг. в соревновании с капиталистическим миром паритета в военной области, не смогло добиться в это же время паритета в области экономики?
5. В чем причины перестройки? Каковы ее цели и результаты? Каковы объективные и субъективные причины распада СССР?

Результат:

В результате освоения содержания занятия студенты:

- ✓ умеют отличать реформаторские проекты Маленкова, Берии, Хрущева;
- ✓ понимают сущность политики «оттепели» и «развитого социализма»;
- ✓ знают события и результаты эпохи перестройки;
- ✓ осознают последствия августовского политического кризиса 1991 г.

Литература

Основная:

История России. XX век: 1939-2007 / под ред. А.Б. Зубова. – М.: Астрель: АСТ, 2011. - 847 с.
Верт Н. История Советского государства: 1900-1991. - М.: ИНФРА-М; Весь мир, 2003. – 544с. – Глава IX-XII. – С. 329-528.
. История России с древнейших времен до наших дней / Под ред. А.Н. Сахарова, Морозова Л.Е. М., 2008.
История России: Учебно-методическое пособие к семинарским занятиям для студентов высших учебных заведений / Под ред. Г.Н. Сердюкова. Издание 2-е, испр. и доп. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2007. – 560с. – Тема 13,14,15,16. – С. 401-427, 428-449, 450-474, 475-

. История России с древнейших времен до наших дней /А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 768с. – Раздел V. – Глава 6-9. – С. 675-731.
. История России с позиций разных идеологий: учеб. пособие / Под ред. проф. Б.В. Личмана. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. – Ч.VI.- Глава 4-6. – С. 351-

Дополнительная:

Мухамедина Ш. Отечественная история новейшего времени: учебное п
История России с начала XIX до начала XXI вв. / Под ред. А.Н. Сахарова. – М
Семин В.П. Русская история: проблемы и спорные вопросы: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – С. 571-и

Текущий контроль знаний:

Правящий слой, господствующий в бюрократической системе управления СССР в 1960-1980-е гг., назывался …

А) коллаборационистами
Б) общественниками
М
-
:
Т

В) шестидесятниками
Г) номенклатурой

Заключительный акт Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе, подписанный в Хельсинки в августе 1975 г., констатировал …
А) создание Совета Безопасности ООН
Б) окончание «холодной войны» между Востоком и Западом
В) нерушимость послевоенных границ в Европе
Г) создание в Европе системы коллективной безопасности

Одной из причин кризисных явлений в экономике СССР в 1970-е – первой половине 1980-х гг. было …
А) развитие предпринимательства
Б) создание частных банков
В) господство административно-командной системы
Г) создание валютных и других бирж

Тема 4.4. Современная Россия

1. Август 1991 г. и его последствия. Начало становления современной России.
2. Социально-экономические и политические преобразования 1990-х гг., их последствия.
3. Россия в начале XXI в. В.В.Путин.
4. Россия и современный мир: опыт конца XX – начала XXI в.

Основные понятия:

СНГ, приватизация, «шоковая терапия», ваучер, правовое государство, рыночная экономика, дефолт, «вертикаль власти», олигархи, глобализация, Совет Федерации, ВТО.

Вопросы:

1. Имелась ли возможность сохранить СССР, советский строй, социалистические производственные отношения в начале 1990-х гг.? Каковы проблемы и перспективы развития СНГ?
2. Какие реформы проводились в России после 1991 г.? В чем причины их неудач? Какие силы и партии участвуют в политической борьбе в современной России?
3. Какие события и действия властей способствовали укреплению российской государственности, развитию экономики страны на рубеже XXI в.? Какие задачи стоят перед современной Россией?
4. Какие трудности и противоречия выявились в процессе формирования в России рыночной экономики и правового государства в начале XXI в.?
5. Каковы место и роль современной России в международной политике?

Результат:

В результате освоения содержания занятия студенты:

- ✓ понимают сущность демократического режима;

- ✓ знают основные вехи становления многопартийности и демократии в России;
- ✓ умеют различать ветви государственной власти в Российской Федерации;
- ✓ осознают необходимость модернизации современной России.

Литература

Основная:

1. История России: Учебно-методическое пособие к семинарским занятиям для студентов высших учебных заведений / Под ред. Г.Н. Сердюкова. Издание 2-е, испр. и доп. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2007. – 560с. – Тема 17. – С. 500-534.
2. История России с древнейших времен до наших дней /А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 768с. – Раздел V. – Глава 10. – С. 737-760.
3. История России с древнейших времен до наших дней: учебник / Н.Л. Клименко, В.Г. Кошкидько, С.В. Пронкин (и др.); под ред. А.В. Сидорова. – М.: Проспект, 2009.- 464с. – Глава 5. – С. 410-462.
4. История России с позиций разных идеологий: учеб. пособие / Под ред. проф. Б.В. Личмана. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. – Ч.VII.- Глава 2. – С.426-

Мотревич В.П. Экономическая история России. Екатеринбург, 2004. – Глава XVIII. – С. 559-592.
Семенникова Л.И. Семенникова Л.И. Россия в мировом сообществе цивилизаций: учебник для студентов вузов неисторических специальностей / Л.И. Семенникова. – изд. 9-е. - М.: КДУ, 2008. – 782с. – Тема 11. – С. 747-761.

Дополнительная:

История России (IX – начало XXI вв.): учебник / С. Н. Полторак, А.Ю. Дворниченко, З.О. Джалиашвили и др.; под ред. А.Ю. Дворниченко, В.С. Измозика. – М.: Гардарики, 2005. – 479с. – Ч. V. – Глава 20. – С. 385-417.
Мухамедина Ш. Отечественная история новейшего времени: учебное пособие. – М.: КДУ, 2006. – Глава 7. – С. 188-213.
Семин В.П. Русская история: проблемы и спорные вопросы: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – С. 614-

Текущий контроль знаний:

Договор о создании СНГ был подписан 8 декабря 1991 г. между:
А) РСФСР, Украиной и Белоруссией
Б) РСФСР, Грузией и Азербайджаном
В) РСФСР, Казахстаном и Белоруссией
Г) РСФСР, Татарстаном и Украиной

2. **Политический кризис 1992-1993гг. проявился в:**
А) противостоянии законодательной и исполнительной ветвей власти
Б) роспуске СССР и создании СНГ
В) принятии Федеративного договора

Г) переходе к рыночным отношениям

3.**Референдум о принятии Конституции РФ проходил одновременно с выборами в новый парламент:**
А) 19 августа 1991 г.
Б) 11 марта 1985 г.
В) 8 декабря 1991 г.
Г) 12 декабря 1993 г.

V. ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ (ТЕКУЩЕЙ, ТВОРЧЕСКОЙ, ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ)

№ п/п	Формы организации	Формы контроля
1	Подготовка к семинарским работам, запоминание терминов, дат, известных личностей	Заполнение таблиц, диктанты
2	Выполнение проблемных, творческих заданий	Подготовка сообщений, докладов, презентаций
3	Работа с карто-схемой	Заполнение контурных карт , работа с атласами
4	Освоение тем, вынесенных на самостоятельное изучение	Собеседование, дискуссии, задания в тестовой форме
5	Структурирование информации	Схемы классификаций

VI. СОДЕРЖАНИЕ ТЕКУЩЕЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ (ПОДГОТОВКА К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ)

При изучении дисциплины студенты должны овладеть научными и прикладными знаниями в области истории Отечества. Для более успешного усвоения материала рекомендуется:

- систематически работать с учебной, прикладной, дополнительной литературой;
- применять полученные знания в процессе деловых игр и упражнений;
- использовать выдаваемый раздаточный материал;
- выполнять задания к семинарским занятиям;
- активно участвовать в лекционных и семинарских занятиях;
- выполнять промежуточные тестовые и контрольные задания по пройденным темам;
- использовать знания других дисциплин, близких по направленности с «Историей Отечества»;
- подбирать дополнительный материал на изученные темы.

Семинарские занятия являются формой организации самостоятельной работы студентов и активизации их познавательной самостоятельности.

Целью семинарских занятий является развитие интеллектуальных возможностей и способностей студентов, которые должны стать средством индивидуального освоения науки и культуры, основой профессиональной

компетентности и внутренним источником ее развития. Содержание семинарских занятий - совместное проективно-деятельностное решение студентами и преподавателем познавательных задач, возникающих в результате **проблематизации** учебного процесса.

В процессе семинарских занятий по дисциплине студент должен приобрести умения получать новые эмпирические, теоретические и аксиологические знания, их систематизировать и концептуализировать; оперировать базовыми понятиями, теоретическими и ценностными конструктами учебного курса; решать познавательные задачи; логично выстраивать устные и письменные тексты.

С целью приобретения навыков усвоения знаний эмпирического характера студенту предлагаются задания для самостоятельной работы, например, заполнить **таблицы тематического содержания** (см. табл. 1,2,3).

С целью приобретения умений систематизации и концептуализации исторических знаний студент должен научиться выстраивать **устные и письменные тексты** в соответствии с определенным алгоритмом, который предварительно разрабатывается самим преподавателем. Подобный алгоритм студент может использовать во время своего ответа как на экзамене, так и на семинарском занятии.

Таблица 1.

Политика правителей Киевской Руси

Правители	Внутренняя политика	Внешняя политика
Олег		
Игорь		
Ольга		
Святослав		
Владимир		
Ярослав Мудрый		
Владимир Мономах		

Таблица 2.

Основные события внешней политики России XVI-XVIII вв.

Западное направление	Южное направление	Восточное направление

Одним из возможных алгоритмов такой систематизации и концептуализации может быть следующее:

1. Хронология, периодизация, время исторических событий (процессов).
2. Историография (знание различных научных точек зрения по тому или иному вопросу, исторической проблеме).
3. Теория вопроса (определение базового понятия вопроса).
4. Предпосылки и причины исторических процессов или событий.

5. Ход исторических событий (процессов).
6. Значение (необходимо показать историческую роль, дать оценку, выявить последствия для развития России).

Таблица 3.

Реформы в России

Годы проведения	Содержание реформы
Первая четверть XVIII в.	
1860-70-е гг.	
Начало XX в.	
1920-30-е гг.	
Середина 50-х-начало 60-х гг.	
Середина 60-х-конец 70-х гг.	
1980-е гг.	
1990-е гг.	
Начало XXI в.	

С целью активизации познавательной самостоятельности и развития логики исторического мышления студентам предлагаются задания по решению разного рода познавательных задач, например, на доказательство и сравнение. При этом студент должен вначале усвоить определенный алгоритм их решения. Так, при решении **задачи на доказательство** можно использовать следующий алгоритм: 1) дать определение того, что надо доказать; 2) выявить, исходя из определения, основные направления поиска доказательства; 3) найти согласно этим направлениям конкретно-исторические факты доказательства. При решении **задачи на сравнение** можно использовать такой алгоритм: дать определение того, что сравнивается; 2) выделить, исходя из определения, параметры сравнения; 3) установить общее и различное между сравниваемыми историческими явлениями.

С целью развития творческой самостоятельности и креативного мышления, связанного с формализацией исторических знаний, студентам могут быть предложены **задания на составление** (заполнение) структурно-логических **схем** по вопросам семинарских занятий.

Особое место в структуре семинарского занятия принадлежит учебным докладам студентов. **Доклад** – важный вид самостоятельной деятельности студента по изучению истории, способствующий углубленному усвоению проблем курса, формированию навыков научно-исследовательской работы и ораторского мастерства. Доклад может быть выполнен как в письменной, так и в устной форме, но обязательно в ходе доклада должна быть освещена проблема по тому или иному историческому событию или процессу.

Доклад требует от студента: теоретического осмысления первоисточников, умения применять усвоенные знания в анализе исторических событий прошлого и современной общественно-политической

жизни, приобретения навыков работы с литературой, грамотного изложения изученной темы, правильного оформления (если в виде письменного сообщения – по плану раскрытия содержания с постраничными сносками) или составления презентации (если в виде слайд-шоу).

Для проверки качества полученных знаний и умений на семинарских занятиях практикуются 10-15-минутные контрольные **проверочные работы**. Например, дать определение 2-3 понятий; решить логическую задачу на доказательство или сравнение; ответить на вопрос, каковы были причины того или иного события; заполнить хронологическую таблицу или структурно-логическую схему и т.д.

Семинарские занятия по дисциплине завершаются **тестированием** студентов по соответствующему изученному разделу (см. примеры тестовых заданий в пункте «VIII. Содержание различных видов контроля по дисциплине»).

VII. УЧЕБНЫЙ СЛОВАРЬ ДИСЦИПЛИНЫ

АГК – антигитлеровская коалиция в составе СССР, Англии и США.

Антанта – неофициальное название военно-политического союза России, Франции и Великобритании в ходе Первой мировой войны.

Антоновщина – антибольшевистское выступление крестьян в Тамбовской губернии под руководством А.С. Антонова в 1920-1921 гг.

Баскачество – сборщики дани, представители ордынского хана на Руси.

Булыгинская Дума – законосовещательный орган по проекту председателя Особого совещания А.Г. Булыгина, о создании которого было объявлено 6 августа 1905 г.

Бояре – высший слой общества в России в X-XVII вв., владеющие вотчинами, осуществляющие подле великого князя государственное управление.

Брестский мир – сепаратный мир между Советской Россией и Германией, подписанный в Брест-Литовске 3 марта 1918 г.

Варяги – в русских источниках скандинавы или викинги, в Западной Европе их называли норманнами, были отважными мореходами и храбрыми воинами.

Вече – орган государственного самоуправления на Руси. На вече обсуждались вопросы войны и мира, кандидатуры князя, посадника, тысяцкого и др.

Вотчина – наследственное земельное владение князей, бояр, Церкви.

ВЧК – ОГПУ – НКВД – Всероссийская Чрезвычайная Комиссия по борьбе с контрреволюцией и саботажем, созданная по постановлению Совнаркома в 1917 г., переорганизованная в Объединенное государственное политическое управление на правах самостоятельных наркоматов в 1923 г. В последующие годы слияние и разделение наркоматов внутренних дел и государственной безопасности (как и их переименование) происходило неоднократно.

«Выход» - дань Золотой Орде, которую платили русские княжества в период ига.

Государственный Совет – высшее законосовещательное учреждение Российской империи в период с 1810 по 1906 г.

ГУЛАГ – главное управление трудовых лагерей и трудовых поселений.

Двоевластие – деятельность двух органов власти - Временного правительства и Петроградского Совета рабочих и солдатских депутатов после Февральской революции 1917 г.

Дворцовые перевороты – смена власти после правления Петра I, происходившая при поддержке дворянских группировок и гвардии.

Дворянство – слой служилых людей при князе, а позднее при царе, исполняющие административно-судебные и хозяйственные поручения, владеющие поместьем.

Депортация – принудительное переселение некоторых народов СССР.

Закупы – полузависимые крестьяне, взявшие в долг «купу» - ссуду на заранее оговоренных условиях. При ее погашении должник становился свободным, в ином случае – он оставался в зависимом положении.

Земские соборы – периодически созываемые царем съезды представителей всех слоев русского общества, за исключением помещичьих крестьян.

Интервенция – насильственное вторжение в политику другого государства.

КВЖД – Китайская Восточная железная дорога, построенная Россией в 1896-1904 гг.

Кодификация – систематизация и расположение в хронологическом порядке всех существующих законов и государственных актов.

Комбеды – комитеты бедноты, которые осуществляли продразверстку в деревне в годы гражданской войны.

Коминтерн - Коммунистический Интернационал.

Кондиции – условия ограничения царской власти.

«Кормление» - форма «платы» наместникам – князьям и боярам, передача им земель с правом сбора дани как средство их содержания.

Кровавое воскресенье – расстрел рабочих, обратившихся с петицией к царю в ходе манифестации у Зимнего дворца 9 января 1905 г.

Кронштадтский мятеж – антибольшевистское выступление моряков Кронштадта в 1921 г.

Ленд-лиз – передача в аренду или взаймы другому государству ресурсов, необходимых для обороны.

«Люди» - свободные крестьяне-общинники.

Мануфактура – производственное предприятие с разделением ручного труда.

Местничество – порядок назначения на должности по знатности рода и давности службы великому князю.

Наместник – с XII в. глава местной администрации.

Национализация – огосударствление собственности в годы советской власти.

НЭП – новая экономическая политика 1921-1928 гг.

Община (мир, вервь) – коллектив земледельцев в рамках одной деревни или села. Она решала все важные вопросы внутренней сельской жизни: вопросы оборота земель (передела земель внутри общины), организации общих и общественных работ (в пользу князя, государства), распределения и сбора с ее членов податей и сборов, розыска преступников.

Печенеги – тюркоязычный кочевой народ, с IX в. обитавший в южнорусских степях, совершавшие набеги на Русь, победу над ними в 1036 г. одержал князь Ярослав Мудрый.

Полюдье – форма сбора дани от Рюрика до княгини Ольги. Полюдье начиналось в ноябре, продолжалось всю зиму и заканчивалось в апреле; полгода князь ездил «по людям», собирал дань, общался с местным населением, «напоминал» о своем руководстве, судил местное население.

Православие – восточное направление в христианстве.

Приказы – органы государственного управления по отраслям.

Продналог – продовольственный налог взамен продразверстки с 1921 г.

Продразверстка – продовольственная разверстка по деревням в качестве натуральной повинности принудительное изъятия у крестьян требуемого государством количества продовольствия.

«Просвещенный абсолютизм» - политика ряда монархов Европы второй половины XVIII в., пытавшихся воплотить идеи Просвещения в практику правления.

Полки «иноземного строя» - наемные войска, сформированные по новому принципу, находились на полном довольствии государства.

Поместье – условное землевладение дворян.

Посадские люди – торговцы и ремесленники.

Промышленный переворот – переход от ручного труда к машинному от мануфактур к фабрично-заводскому производству.

Протекционизм – политика покровительства отечественной торговле и промышленности путем предоставления налоговых льгот, кредитов, заказов.

Раскол – религиозно-общественное движение, отделение от РПЦ части верующих, не принявших реформу патриарха Никона (1653-1656 гг.).

Реестр – список казаков Украины, состоящих на военной службе и получающих жалованье.

Родовая община – коллектив кровных родственников, который имеет общую собственность и хозяйство. Несколько родов объединялись в племена.

РПЦ – Русская Православная Церковь.

Рядовичи - полузависимые крестьяне, служившие феодалам по договору («ряду»), по положению близкие закупам.

Самодержавие – самодержавное правление царя в России.

Семибоярщина – правительство, состоящее из семи бояр, организовавшие заговор против Василия Шуйского во время Смуты.

Совнарком – Временное рабоче-крестьянское правительство, появившееся в результате декрета о власти с 26 октября 1917 г..

Тягло – денежные и натуральные повинности крестьян и посадских людей в пользу государства.

Усобицы – войны между князьями за великокняжеский престол.

Уроки – четкая форма сбора дани, введенная княгиней Ольгой.

«Урочные лета» - срок розыска беглых крестьян в XVI-XVII вв. С 1649 г. установлен бессрочный сыск беглых.

Феодализм – система имущественных и общественных отношений (преобладавшая в средние века), связанная с феодом – землей, как с основным средством жизнеобеспечения.

Феодальные повинности - барщина и оброк.

Хазарский каганат – государство, созданное хазарами – тюркоязычным кочевым племенем в Прикаспийских и Причерноморских степях в VII в.

«Холодная война» - политика противостояния, проводимая двумя сверхдержавами СССР и США.

Холопы – безземельные и полностью бесправные крестьяне, фактически находящиеся на положении рабов.

Челядь – домашние слуги.

Ярлык – ханская грамота на великое княжение.

Ясак – натуральный налог с народов Севера и Сибири, чаще пушниной.

СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИСТОРИЯ»

Примеры текущих тестовых заданий

по модулю II «История России с древнейших времен по начало XVIII в.»

Вариант №1

1.Какое из событий произошло позже всех других?

1) восстание древлян
2) крещение Руси
3) призвание варягов
4) объединение Киева и Новгорода

2. Среди перечисленных дат найди год образования древнерусского государства: 1) 945 г.; 2) 882 г.; 3) 988.; 4) 1015 г.

3. Заполнить таблицу. Основные точки зрения на генезис Древнерусского государства

Название теории	Содержание	Представители теории
Норманская		
Антинорманская		

4. Расположи имена русских князей в хронологической последовательности их деятельности:

1) Владимир Мономах; 2) Святослав; 3) Ярослав Мудрый; 4) Игорь; 5) Рюрик

5. **Сравните:** А) полюдье и повоз; Б) поместье и вотчину.
Что между ними общего? Каковы различия?

6. Чем прославились в русской истории Д. Пожарский и К. Минин?

7. Первый письменный свод законов Древней Руси:

1) «Русская Правда»
2) Судебник
3) «Домострой»
4) Стоглав

8. Перечисли княжества появившиеся в результате феодальной раздробленности Руси в XII в.

9. Расположите в хронологической последовательности следующие события:

1) княжение Даниила Александровича;
2) «стояние на реке Угре»;
3) присоединение Новгорода к Москве;
4) «Мамаево побоище».

10. Победа на Куликовском поле в 1380 г. привела:

1) к падению монголо-татарского ига;
2) к усилению позиций московского князя;
3) к гибели Золотой Орды;
4) к ликвидации системы баскачества

11. Объясни отрицательные и положительные последствия монголо-татарского ига на Руси.

12. Распишите все события в истории России в начале XVII в. Почему этот период в истории прозвали Смутным временем?

13. Опишите все преобразования Петра I. В какой последовательности он их проводил: последовательно или все одновременно? Почему Петр назван Великий?

Вариант №2

1.Какое из событий произошло позже всех других?

1) крещение Руси
2) Невская битва
3) Куликовская битва
4) призвание варягов

2. Среди перечисленных дат найдите год крещения Руси:

1) 945 г.; 2) 882 г.; 3) 988.; 4) 1015 г.

3. Расположите имена русских князей в хронологической последовательности их деятельности:

1) Святослав; 2) Игорь; 3) Ярослав Мудрый; 4) Олег Вещий; 5) Рюрик

4. Сравните: А) барщину и оброк; Б) поместье и вотчину.

Что между ними общего? Каковы различия?

5. Чем прославился в русской истории Александр Невский?

6. Сохранившийся до наших дней первый письменный исторический источник:

1) Повесть временных лет;
2) «Русская Правда»
3) «Домострой»
4) Стоглав

7. Перечислите княжества появившиеся в результате феодальной раздробленности Руси в XII в.

8. Расположите в хронологической последовательности следующие события:

1) княжение Ивана Калиты;
2) битва на реке Калке;
3) присоединение Твери к Москве;
4) «стояние на реке Угре»

9. Победа на Куликовском поле в 1380 г. привела:

1) к падению монголо-татарского ига;
2) к усилению позиций московского князя;
3) к гибели Золотой Орды;
4) к ликвидации системы баскачества

10. Объясни отрицательные и положительные последствия правления Ивана Грозного в XVI в.

11. Заполните таблицу. Этапы закрепощения крестьян

Этап	Краткое содержание этапа
1497 г.	
1550 – 1581 гг.	
1597 г.	
1649 г.	

12. Распишите все события в истории России второй половины XVII в. Почему этот период назван «бунташным веком»?

13. Опиши все преобразования Петра I. В какой последовательности он их проводил: последовательно или все одновременно?

. Примеры текущих тестовых заданий *по модулю II «История России XVIII-XIX вв.»*

Вариант №1

1. Какое из событий произошло позже всех других?

1) правление Елизаветы Петровны
2) восстание Е.Пугачева
3) правление Петра III
4) губернская реформа Екатерины II

2. Какие из перечисленных понятий, терминов возникли в ходе государственных преобразований Петра I?

А) судебник; Б) коллегии; В) Гос.Совет; Г) Табель о рангах; Д) Соборное уложение; Е) Духовный регламент.
Укажи верный ответ: 1) АВГ; 2) АГД; 3) БГЕ; 4) ВГД.

3. Главные итоги петровских реформ:

А) ослабление центральной власти
Б) полное подчинение церкви государству
В) укрепление крепостного гнета
Г) сокращение бюрократического аппарата
Д) создание боеспособной профессиональной армии и военного флота.

4. Восстановите последовательность царствований русских монархов 1725 – 1762 гг.:

А) Елизавета Петровна
Б) Екатерина Алексеевна
В) Петр Алексеевич
Г) Иван Антонович
Д) Петр Федорович
Е) Анна Ивановна

5. Каким было условие для получения Анной Иоанновной престола?

1) ликвидация Верховного совета, восстановление Сената;
2) командование гвардейскими полками;
3) освобождение дворян от обязательной военной службы;
4) совместное правление с Верховным советом.

6.Установите соответствие между понятиями и именами исторических личностей, с которыми связано их возникновение:

1) Анна Иоанновна	А) временнообязанные крестьяне
2) Екатерина II	Б) бироновщина
3) Александр I	В) «теория официальной народности»
4) Николай I	Г) «Аракчеевщина»
5) Александр II	Д) Уложенная комиссия

7. Опиши предпосылки, причины, события, значение и итоги Отечественной войны 1812 г.

8. Почему «дней Александровых прекрасное начало»?

9.Что обозначают понятия: уставные грамоты, Секретный комитет, мировые посредники, крестьянская община, отрезки.

10. Заполнить таблицу. Реформы 60-70- х гг. в России.

Название реформы	Время проведения	Основные положения
Крестьянская		
Земская		
Городская		
Судебная		
Военная		
Финансовая		

11. Что из перечисленного ниже связано с событиями 1 марта 1881 г.?

А) создание «» Союза борьбы за освобождение рабочего класса; Б) убийство Александра II; В) баррикадные бои в Москве; Г) арест С.Л. Перовской; Д) созыв Государственной Думы; Е) суд над народовольцами.
Укажите верный ответ: 1) АБВ; 2) АВД; 3) БГЕ; 4) ВГД.

12. Почему русская культура XIX в. получила название «золотого века»? Докажите примерами.

Вариант №2

1. Причинами дворцовых переворотов в период 1725-1762 гг. были:

А) отсутствие четкого порядка престолонаследия
Б) народные волнения
В) высокая роль гвардии при дворе
Г) недовольство дворян петровскими реформами
Д) борьба за власть среди высшей знати.

2. Какое из событий произошло позже всех других?

1) правление Петра II
2) кондиции Анны Иоанновны
3) Семилетняя война
4) правление Елизаветы Петровны

3. Какие из перечисленных понятий, терминов возникли в ходе государственных преобразований Петра I?

А) судебник; Б) ассамблеи; В) Гос.Совет; Г) Табель о рангах;
Д) Соборное уложение; Е) Духовный регламент.
Укажи верный ответ: 1) АВГ; 2) АГД; 3) БГЕ; 4) ВГД

4. Что из названного относится к эпохе дворцовых переворотов?

1) прекращение деятельности Земских соборов;
2) упразднение Боярской Думы;
3) усиление роли гвардии;
4) учреждение патриаршества.

5. Установите соответствие между понятиями и именами исторических личностей, с которыми связано их возникновение:

1) Анна Иоанновна	А) народовольцы
2) Екатерина II	Б) кондиции
3) Александр I	В) «чугунный устав»
4) Николай I	Г) указ о вольных хлебопашцах
5) Александр II	Д) Жалованная грамота дворянству

6. Расположите события периода правления Александра I в правильной хронологической последовательности:

1) созыв Государственного Совета
2) насаждение военных поселений
3) восстание декабристов на Сенатской площади
4) деятельность негласного комитета
5) «Указ о вольных хлебопашцах»
6) Бородинское сражение
7) учреждение министерств

7. Опиши предпосылки, причины, события, значение и итоги Отечественной войны 1812 г.
8. Важнейшие государственные посты в первые годы правления Александра I занимали:
А) либералы
Б) революционеры
В) консерваторы
9**. Что обозначают понятия: редакционные комиссии, Главный комитет, мировые посредники, крестьянская община, выкупные платежи.**
10. Опишите военную реформу 1874 г. Ее сильные и слабые стороны.
11. Что из перечисленного ниже связано с событиями 1 марта 1881 г.?
А) создание «» Союза борьбы за освобождение рабочего класса; Б) убийство Александра II; В) баррикадные бои в Москве; Г) арест С.Л. Перовской; Д) созыв Государственной Думы; Е) конституция Лорис-Меликова.
Укажите верный ответ: 1) АБВ; 2) АВД; 3) БГЕ; 4) ВГД.
12. Храм Христа Спасителя был построен в Москве в честь:
А) победы русского народа в войне 1812 г.
Б) 900-летия введения христианства на Руси
В) тысячелетия российского государства
Г) победы советского народа в войне 1941-1945 гг.

. Примеры текущих тестовых заданий *по модулю III «История России начала XX в.»*

Вариант №1

1. Какое из событий произошло позже всех других?
1) первая русская революция;
2) русско-японская война;
3) аграрная реформа П.А. Столыпина;
4) деятельность I Гос. Думы.

2. Какая партия представляла либеральное движение России начала XX в.
1) меньшевики; 2) кадеты; 3) анархисты; 4) эсеры

3.Заполните таблицу: Основные политические партии (1900 – 1917):

Название партии (дата образования)	Лидеры политической партии	Политическая программа	Аграрная программа

4. Первая российская революция привела к
1) провозглашению России республикой;
2) опубликованию Манифеста 17 октября;
3) формированию многопартийности;
4) провозглашению демократических прав.

5. Что является результатами

А) русско-японской войны;
Б) Первой мировой войны;
В) внешней политики 1920-30-х гг.

6. Кто из перечисленных деятелей были современниками:

1) А.Ф. Керенский и Гапон;
2) Л.П. Корнилов и Троцкий;
3) П.А. Столыпин и С.Ю. Витте;
4) Николай II и Г.К. Жуков.

7. Почему гражданская война является трагедией победителей и побежденных?

8. Опишите причины, мероприятия и результат Февральской революции.

9. В 1924 г. в СССР объединились:

1) РСФСР, УССР, ЗСФСР, Туркменская ССР, БССР, Узбекская ССР;
2) РСФСР, БССР, Киргизская ССР, УССР, Казахская ССР;
3) РСФСР, УССР, Молдавия, ЗСФСР, БССР, Узбекская ССР;
4) РСФСР, БССР, УССР, ЗСФСР.

10. Почему введена была «новая экономическая политика», и какие она имела положительные и отрицательные результаты?

11. Что означает «великий перелом», какие три мероприятия, в какие годы, какое из них на твой взгляд является наиболее значимым и почему?

12. О событиях 25 октября 1917 г. в Петрограде

Спокойствие на октябрьских улицах, отсутствие толп и боев давали противникам повод говорить о заговоре ничтожного меньшинства, об авантюре кучки большевиков … В действительности же большевики могли свести в последний момент борьбу за власть к «заговору» не потому, что были маленьким меньшинством, а, наоборот, потому, что имели за собою в рабочих кварталах и казармах подавляющее большинство, сплоченное, дисциплинированное.

(Троцкий Л.Д. История русской революции. М., 1990)

Вопросы: Какие причины победы большевиков называет автор? Вы согласны с ним? Свой ответ аргументируйте.

Вариант №2

1. Какое из событий произошло позже всех других?

1) декабрьское вооруженное восстание в Москве;
2) русско-японская война;
3) издание Манифеста о политических свободах и созыве Гос. Думы;
4) реформы С.Ю. Витте.

2. Какая партия представляла консервативное движение России начала XX в.

1) союз русского народа; 2) кадеты; 3) большевики; 4) эсеры.

3. Первая российская революция привела к

1) созданию Гос. Совета;

2) появлению Гос. Думы»
3) провозглашению России республикой;
4) крушению самодержавия.

4. Расположите в хронологическом порядке события первой буржуазно-демократической революции:

1) восстание на броненосце «Потемкин»
2) Декабрьское вооруженное восстание в Москве
3) Кровавое воскресенье
4) Третьеиюньский переворот
5) провозглашение Манифеста 17 октября
6) начало деятельности Первой Государственной думы

5. Что является причинами

А) русско-японской войны;
Б) Первой мировой войны;
В) противоречивой советской внешней политики 1920-30-х гг.

6. Кто из перечисленных деятелей были современниками:

1) А.Ф. Керенский и Троцкий;
2) Л.П. Корнилов и Гапон;
3) Николай II и С.Ю. Витте;
4) П.А. Столыпин и Г.К. Жуков.

7. Причины и источники победы большевиков в октябрьские дни 1917 года
8. Опиши причины, мероприятия и результат Февральской революции.

9. В 1922 г. в составе СССР объединились:

1) РСФСР, УССР, Молдавия;
2) РСФСР, БССР, Польша;
3) РСФСР, УССР, Молдавия, ЗСФСР;
4) РСФСР, БССР, УССР, ЗСФСР.

10. Почему введена была «политика военного коммунизма», и какие она имела положительные и отрицательные последствия?

11. Что означает «великий перелом», какие три мероприятия, в какие годы, какое из них на твой взгляд является наиболее значимым и почему?

. Примеры текущих заданий *по модулю IV «История России 1985 –1991 гг.»*

1.Укажите первого президента СССР:

1) Ю. Андропов; 2) Б. Ельцин; 3) М. Горбачев; 4) Л. Брежнев

2. XIX Всесоюзная партконференция, принявшая решение о реформировании политической системы СССР, проходила в:

1) 1980 г., 2) 1988 г., 3) 1989 г., 4) 1990 г.

3.Провозглашенный М. Горбачевым курс на ускорение социально-экономического развития страны включал в себя:

1) введение госприемки на предприятиях;
2) проведение антиалкогольной кампании;
3) решительный переход к рыночной экономике;
4) укрепление трудовой дисциплины;
5) массовые забастовки рабочих.

4. Составьте структурно-логическую таблицу «Преобразования страны в годы перестройки»

Экономические реформы	Политические преобразования	Реформы в социальной сфере	Изменения в области культуры

5. В Содружество Независимых Государств вошли:
1) Россия, 2) Литва, 3) Белоруссия, 4) Грузия, 5) Украина.

6. По какому принципу образован ряд?
Г. Янаев, В. Павлов, Д.Язов, В. Крючков, Б. Пуго.

7. Расположите в хронологической последовательности:
А) Л.Брежнев, б) М.Горбачев, в) Б.Ельцин, г) К.Черненко, д) Ю.Андропов

8. О чем идет речь?
Принципами этой политики были: отказ от представлений о расколе мира на две противоположные системы: капиталистическую и социалистическую; признание мира единым; в качестве основного способа решения международных проблем объявлялся баланс интересов, а не баланс сил; признание приоритета общечеловеческих ценностей в качестве главных.

9. Высшим органом законодательной власти в СССР по новому избирательному закону 1988 г. стал: 1) Государственный Совет; 2) Государственная Дума; 3) Съезд народных депутатов; 4) Съезд Коммунистической партии.

10. Один из основных итогов экономической реформы 1987 г.:
1) либерализация цен;
2) переход государственных предприятий в частные руки;
3) начало формирования частного сектора в экономике;
4) роспуск колхозов.

11. Расположите в хронологической последовательности:
а) избрание президента РСФСР,
б) создание ГКЧП и проведение путча,
в) принятие Декларации о государственном суверенитете РСФСР,
г) отставка М. Горбачева,
д) Беловежское соглашение.

12. В конце 1980-х – 1990-х гг. представители коммунистического политического направления выступали за:
1) преимущественное развитие общественной собственности,
2) свободу личности,
3) развитие парламентской демократии,
4) социалистический выбор развития,
5) учреждение частной собственности.

13. Как вы оцениваете в целом личность М. Горбачева и его деятельность («+» или «-»)? Почему? Можно ли, только его одного обвинять в развале СССР?

1.5. Пример итогового (рубежного) теста

К социальным функциям исторического знания не относится функция …
А) социального проектирования
Б) воспитательная
В) познавательная
Г) прогностическая

Определение степени вероятности осуществления того или иного события, процесса на основе анализа объективных реальностей и возможностей называется принципом …
А) альтернативности
Б) социального подхода
В) историзма
Г) объективности

Важной составляющей воспитательной функции исторического знания является …
А) выработка научно обоснованного курса
Б) формирование гражданских, нравственных ценностей
В) описание исторических событий и явлений
Г) сопоставление исторических объектов в пространстве и времени

Конкретные способы изучения исторических процессов называются …
А) методами
Б) категориями
В) принципами
Г) историко-философскими подходами

Характерной чертой современной исторической науки в России является …
А) методологический плюрализм
Б) географический детерминизм
В) субъективизм
Г) эволюционизм

Автором первого обобщающего труда по истории России был …
А) В.Н. Татищев
Б) М.Н. Тихомиров
В) В.О. Ключевский
Г) М.Н. Покровский

Налоговая реформа княгини Ольги с целью упорядочивания сбора дани установила …

А) барщину и оброк
Б) ясак и подать
В) уроки и погосты
Г) полюдье и повоз

Иван Калита получил от монголо-татар право …
А) заключения союза с Тверью
Б) торговли с Литвой
В) сбора дани с русских княжеств
Г) окончательного объединения русских княжеств

В XIII в. новгородское войско во главе с князем Александром Невским противостояло агрессии …
А) Ливонского ордена
Б) Речи Посполитой
В) Франции
Г) Венгрии

Закономерный процесс экономического усиления и политической обособленности феодальных владений называется …
А) централизацией
Б) местничеством
В) кормлением
Г) политической раздробленностью

Возвышение Московского княжества в XIV в. связано с именем …
А) Дмитрия Донского
Б) Ивана Красного
В) Ивана Калиты
Г) Симеона Гордого

В 1382 г. состоялся поход на Русь во главе с ханом …
А) Тохтамышем
Б) Батыем
В) Узбеком
Г) Ахматом

«Стояние на реке Угре» привело к …
А) новому походу монголо-татар на Русь
Б) полному разгрому русского войска
В) окончанию монголо-татарского ига на Руси
Г) возобновлению уплаты дани монголо-татарам

Годы, в течение которых устанавливался розыск беглых крестьян, называются _____ лета.

А) заповедные
Б) крестьянские
В) крепостные
Г) урочные

Столица Византийской империи, Константинополь, был захвачен в 1453 году …
А) готами
Б) булгарами
В) вандалами
Г) турками-османами

Регентом в период малолетства Ивана IV (1533-1538) был (-а) …
А) Алексей Адашев
Б) Андрей Курбский
В) Елена Глинская
Г) митрополит Макарий

Исторический источник по истории средневековой России – «Стоглав» представляет собой …
А) сборник решений церковного собора 1551 г.
Б) летописный свод
В) политический трактат
Г) свод законов Российского государства

В XVII в. самосожжение и уход в леса и пустоши были основными формами протеста …
А) казачества
Б) старообрядцев
В) крестьянства
Г) горожан

В царствование Михаила Федоровича в 1632-1634 гг. Россия вела Смоленскую войну с …
А) Австрией
Б) Данией
В) Речью Посполитой
Г) Швецией

В 1648 г. произошел _____ бунт.
А) Соляной
Б) Медный
В) Хлебный
Г) Соловецкий

Петр I правил Россией в _____ годах.
А) 1700-1721
Б) 1682-1725
В) 1700-1725
Г) 1698-1725

Северная война завершилась подписанием _____ мира.
А) Шведского
Б) Северного
В) Ништадского
Г) Парижского

«Золотым веком» российского дворянства историки называют правление …
А) Петра I
Б) Елизаветы Петровны
В) Екатерины I
Г) Екатерины II

В сентябре 1814 - июне 1815 г. состоялся _____ конгресс.
А) Лондонский
Б) Венский
В) Парижский
Г) Берлинский

Реорганизация управления государственной деревней в правление Николая I была поручена …
А) И.И. Шувалову
Б) П.Д. Киселеву
В) М.М. Сперанскому
Г) А.Х. Бенкендорфу

В 1870-х гг. генерал М.Д. Скобелев принимал активное участие в _____ войне.
А) русско-турецкой
Б) русско-японской
В) Первой мировой
Г) Гражданской

Активное проникновение России в Среднюю Азию во второй половине XIX в. привело к обострению отношений с …
А) Францией
Б) Италией
В) Англией
Г) Германией

После вступления в Первую мировую войну Турции начались военные действия на _____ фронте.
А) Бессарабском
Б) Крымском
В) Галицийском
Г) Кавказском

Центром подготовки вооруженного восстания в Петрограде в октябре 1917 г. стал …
А) Коммунистический Интернационал
Б) Совет Народных Комиссаров
В) Военно-революционный комитет
Г) Временный комитет Государственной думы

В 1918-1930 гг. наркомом иностранных дел в советском правительстве был …
А) В.И. Ленин
Б) Н.И. Бухарин
В) П.Н. Милюков
Г) Г.В. Чичерин

Под влиянием Всероссийской политической стачки Николай II был вынужден подписать _____ Манифест «Об усовершенствовании государственного порядка».
А) 9 января 1905 г.
Б) 17 октября 1905 г.
В) 27 апреля 1906 г.
Г) 3 июня 1907 г.

27 апреля 1906 г. в Петербурге открылись заседания …
А) Учредительного собрания
Б) I Государственной думы
В) Всероссийского съезда Советов
Г) IV Государственной думы

После отречения Николая II в марте 1917 г. в России …
А) власть попытался захватить генерал Л.Г. Корнилов
Б) было создано Временное правительство
В) открылся II Всероссийский съезд Советов
Г) к власти пришли большевики

Декларация прав народов России, изданная 2 ноября 1917 г., провозгласила …

А) создание унитарного государства
Б) равенство и суверенность наций
В) привилегии для русских
Г) запрет на создание самостоятельных государств

В ходе Гражданской войны на стороне красных воевал …
А) Н.Н. Юденич
Б) М.В. Фрунзе
В) Е.К. Миллер
Г) А.И. Деникин

Решающую роль в ходе Гражданской войны сыграли настроения …
А) рабочих
Б) крестьян
В) дворян
Г) интеллигенции

Социально-экономическая политика советской власти в годы Гражданской войны и военной интервенции, сущностью которой были: ускоренная и полная национализация промышленности, продразверстка, отмена торговли и денежного обращения, централизованное нормированное распределение продуктов населению, жесткая централизация, введение всеобщей трудовой повинности, контроль государства за средствами массовой информации, преследование инакомыслия, красный террор, а цель – быстрый рывок в коммунизм – это _____ . (выбрать: Новая экономическая политика, «военный коммунизм», государственный капитализм, диверсификация производства)

Первая Конституция СССР была принята …
А) 25 апреля 1923 г.
Б) 31 января 1924 г.
В) 30 декабря 1922 г.
Г) 6 апреля 1924 г.

Понятие «великий перелом» относится к …
А) освоению целины
Б) введению продналога
В) сплошной коллективизации
Г) введению продразверстки

В 1934 г. СССР вступил в международную организацию …
А) ОБСЕ
Б) Лига Наций
В) Совет Безопасности

Г) Коминтерн

Первая встреча руководителей ведущих держав антигитлеровской коалиции состоялась в Тегеране в _____ году.
А) 1933
Б) 1943
В) 1939
Г) 1945

Второй фронт был открыт в _____ года.
А) ноябре 1943
Б) июле 1943
В) июне 1944
Г) феврале 1945

В ходе Второй мировой войны в июне 1944 года …
А) открылась Тегеранская конференция
Б) началась блокада Ленинграда
В) союзники высадились в Нормандии
Г) завершилась Сталинградская битва

Неприятие советского внешнеполитического принципа мирного сосуществования стран с различным общественно-политическим строем и критики Сталина стали причиной ухудшения отношений СССР с …
А) Чехословакией
Б) Югославией
В) Германской Демократической Республикой
Г) Китаем

Понятие «Новоогаревский процесс» возникло в связи с разработкой …
А) нового союзного государства
Б) внешнеполитической стратегии СССР
В) новой Программы КПСС
Г) программы перехода к рыночной экономике

Экономическая политика Е.Т. Гайдара, проводимая в 1992 г., предусматривала …
А) централизацию управления народным хозяйством
Б) государственное регулирование ценообразования
В) либерализацию цен
Г) увеличение финансирования социальной сферы

Противостояние между законодательной и исполнительной ветвями власти в октябре 1993 г. завершилось …
А) проведением президентских выборов

Б) формированием нового состава Верховного Совета РФ
В) роспуском Съезда народных депутатов и Верховного Совета РФ
Г) внесением дополнений в действующую Конституцию страны

Кейс задание: Кейс 1.

Из рассказа Н.А. Бестужева о событиях 14 декабря в Петербурге:
« Мы были окружены со всех сторон: бездействие поразило оцепенением умы; дух упал, ибо тот, кто на этом поприще раз остановился, уже побежден вполовину. Сверх того, пронзительный ветер леденил кровь в жилах солдат и офицеров, стоявших так долго на открытом месте. Атаки на нас и стрельба наша прекратилась; «ура» солдат становилось реже и слабее. День смеркался. Вдруг мы увидели, что полки, стоявшие против нас, расступились на две стороны и батарея артиллерии стала между нами с разверстыми зевами, тускло освещаемая серым мерцанием сумерек …»

Упоминаемые в тексте события произошли в ___году.

Кейс-задание: Кейс 2.
Из Манифеста о незыблемости самодержавия:
«В бозе почивший родитель Наш, приняв от Бога самодержавную власть на благо вверенного ему народа, пребыл верен до смерти принятому им обету и кровию запечатлел великое свое служение … благостию и кротостью совершил он величайшее дело своего царствования – освобождения крепостных крестьян … Посреди великой Нашей скорби глас Божий повелевает Нам стать бодро на дело правления в уповании на Божественный промысел, с верою в силу и истину самодержавной власти, которую Мы призваны утверждать, и охранять для блага народного от всяких на нее поползновений».

В тексте идет речь о смерти российского императора …
- Александра II
- Николая I
- Александра III
- Николая II

Кейс-задание: Кейс 3.
Из Манифеста о незыблемости самодержавия:
«В бозе почивший родитель Наш, приняв от Бога самодержавную власть на благо вверенного ему народа, пребыл верен до смерти принятому им обету и кровию запечатлел великое свое служение … благостию и

кротостью совершил он величайшее дело своего царствования – освобождения крепостных крестьян … Посреди великой Нашей скорби глас Божий повелевает Нам стать бодро на дело правления в уповании на Божественный промысел, с верою в силу и истину самодержавной власти, которую Мы призваны утверждать, и охранять для блага народного от всяких на нее поползновений».

Упоминаемая в тексте отмена крепостного права произошла в _____ году.

Кейс-задание: Кейс 4.
Из Туркманчайского мирного договора 1828 г.:
«Статья I. Отныне на вечные времена пребудет мир, дружба и совершенное согласие между е.в. императором всероссийским и е.в. шахом персидским, их наследниками престолов, их державами и обоюдными подданными …
Статья III. Е. в. шах персидский от своего имени и от имени своих наследников и преемников уступает Российской империи в совершенную собственность ханство Эриванское по сию и по ту сторону Аракса и ханство Нахичеванское. Вследствие сей уступки е.в. шах обязуется не позже шести месяцев, считая от подписания настоящего договора, сдать российским начальствам все архивы и публичные документы, относящиеся до управления обоими вышеозначенными ханствами …
Статья VI. Е.в. шах персидский, в уважение значительных пожертвований, причиненных Российской империи возникшею между обоими государствами войною, а также потерь и убытков, потерпенных российскими подданными, обязуется вознаградить оные денежным возмездием …».

Фамилия русского дипломата и писателя, принимавшего участие в выработке условий выгодного для России Туркманчайского мирного договора, - …_____.

Кейс-задание: Кейс 5.
Из Туркманчайского мирного договора 1828 г.:
«Статья I. Отныне на вечные времена пребудет мир, дружба и совершенное согласие между е.в. императором всероссийским и е.в. шахом персидским, их наследниками престолов, их державами и обоюдными подданными …
Статья III. Е. в. шах персидский от своего имени и от имени своих наследников и преемников уступает Российской империи в

совершенную собственность ханство Эриванское по сию и по ту сторону Аракса и ханство Нахичеванское. Вследствие сей уступки е.в. шах обязуется не позже шести месяцев, считая от подписания настоящего договора, сдать российским начальствам все архивы и публичные документы, относящиеся до управления обоими вышеозначенными ханствами …
Статья VI. Е.в. шах персидский, в уважение значительных пожертвований, причиненных Российской империи возникшею между обоими государствами войною, а также потерь и убытков, потерпенных российскими подданными, обязуется вознаградить оные денежным возмездием …».

По условиям подписанного в 1828 году Туркманчайского мирного договора …

- к России отходила Восточная Армения
- на Персию налагалась контрибуция
- к Персии отходила Южная Бессарабия
- на Россию налагалась контрибуция

Кейс-задание: Кейс 6.
Из Берлинского трактата 1878 г.:
«Статья 1. Болгария образует из себя княжество самоуправляющееся и платящее дань, под главенством е. и. в. султана: она будет иметь христианское правительство и народную милицию …
Статья XLV. Княжество Румынии уступает обратно е. в. императору всероссийскому часть Бессарабской территории, отошедшей от России по Парижскому трактату 1856 г., ограниченную с запада руслом Прута, с юга руслом Килийского рукава и устьем Старого Стамбула …
Статья LVIII. Блистательная Порта уступает Российской империи в Азии территории Ардагана, Карса и Батума, с портом последнего …
Статья LIX. Е. в. император всероссийский объявляет, что его намерение сделать Батум порто-франко по преимуществу коммерческим.
Статья LX. Долина Алашкерта и город Баязет, уступленные России статьей XIX Сан-Стефанского договора, возвращаются Турции …».

Фамилия российского министра иностранных дел, подписавшего в 1878 г. Берлинский трактат, - … _____.

Кейс-задание: Кейс 7.
Культура СССР в 1930-х гг. развивалась под жестким контролем коммунистической партии, которая насаждала марксистскую идеологию, в том числе и через культуру и искусство. Все, что не вписывалось в официальное русло идеологии, преследовалось.

Основным художественным методом, использовавшимся в советском искусстве, был социалистический реализм. Термин «соцреализм» появился в 1932 г. и охватывал все сферы художественной деятельности. Выступая на I съезде советских писателей в 1934 г. партийный идеолог Жданов А.А. так охарактеризовал этот художественный метод: «В нашей стране главные герои литературного произведения – это активные строители новой жизни: рабочие и работницы, колхозники и колхозницы, партийцы, хозяйственники, инженеры, комсомольцы, пионеры … Наша литература насыщена энтузиазмом и героикой … Наша литература сильна тем, что служит новому делу – делу социалистического строительства».

В соответствии с методом социалистического реализма были написаны литературные произведения, как …

- «Мать» Максима Горького
- «Как закалялась сталь» Николая Островского
- «Мастер и Маргарита» Михаила Островского
- «Доктор Живаго» Бориса Пастернака

Кейс-задание: Кейс 8.
Из доклада Первого секретаря ЦК КПСС на XX съезде партии «О культе личности и его последствиях»: «Выясняется, что многие партийные, советские, хозяйственные работники, которых объявили в 1937-1938 годах «врагами», в действительности никогда врагами, шпионами, вредителями и т.п. не являлись, что они, по существу, всегда оставались честными коммунистами, но были оклеветаны, а иногда, не выдержав зверских истязаний, сами на себя наговаривали (под диктовку следователей-фальсификаторов) всевозможные тяжкие и невероятные обвинения».

С докладом «О культе личности и его последствиях» на XX съезде КПСС выступил …

- Н.С. Хрущев
- Н.А. Булганин
- И.В. Сталин
- Л.И. Брежнев

1.6. Образец выполнения итогового (рубежного) теста

Функция истории, позволяющая влиять на поведение и действия людей, называется …

- воспитательной

- познавательной
- аксеологической
- коммуникативной

Исторический источник по истории средневековой России – «Стоглав» представляет собой …
- сборник решений церковного собора 1551 г.
- летописный свод
- политический трактат
- свод законов Российского государства

Принцип объективности – это изучение исторических явлений …
- во всей их многогранности и противоречивости
- с учетом социальных интересов различных слоев общества
- в развитии, в соответствии с конкретно-исторической обстановкой
- в соответствии с господствующей идеологией в обществе

Существенный вклад в развитие отечественной исторической науки в XX веке внес …
- Б.А. Рыбаков
- В.Н. Татищев
- М.В. Ломоносов
- М.Н. Погодин

Верования древних славян до принятия у них христианства назывались …
- язычеством
- синтоизмом
- православием
- католичеством

В XII в. Русь вступила в период …
- политической раздробленности
- централизации
- цивилизации
- республики

В 1240 г. после длительной осады монголо-татары взяли город …
А) Рязань
Б) Новгород
В) Козельск
Г) Киев

Невская битва состоялась в _____ году.

- 1240
- 1242
- 1223
- 1238

Московский князь Дмитрий Иванович за личную храбрость и полководческие заслуги в 1380 г. на Куликовом поле получил прозвище

- Донской
- Невский
- Темный
- Красный

К западным славянам относятся такие современные народы, как …

- поляки, чехи и словаки
- русские, украинцы и белорусы
- болгары, сербы и черногорцы
- финны, эстонцы, литовцы

Автором произведения древнерусской литературы XV в. «Хождение за три моря» является …

- Афанасий Никитин
- Семен Дежнев
- Епифаний Премудрый
- Авраамий Палицын

Казачьим атаманом и предводителем похода в Сибирь в 80-гг. был …

- Ермак
- Кучум
- Адашев
- Висковатый

Непрофессиональные воины, объединенные в военное формирование на добровольной основе, называются …

- ополченцами
- стрельцами
- рекрутами
- рейтарами

В 1654 г. началась церковная реформа патриарха _____ .

- Никона
- Макария
- Иова
- Алексея

Столица Византийской империи, Константинополь был захвачен в 1453 году …

- турками-османами
- булгарами
- готами
- вандалами

В ходе Северной войны русские войска разгромили шведский флот у мыса …

- Гангут
- Синоп
- Чесма
- Дежнева

Во второй половине XVIII в. в русской архитектуре преобладал стиль …

- классицизм
- модерн
- рококо
- барокко

В январе 1820 г. русская экспедиция открыла новый континент, получивший название …

- Антарктида
- Северная Америка
- Австралия
- Южная Америка

В годы правления Николая I в России было (-а) …

- построена первая железная дорога
- отменено крепостное право
- введена конституция
- отменена цензура

Земская реформа была проведена в _____ году.

- 1864
- 1861
- 1868
- 1874

В 1884 г. новый университетский Устав …

- ликвидировал автономию вузов
- разрешил учиться в вузах женщинам
- запретил учиться в вузах детям крестьян
- ввел автономию вузов

Самой многочисленной социальной группой в России в конце XIX в. были …

- крестьяне
- разночинцы
- дворяне
- рабочие

Раньше других в России возникли _____ партии.

- революционные
- либеральные
- правые
- монархические

Идеолог заговорщического направления в русском народничестве Петр Ткачев разделял взгляды французского революционера …

- Огюста Бланки
- Жана Кольбера
- Жора Клемансо
- Жана Жореса

Среди союзников России в Первой мировой войне была _____ .

- Франция
- Германия
- Австро-Венгрия
- Османская империя

В ходе Февральской революции в России …

- установилось двоевластие
- к власти пришли большевики
- установилась военная диктатура
- возникла партия эсеров

Учредительное собрание открылось в Петрограде в _____ 1918 г.

- январе
- феврале
- ноябре
- декабре

К причинам гражданской войны относится _____ .

- деятельность большевистских продотрядов и комбедов
- убийство царской семьи

- разрешение выхода крестьян из общины
- возникновение монополий

В 1922 г. на пост генерального секретаря партии был избран …
- И. В. Сталин
- Л. Д. Троцкий
- Л. Б. Каменев
- В. И. Ленин

Генуэзская конференция состоялась в _____ году.
- 1922
- 1924
- 1928
- 1934

На завершающем этапе войны Красная Армия осуществила операцию …
- «Багратион»
- «Уран»
- «Кольцо»
- «Тайфун»

Характерной чертой экономического развития СССР в 1945-1953 гг. было …
- использование в народном хозяйстве труда заключенных
- использование хозяйственного расчета на предприятиях
- разрешение аренды земли
- разрешение частной собственности

Двоюродным братом российского императора Николая II был …
- английский король Георг V
- император Австро-Венгрии Карл I
- император Германии Вильгельм II
- шведский король Густав V

Советская литература периода «хрущевской оттепели» характеризовалась …
- умеренной критикой «культа личности» Сталина
- созданием разнообразных литературных групп и течений
- возвращением имен писателей-эмигрантов первой волны
- отказом от принципа социалистического реализма

Диссидентами в СССР называли …
- лиц, не разделявших господствующей идеологии

- выступавших за развитие страны по самобытному пути
- политическую парламентскую оппозицию
- уехавших за границу граждан СССР

Территориальные проблемы, связанные с послевоенными европейскими границами (германская проблема) были урегулированы в …

- начале 1970-х гг.
- конце 1940-х гг.
- начале 1960-х гг.
- конце 1970-х гг.

Противостояние между законодательной и исполнительной ветвями власти в октябре 1993 г. завершилось …

- роспуском Съезда народных депутатов и Верховного Совета РФ
- проведением президентских выборов
- формированием нового состава Верховного Совета РФ
- внесением дополнений в действующую Конституцию страны

Поводом к свертыванию процесса разрядки международной напряженности послужило введение советских войск в …

- Афганистан
- Венгрию
- Чехословакию
- Корею

Из рассказа Н.А. Бестужева о событиях 14 декабря в Петербурге: « Мы были окружены со всех сторон: бездействие поразило оцепенением умы; дух упал, ибо тот, кто на этом поприще раз остановился, уже побежден вполовину. Сверх того, пронзительный ветер леденил кровь в жилах солдат и офицеров, стоявших так долго на открытом месте. Атаки на нас и стрельба наша прекратилась; «ура» солдат становилось реже и слабее. День смеркался. Вдруг мы увидели, что полки, стоявшие против нас, расступились на две стороны и батарея артиллерии стала между нами с разверстыми зевами, тускло освещаемая серым мерцанием сумерек …»

На российский престол при обстоятельствах, описанных в тексте, вступил император …

- НиколайI
- Павел I
- Александр I
- Александр II

В русской архитектуре с принятием христианства началось каменное строительство. До нащих дней в том или ином виде сохранилось около двух сотен каменных храмов X-XIII вв. Знаменитый храм древнего

Киева – Софийский собор был заложен в 1037 г. Своим посвящением храм напоминает о главной святыне Константинополя – храме Святой Софии Премудрости Божией. Олицетворением Божественной Премудрости считался Иисус Христос. Киевская София со времени своей постройки и до конца XIII в. служила кафедральным храмом главы всей Русской церкви – митрополита Киевского. Немало повидав за свой долгий век и едва избежав полного разрушения в период, когда Киев находился под властью Речи Посполитой, Софийский собор все же дошел до наших дней.

Софийский собор в Киеве был построен в правление князя …

- Ярослава Мудрого
- Владимира Крестителя
- Владимира Мономаха
- Мстислава Великого

В русской архитектуре с принятием христианства началось каменное строительство. До нащих дней в том или ином виде сохранилось около двух сотен каменных храмов X-XIII вв. Знаменитый храм древнего Киева – Софийский собор был заложен в 1037 г. Своим посвящением храм напоминает о главной святыне Константинополя – храме Святой Софии Премудрости Божией. Олицетворением Божественной Премудрости считался Иисус Христос. Киевская София со времени своей постройки и до конца XIII в. служила кафедральным храмом главы всей Русской церкви – митрополита Киевского. Немало повидав за свой долгий век и едва избежав полного разрушения в период, когда Киев находился под властью Речи Посполитой, Софийский собор все же дошел до наших дней.

Характерными элементами убранства древнерусских храмов были …

- фрески
- мозаики
- витражи
- пинакли

Примерная тематика контрольных работ

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

2.1. Примерные темы для контрольных работ:

Вариант 1.

1. Современные дискуссии о месте России в мировом историческом процессе.
2. Судьбы славянских народов – история и современность.

3. Проблемы образования Древнерусского государства (VIII – нач. IX вв.).
4. Проблемы развития Киевской Руси (IX-XII вв.).
5. Проблемы развития Удельной Руси (XII – XIII вв.).
6. Золотая Орда – мифы и реальность.
7. Александр Невский – герой или предатель Руси?
8. Проблемы образования русского централизованного государства (XIV-XV вв.).
9. Иван IV Грозный.
10. Проблемы расширения территории Российского государства в XVI в.
11. Самозванцы Российского государства.
12. Проблемы формирования российского абсолютизма в середине XVII в.
13. Петр I – тиран или «революционер на троне» в делах семейных и государственных?
14. Императрицы XVIII в.
15. «Непросвещенный абсолютизм» Павла I.
16. Активная внешняя политика XVIII в.: «+» и «-» последствий.
17. «Дней Александровых прекрасное начало…» (Реформы Александра I).
18. Герои Отечественной войны 1812 г.
19. Реформаторы России первой четверти XIX в.
20. Кризис феодально-крепостнического строя в 1830-50 –е гг.
21. Особенности промышленного переворота в России в XIX в.
22. Развитие российской экономики конца XIX - начала XX вв. «Контрреформы» Александра III.
23. Особенности формирования многопартийной системы в России на рубеже XIX - XX вв.
24. Героизм русских солдат в ходе русско-японской войны (1904-1905 гг.).
25. Столыпинская аграрная реформа и ее результаты.
26. Роль восточного фронта в ходе I мировой войны.
27. Разложение монархии в России. Николай II – последний российский император.
28. Новые подходы в изучении исторических событий гражданской войны в России (1917-1921 гг.).
29. Итоги НЭПа для развития России.
30. Проблемы и противоречия в процессе образования СССР.
31. Исторические портреты лидеров большевизма: В.И. Ленин, Л.Д. Троцкий, И.В. Сталин. Переход к тоталитаризму в СССР.
32. Деятельность Коминтерна и репутация СССР в 1920-30 –е гг.
33. Трагедия и героизм народа в годы ВОВ (1941-1945 гг.).
34. Правда о «золотом веке» цен. Экономическая политика государства в 1945-1953 гг.
35. «Оттепель» Н.С. Хрущева: штрихи к политическому портрету.
36. Период застоя. Время правления Л.И. Брежнева.
37. Проблемы «перестройки». Причины несостоявшегося реформирования советского общества при М.С. Горбачеве.

38. Последствия распада СССР. Национальные отношения на современном этапе развития России.
39. Оценка деятельности Б.Н. Ельцина.
40. Холодная война (1946 - 1991 гг.) и ее последствия для развития России.

Вариант 2.

1. Деятельность и исторические концепции:
а) Н.М.Карамзина
б) С.М.Соловьева
в) В.О.Ключевского
г) М.Н.Покровского
2. Варяги и Русь.
3. Принятие христианства на Руси.
4. Русские земли и Золотая Орда: трансформация взаимоотношений в XIV-XV вв.
5. Иван III – государь всея Руси.
6. Роль Русской православной церкви в процессе политической централизации русских земель.
7. Личность Ивана IV в историографии.
8. Государственные деятели, политические и духовные лидеры России начала XVII в.: исторические портреты и оценки историков (по выбору).
9. Социальные протесты в России в XVII в.: истоки, сущность и последствия.
10. Оценки личности и деятельности Петра I в исторической литературе.
11. Европейский и российский абсолютизм: общее и особенное.
12. Внешняя политика России в XVIII в. Ее оценки в исторической литературе.
13. Исторические портреты государственных деятелей эпохи «дворцовых переворотов».
14. Оценки личности и деятельности Екатерины II в исторической литературе.
15. Движение декабристов: исторические дискуссии.
16. П.Я.Чаадаев о прошлом, настоящем и будущем России.
17. Исторический портрет Александра II.
18. Деятели эпохи реформ: К.Д. Кавелин, Б.Н.Чичерин, Д.А. Милютин и др.
19. Николай II: проблема личности в истории.
20. Первый опыт российского парламентаризма начала XX в.
21. Первая мировая война 1914-1918 гг. в исторических концепциях.
22. Исторические альтернативы 1917 года.
23. Брестский мир: историко-теоретическая интерпретация в отечественной историографии.
24. Судьбы российской эмиграции в исторической литературе.
25. Советский опыт социально-экономической модернизации: цели, содержание, результаты, оценки.
26. Исторические портреты В.И.Ленина, Л.Д.Троцкого, И.В.Сталина (по выбору).

27. Национально-государственное устройство и особенности политической системы Советской России в 1920-1930-е гг.
28. Проблемы социокультурного развития в 1930-е гг.: достижения и потери. Сталинизм.
29. Внешняя политика СССР накануне и в начале Второй мировой войны: современные подходы и оценки.
30. Великая Отечественная война: исторические и политические споры.
31. «Холодная война» и ее причины. Мероприятия по ограничению гонки вооружений в 1960-1980-е гг.
32. Н.С.Хрущев: политический портрет. Проблемы «оттепели».
33. Л.И.Брежнев: политический портрет на фоне «застоя».
34. М.С.Горбачев и «перестройка».
35. Национальные конфликты на территории СССР в конце 1980-х – начале 1990-х гг. Распад СССР.
36. Эпоха Б.Н.Ельцина: политический портрет.
37. Период стабильности конца XX - начала XXI вв. В.В.Путин: социально-экономические и административно- политические проекты и реформы.

2.2. Требования к оформлению контрольных работ:

Контрольная работа печатается на компьютере на одной стороне белой бумаги формата А4 (210х297 мм) через полтора интервала, 14 шрифтом.

Объем контрольной работы не должен превышать 25 страниц текста, включая титульный лист, план работы и список использованной литературы, исключая приложение. Каждый лист должен быть пронумерован арабскими цифрами. Номер страницы на титульном листе не ставится.

Текст должен быть разделен на разделы соответственно плану работы. Обязательно наличие оглавления, введения, основной части, заключения и списка использованной литературы и источников.

Список использованной литературы должен включать не менее 5 источников, при этом обязательно использование текущей, периодической печати. Данные, полученные из Интернета, также обязательно должны быть включены в список, по названиям сайтов. При ссылках на Интернет-источники обязательно указание даты создания и последнего обновления используемых материалов.

Список литературы оформляется по алфавиту, начиная с фамилии, затем инициалы имени и отчества, далее название, место и год издания. После списка на русском языке, идет список на иностранном языке, затем названия сайтов.

На всю использованную литературу в тексте должны быть ссылки.

Иллюстрации (чертежи, таблицы, графики, схемы и карты) следует расположить на отдельных листах Приложения. Каждый лист Приложения нумеруется следующим образом: в верхнем правом углу - Приложение 1, ниже по середине – название иллюстрации, внизу, под иллюстрацией - наименование вида (типа) иллюстрации, например, картосхема 1. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте.

3. Примерные темы докладов и рефератов

1. Природа и общество: природно-климатический фактор в русской истории.
2. «Великое переселение народов» и проблема миграции славянских племен.
3. Проблема происхождения Древнерусского государства в отечественной историографии.
4. Языческие верования древних славян.
5. Христианизация Руси и ее значение.
6. Монгольское нашествие на Русь и его значение в концепции «евразийцев».
7. Северо-Восточная и Юго-Западная Русь в эпоху раздробленности: два пути развития русских земель.
8. Причины возвышения Москвы в отечественной историографии.
9. Идеологическая концепция «Москва – Третий Рим».
10. Эволюция социальной структуры русского общества в XIII-XV вв.
11. Сословно-представительные учреждения в России и Западной Европе: общее и особенное.
12. Московская Русь глазами иностранцев.
13. Реформы Избранной Рады.
14. Присоединение Зауралья к России: поход Ермака.
15. Смута на Руси: причины, характер, исторические альтернативы.
16. Проблема самозванчества в исторической литературе.
17. Соборное Уложение 1649 г.
18. Положение женщины в русском обществе по данным «Домостроя».
19. Церковный раскол и его влияние на русскую культуру.
20. Предшественники Петровских реформ (А. Ордин-Нащокин, В. Голицын).
21. Личность Петра I в исторической литературе.
22. Внешняя политика Петра I: от решения национальных задач к имперской политике.
23. Быт русского дворянства в XVIII в.
24. Фаворитизм в истории России XVIII в.
25. Правительственный конституционализм в XIX в.
26. Дворянская оппозиция: причины возникновения, взгляды, действия.
27. Внешняя политика России в XVIII в.
28. Кавказская война: история и современность.
29. Российские полководцы России XVIII-XIX вв.
30. Реформа 1861 г. в современной исторической литературе.
31. Российский либерализм второй половины XIX в.
32. Деятельность земских учреждений во второй половине XIX – начале XX в.
33. “Восточный вопрос” во внешней политике России.
34. Русский консерватизм XIX столетия: идеология и практика.
35. Эволюция российского революционного движения.

36. Реформаторы России XIX в.: проекты, планы, их реализация.
37. Российское крестьянство и аграрный вопрос в России (XIX – начало XX в.).
38. Реформы С. Ю. Витте, П. Д. Святополка - Мирского, П. А. Столыпина: сравнительный анализ.
39. Эволюция политической системы России в 1905 – 1907 гг.
40. Альтернативы политического развития России в 1917 г.
41. Политические партии в 1917 г.
42. Кризисы власти в 1917.
43. Октябрь 1917 г.: переворот, восстание, революция?
44. Политика “военного коммунизма”: сознательный выбор или необходимость?
45. Образование СССР. Особенности советской национальной политики.
46. Международное положение СССР в 1920-е гг.
47. Внутрипартийная борьба в РКП (б) – ВКП (б) в 1920-е гг.
48. Советская модель тоталитаризма.
49. Эволюция внешней политики СССР в 1930-е гг.
50. Советско – японское соперничество на Дальнем Востоке.
51. Советско – финская война.
52. Присоединение Прибалтики к СССР.
53. «Культурная революция» в СССР: итоги, цена, последствия.
54. Советско–германское сближение в 1939 – 1940 гг.: причины, проявления, последствия.
55. Русская православная церковь в годы войны.
56. Партизанское движение в годы войны: причины, характер, последствия.
57. Роль ленд-лиза в совместной борьбе против фашизма.
58. Формирование антигитлеровской коалиции: предпосылки и основные этапы.
59. Советский коллаборационизм: предательство или борьба со сталинизмом?
60. Человек на фронте и в тылу: человеческое измерение войны.
61. Разгром японской Квантунской армии (1945).
62. Встречи «Большой тройки»: итоги и последствия.
63. Ялтинско – Потсдамская система международных отношений.
64. Цена победы СССР в Великой Отечественной войне.
65. Финансовая реформа 1947 г.
66. Создание ядерного оружия в СССР.
67. Участие СССР в Корейской войне.
68. Советско – югославский конфликт.
69. Венгерские события 1956 г.
70. Социальная политика Советского государства в период «оттепели».
71. Курс на «развернутое строительство коммунизма» и «поздние реформы» Хрущева.
72. Реформы Н.С. Хрущева и А.Н. Косыгина.

73. Усиление консервативных тенденций в политической жизни страны в середине 1960- х – середине 1980-х гг. Диссидентское движение.
74. Особенности внешнеполитического курса в 1953 -1985 гг.
75. СССР в 1985 – 1991 г.: «перестройка» и ее итоги.
76. «Новое мышление» и международная практика советского правительства.
77. Современная Россия: характеристика социально-экономического, политического и духовного развития.

. Примерные вопросы для подготовки к экзамену

1. История как наука и учебная дисциплина. Всеобщая история и Отечественная история. Исторические источники. Историография курса.
2. Восточные славяне в древности. Этногенез.
3. Проблемы образования Древнерусского государства (VIII-IX вв.).
4. Первые древнерусские князья. Христианизация Руси.
5. Проблемы политического и социального развития Киевской Руси (X-XII вв.).
6. Феодальная раздробленность на Руси (XII-XIII вв.).
7. Монголо-татарское вторжение на Русь. Проблема последствий монгольского нашествия.
8. Борьба русских земель со шведской и немецкой агрессией в XIII в. Александр Невский.
9. Образование русского централизованного государства (XIV-XV вв.).
10. Русское государство в XVI веке. Иван IV Грозный.
11. Внешняя политика и расширение территорий Российского государства в XVI веке.
12. Смутное время (начало XVII века).
13. Россия в середине XVII века. Формирование абсолютизма.
14. Народные движения второй половины XVII века. Церковный раскол.
15. Реформы Петра I: их содержание и последствия.
16. Дворцовые перевороты в России в середине XVIII века.
17. Россия в эпоху Екатерины II: просвещенный абсолютизм. Павел I.
18. Внешняя политика России в XVIII веке: события, итоги.
19. Россия в первой четверти XIX века. Реформы Александра I.
20. Отечественная война 1812 года: причины, ход событий, последствия.
21. Движение декабристов.
22. Россия в эпоху Николая I.
23. Отмена крепостного права в России. Эпоха «великих реформ» во второй половине XIX века.
24. Пореформенная Россия (в 1860-90-ые гг.).
25. Россия в годы царствования Александра III.
26. Вклад российской культуры XIX века в мировую культуру.
27. Россия на рубеже XIX-XX веков. Первая русская революция.

28. Внешняя политика в конце XIX-начале XX века. Русско-японская война: причины, события, итоги.
29. Россия в 1907-1914 годах. Реформы П.А.Столыпина.
30. Участие России в I мировой войне: причины, роль восточного фронта, последствия.
31. 1917 год в России (основные события, их характер, значение).
32. Гражданская война в России: причины, этапы, последствия).
33. НЭП: мероприятия, итоги, значение.
34. Образование СССР: причины и принципы создания Союза.
35. СССР в 30-е годы. Сталинизм.
36. Внешняя политика СССР в 1920-30-е годы.
37. СССР во второй мировой войне (1939-1945 гг.). Власть и общество в годы ВОВ.
38. СССР в 1945-1953 гг. Кризис сталинизма.
39. СССР в период реформ второй половины 50-х-первой половины 60-х гг.
40. СССР в середине 1960-80 гг. Период застоя.
41. «Перестройка» в СССР (1985-1991 гг.). Причины несостоявшегося реформирования советского общества.
42. Распад СССР: причины и последствия. Становление новой российской государственности.
43. Современная Россия. 1991-2001 гг.
44. Эволюция внешней политики СССР в 1945-1991 гг. Россия в системе современных международных отношений (1991-2001 гг.).

IX. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К СЕССИОННОМУ КОНТРОЛЮ (для студентов заочной формы обучения)

1. Методические рекомендации по изучению дисциплины:

Хотелось бы обратить ваше внимание на поэтапность изучения материала по истории Отечества для более эффективного его усвоения.

Прежде всего, студенты знакомятся с историей образования и развития древнерусского государства Киевская Русь. Далее в курсе рассматривается процесс объединения русских княжеств вокруг Москвы, освобождения страны от ига, развитие России в XVIII – начале XX вв., как империи. Завершает лекционный курс материал, посвященный истории советского государства, и изучается современное развитие Российской Федерации.

Для успешного освоения курса рекомендуется использовать научно-методический комплекс по данной дисциплине. Следует ознакомиться с такими его составляющими как словарь по дисциплине, содержание основных рассматриваемых тем, список рекомендуемой литературы, планы семинарских занятий и вопросы для итогового контроля по предмету.

Эффективное освоение курса невозможно без активного использования рекомендуемой литературы. Обращаться к ней нужно как при разработке творческих и аналитических контрольных работ, так и для подготовки к итоговому контролю по дисциплине. При этом, желательно использование,

как учебной литературы, так и трудов монографического характера и статей в профессиональной и иной прессе.

В качестве итогового контроля предусмотрен письменный экзамен по билетам. Для подготовки к нему необходимо использовать как лекционные, так и дополнительные материалы.

Курс имеет, прежде всего, теоретическую направленность.

ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ

Требования к выполнению тестовых заданий для студентов **очной формы обучения:**

Текущий контроль знаний по дисциплине «История России» студентов **очной формы** обучения осуществляется в тестовой форме.

Тестовое задание включает в себя вопросы по нескольким ключевым темам учебной программы по модулям: «История России с древнейших времен по XVII в.», «История России XVIII – XIX вв.», «История России XX в.».

Тестовые задания если студент дал не менее 80% правильных ответов считаются выполненными. Время выполнения тестовых заданий – 2 академических часа.

Требования к выполнению контрольных работ для студентов **заочной формы обучения:**

Рубежный контроль знаний по дисциплине студентов **заочной формы** обучения проводится в форме письменной контрольной работы.

1. Контрольная работа выполняется по одной из предложенных тем. Темы работ приведены в разделе IX. «Методических рекомендациях по подготовке к сессионному контролю (для студентов заочной формы обучения)».
2. Объем работы не должен превышать 25 страниц печатного текста. На титульном листе необходимо обозначить тему работы, фамилию студента и номер его группы. Подробные рекомендации к оформлению контрольных работ – см. раздел IX.
3. Работа должна быть написана самостоятельно по материалам прочитанных источников. Цитирование допускается только в том случае, если указывается цитируемый источник.
4. Допускается использование литературы, не указанной в списке литературы к контрольным работам. Особое внимание надо обратить на новую литературу, вышедшую из печати за последние 5-7 лет.

Контрольные работы **оцениваются по пятибалльной шкале.**

Студенты, получившие оценку *«неудовлетворительно», обязаны повторно пройти процедуру рубежного контроля,* написав аналогичную работу по другой теме.

XI. ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дифференцированный зачет или экзамен по дисциплине как продолжение учебно-познавательного процесса является одной из форм его контроля и методом определения качества знаний, умений и навыков студентов, причем по всему учебному курсу.

Письменный экзамен, с одной стороны, способствует развитию «западающих» элементов культуры мышления, с другой, расширяет возможности информационно-коммуникационного взаимодействия. Студент получает больше возможностей для целостного изложения и аргументации своего понимания изученного материала. Кроме того, письменный текст наиболее адекватно отражает умение логично мыслить и в соответствии с проблемой выстраивать его содержание.

Условия допуска к экзамену:

Студенты **очной формы обучения** допускаются к сдаче экзамена по дисциплине при условии выполнения **следующих требований**:

- посещение семинарских занятий;
- выполнение тестовых заданий;
- подготовка докладов и сообщений;
- выполнение проверочных работ.

Студенты **заочной формы обучения** допускаются к сдаче экзамена по дисциплине при условии выполнения **следующих требований**:

- выполнение плановой контрольной работы.

Форма и содержание экзамена:

Экзамен Подробнее, что включает в себя экзамен – см. «Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов».

На подготовку по билету студенту, как правило, выделяется не более 30 минут.

Критерии оценивания:

Оценка за экзамен выставляется с учетом выполнения студентом теоретической (по билету) и практической (по карте) части по пятибалльной системе. По теоретической части экзамена студенту могут быть заданы уточняющие вопросы (на правильность понимания терминов, логики причинно-следственных связей). По практической части экзамена студент, если потребуется, должен показать и рассказать по карте события и военные действия по теме билета.

На экзамене выставляются:

- оценка «отлично» - если студент ответил на два вопроса билета и дополнительный вопрос;
- оценка «хорошо» - если студент ответил на два вопроса, но не ответил на дополнительный вопрос;

Письменный

- оценка «удовлетворительно» - если студент ответил на один вопрос билета и дополнительный вопрос.

X
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Апальков В.С. История Отечества / В.С. Апальков, И.М. Миняева: учебное пособие.- 2-е изд., испр. и доп. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. – 544с.

2. История России для технических вузов: учебник для бакалавров / под ред. М.Н. Зуева, А.А. Чернобаева. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 639 с . Серия Бакалавр. Базовый курс.

3. История России с древнейших времен и до наших дней: учебник / А.Н. Сахаров, А.Н. Боханов, В.А. Шестаков; под ред. А.Н. Сахарова. – Москва: Проспект, 2015. – 768 с.

4. История России (IX – начало XXI вв.): учебник для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. А.Ю. Дворниченко, В.С. Измозика. – М.: Гардарики, 2010. – 479с.

История России с древнейших времен до наших дней: учебник / В.А. Федоров, В.И. Моряков, Ю.А. Щетинов. – М.: ТК Велби, ЗАО «КноРус», 2010. – 544с.

. История России. XX век: 1939-2007 / под ред. А.Б. Зубова. – М.: Астрель: АСТ, 2011. - 847 с.

. История России в схемах: учебное пособие / А.С. Орлов, В.А. Георгиев, Н.Г. Георгиева, Т.А. Сивохина. – М., 2014. – 304 с.

. Кириллов В.В. учеб. пособие для бакалавров / В.В. Кириллов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 665 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.

. Мунчаев Ш.М. Политическая история России. От Смутного времени до Беловежской Пущи / Ш.М. Мунчаев, В. М. Устинов. – 2-е изд. , пересмотр. – М.: Норма, 2009. - 736 с.

. Орлов А.С., Георгиев В.А., Георгиева Н.Г., Сивохина Т.А. История России. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Проспект, 2015. - 680 с.

Орлов А.С., Георгиева Н.Г., Георгиев В.А. Исторический словарь. – 2-е изд.. Москва:Проспект, 2015. – 592 с.

. Оськин М.В. История Первой мировой войны. - М.: ООО «Издательский дом «Вече», 2014. – 496 с.

. Семин В.П. История России: учебник / В.П. Семин. – 2-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2013. – 440 с. – (Бакалавриат).

14. Семин В.П. История России: проблемы и вопросы: учебное пособие / В.П. Семин, М.В. Шадская. – М.: КНОРУС, 2015. – 654 с.(Бакалавриат).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов Е.В. История России от Рюрика до Путина. Люди. События. Даты. – СПб.: Питер, 2008.- 588с.

2. Анисимов Е.В. Императорская Россия. – СПб.: Питер, 2012. – 640 с.

. Артемов В.В. История Отечества: С древнейших времен до наших дней: учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений / В.В. Артемов, Ю.Н. Лубченков. – 14-е изд, стер. - М.: Издат. центр «Академия», 2010. – 360с.
. Басовская Н.И. Антигерои истории. Злодеи. Тираны. Предатели / Н. Басовская. – М.: АСТ, 2013.
Бок М.П. П.А. Столыпин: Воспоминания о моем отце / М.П. Бок. – М., 2006.
Будницкий О.В. Терроризм в российском освободительном движении: идеология, этика, психология (вторая половина XIX - начало XX вв.) / О.В. Будницкий. – М., 2000.
В поисках теории российской цивилизации: памяти А.С. Ахиезера: сборник / Сост. А.П. Давыдов. – М.: Новый хронограф, 2009. – 400с.
Вернадский Г.В. Русская история: учебник. - М., 2001.
. Верт Н. История Советского государства: 1900-1991. - М.: ИНФРА-М; Весь мир, 2003. – 544с.
Гумилев Л.Н. От Руси до России. - М., 2006.
. Гуц А.К. Многовариантная история России. - М., СПб; 2001.
Данилов А.А. История России с древнейших времен до наших дней в вопросах и ответах: Учебное пособие. - М.: ТК Велби, Из-во Проспект, 2004.- 320с.
. Деревянко А.П. История России: с древнейших времен до конца XX в. - М.,

. Дворниченко А.Ю. Отечественная история (до 1917 г.): учебное пособие для студ. вузов. - М., 2005.
Дойчер И. Троцкий. Вооруженный пророк. 1879 – 1921 / И. Дойчер (пер. с англ. Т.М. Шумиловой). – М., 2006.
. Загладин Н.В., Козленко С.И. История Отечества XX- начала XXI вв. - М.,

. Золотарев В.А. Военная история. - М., 2001.
. Игнатов В.Д. Палачи и казни в истории России и СССР / В.Д. Игнатов. – М.: Вече, 2013.
История России / Под ред. А.С. Орлова, В.А. Георгиева. - М., 2003.
. История России: учебник / Под ред. В.Г. Деева, Ю.И. Казанцева. - М.-Новосибирск, 2000.
Каменский А.Б. От Петра I до Павла I: Реформы в России XVIII в.: опыт целостного анализа / А.Б. Каменский. – М., 2001.
. Каррер А.Э. Екатерина II. Золотой век в истории России. - М., 2006.
. Кизеветтер А.А. Исторические очерки: из истории политических идей. Школа и просвещение. Русский город в XVIII в. Из истории России в XIX в. - М., 2006.
. Кириллов В.В. Отечественная история XX- начала XXI вв. - М., 2004.
Козляков В.Н. Марина Мнишек / В.Н. Козляков. – М., 2005.
Кульгин Э.С. Золотая Орда: проблемы генезиса Российского государства / Э.С. Кульгин. – М., 2006.
Личман Б.В. Многоконцептуальная история России. Пособие для абитуриентов. – Екатеринбург: Из-во «СВ-96», 2000.- 64с.

Лукьянов Л.П. Восточные славяне: разве это мы? Эволюция VI – X вв. / Л.П. Лукьянов. – М., 2004.
. Маринович Л.П. Античная и современная демократия: новые подходы к сопоставлению. - М., 2007.
. Медведев Ф. Н. О Сталине без истерик. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013.
. Миллер А.И. Империя Романовых и национализм: эссе по методологии исторического исследования. - М., 2006.
. Мотревич В.П. Экономическая история России: учебное пособие. - Екатеринбург, 2004.
М
у НЭП: экономические, политические и социокультурные аспекты / А. К Сенявский, В.Б. Жиромская, С.В. Журавлев и др. – М.: РОССПЭН, 2006. – 5 44с.
м Озерский В.В. Правители России от Рюрика до Путина. История в и портретах. Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 352с.
д Ольштынский Л.И. Угроза фашистского мирового господства: история и и современность (взгляд из XXI в.). - М., 2003.
н Павленко Н.И., Андреев И.Л. История России с древнейших времен до к конца XVII в. - М., 2001.
. Павленко Н.И., Ляшенко Л.М., Твардовская В.А. История России XVII – XI XIX вв. - М., 2001.
Патриарх Никон: трагедия русского раскола (сборник) / Составители В.И. Мельник, И.М. Стрижова. – М., 2006.
О Платонов С.Ф. Полный курс лекций по русской истории. - СПб., 2001.
т Пути России. Историзация социального опыта / Том XVIII. – Новое и литературное обозрение, 2013.
ч Россия, Польша, Германия: история и современность европейского единства в в идеологии, политике и культуре / Сост. Б.В. Носов. - М.: Индрик, 2009. – 3 68с.
С Савицкий В.Д. Три века российского самовластия: сомнения, недоумения, к коррективы – СПб., 2004.
е Свердлов М.Б. Домонгольская Русь: князь и княжеская власть на Руси VI – н первой трети XIII вв. – СПб., 2003.
н Семин С.В. Русская история: проблемы и спорные вопросы: Учебное и пособие для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – 653с.
К Синелина Ю.Ю. Секуляризация в социальной истории России. - М., 2004.
Скрынников Р.Г. Иван III / Р.Г. Скрынников. – М., 2006.
и Скрынников Р.Г. Минин и Пожарский. - М., 2007.
с Соколов А.В. Интеллигенты и интеллектуалы в российской истории. – СПб.: И Из-во СПб ГУП, 2007. – 344с.
о Соколофф Ж. Бедная держава: История России с 1815 года до наших дней / Р Пер. с фр. Н.Ю. Панина. – М.: Изд. Дом ГУ ВШЭ, 2008. – 882с.
и Степанищев А.Т. История России IX-XVII веков: от российской я государственности до Российской империи: учеб. пособие. – М.: КомКнига, 2007. – 584с.
н
о
в
е

. Троцкий Л. Сталин. Красный «царь» / Л. Троцкий, И. Дойчер, Т. Клифф. – М.: Алгоритм, 2013.
Федоров В.А. История России с древнейших времен до наших дней. - М.,

Человек-Общество-Армия-Война: сборник докладов на XXIII Военно-научной конференции 23 окт. 2008 г. – Екатеринбург: ГУ, 2008. – 232с.
Эйдельман Н.Я. Твой девятнадцатый век / Н.Я. Эйдельман. – М., 2006.
Экштут С.А. Александр I. Его сподвижники. Декабристы: в поиске исторической альтернативы / С.А. Экштут. – СПб., 2004.
Юрьевская Е.М. Александр II / Е.М. Юрьевская. – М., 2004.
. Яковер Л.Б. История России. - М., 2002.

ИСТОЧНИКИ

1. Восстание декабристов. Документы. Т.1-18. - М.; Л., 1925-1986.
2. Законодательные акты Русского государства втор. пол. XVI – перв. пол. XVII в. - Л., 1986.
3. Кушнир А.Г. Хроноскоп: летопись фактов и событий отечественной истории за два тысячелетия от Рождества Христова. - М., 2003.
4. Шмидт С.О. Памятники письменности в культуре познания истории России. Т.1. Допетровская Русь. - М., 2007.
5. Памятники русского права. Вып. 1-8. - М., 1953-1961.
6. Печенев В.А. «Смутное время» в новейшей истории России (1985 – 2003 гг.): исторические свидетельства и размышления участника событий. - М., 2004.
7. Полное собрание русских летописей. Т.1-39. - СПб.; М.; Л., 1841-1990.
8. Программы политических партий России конец XIX – первая половина XX вв. - М., 1995.
9. Российское законодательство с древнейших времен до начала XX в. Т.1-6. - М., 1984-1988.
10. Русская православная церковь в советское время (1917-1991 гг.) / Сост. Г.Штриккер. Кн. 1-2. - М., 1995.
11. Соловьев С.М. Публичные чтения по истории России. - М., 2005.
12. Сталинское Политбюро в 1930-е годы. Сборник документов. - М.,

13. Хрестоматия по отечественной истории. 1914-1945 гг. / Под ред. А.Ф.Киселева, Э.М.Щагина. - М., 1996.
14. Хрестоматия по отечественной истории. 1946 - 1994 гг. / Под ред. А.Ф.Киселева, Э.М.Щагина. - М., 1996.

4. СЛОВАРИ, СПРАВОЧНИКИ

1. Государственность России: словарь-справочник. - М., 1996.
Данилов А.А. История России IX-XIX вв.: справочные материалы. - М., 1997.
3. История России: тысячелетие дипломатии и войн. Вып.1-2. - Екатеринбург, 1995.

Похлебкин В.В. Внешняя политика Руси, России и СССР за 1000 лет в именах, датах и фактах. Справочник. Вып. 1-3. - М., 1992.
Похлебкин В.В. Татары и Русь. 360 лет отношений Руси с татарскими государствами в XIII – XIVвв. 1238-1598 гг. (от битвы на р. Сить до покорения Сибири): Справочник / В.В. Похлебкин. – М., 2005.
Политические партии России конец XIX – первая половина XX вв. Энциклопедия. - М., 1995.
Политические деятели России 1917 г. Биографический словарь. - М., 1993.

5. ВЕБ-РЕСУРСЫ

1.Хрестоматия электронных текстов на сайте «Заметки на полях»

2.Библиотека электронных ресурсов на сервере исторического факультета М

3.История. Приложение к газете «Первое сентября» (http://www. I September. ra./ru/his. htm).

4.Российский электронный журнал «Мир истории» (http://www. tellur. ra./~ t

5.Журнал «Новая и новейшая история» (http://www. bitpro. ru/CATOLOG/).

6.Материалы Независимого теоретического семинара "Социокультурная методология анализа российского общества". Ряд материалов посвящен различным аспектам истории России и ее культуры (http://scd. plus, centre ru/).

7.Алтайский региональный исторический сервер: виртуальный читальный зал, ресурсы, ссылки (http://hist. den-asu. ra/sourses. shtml).

8."Сибирская Заимка". Сервер посвящен истории Сибири: опубликованные научно-популярные, научные работы, касающиеся с

9.Сервер об истории и устройстве Русской православной церкви h

t 10.Коллекции ссылок на исторические ресурсы в сети Интернет:

на сервере исторического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова (http://www. hist. msu. ru. /Links/ worldu.htm).

на Алтайском историческом научно-образовательном сервере Ассоциации «

И на сервере издательства «Клио» (http:// www. history. ru/hist. htm).

с

т

о

XIII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Демонстрационные / иллюстративные материалы

и - карты и атласы по Отечественной истории;

я - учебники и учебные пособия;

- раздаточные материалы для дискуссий, организации дебатов,

и тестирования;

- мел, доска.

к *2. Технические средства*

о - компьютерная техника, мультимедийное оборудование:

м

п

ь

ю

1) экран;
мультимедийный проектор проектор;
3) ноутбук (или персональный компьютер);
4) колонки, микрофон.

Приложение1.

Тема 2. СЛАВЯНСКИЙ ЭТНОГЕНЕЗ

- Теории энтогенеза восточных славян
- Природные условия и территория расселения восточных славян
- Экономическое развитие и общественный строй восточных славян
- Обычаи, нравы и верования восточнославянского этноса

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Этногенез — весь процесс существования и развития этнической системы от момента ее возникновения до исчезновения. Существует множество концепций происхождения и прародины славян, среди них ведущие позиции занимают: миграционная (пришли на Восточно-Европейскую равнину): а) «дунайская» (С.М. Соловьев, В.О. Ключевский), б) «прибалтийская» (М.В. Ломоносов, А.Г. Кузьмин); автохтонная - славяне как этнос сформировались на территории Восточно-Европейской равнины и являлись исконным населением (Б.А. Рыбаков); 3) одерско-висловская — прародиной славян считается территория между Одером и Вислой; одерско-днепровская - район между Одером и Средним Днепром (М.С. Шумилов, С.П. Рябикин).

2. Праславяне принадлежали к Древнему индоевропейскому единству, сложившемуся в V—IV вв. до н.э. в северо-восточной части Балкан и на территории Малой Азии. На рубеже III—II вв. до н.э. на основе развития в Евразии пастбищного скотоводства индоевропейские племена в поисках пастбищ ушли в Среднюю Азию и Северную Индию. Формируются этнографические группы: кельтская, германская, романская (славянская), греческая, иранская, балтийская. Появление славян как самостоятельного этноса датируется I в. до н.э, В античных источниках в первом веке нашей

эры славян знали под именами «антов» и «венедов». С VI в. н.э. закрепился термин — «славяне». В ходе Великого переселения народов, проходившего в III—VII вв., славяне, осваивая различные территории, разделились на три ветви: западную (поляки, чехи, словаки и др.), южную (болгары, сербы, хорваты и др.) и восточную (белорусские, русские и украинские народы). Восточные славяне в VI—VII вв. заняли территорию: с севера на юг — от Невы и Ладожского озера до Среднего Приднепровья и с запада на восток — от Карпатских гор до Средней Оки и верховьев Дона.

3. Климат в средней полосе Восточно-Европейской равнины был континентальный. Вся жизнедеятельность людей была связана с лесом. Его использовали как строительный материал, топливо, для изготовления домашней утвари. Не менее благоприятное влияние на жизнь людей оказывали реки. Они служили средством общения между племенами, снабжали людей рыбой для еды и обмена. По берегам рек шло расселение славянских племен, строились поселения, в дальнейшем города. Речные пути приобретали и международное значение: с VI в. появился водный торговый путь «из варяг в греки», позволявший торговать восточным славянам с Византией, другой путь, «из варяг в персы», служил сообщением с волжскими болгарами, Хазарским каганатом и далее — со Средней Азией и арабским миром.

4. Восточные славяне делились на племенные союзы, и местами их расселения были: по западному берегу Днепра и реке Рось жили поляне; на запад от них по Припяти селились древляне, а севернее — дреговичи; по Оке — вятичи; вокруг озера Ильмень — ильменские словене; по реке Сож — радимичи; в верховьях Волги, Днепра, Западной Двины — кривичи; по среднему течению реки Днепр и по реке Десна — северяне.

5. Основными занятиями славян были охота, рыболовство, скотоводство, бортничество. Позже славяне начали заниматься земледелием. Существовало две системы земледелия: на юге, где была лесостепь, — перелог; на севере, где росли непроходимые леса, в основном была подсечно-огневая.

6. Во главе каждого племени или рода у восточных славян стоял старейшина. Существовал совет старейшин, где обсуждались различные вопросы, а также общее собрание рода или племени — вече. Верховным судьей и предводителем войска был князь. Ему подчинялись военные люди, составлявшие княжескую дружину. Такое управление позже получит название военной демократии.

7. По своим верованиям древние славяне были язычниками. Они поклонялись явлениям природы, обожествляя их. У восточных славян были свои языческие праздники, связанные с временами года и земледельческими работами (Масленица, I праздник Ивана Купалы, праздник урожая и т.д.). Известно, что у славян довольно долго сохранялся закон кровной мести.

Тема 3. КИЕВСКАЯ РУСЬ В IX-XII ВВ. РУСЬ В ЭПОХУ

ФЕОДАЛЬНОЙ РАЗДРОБЛЕННОСТИ. БОРЬБА РУССКИХ ЗЕМЕЛЬ С ВНЕШНИМИ ВТОРЖЕНИЯМИ

- Киевская Русь: социально-экономическое, политическое и культурное развитие (IX- начал. XII вв.)
- Эпоха феодальной раздробленности на Руси. Основные политические центры (XII-XIII вв.)
- Борьба с иноземными нашествиями в XIIIв.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Возникновение русского государства имело ряд особенностей, связанных с географическим положением его меж Европой и Азией и неимением естественных географически раниц, а также необходимостью совместной защиты живущих здесь племен от внешних врагов, которая сплачивала их и заставляла создавать сильную государственную власть.

2. Вопрос о происхождении государственности на Руси до сегодняшнего дня остается спорным в среде историков. В XVIII в. немецкие ученые на русской службе Г.З. Байер, Г.Ф. Миллер разработали норманнскую теорию, согласно которой государство на Руси было создано норманнами (варягами). Против этой концепции выступил М.В. Ломоносов, положив начало полемике между норманистами и антинорманистами, которая 1родолжается уже более двух столетий.

3. Историки делят историю Киевской Руси на три периода:

- первый - период становления Древней Руси при первых князьях Рюриковичах (вторая половина IX - последняя треть X вв.);
- второй - период расцвета Киевской Руси при Владимире I и Ярославе Мудром (конец X - первая половина XI вв.);
- третий — период начала территориальной и политической раздробленности Древнерусского государства и его распада (вторая половина XI — Первая треть XII вв.).

4. Перед киевскими князьями стояло несколько задач:
1) объединение восточных славян под властью Киева; 2) укрепление государства и распространение своей власти внутри страны; 3) торговля с Византией; 4) борьба со степными кочевниками: хазарами, печенегами, половцами.

5. Первые князья Киевской Руси: Рюрик, Олег, Игорь, Ольга — настойчиво расширяли свои владения, подчиняли себе восточнославянские племена, сменяя местных племенных князей на присланных наместников из Киева. Новгородские бояре в 862 г. пригласили княжить в Новгород Рюрика — начальника отряда варягов, который положил начало династии Рюриковичей. В 882 г князь Олег захватил Киев, тем самым объединив северные и южные племенные союзы. Киев назвал «матерью городов

русских». Олег стал великим киевским князем. В 907 г. в результате успешного похода князя Олега на Царь град были урегулированы отношения между Русью и Византией. Князь Игорь предпринимает два похода на Византию и заключает договор о мире, торговле и взаимной помощи, обеспечивает беспрепятственную торговлю в Царь граде. В 945 г. при попытке повторного сбора дани с древлян был убит. Его вдова княгиня Ольга отомстила за смерть мужа, навела порядок в русских землях, ввела законы налогового права «уроки и погосты», в конце жизни посетила Царь град и крестилась там в православие. Ее сын князь Святослав, выдающийся древнерусский полководец, предпринял ряд удачных походов: разбил хазар, затем волжских булгар, подчинил вятичей; но вел неудачную войну с Византией, был убит печенегами.

6. Сын Святослава — Владимир Красное Солнышко — стал объединителем всех земель восточных славян в состав Киевской Руси. Он организовал надежную систему обороны ее степных границ от кочевников. В годы его правления Русь принимает христианство (988 г.). После смерти Владимира начались междоусобные войны его сыновей. Пасынок Владимира Святополк Окаянный убил своих братьев Бориса, Глеба и Святослава, захватил Киев, но старший из братьев, Ярослав, наместник Новгорода, победил Святополка и стал великим киевским князем.

При Ярославе Мудром Киевская Русь достигла вершины своего могущества. Ему подчинялись земли от Черного моря до Баренцева. Он разбил печенегов, укрепил международные связи при помощи политических браков с такими странами, как Швеция, Норвегия, Польша, Франция, Византия. В годы его правления появился первый свод русского законодательства Русская Правда. Происходит культурный расцвет русского государства.

7. После смерти Ярослава Мудрого наследники не смогли сохранить единство русской земли. Раздоры князей, половецкие набеги, волнения горожан заставили киевскую знать в начале XII в. призвать на княжение внука Ярослава Мудрого - Владимира Всеволодовича Мономаха. Он совершил успешный поход на половцев, восстановил на короткий срок единство русских земель, создав союз князей под руководством великого киевского князя. Его сын Мстислав на короткий период удерживает относительную целостность Руси. Но после его смерти Русь начинает распадаться на самостоятельные княжества и земли.

8. В IX—XIII вв. основной сферой хозяйственной деятельности в Древней Руси было земледелие. Большое развитие получили города как центры ремесла и торговли. В X-XI вв. доминировала государственная собственность на землю, которая позволяла киевским князьям взимать дань с подвластного населения. Во второй половине XI в. в различных русских землях возникло частное землевладение — княжеские, боярские и монастырские вотчины.

9. Русь в X—XII вв. представляла собой раннефеодальную монархию с великим князем во главе. При князе состояли дружинники, ведавшие сбором

дани, судом. В городах назначались князем посадские и воеводы. Вассалами князя являлись его родственники, правители удельных земель. Феодалы платили князю дань, но своими вотчинами распоряжались самостоятельно. Основными социальными категориями этого периода являлись: высшие классы - князья, бояре и другие собственники больших земельных имений, богатые купцы в городах; средний класс — купцы и мастера - ремесленники (в городах), владельцы средних и небольших имений (в сельской местности); низшие классы - беднейшие ремесленники и крестьяне, заселявшие государственные земли. Кроме свободных людей, в Киевской Руси существовали также полусвободные (закупы, рядовичи) и невольники (холопы, челядь).

10. Во второй трети XII в. (1132 г.) на Руси начался длившийся до конца XV в. период феодальной раздробленности. Причинами ее были: 1) ослабление власти киевских князей и укрепление власти феодалов на местах, в результате роста крупных землевладений; 2) отсутствие прочных экономических связей между областями: не было общего рынка, господствовало натуральное, феодально-вотчинное хозяйство; 3) отсутствие серьезной внешней угрозы для всей восточнославянской общности.

11. Политическими наследниками Киевской Руси стали 15 крупных княжеств и феодальных республик. Наиболее значительными были Владимиро-Суздальское княжество, Новгородская боярская республика и Галицко-Волынская земля - три политических центра, имевших огромное влияние на развитие соседних с ними земель. Своеобразный уклад общественной и политической жизни образовался в Новгородской земле. Власть в Новгороде фактически принадлежала богатому боярству. Оно держало в руках городское собрание свободных граждан — вече. Вече избирало из числа бояр посадника, тысяцкого, командовавшего народным ополчением, архиепископа, ведавшего казной и внешними отношениями. Новгородская боярская республика была огромным государством, занимавшим территорию от Верхней Волги до Балтийского и Белого морей, просуществовала около трех с половиной столетий.

12. Последствия феодальной раздробленности имеют как знак плюс, так и знак минус. За годы феодальной раздробленности происходило развитие политической, экономической, культурной жизни русских земель. Но княжеские усобицы, постоянное дробление княжеств между наследниками, разрушительные войны ослабили обороноспособность и политическое единство страны.

13. Раздробленная на обособленные княжества Русь не смогла собрать достаточно сил для отпора татаро-монголов. В конце XII — начале XIII вв. в Центральной Азии возникло монгольское государство, возглавил его Темучин, который в 1206 г. был провозглашен великим ханом под именем Чингисхан. Армия монголов под его руководством начала завоевательные походы. В 1223 г. на реке Калке произошло первое столкновение русских войск совместно с половцами с монгольским войском, где объединенные войска потерпели поражение. Внук Чингисхана Батый в 1237 г. начал

покорение Северо-Восточной Руси. В 1238 г. были завоеваны: Рязань, Коломна, Москва, Ростов, Ярославль, Тверь, Юрьев; в 1239 г. — города Переславль и Чернигов, в 1240 г. пал Киев, захвачена Галицко-Волынская земля. В 1242 г. на Нижней Волге возникла Золотая Орда - мощное татаро-монгольское государство, в состав которого вошли завоеванные русские земли, где Батый и его преемники частично сохранили систему управления, сложившуюся до нашествия.

14. Практически одновременно с нашествием татаро-монголов на южные русские княжества шведские корабли вошли в устье реки Невы с целью захвата Новгорода и Пскова и насаждения католической веры. 15 июля 1240 г. князь Александр Ярославич выигрывает сражение над шведами на Неве, за что получает прозвище Невский. Вслед за шведами на русские земли нападают объединенные силы Ливонского ордена при поддержке датских и немецких рыцарей и захватывают город Изборск, а затем и Псков. В 1242 г. Александр Невский освобождает эти города. Решающая битва между новгородским войском и силами Ливонского ордена состоялась 5 апреля 1242 г. на Чудском озере. Рыцарское войско потерпело сокрушительное поражение. В результате было остановлено наступление рыцарей на Северо-Западную Русь.

15. Татаро-монгольское иго (1240—1480) — это сложная система, главной целью которой было использование военного и экономического потенциала Руси в интересах Золотой Орды. Оно характеризовалось: в экономической сфере — ежегодной выплатой огромной дани татаро-монголам: в политической — жестким контролем Орды за деятельностью русских князей при помощи выдачи ярлыков на княжение; в культурной — принудительным использованием русских мастеров для строительства и укрепления городов Золотой Орды, расхищения татарами материальных и художественных ценностей, веками накопленных в русских городах.

16. Татаро-монгольское иго привело к длительному упадку в культурной, хозяйственной жизни русского общества, политической зависимости Северо-Восточной Руси от Золотой Орды, искусственно изолировав эти земли от западного мира и Византии. Возможности влияния греческой православной цивилизации на Русь резко уменьшились, но воспринятые ранее традиции уже укоренились в восточнославянском церковном быту и развивались на новой почве. Власть Орды создавала серьезные проблемы для русского общества, уродливо деформируя многие государственные структуры. Однако постепенно стали складываться объединительные тенденции в русских княжествах.

Тема 4. СКЛАДЫВАНИЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВА В XIV-XVI ВВ.

- Предпосылки образования единого русского государства
- Объединение русских земель вокруг Москвы. Начало государственной и политической централизации (XTV - начало XV вв.)

- Образование российского государства (конец XV - начало XVI вв.)
- Российское государство в XVI веке. Иван Грозный

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Предпосылками объединения русских земель в единое государство были: развитие феодального землевладения; стремление бояр приобретать вотчины за пределами своих княжеств; укрепление на Руси власти и лидерства московских князей; наличие обшей официальной религии — православия во всех русских землях; необходимость освобождения от ордынского ига.

2. Причинами возвышения Московского княжества как центра объединения русских земель являлись: личностные качества первых московских князей, их политическая ловкость и хозяйственность; выгодное географическое положение, давшее приток населения, торговые и политические преимущества; поддержка со стороны Церкви и перенос центра русского православия из Владимира в Москву; содействие Орды; получение ярлыков на княжение (с Ивана Калиты — на великое княжение).

3. Возвышение Московского княжества происходило в самом начале XIV в. Оно связано с именем младшего сына Александра Невского князя Даниила Александровича, который получил в удел небольшой городок Москву, явился основателем династии московских князей. При князе Данииле началось постепенное расширение Московского княжества. В его состав вошли; отвоеванная у рязанского князя Коломна, присоединенный Можайск, земли Переяславского княжества. В результате территория Московскою княжества увеличилась почти в 2 раза.

4. Основы политического и экономического могущества Москвы были заложены при сыне князя Даниила - Иване Данииловиче (1325—1340) по прозвищу Калита. При нем борьба Москвы и Твери за великокняжеский престол завершается победой Московского княжества. Иван Даниилович, разгромив восстание в Твери, получил ярлык на великое княжение. В годы его правления митрополичья кафедра была перенесена из Владимира в Москву, тем самым Москва стала религиозным и идеологическим центром Руси. Иван Калита добился необходимой передышки от ордынских вторжений, давшей возможность поднять экономику и накопить силы для борьбы с татаро-монголами, получил право сбора дани с русских княжеств и доставки ее в Орду, значительно расширил свои владения (подчинил княжества: Галичское, Угличское, Белоозерское).

5. Дальнейшее усиление Московского княжества происходит при внуке Ивана Калиты — князе Дмитрии Ивановиче по прозвищу Донской (1359—1389). В годы его правления соотношение сил на Руси изменилось в пользу Москвы. Этому процессу способствовало следующее: построен всего за два года неприступный белокаменный Кремль Москвы — единственная каменная крепость на территории Северо-Восточной Руси; отбиты притязания на

общерусское лидерство Нижнего Новгорода, Твери, отражены походы литовского князя Ольгерда; в 1378 г. на реке Воже объединенными русскими силами были разбиты монголы. С этого времени борьба против Орды приняла характер организованных военных сражений. Решающее сражение произошло летом 1380 г., когда хан Мамай, заключив союз с литовским князем, выступил против русских. Дмитрий Иванович, получив благословение игумена Троицкой обители Сергия Радонежского и поддержку православной церкви, на Куликовом поле разбил войска Орды. Это было первым шагом обретения Русью национальной независимости. Однако Москва была снова разорена в 1382 г. Тохтамышем и вынуждена платить дань. Перед смертью Дмитрий Донской передал великое княжество Владимирское своему сыну Василию (1389—1425) по завещанию как отчину московских князей, не спрашивая права на ярлык в Орде. Это стало началом нового этапа отношений между Ордой и зависимой пока Русью.

6. Василий I сумел упрочить положение Москвы как центра русских земель. Он присоединил Нижегородское, Муромское, Тарусское княжества, некоторые владения Великого Новгорода. I Подавляющая часть князей, еще сохранившая свой суверенитет, вынуждена была в той или иной мере подчиняться ему. В военных и дипломатических отношениях с Ордой и Литвой Василий I выступал уже от имени всей Северо-Восточной Руси.

7. После смерти Василия I процесс объединения русских земель был приостановлен ожесточенной феодальной войной, которая продолжалась с переменным успехом в течение 20 лет (1433—1453), принося разорение земель, упадок многих городов, ордынские набеги. Феодальная война закончилась победой сил централизации. Василий II Темный сумел победить и укрепить великокняжескую власть.

8. После смерти Василия II Темного московский престол занял его старший сын Иван Васильевич, ставший соправителем отца еще при его жизни. Именно ему выпало завершение процесса объединения русских земель и свержения золотоордынского ига. В правление Ивана III закончилось собирание земель под власть Москвы, были заложены основы российского самодержавия; укреплен государственный аппарат; повысился престиж Москвы. В годы его правления были присоединены Великое Ярославское княжество (1463), Пермский край (1472 г.), Великое Ростовское княжество (1474), Новгород и его владения (1478), Великое княжество Тверское (1485), Вятская земля (1489). Великие и удельные князья отказались от верховных прав в своих владениях и перешли под политическое покровительство московского князя. Иван III стал именоваться государем всея Руси. В целом единое государство было создано и окончательно утвердило свою независимость, так как Иван III отказался ездить в Орду и посылать дань. Попытка хана Ахмата восстановить права Орды закончилась в 1480 г. стоянием на реке Угре и бегством татар.

9. Иван III расширил международные связи, установил дипломатические отношения с Германией, Венецией, Данией, Венгрией и Турцией, женился на Софье Палеолог, племяннице последнего византийского

императора. Московский князь распоряжался землей, набирал себе войско. Высшим совещательным органом при государе становится Боярская дума. Представители князя распоряжались казной, командовали войсками, управляли областями. В 1497 г. для закрепления централизованной системы управления и суда на всей территории государства был издан свод законов - Судебник, который юридически подтвердил политический и социальный строи русского феодального государства. После падения Византии под ударом турок (1453) Москва стала ее преемницей. Россия была последним оплотом православия и способствовала определенной идеологизации верховной государственной власти. С XVI в. распространяется идея о Москве как о Третьем Риме, в котором тесно переплетаются религиозные и политические мотивы. Новое значение великого князя Московского отразилось на государственном праве. Иван III передал по наследству своему старшему сыну Василию целый ряд политических преимуществ. Василий III фактически завершил объединение Великороссии и превратил Московское княжество в национальное государство. Образовалась крупнейшая в Европе держава, которая с конца XV в. стала называться Россией.

10. Все XVI столетие шло стремительное расширение границ Российского государства. Вслед за Василием III, после регенства Елены Глинской (1533—1538) и боярского правления (1538-1547), политику собирания русских земель успешно проводил Иван IV Грозный (1547—1584). Несмотря на неудачную Ливонскую войну, в результате присоединения к Российскому государству Казанского ханства, Астраханского ханства, присоединения Башкирии, вхождения в состав России народов Западной Сибири, Россия стала одним из крупнейших государств в Европе и Азии.

11. После смерти Василия III идут годы боярского правления Лишь в 1547 г. 18-летний Иван Васильевич официально венчался на царствование. Начальный период его правления ознаменовался крупными внутри- и внешнеполитическими успехами.

12. Реформы Ивана IV 40—50-х гг. XVI в.: 1) при царе сложилась Избранная рада (князь Курбский, Алексей Адашев, митрополит Макарий и др.), которая разработала и провела множественные реформа центрального и местного управления; 2) было создано всесословное высшее государственное учреждение — Земский собор — в противовес Боярской думе, где решались вопросы общегосударственного значения; 3) в 1550 г. был принят новый Судебник, ограничивший права наместников и впервые вводивший наказание за взяточничество; 4) изменилось центральное государственное управление - создана система специализированных приказов; 5) была реорганизована система местного управления; 6) проведена реформа налогообложения; 7)было организовано первое постоянное войско из стрельцов; 8) унифицирована денежная система. Таким образом, проведенная серия реформ повысила централизацию и эффективность управления, оформила государственный аппарат, который до этого времени носил черты великокняжеского правления.

13. В период 1565—1572 гг. политика Ивана IV получила название

«опричнина». Государство было разделено на две части опричнину — особый государственный удел, где право подменялось произволом монарха, и земщину под управлением Боярской думы. Целями опричнины были: 1) установление неограниченной власти царя; 2) борьба с феодальной аристократией (самостоятельностью боярства); 3) ликвидация остатков феодальной раздробленности (удельных княжений, Новгородской вольницы). Опричнина привела к перераспределению земельных владений среди господствующих сословий и вылилась в массовый террор. Вначале он был направлен против аристократии, а затем против всех остальных слоев общества, и особенно городских. В целом задача, поставленная Иваном Грозным, — сломить сопротивление оппозиции, усилить власть царя - была решена. Опричнина объективно способствовала дальнейшей централизации государства. Но, с другой стороны, она имела губительные последствия для экономического и нравственного состояния общества: 1) экономический кризис в стране; 2) следствием сокращения посевных площадей стал голод (500 тыс. умерших); 3) опричнина, разорив крестьян и стимулировав их бегство, послужила одной из причин принятия первых закрепостительных актов. В 1581 г. был издан указ о заповедных годах, в котором запрещались переходы крестьян. Помещики, потеряв крестьян, пытались получить большой оброк с оставшихся; 4) подорваны резервы России в целом.

14. В конце жизни Ивана Грозного ожидала трагедия: вместе со смертью убитого им сына Ивана погибла надежда на достойного преемника на российском троне. Второй сын, Федор, был слабоумным, а третий — Дмитрий — родился лишь в 1582 г. Когда в 1584 г. Иван IV умер, царем был провозглашен Федор, при котором фактически правил Борис Годунов. А после трагической гибели царевича Дмитрия и смерти в 1598 г. бездетного Федора прекратилась династия Рюриковичей на Российском троне. Царем Земский собор избрал Бориса Годунова.

Тема 5. РУССКОЕ ГОСУДАРСТВО В XVII В.

- Смутное время (1598-1613)
- Социально-экономическое развитие России в XVII в.
- Формирование абсолютной монархии в России

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Смутное время (1598—1613) — это период глубокого социально-экономического, политического и духовного кризиса русского общества. Сначала династический кризис — пресечение династии Рюриковичей и борьба боярства за власть. Затем, как результат этой неразборчивой в средствах борьбы с привлечением русских авантюристов и иностранных наемников, — полная потеря государственной власти — государственный кризис. С ослаблением власти нарастал социальный кризис. Он выражался в многочисленных мятежах. В обществе действовал нравственный кризис.

2. Причинами Смуты, по мнению историков, являлись: 1) последствия опричнины Ивана Грозного; 2) стремление различных слоев общества улучшить свое сословное положение; 3) династический кризис; 4) падение нравственности; 5) неурожаи и голод 1,601-1603 гг.; 6) активность казачества в связи с попытками правительства подчинить казацкие земли; 7) иностранная интервенция.

3. Основные события Смутного времени можно разбить на три этапа: 1) 1598-1605 гг. — пресечение династии Рюриков, правление Бориса Годунова, неурожай и массовый голод в стране (1601—1603), нарастание социальной напряженности в России, воцарение Лжедмитрия I; 2) 1606—1610 гг. — царствование Василия Шуйского; крестьянское восстание под руководством И. Болотникова, начало польско-шведской интервенции, появление Лжедмитрия II (по прозвищу Тушинский вор); 3) 1610- 1613 гг. — правление Семибоярщины; действия первого и второго ополчений, освобождавших Москву от польских интервентов; установление новой династии Романовых

4. Последствием событий Смуты во внешней политике было восстановление территориального единства России, хотя часть русских земель оставалась за Речью Посполитой и Швецией. Во внутриполитической жизни государства: дальнейшее ослабление позиций боярства, могущество которого было подорвано в годы опричнины; возвышение дворянства, получившего новые поместья и возможности для окончательного закрепощения крестьян; тяжелые экономические потрясения, финансовые проблемы, что повлекло за собой закрепощение посадского и сельского населения; войны XVII в.

5. Основное значение Смуты состоит в том, что, в отличие от многих других гражданских войн во всемирной истории, она завершилась не установлением нового общественного строя, а восстановлением, реставрацией монархической государственности. В конкретных геополитических условиях того времени был избран путь дальнейшего развития России: самодержавие как форма политического правления, крепостное право как основа экономики, православие как идеология.

6. Несколько десятилетий понадобилось, чтобы преодолеть трагические последствия Смутного времени и вывести страну из кризиса. Восстановление экономики и изменения в ней происходили на фоне сильнейших социальных потрясений, не прекратившихся и после окончания Смуты. Медный, Чумной, Соляной бунты, другие городские восстания, выступления стрельцов, мощное движение под предводительством Степана Разина, выступления, связанные с церковной реформой и расколом, сопровождавшим «бунташный» XVII в. буквально на всем его протяжении: последняя дата в истории Московского государства — Стрелецкий бунт 1698 г.

7. В XVII в. происходил дальнейший рост феодальной земельной собственности, передел земель внутри господствующего класса. Новая династия Романовых, укрепляя свое положение, широко использовала раздачу земель дворянам. В центральных районах страны практически

исчезло землевладение черносошных крестьян. Запустение центральных уездов в результате длительного кризиса и оттока населения на окраины явилось одной из причин усиления крепостного права.

8. В сентябре 1648 г. в Москве созван Земский собор, который выработал и принял новый Судебник — Соборное уложение (1649). Уложение закрепило статус, обязанности и привилегии основных сословий, отразило такую социальную тенденцию, как возрастание общественного веса и роль средних служилых слоев. Были расширены права поместных землевладельцев, дворяне получили право наследования поместья, могли обменивать поместья на вотчины. В Уложении по требованию дворян были включены статьи о запрещении расширения церковного землевладения. Одновременно, согласно Соборному уложению, крестьяне окончательно прикреплялись к земле, а посадское население — к посадам. Уложение явилось юридическим оформлением системы крепостничества.

9. В XVII в. наблюдалось перерастание ремесла в мелкотоварное производство. Дальнейшее развитие получили центры металлургии и металлообработки, текстильных изделий, солеварения, ювелирное дело. Все это подготовило базу для появления мануфактур. К концу века в России насчитывалось 30 мануфактур. Но до 90-х гг. XVII в. металлургия оставалась единственной отраслью, где действовали мануфактуры. Кроме частновладельческих мануфактур, основывались казенные, при поддержке государства. Поскольку в стране не было свободных рабочих рук, государство стало приписывать, а позднее разрешило заводам покупать крестьян. Возрастает роль купечества в жизни страны. Большое значение приобрели постоянно собиравшиеся ярмарки: Макарьевская (около Нижнего Новгорода), Свенская (в районе Брянска), Ирбитская (в Сибири), в Архангельске и др., — где купцы вели крупную по тем временам оптовую и розничную торговлю. Наряду с внутренней, росла и внешняя торговля. В XVII в. значительно расширился обмен товарами между отдельными регионами страны, что говорило о складывании всероссийского рынка. Началось слияние отдельных земель в единую экономическую систему.

10. В 1653 г. патриарх Никон, желая укрепить упавший авторитет церкви, стал проводить реформу. Она началась с исправления богослужебных книг и унификации церковных обрядов. Предметом ожесточенных дискуссий, борьбы стала проблема выбора образцов для таких исправлений. Так Никон отстаивал греческие образцы, другая часть духовенства, во главе с протопопом Аввакумом, — древнерусские. Разлад среди духовенства стал предпосылкой церковного раскола в масштабах страны. Раскол русской церкви отразил в себе изменения, произошедшие в духовной сфере. Общество разделилось на приверженцев новизны и почитателей старины. Реформа русской православной церкви создала духовную основу для прозападных преобразований, которые не замедлили последовать в конце XVII — начале XVIII вв.

11. В последней четверти XVII в. в политическом строе страны отчетливо выступают тенденции оформления абсолютизма: 1) в Соборном

уложении была узаконена неограниченная власть самодержца, а также укреплена его победа над церковью, которая до этого времени претендовала на самостоятельную политическую роль; 2) роль Боярской думы и Земских соборов падает: последний Земский собор собирался в 1653 г.; из состава Боярской думы выделились Ближняя дума и Расправная палата, решавшие текучие судебные и административные дела; Алексей Михайлович, не желая зависеть от Боярской думы и руководства приказов, создал личную канцелярию — приказ Тайных дел (он стоял выше всех остальных, так как мог вмешиваться в дела всех государственных учреждений); 3) местничество постепенно отошло в прошлое. Все чаще на важные государственные посты назначили «худородных людей».

12. Внешнеполитический курс России на протяжении XVII в. был нацелен на решение следующих задач: 1) достижение выхода к Балтийскому морю; 2) обеспечение безопасности южных границ от набегов Крымского ханства; 3) возвращение отторгнутых в период Смутного времени территорий; 4) освоение Сибири и Дальнего Востока. Первая задача не была достигнута. Попытка России овладеть побережьем Финского залива в ходе Русско-Шведской войны (1656 - 1658) закончилась неудачно. Вторая задача стала главной во внешней политике России с начала 1670-х гг. Закончившаяся в 1681 г. Русско-Турецко-Крымская война (1676—1681) завершилась признанием права России на Киевские земли. Третья задача решалась Россией на протяжении 1630—1660 гг. Сопровождалась как неудачами в ходе Смоленской войны (1632—1634), так и победами русского оружия на фоне народных восстаний в Белоруссии и на Украине против польских феодалов. Земский собор 1653 г. принимает решение о воссоединении Украины с Россией. В свою очередь Переяславская рада в 1654 г. единодушно высказалась за вхождение Украины в состав России. Начавшаяся война с Речью Посполитой продолжалась 13 лет (1654—1667) и закончилась подписанием «Вечного мира» в 1686 г., по которому к России отошли Смоленщина, Левобережная Украина и Киев. Белоруссия оставалась в составе Польши. Четвертая задача решалась за счет освоения русскими окраин государства и новых земель: была освоена Восточная Сибирь, Чукотка, Камчатка; Приамурье вошло в состав России.

Тема 6. РОССИЯ В XVIII В.

- Модернизация России в правление Петра I
- Эпоха дворцовых переворотов
- Дворянская империя в 60-90-е гг. XVIII в.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Несмотря на обозначившуюся тенденцию европеизации России в XVII в., в целом она значительно отставала от уровня развития европейских государств. Архаичная политическая, финансовая и военная система Российского государства не позволяла добиваться ощутимых результатов. Для того чтобы на равных бороться с европейскими державами и Османской империей за выход к морям, нужно было заимствовать отдельные достижения Европы. В этих условиях только модернизация жизни России помогла бы войти в круг европейских государств. Первой попыткой модернизации России, связанной с разложением феодализма, явились реформы Петра I.

2. В истории петровских реформ исследователи выделяют два этапа: до и после 1715 г. (В.И. Роденко, А.Б. Каменский): на первом этапе реформы носили хаотичный характер и были вызваны в первую очередь военными нуждами государства, связанными с ведением Северной войны. Проводились в основном насильственными методами и сопровождались активным вмешательством государства в дела экономики (регулирование торговли, промышленности, налогово-финансовой и трудовой деятельности). Многие реформы носили непродуманный, поспешный характер, что было вызвано как неудачами в войне, так и отсутствием кадров, опыта, давлением старого консервативного аппарата; на втором этапе, когда военные действия уже были перенесены на территорию противника, преобразования стали более планомерными. Шло дальнейшее усиление аппарата власти, мануфактуры уже не только обслуживали военные нужды, но и производили потребительские товары для населения; государственное регулирование экономики несколько ослабло, торговцам и предпринимателям предоставлялась определенная свобода действий.

3. Важнейшим направлением преобразований Петра I было реформирование государственно-административной системы страны: а) вместо Боярской думы был учрежден Сенат - высший распорядительный орган по судебным, финансовым и военным делам. Он состоял из дворян, приближенных к царю; б) система приказов была заменена 11 коллегиями с четким разделением функций и коллективным принципом принятия решений; в) для контроля над деятельностью государственных органов была создана прокуратура во главе с обер-прокурором; г) была реорганизована система местного управления. Страна разделена на 8 губерний во главе с губернаторами. Губернии делились на провинции, провинции на уезды. Городское управление было передано городским магистратам, члены которых избирались из купцов пожизненно; д) упразднено патриаршество и введено государственное управление православной церковью посредством нового органа — Святейшего синода, состоявшего из назначенных царем представителей духовенства; е) изменилась система престолонаследия (Указ 1722 г.), теперь монарх сам назначал себе преемника; ж) в 1721 г. Россия провозглашена империей.

4. В период осуществления петровских реформ произошли изменения в положении социальных групп в социально-сословной структуре общества: а)

завершился процесс формирования дворянского сословия; б) издан указ о единонаследии, который юридически уравнял вотчинную и поместную собственность, Наследником недвижимости мог стать только один из наследников, а остальным доставалось движимое имущество (фактический запрет на дробление поместий при наследовании); в) введение обязательной службы для дворян, при которой принцип прохождения («породы») заменен принципом выслуги; г) издание в 1722 г. Табеля о рангах, который разделил все военные и гражданские должности на 14 чинов, теперь прохождение от чина к чину зависело не от знатности рода, а от личных достоинств дворян.

5.Сущность военной реформы Петра 1 состояла в ликвидации дворянского ополчения и организации постоянной регулярной армии с единообразной структурой, вооружением, обмундированием и уставом. Введена рекрутская система на основе сословно-крепостнического принципа. Создан военно-морской флот.

6. В области экономики главным направлением стало создание мануфактур, сначала казной, а затем и частными лицами. Владельцы мануфактур получили право покупать крестьян, но не в личную собственность, а только для работы на данном предприятии (посессионные крестьяне). Возникали новые отрасли: судостроение, стекольное и фаянсовое дело, шелкопрядение, производство бумаги. В области внутренней и внешней торговли господствовала политика меркантилизма и протекционизма.

7. Реформы Петра I в области образования и культуры были направлены на просвещение общества, реорганизацию системы образования: а) была создана сеть школ начального обучения (цифирные школы); б) созданы специальные школы с профессиональной подготовкой: горная, канцелярская, школа переводчиков; в) организованы специальные технические учебные заведения: навигационная, артиллерийская, инженерная, медицинская школы; г) в 1725 г. — в Петербурге открыта Академия наук. Большое значение сыграла реформа гражданского шрифта, что способствовало более массовому потреблению книжной продукции; началось издание газеты «Ведомости». Был реформирован быт господствующего класса по западному образцу: бритье бород, ношение платьев по иноземным образцам. Упрощен дворцовый быт. Он стал более динамичен: на знаменитых ассамблеях не только пили и плясали, но и решали деловые вопросы. Все культурные преобразования касались только верхов общества.

8. Вся реформаторская деятельность Петра I была тесно связана с активной внешней политикой, борьбой за выход к Балтийскому, Черному и Каспийскому морям.

Первые Азовские походы совершены были еще в конце XVII в.: в 1695 г. — осада турецкой крепости Азов была неудачной, так как не было флота. После строительства 30 кораблей в 1696 г. Азов был взят и основана крепость Таганрог, но в 1710 г. пришлось отдать эти завоевания. Выйти к Черному морю не удалось.

Основные военные действия Петр I вел со Швецией в ходе Северной

войны (1700—1721), шла война за Балтику. 30 августа I 1721 г. был заключен Ништадтский мир: к России были присоединены: Эстландия, Лифляндия, Ингрия с Петербургом и I часть Карелии. Это был выход к Балтийскому морю. Россия стала великой морской державой. Был еще Персидский поход (1722—1723), в результате которого удалось получить западный берег Каспия, но вскоре пришлось его вновь отдать.

9. Оценка реформаторской деятельности Петра I далеко неоднозначна. Это был яркий пример реформ «сверху»: а) сделан огромный вклад в превращение России в империю с мощной армией и флотом. В конце своей жизни Петр I назвал Россию империей, хотя это не соответствовало реальности; б) создание промышленного производства способствовало гигантскому скачку производительных сил. Однако форсированное строительство делалось по западному образцу и проводилось жесткими методами, что привело к более грубой эксплуатации, чем даже суровые формы феодальной зависимости. Произошло огосударствление экономики и дальнейшее усиление крепостничества; в) проводимые реформы в области культуры приведи к механическому перенесению культурных стереотипов Запада на русскую почву, что способствовало появлению тенденции подавления национальной культуры.

10. Смерть Петра I в 1725 г. привела к длительному кризису власти, Этот период в нашей истории получил название «дворцовые перевороты». За 37 лет от смерти Петра I до воцарения Екатерины II трон занимали шесть царственных особ, получивших престол в результате сложных дворцовых интриг или переворотов.

11. Дворцовые перевороты были связаны с тремя моментами: 1) указ о наследии престола 1722 г., предоставлявший монарху право назначать наследника, и при каждом новом царствовании возникал вопрос о преемнике престола; 2) переворотам способствовала незрелость русского общества, явившаяся следствием петровских реформ; 3) после смерти Петра I ни один дворцовый переворот не обошелся без вмешательства гвардии. Она была военной и политической силой, наиболее близко стоявшей к власти, четко осознававшей свои интересы при том или ином перевороте. В нее входили в основном дворяне, поэтому гвардия отражала интересы значительной Части своего сословия.

12. После смерти Петра I гвардейцами на престол была возведена его жена Екатерина I (1725—1727). При ней был создан Верховный тайный совет (А.Д. Меньшиков, Д.М. Голицын и др.). GoBeT удерживал власть и при внуке Петра I - Петре II (1727—1730) до ссылки Меньшикова в 1727 г.

13. Совет превратился в орган старой родовитой знати и после смерти Петра II возвел на престол племянницу Петра I, вдовствующую герцогиню Курляндии Анну Иоанновну (1730- 1740), с условиями ее марионеточной власти. Но прибыв в Москву, получив челобитные дворянства, она демонстративно порвала договор с Верховным тайным советом, упразднила его, передала управление Кабинету министров. Но власть во многом принадлежала фавориту императрицы Бирону и приближенным из

прибалтийских немцев. Анна Иоанновна усиливает дворянские привилегии: сокращает срок службы дворян в армии до 25 лет, отменяет обязательное единонаследие, создает привилегированные учебные заведения для дворян, издает указы об исключительном праве дворян на владение землей и крепостными и праве дворян ссылать крестьян в Сибирь. После смерти императрицы престол занял сын ее племянницы Иван Антонович (при регентстве его матери Анны Леонидовны).

14. В 1741 г. гвардейцы, возмущенные засильем немцев, возвели на престол дочь Петра I Елизавету Петровну (1741-1761). При ней была сделана попытка восстановления роли органов правления, созданных Петром I, продолжена его политика на развитие российской промышленности; произошло ужесточение религиозной политики были приняты указы о выселении из России лиц иудейского вероисповедания, о перестройке лютеранских храмов в православные; произошло значительное расширение дворянских льгот (учреждение дворянских заемных банков, предоставление дешевого кредита, монопольное право на винокурение и др.).

15. После смерти Елизаветы Петровны на престол взошел ее племянник Петр III. За шестимесячное царствование Петр III принял 192 указа. Наиболее важным был «Манифест о вольности дворянству» (1762), которым дворяне освобождались от обязательной службы государству, получали возможность жить в своих поместьях, свободно выезжать за границу и даже поступать на службу к иностранным государям. Наступил золотой век дворянства. Была объявлена секуляризация церковных земель в пользу государства, что укрепляло государственную казну (окончательно указ был проведен в жизнь Екатериной II в 1764 г.); произошла ликвидация тайной канцелярии, упразднялись торговые монополии, стеснявшие развитие предпринимательства, провозглашалась свобода внешней торговли. Однако эти меры были задуманы еще в предыдущее царствование и осуществлены по инициативе приближенных к императору сановников. Петр III отрицательно относился ко всему русскому, перекраивание многих порядков по западному образцу оскорбляло национальные чувства русских людей. В результате 28 июня 1762 г. произошел дворцовый переворот и на престол была возведена жена Петра Ш Екатерина II, а спустя несколько дней он был убит.

16. Внешняя политика русских императоров в период дворцовых переворотов определялась выходами к морям. Война с Турцией (1735—1739) дала России устье Дона с Азовом. Война со Швецией (1741 — 1743) подтвердила приобретения России в Прибалтике. В 1756—1763 гг. шла Семилетняя война России в союзе с Австрией, Францией. Швецией против Пруссии, входе которой русская армия в 1760 г. заняла Берлин и Фридрих II готов был на любых условиях подписать мирный договор, но ставший после смерти Елизаветы Петровны императором Петр 111 заключил в 1762 г. с Пруссией мир, отказавшись от всех завоеваний.

17. Екатерина II, воспитанная на идеях французского просвещения, в первый период своего царствования пыталась смягчить нравы российского

общества, упорядочить общественное законодательство, ограничить крепостное право. Ею был написан «Наказ», который должен был служить руководством для будущего законодательного собрания. С одной стороны, в этом документе проводилась мысль о разделении властей и создании элементов правового государства, с другой — в нем не было и речи о ликвидации самодержавия, робко говорилось о смягчении крепостного права. Поскольку идейно эта программа, а следовательно, и внутренняя политика Екатерины основывались на принципах просвещения, то и сам этот период в русской истории получил название «просвещенного абсолютизма».

18. Российский просвещенный абсолютизм характерен такими мероприятиями, в которых были заинтересованы дворяне и государство, но которые в то же время способствовали развитию нового капиталистического уклада. Важной чертой политики просвещенного абсолютизма было стремление монархов ослабить остроту социальных противоречий путем совершенствования политической надстройки.

19. Самым крупным мероприятием просвещенного абсолютизма был созыв Уложенной комиссии в 1767 г. с целью переработки российского законодательства. Но комиссия не смогла разработать новое законодательство Российской империи, так как невозможно было сочетать либеральные идеи «Наказа» с реальностью российской жизни, противоречивыми нуждами и пожеланиями различных групп населения. На свертывание политики просвещенного абсолютизма повлияли два события XVIII в.: Крестьянская война под руководством Е. Пугачева в России и Великая французская революция в Европе.

20. Несмотря на неудачу в составлении Российского законодательства, Екатерина И все же провела ряд реформ в духе просвещенного абсолютизма, особенно в период до 1775 г.: 1) сенат был разделен на 6 департаментов со строго определенными функциями каждого. Во главе их стояли обер-прокуроры, подчинявшиеся генерал-прокурору; 2) был создан императорский совет при императрице из ближайших и влиятельных сановников; 3) в 80-х гг. XVIII в. были ликвидированы коллегии (кроме четырех), замененные губернским правлением; 4) все монастырские земли были переданы государству; 5) в 1775 г. проведена губернская реформа. Она стала важным этапом в превращении России в унитарное государство путем создания единообразной системы управления всей территории империи; 6) в 1785 г. издана «Жалованная грамота дворянству», определившая статус дворянства и закрепившая все его права и привилегии, полученные к этому времени; 7) в 1785 г. была издана «Грамота на права и выгоды городам Российской империи», по которой все городское население было разделено на шесть категорий, купцы делились на три гильдии; 8) в России было впервые введено бумажное денежное обращение, приведшее в первое время к инфляции и вызвавшее недовольство большинства населения.

21. К концу XVIII в. в социально-экономическом развитии России наблюдается, что, с одной стороны, процесс складывания капиталистических отношений стал необратимым; происходит рост товарно-денежных

отношений и разрушается натуральная замкнутость помещичьего и крестьянских хозяйств; увеличивается количество мануфактур, основанных на применении наемного труда; развивается промысловая деятельность; с другой - идет усиление крепостнического гнета, которое характеризуется увеличением барской и уменьшением крестьянской запашки, ростом барщины и оброка, правом помещика ссылать провинившихся крестьян в Сибирь на поселение и на каторгу, распространением крепостничества на Левобережную Украину; как результат кризиса феодально-крепостнической системы, произошла Крестьянская война под руководством Е. Пугачева (1773—1775).

22. В исторических исследованиях нет единства в опенке деятельности Паата 1. Одни историки называют время его правления непросвещенным абсолютизмом», другие - «военно-политической диктатурой». Реформы его носили противоречивый характер. Произошло усиление централизации государственного управления и упразднение элементов самоуправления в губерниях и городах (восстановлены ряд коллегий, ликвидированы управы и городские думы); изменилась система престолонаследия (возврат к допетровским принципам); были ограничены привилегии дворянства (призывы к обязательной службе, установление налога с дворян, введение телесных наказаний); ослаблен крепостной гнет (ограничение барщины тремя днями, запрет на продажу крестьян без земли, массовая раздача казенных земель с крестьянами в качестве пожалований); осуществление финансовой стабилизации (изъятие бумажных ассигнаций из оборота); регламентация и унификация сторон жизнедеятельности общества (запрет на ношение шляп и пр., запрет на ввоз иностранных книг). Следствием непредсказуемости политики императора и ее опасности для дворянской элиты станет последний дворцовый переворот и убийство Павла I 12 марта 1801 г.

23. Задачами во внешней политике второй половины XVJ11 в. были: во-первых, борьба за выход к Черному морю; во-вторых, освобождение от иностранного господства земель Украины и Белоруссии и объединение в одном государстве всех восточных славян; в-третьих, борьба с революционной Францией в связи с начавшейся в 1789 г. Великой французской революцией; в- четвертых, утверждая свои интересы в европейской политике, Россия стремилась сыграть роль гаранта независимости английских колоний в Северной Америке; соблюдение интересов России в этом регионе — участие в колонизации Северной Америки. В результате: 1) в ходе двух Русско-Турецких войн (1768- 1774 и 1787—1791) Россия получила территории в Северном Примерн Орье, Кабарду, территории между Бугом и Днестром, Очаков и Крым — это был выход к Черному морю; 2) в результате трех разделов Речи Посполитой (1772, 1793, 1795) к России отошли Белоруссия, Правоберсжная Украина, Литва и герцогство Курляндское. Была стабилизирована обстановка на западных границах, получен непосредственный доступ к странам Центральной Европы; 3) вступив в антинаполеоновский союз европейских

монархов, где главным партнером России была Англо-российская армия под руководством А.В. Суворова, вместе австрийцами, в трех сражениях в Северной Италии в 1799 г. раз била французские войска, совершила переход через Альпы Швейцарию, но в 1800 г. Павел I заключил союз с Наполеоном разорвал отношения с Англией, отозвав русскую армию Россию; 4) в 1780 г., в период войны североамериканских колоний за независимость, Россия выступила с Декларацией в вооруженном нейтралитете, ограничившей действия британского флота. К Декларации присоединились и другие европейские страны фактически поддержав североамериканские колонии и подняли международный престиж России. Таким образом, благодаря активной внешней политике Россия во второй половине XVIII в стала великой европейской державой. Но в социально-экономическом плане Россия оставалась отсталой страной, что делало ее положение в системе европейской цивилизации нестабильным, противоречивым.

Тема 7 - 8. РОССИЯ В XIX В.

- Внутриполитическое развитие России | в первой половине XIX в.
- Социально-экономическое развитие России в первой половине XIX в.
- Великие реформы Александра II
- Контрреформы Александра III
- Общественная мысль и общественные движения в России XIX в.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. К началу XIX в. Россия оставалась аграрной страной. Более 90% ее населения составляло крестьянство. Сельское хозяйство было основной отраслью экономики страны, носило экстенсивный характер. Сохранялись многочисленные феодальные пережитки. В политической сфере — абсолютная самодержавная власть; в экономической — помещичье землевладение; в социальной - сословная структура общества, господствующее положение дворянства.

2. Во внутренней политике Александра I характерной чертой царствования становится борьба двух течений — либерального и консервативно-охранительного — и лавирование императора между ними. Исследователи выделяют в царствовании Александра I два периода: 1) 1801—1812 гг. — подготовка реформ 11 и стремление провести широкомасштабные преобразования либеральной направленности; 2) 1814—1825 гг. — во внутренней политике стали преобладать консервативные тенденции.

3. Реформаторская деятельность Александра I (1801-1812): были проведены реформы в области образования, изменение 11 органов

центрального управления (реформирован сенат, заменены коллегии министерствами), предприняты попытки решения аграрного вопроса «Указ о вольных хлебопашцах» (1803 — начало крестьянской реформы в Прибалтике). В 1809 г. М.М. Сперанским был разработан проект государственных преобразований, по которому Россия должна была превратиться из самодержавной в конституционную монархию. Александр I одобрил этот проект, но принять его не решился.

4. Внутренняя политика (1814-1825): примерно до 1819 г. наряду с проведением реакционных мер российского самодержавия, усилением цензуры, ограничением самостоятельности университетов, борьбой с общественной мыслью, имели место и некоторые либеральные преобразования: дарована конституция царству Польскому, отменено крепостное право в Прибалтике, велась разработка проекта конституции Н.Н. Новосильцевым. С 1820 г. наблюдается усиление консервативных тенденций. Итогом царствования Александра I стала дальнейшая бюрократизация системы и консервация политического и социально-экономического развития страны.

5. Во внешней политике Александр I стремился укрепить свое влияние в Европе, продвинуться в Закавказье и на Балканы. Союз с Англией был восстановлен. Россия приняла участие в III и IV антифранцузских коалициях. III коалиция распалась после крупного поражения русско-австрийских войск при Аустерлице в 1805 г. IV коалиция была разбита в 1806—1807 гг. Русские войска потерпели поражение под Фридландом в 1807 г. Это вынудило Александра I подписать Тильзитский мирный договор с Наполеоном, по которому к России отходили Белостокская область, из Прусской части Польши образовывалось герцогство Варшавское, Россия присоединялась к континентальной блокаде Англии. В результате Русско-Шведской войны 1808—1809 гг. Россия получила: Финляндию (которая была автономной в составе империи) и Аландские острова. В ходе Русско-Турецкой войны 1806—1812 гг. к России была присоединена восточная часть Молдавии; в Русско-Иранской войне 1804— 1813 гг. к России отошел Азербайджан и она получила право держать флот на Каспии, кроме того, в состав Российской империи добровольно вошла Грузия. В ночь с 11 на 12 июня 1812 г. французская армия форсировала Неман и вторглась в пределы России — началась Отечественная война 1812 г. — величайшее событие в русской истории. В ходе войны проявились мужество и героизм русских людей, особенно в Смоленском и Бородинском сражениях, боях под Малоярославцев и у реки Березины. Погибло около 2 млн чел. Изгнание французов из России не означало окончания борьбы с Наполеоном. 1813—1814 гг. ознаменовались заграничными походами русской армии. Как итог, в результате решений Венского конгресса 1814 г. Россия получила почти всю Польшу, ее влияние в Европе значительно возросло. В 1815 г. Александром I был создан Священный союз в составе России, Пруссии, Австрии и Англии, целью которого была борьба с любыми революционными проявлениями на континенте и сдерживанием многих народов в искусственных границах,

созданных решениями венского конгресса.

6. Время царствования Николая I характеризуется максимальной военизацией, бюрократизацией и централизацией управления. На многие должности были поставлены военные. В армии укреплялась палочная дисциплина, что снижало ее боеспособность. Бюрократический аппарат рос стремительно от 15 тыс. в начале XIX в. до 86 тыс. в 1857 г. Известна фраза Николая I, что «Россией правят столоначальники». Возвращенный на государственную службу М.М. Сперанский кодифицировал законодательство. Реорганизуется «Собственная Его Императорского Величества Канцелярия». Увеличивается количество отделений до шести. Одним из них становится третье — «Высшая полиция», под контроль которого была поставлена вся политическая и духовная жизнь страны. Николай I пытался решить крестьянский вопрос (реформа П.Д. Киселева в государственной деревне; указ об обязательных крестьянах), но помещики проигнорировали эти мероприятия государственной власти.

7. Основные направления внешней политики Николая I - борьба с революцией в Европе и решение восточного вопроса. Для воссоздания Священного союза Николай I готов был идти на ряд уступок в восточном вопросе. Россия одержала победу в войне с Ираном в 1826—1828 гг. и присоединила восточную Армению; Русско-Турецкая война 1828—1829 гг. завершилась присоединением основной территории Закавказья; Молдавия, Валахия, Сербия, а через год Греция получили автономию. В 1833 г. Николай I возобновляет договор о взаимопомощи с монархами Австрии и Пруссии. В 1841 г. Россия подписывает Лондонскую конвенцию, которая устанавливала над Турцией и проливами контроль четырех держав (Англии, России, Австрии, Пруссии). В конце 40-х гг. XIX в. разразился очередной революционный кризис в Европе. Россия приняла участие в подавлении революционных выступлений в Европе. Она превратилась в «жандарма Европы». После разгрома революций опять встал «восточный вопрос», состоящий из трех основных проблем: судьба балканских народов, режим черноморских проливов и судьба самой Османской империи. Николай I рассчитывал на поддержку Англии, но его расчеты не оправдались, и русским войскам пришлось столкнуться не с ослабевшей Османской империей, а с коалицией стран Европы, которые были не заинтересованы в усилении России на Ближнем Востоке. Как следствие, проиграна Крымская война 1853—1856 гг., подписан Парижский мирный договор (1856), по которому Россия теряла устье Дуная, возвращала Карс в обмен на Севастополь и другие города Крыма и лишалась права иметь да Черном море военный флот и укрепления.

В 1817—1864 гг. Россия завоевала территории горских народов, Кавказа. Наиболее тяжелой была борьба за Чечню и Дагестан, где сложилось теократическое государство — имамат.

8. Александр II после внезапной смерти отца Николая I, проигранной, но, еще не законченной Крымской войной, оказался перед проблемой, продолжать прежний курс или находить пути выхода из острейших ситуаций.

Он смог понять насущность коренных преобразований и настоять на проведении их в жизнь. По положению 19 февраля 1861 г. крестьяне становились лично свободными и освобождались с заранее определенным для различных регионов страны минимальным наделом земли. Так Начиналась великая крестьянская реформа.

9. Продолжением отмены крепостного права в России были развитие системы государственных учреждений, земская, городская, судебная, военные реформы. Их основная цель — привести государственный строй и административное управление в соответствие с новой социальной структурой, в которой крестьянство получило свободу.

10. Земская и городская реформы (1864, 1870) создавали органы самоуправления в уездах, губерниях и городах. Прерогативы их ограничивались хозяйственными функциями.

11. Наиболее радикальной была судебная реформа (1864). Она впервые в России вводила гласный, бессословный и независимый от администрации суд, основанный на принципах состязательности сторон. Появились судебные следователи, адвокаты, присяжные заседатели, определявшие виновность или невиновность подсудимого. Для крестьянства сохранялся волостной суд, для духовенства оставался особый (консистория).

12. Реформа в области просвещения (60—70-е гг. XIX в.) провозглашала равенство сословий и вероисповеданий в мужских гимназиях и созданных реальных училищах. Университетам была возвращена автономия. Были учреждены женские гимназии и высшие женские курсы. Восстановлена преемственность высшей и средней ступеней образования.

13. Военная реформа (1874) предусматривала введение всеобщей воинской повинности, отмены телесных наказаний, сокращения сроков службы, были введены новые уставы, открыты юнкерские училища и военные гимназии, где могли учиться выходцы из всех сословий.

14. Реформы 60-70-х гг. XIX в. значительно продвинули Россию по пути экономической и политической модернизации. Однако эра реформ оказалась кратковременной. Реформы не коснулись политического переустройства страны. Сохранились самодержавие и полицейский строй, унаследованный от прошлых эпох.

15. Гибель Александра II стала окончанием эпохи Великих реформ, наступило время контрреформ «патриархального правления» Александра III. Целью данной политики было восстановление принципа сословности, усиление позиций дворянства во всех сферах жизни общества и усиление правительственной власти на местах. Политика контрреформ не была полностью реализована, вступив в явное объективное противоречие с ходом исторического развития России.

16. Развитие русского капитализма второй половины XIX в. имело ряд особенностей: сохранялась многоукладность промышленности; происходило неравномерное размещение промышленности по территории России и по отраслям; огромную роль в развитии экономики играло государство; фактором, ускоряющим развитие, было внедрение в русскую экономику

иностранного капитала; сельское хозяйство развивалась по экстенсивному пути; произошло завершение промышленного переворота за короткие сроки, и были созданы предпосылки к индустриализации.

17. Во внешней политике России во второй половине XIX в. можно выделить три основных направления: 1) европейское - борьба за пересмотр тяжелых условий Парижского мирного дог говора, укрепление позиций России на Ближнем Востоке и Балканах; 2) завершение процесса территориального формирования Российской империи: присоединение Средней Азии и дальнего востока, война на Кавказе; 3) участие России в формировании военно-политических блоков. Новым союзником России в Европе стала Пруссия. Россия поддерживала стремление прусского канцлера О. Бисмарка к объединению германских земель в 1870—1871 гг. В результате А.М. Горчаков добился отмены ограничительных статей Парижского мирного договора о нейтрализации Черного моря. В 1872—1873 гг. был образован «Союз трех императоров» (Россия, Германия, Австрия), опираясь на: который, Россия успешно соперничала с Англией в Средней Азии. В результате в сферу влияния Российской империи попали: Казахстан, Кокандское и Хивинское ханства, Бухарский эмират. В 1885 г. был присоединен Туркменистан, и буфером между английской и русской сферой влияния стал Афганистан. Однако «Союз трех императоров» оказался не прочным это показала - Русско-Турецкая война 1877— 1878 гг., в результате которой был подписан Сан-Стефанский мирный договор, а Сербия, Румыния и Черногория получили независимость; Турция уплачивала России контрибуцию; Карс, Ардаган, Баязет, Бостуж и Южная Бессарабия переходили к России. Однако, под натиском европейских держав Россия согласилась на пересмотр условий договора. Изоляция России во многом была обеспечена Германией. В 1882 г. был создан Германо-Австрийско-Итальянский союз против Англии и Франции. Это заставило Россию искать союзника в лице Франции. Между странами была заключена военная конвенция. В Европе возникли два военно-политических блока.

Россия активизировалась на Дальнем Востоке: в 1855 г. между Россией и Японией был заключен договор о мире и дружбе: он закреплял право России на северную часть Курильских островов, а остров Сахалин объявлялся совместным владением. С 1875 г. — остров Сахалин считается исключительно российским. В 1860 г. было подписано русско-китайское соглашение, где за Россией закреплялся Уссурийский край. В 1867 г. Аляска была продана США.

18. Первой серьезной попыткой со стороны общества противостоять власти было движение декабристов. Оно возникло среди радикально настроенного дворянства, потерявшего надежду на мирное преобразование России под влиянием идей просвещения, революционных процессов 20-х гг. в Европе. Участники выдвигали идеи буржуазных преобразований в России: введение конституции, отмену крепостного права, ликвидацию сословий и т.д.

19. После подавления движения декабристов появляются новые

общественные движения. В 30-40-х гг. XIX в. начинается размежевание трех идейных направлений: радикального, либерального и консервативного. Консерватизм выразился в разработанной министром просвещения С.С. Уваровым теории официальной народности, где отражались идеи о единении, добровольном союзе государя и народа, об отсутствии противоположных классов в русском обществе. Среди оппозиционных правительству либералов сложилось два идейных течения - славянофильство и западничество, где в основном разворачивались дискуссии об историческом пути развития России. Радикально настроенные В.Г. Белинский, А.И. Герцен, Н.П. Огарев, критикуя современное положение России, считали, что необходимо не только догнать Европу, как считали западники, но вместе с ней перейти к принципиально новому строю - социализму. Основой русского социализма, по их мнению, должна была стать крестьянская община. Радикалы считали, что реформы можно провести только революционным путем.

20. Радикальное направление во второй половине XIX в. было представлено выходцами из разных слоев общества, которые стремились представлять интересы рабочих и крестьян. Исследователи выделяют три этапа в их развитии: 60-е гг. - складывание революционно-демократической идеологии (основанной на взглядах славянофилов и идеях А.И. Герцена о русском общинном социализме, к которому можно перейти, по их мнению, минуя капитализм) и создание разночинских кружков; 70-е гг. - оформление народнического направления и деятельность организаций народников; 80-90-е гг. активизация либеральных народников и начало распространения марксизма, на основе которого созданы первые социал-демократические группы, а в марте 1898 г. появляется первая социал-демократическая партия в России - РСДРП.

Тема 9 - 10. РОССИЯ В XX В.

- Россия в начале XX в.: реформы, войны, революции (1900-1917)
- Россия в 1918-1920 гг.: гражданская война, интервенция, политика «военного коммунизма»
- Социально-экономическое и политическое развитие СССР в 1920-1930 гг.
- СССР в годы Великой Отечественной войны (1941-1945)
- СССР во второй половине XX в. (1945-1985): социально-экономическое и политическое развитие
- Советский Союз в 1985-1991 гг. Распад СССР
- Россия в 1990-е гг.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. В начале XX в. Россия оставалась самодержавной монархией. Правительственные органы власти не формировались. Вся законодательная, распорядительная и исполнительная власть концентрировалась в руках императора. Для Николая II было весьма характерно назначать на ответственные посты своих родственников — великих князей Романовых, независимо от их личных качеств и способностей. Постепенно политическая формула «добрый царь - плохое окружение» получала все большее распространение в различных слоях общества.

2. Экономике России в начале XX в. была характерна цикличность - свойство, присущее мировому капитализму (периоды спада и подъема промышленного развития). Развитие российской экономической системы имело ряд особенностей: а) сочетание современной капиталистической промышленности и финансово-банковской системы с отсталым аграрным сектором, сохранившим полукрепостнические формы собственности и методы хозяйствования; б) сохранение самодержавия с его мощным бюрократическим аппаратом; в) относительная слабость российской буржуазии; г) активное вмешательство государства в экономику и складывание системы государственно- монополистического капитализма; д) сравнительно невысокая активность в вывозе капиталов за границу из-за нехватки отечественных капиталов и возможности их вывоза на окраины империи; е) большая доля иностранного капитала, который доминировал в тяжелой промышленности; ж) ускорение процесса монополизации и сращивания промышленного и финансового капитала — образование промышленно-финансовых групп, занявших господствующее положение в экономике.

3. Невзирая на высокие темпы экономического развития, Россия в начале XX в. оставалась среднеразвитой аграрно-индустриальной страной с отчетливо выраженной многоукладностью экономики.

4. Социально-политическая система России в начале XX в. представляла собой сочетание старых элементов, обусловленных сохранением пережитков крепостничества, и новых, вызванных развитием капитализма. С одной стороны, сохранялось привилегированное положение дворян, владевших лучшей и большей частью земель, занимавших важнейшие посты в государственном аппарате; господство командно-административной системы; отсутствие демократических свобод; малоземелье крестьян, их привязанность к общине и неполноправие; высокая степень эксплуатации рабочих; угнетение народов национальных окраин: отсутствие права получать образование на родном языке, издание национальных газет и журналов; с другой — укрепление экономических позиций буржуазии и рост ее политических амбиций; увеличение численности пролетариата за счет обедневших горожан и обнищавших крестьян, ушедших в город на заработки; усиление роли рабочего движения, его характера и форм; ухудшение материального положения трудящихся из-за мирового экономического кризиса 1900-1903 гг., особенно проявившегося в России.

. К началу XX в. в России сложились следующие группы противоречий: дворянство-буржуазия, дворянство-крестьянство, буржуазия-пролетариат, власть—народ, интеллигенция- народ, интеллигенция—власть, национальные проблемы. Незрелость средних слоев, разрыв «верхов» и «низов» обусловливали нестабильное, неустойчивое состояние российского общества.

6. Важнейшим направлением внешней политики в начале XX в. стало дальневосточное. С 90-х гг. XIX в. начинается активное проникновение российских капиталов в Китай. Это привело к столкновению с Японией, которую поддерживали европейские страны и США, стремившиеся разделить Дальний Восток сферам влияния. Накопившиеся противоречия между Россией и Японией из-за владении в Китае стали главной причиной Русско-Японской войны 1904-1 905 гг. Война имела несправедливый характер с обеих сторон. Япония стремилась к Тихоокеанском регионе под лозунгом «Великой Азии»; Россия вступая в войну, надеялась на патриотический подъем и пыталась отвлечь народ от революции. Война закончилась поражением России. По мирному договору (1905) Россия признавала Корею сферой влияния Японии, Япония получила во владение Южный Сахалин, право рыбного промысла часть русских берегов, а также право на аренду Ляодунского полуострова и Порт-Артур. Влияние России на Дальнем Востоке было подорвано. Поражение в войне стало мощным фактором, ускорившим революцию 1905—1907 гг.

7. Причинами первой буржуазно-демократической революции 1905—1907 гг. стали: нерешенность аграрного, рабочего и национального вопроса, а также противостояние самодержавия и общества, вызванного отсутствием политических свобод и парламента как формы представительной власти.

8. Первую буржуазно-демократическую революцию можно разбить на 3 этапа: 1) 9 января — сентябрь 1905 г. — начало и развитие революции: массовые антиправительственные выступления всех слоев общества по всей территории страны; октябрь—декабрь 1905 г. — высший подъем революции: Октябрьская всеобщая всероссийская стачка, выступления крестьян, восстание в армии и на флоте, образование политических партий, декабрьское вооруженное восстание в Москве; январь 1906 — 3 июня 1907 гг. — спад и отступление революции: постепенное уменьшение силы стачек рабочих, новый размах выступлений крестьян, продолжение освободительного движения в национальных районах; возникновение парламентаризма в России, деятельность I и II Государственных дум — достижение некоторого ограничения самодержавия.

9. Главным итогом первой русской буржуазно-демократической революции 1905—1907 гг. было изменение социально- политической системы в России; самодержавие было ограничено двухпалатным парламентом; Государственный совет и Государственная дума; введены свободы: слова, партий и союзов, отменена цензура; сократилась продолжительность рабочего дня до 9—10 ч; отменены выкупные платежи с крестьян, начата столыпинская аграрная реформа. Вместе с тем оставался

нерешенным аграрный вопрос, сохранялось множество феодальных пережитков и привилегий.

10. После отступления первой российской революции начался непродолжительный период реформирования страны, связанный с именем председателя Совета министров Петра Аркадьевича Столыпина. В основе его реформ лежали изменения в отношениях собственности в деревне. Основной целью столыпинской аграрной реформы являлось создание класса собственников как социальной опоры самодержавия и противника революционных движений. Основными положениями реформы стали: а) разрешение выхода крестьян из общины с правом закрепления в частную собственность принадлежащих им земельных наделов в форме хуторов или отрубов; б) передача крестьянскому банку казенных земель для продажи их нуждающимся крестьянам; в) организация переселенческого движения в Западную Сибирь с целью наделения безземельных и малоземельных крестьян землей; г) широкое строительство сельских школ и вовлечение в систему народного образования огромных масс населения. Однако результаты реформы крайне противоречивы: с одной стороны, ускорился процесс расслоения крестьянства, укрепилась устойчивость сельского хозяйства, его товарность и связь с рынком, стала формироваться сельская буржуазия; с другой, значительная часть крестьянства не приняла реформ, ускорилось разорение крестьянства, уходившего на заработки в город, правительство не обрело в деревне социальной опоры. Реформа не удовлетворила потребности крестьянства в земле и, следовательно, не смогла решить аграрно-крестьянский вопрос. Реформирование страны «сверху» потерпело неудачу, что в конечном итоге предопределило потрясения 1917 г.

11. Причины Первой мировой войны (1914—1918) заключались в противоречиях между ведущими европейскими державами, в обострении их борьбы за сферы влияния. Накануне войны сложилось окончательное противостояние двух блоков держав; Антанты (Россия, Англия, Франция) и Четвертного союза (Германия, Австро-Венгрия, Турция, Италия). Поводом к началу войны послужило убийство австро-венгерского наследника престола Фердинанда в столице Боснии Сараево. Поскольку его убийцей был серб, Австро-Венгрия обвинила в организации покушения Сербию. 28 июля 1914 г., через месяц после сараевского убийства, Австро-Венгрия объявила войну Сербии. 30 июля 1914 г. в России началась мобилизация. 19 июля (1 августа) 1914 г. Германия объявила России войну, объясняя свой шаг начавшейся в России мобилизацией. В июле-августе в войну вступили Франция и Англия. Таким образом, война приобрела характер мировой. В военные действия постепенно вступили 38 государств с населением около 1 млрд человек. Россия оказалась вынужденной вступить в войну, не завершив перевооружения армии и флота. 1914 г. — военная кампания не принесла успеха ни одной из сторон; 1915 г. — поражение русской армии в военной кампании. Россия потеряла Польшу, часть Прибалтики, Белоруссии и Украины; 1916 г. — основные военные действия разворачиваются на Западном фронте. Май-июнь 1916 г. — Брусиловский прорыв на Юго-

Западном фронте против Австро-Венгрии; 1917 г. — поражение русских войск в условиях революции. Переговоры большевиков о мире; 1918 г., март — подписание сепаратного мира в Брест-Литовске с Германией; ноябрь — поражение Германии и ее союзников от Антанты. Однако Первая мировая война так и не смогла разрешить всех противоречий между ведущими капиталистическими странами, что подготовило почву для возникновения нового мирового конфликта.

12. В начале 1917 г. в России назрел новый революционный кризис, который привел к разрушению многовековой российской монархии. Основной причиной событий февраля 1917 г. была незавершенность задач первой буржуазно-демократической революции 1905—1907 гг. (нерешенность аграрного, рабочего, национального вопросов, а также существование самодержавия). Условиями, ускорившими наступление революции, стали: 1) поражения России на фронте, значительные людские потери, усталость населения от войны; 2) кризис власти — «министерская чехарда», падение авторитета царя («распутивщи- на»), противостояние Государственной думы и правительства; 3) хозяйственный кризис; 4) ухудшение материального положения трудящихся; 5) усиление стачечного и антивоенного движения, оппозиции либералов, агитации левых партий. Насущной задачей революции было создание демократической республики и выход из войны. Февральская революция была достаточно скоротечна 18 февраля — 3 марта 1917 г. В ней переплетались и взаимодействовали антифеодальные, антикапиталистические, общедемократические и узкоклассовые интересы. События февральских дней привели к полному крушению самодержавного строя, был открыт путь для демократизации страны. В итоге февральской революции в стране сложилось двоевластие. Оно представляло собою своеобразное состояние государственно политической системы, характеризующееся параллельным существованием и взаимодействием двух властей, опирающихся на разные общественные классы. Реальная сила находилась в руках Петроградского совета рабочих и солдатских депутатов, поддерживаемого армией и вооруженными рабочими. Фактически у власти стояло буржуазное, кадетско-октябристское Временное правительство.

13. В России к осени 191.7 г. сложилось положение, когда встала главная задача — вопрос о власти: либо власть переходила в руки рабочих и крестьян и создавалось новое правительство, либо в России происходила реставрация монархии. Быструю и решительную победу большевиков в Петрограде 24—26 октября 1917 г. обусловили следующие факторы: экономический и политический кризис в стране; ошибки Временного правительства и умеренных социалистов,просчеты правых сил; популистские лозунги большевиков в ходе борьбы за власть; поддержка большевиков левыми эсерами и анархистами в ходе восстания; поддержка значительной частью Петроградского гарнизона и Балтийского флота; активность большевистских лидеров.

14. Провозгласив на заседании ЦК ВКП(б) 10 октября 1917 г. курс на

вооруженное восстание в целях свержения Временного правительства, которое потеряло всякий авторитет в массах, большевики успешно смогли его реализовать. Временное правительство было низложено. Открывшийся 25 октября 1917 г. II Всероссийский съезд Советов был поставлен перед фактом победы восставших. После того как съезд покинули меньшевики, эсеры и представители ряда других партий, его работу возглавили большевики. На следующий день, на втором заседании съезда были приняты: Декрет о мире, провозгласивший;выход России из империалистической войны; Декрет о земле, подготовленный на основе крестьянских наказов и передававший землю крестьянам; Декрет о власти, провозгласивший установление власти Советов. Исполнительная власть передавалась большевистскому правительству — Совету народных комиссаров во главе с В.И. Лениным. Был сформирован новый всероссийский исполнительный комитет - ВЦИК, в который вошли 62 большевика и 29 левых эсеров. Принятые Декреты сначала отвечали надеждам народных масс, и это способствовало победе советской власти на местах.

15. Причинами начала Гражданской войны и иностранной интервенции в России в 1917—1922 гг. были: 1) обострение социально-экономических и политических противоречий в результате смены власти и изменения формы собственности; 2) крах демократической альтернативы страны в связи с разгоном Учредительного собрания большевиками в январе 1918 г.; 3) неприятие политическими противниками большевиков Брестского мира с Германией; 4) экономическая политика большевиков в деревне весной-летом 1918 г.; 5) иностранное вмешательство во внутренние дела России.

16. Существует несколько точек зрения на начало и периодизацию Гражданской войны: 1) начинается с октября 1917 г. (по существу даже раньше), а заканчивается осенью 1922 г., когда белая армия была разгромлена на Дальнем Востоке; 2) начинается с мая 1918 г. и продолжается до конца 1920 г., хотя военные действия продолжались и после 1920 г.; 3) в отличие от обычных войн, она не имеет четких границ - ни временных рамок, ни пространственных. Большинство историков в ходе Гражданской войны выделяют шесть этапов: первый — октябрь 1917 - май 1918 гг.: борьба пришедших к власти большевиков с силами Керенского, Краснова, Каледина и др., попытка отпора Германской интервенции и Брестский мир; второй - лето- осень 1918 г.: борьба эсеро-меньшевистских сил, чехословацкий мятеж, развитие интервенции Германии; третий - конец 1918 — начало 1919 гг.: окончание Первой мировой войны и конец Германской интервенции, высадка войск Антанты в портах России, начало политики военного коммунизма, установление диктатуры Колчака в Омске; четвертый - весна 1919 - весна 1920 гг.: уход интервентов, победа РККА над армией Колчака на востоке, Деникина на юге, Юденича - на северо-западе; пятый - весна-осень 1920 г.: Советско-Польская война, разгром войск Врангеля в Крыму; шестой - 1921-1922 гг.: ликвидация локальных очагов войны, подавление Кронштадтского восстания, крестьянского движения на Тамбовщине, отрядов Махно, мятежей белоказаков на Кубани, освобождение Дальнего Востока от японцев, борьба с

басмачеством в Средней Азии, демобилизация РККА, переход к нэпу.

17. В 1918 г. сложилась своеобразная экономическая и политическая система в Советском государстве в условиях Гражданской войны, которая получила название политики «военного коммунизма». Она была направлена на сосредоточение всех ресурсов страны в руках государства. Главными чертами военного коммунизма являлись: национализация промышленных предприятий, перевод на военное положение оборонных заводов и транспорта, осуществление принципа продовольственной диктатуры через введение продразверстки и запрещение свободной торговли, натурализация хозяйственных отношений в условиях обесценивания денег, введение трудовой повинности и создание трудовых армий. В 1921 г. в условиях мирного сосуществования страны эта политика показала свою несостоятельность и была заменена нэпом.

18. Гражданская война закончилась победой Советского государства и поражением Белого движения. Однако это была трагическая победа.» Погибло, по разным оценкам, от 10 до 15 млн человек. Резко уменьшилась численность наиболее квалифицированных рабочих кадров. Сократилось число интеллигенции. Многие ее представители покинули Россию. Основная часть крупной и средней буржуазии или была уничтожена, или эмигрировала. Были уничтожены помещичьи хозяйства, резко сократилась численность зажиточных крестьян. В глубоком кризисе находилась экономика страны. В политической жизни утвердилась диктатура большевизма, началось становление тоталитарной системы.

19. Новая экономическая политика (нэп) была введена советским руководством в 1921 г., после решения X съезда ВКП(б). Предусматривала выход из экономического и политического кризиса путем возврата к подконтрольной и регулируемой государством частной собственности в промышленности, замене продразверстки продовольственным налогом, провозглашение свободной торговли, использование иностранного капитала в форме концессий и труда батраков в деревне. Главными особенностями нэпа были сочетание административных и рыночных методов хозяйствования; сохранение командных высот в политике и экономике в руках рабочего класса и его партии. В конце 20-х гг. от нэпа полностью отказались, в связи с накопившимися противоречиями, причинами этого стали: кризисы нэпа (1923, 1925, 1927, 1928); внутриполитическая борьба за власть в 20-е гг. XX в. и победа сторонников свертывания нэпа; самоизоляция советской экономики и отсутствие широких экономических связей с мировым сообществом; противоречия между административными и рыночными методами управления.

20. К 1922 г.- экономические, внутри- и внешнеполитические факторы (стремление коммунистической партии расширить сферу деятельности для социалистического эксперимента; старые хозяйственные связи; необходимость совместной обороны) требовали новых форм отношений между республиками (в 1922 к на территории бывшей Российской империи существовало 9 советских республик, а в РСФСР имелось девять

автономных). Летом 1922 г. по решению ЦК РКП(б) начался процесс, объединения советских республик в единое государство. Существовало два варианта объединения: а) вариант И.В. Сталина — «автономизация» советских республик, понимаемая как их автономия в составе единого пролетарского государства, советизация, диктатура пролетариата», решение национального вопроса в ходе преодоления, культурных и экономических различий; б) предложение ;В.И. Ленина о новой форме союзного государства на основе добровольного и равноправного объединения самостоятельных советских республик. Предусматривалось образование федерации посредством заключения с республиками договора, при этом республики сохраняли всю полноту I управлениянвнутренними делами. 30 декабря .1922 г. I съезд Советов СССР принял Декларацию, и Договор об образовании Сот юза Советских Социалистических республик. В. Состав СССР вошли РСФСР, Украинская ССР, Белорусская .ССР. и Закавказская Федерация, включавшая Азербайджан, Армению и Грузию. В январе 1924 г. II Всесоюзный съезд Советов одобрил первую Конституцию СССР. По Конституции СССР представлял собой Федерацию равноправных суверенных государств Однако статья Конституции о полновластии Советов была фикцией, на деле государственная власть концентрировалась в структурах партии, жестко управляемой из центра. Союз сразу же приобрел характер унитарного государства.

21. На XIV съезде, в декабре 1925 г. был провозглашен курева индустриализацию. Была поставлена задача превратить СССР из страны, ввозящей машины и оборудование, в страну, их производящую, затем провести машинизацию всего народного хозяйства и на этой основе добиться ускоренного развития. Главной целью данной политики являлось изменение социальной структуры и ликвидация класса предпринимателей (отход от политики нэпа), упрочение политического господства большевиков. С конца 20-х гг. государство приступило к планированию, начали разрабатываться пятилетние планы, составляемые без учета издержек, которые со временем превратились в твердые задания по производству продукции. В проведении индустриализации отмечались: высокие темпы индустриализации; сжатые исторические сроки; акцент на развитие тяжелой промышленности в ущерб легкой; осуществление индустриализации за счет внутренних источников накопления (перекачка средств из деревни, займы у населения, усиления налогового бремени за счет эмиссии денег, продажи драгоценных металлов и художественных ценностей, использование труда заключенных и т.д.). В результате индустриализации СССР вышел на второе место в мире по объему промышленного производства. Индустриализация позволила быстро ликвидировать безработицу, но более половины промышленных рабочих было занято тяжелым физическим трудом. Главный итог «большого скачка» — закрепление командно-административных методов управления экономики. Этот период оценивается как промышленное преобразование страны, обеспечивавшее технико-экономическую независимость СССР в сложных внешнеполитических ситуациях.

22. К середине 20-х гг. XX в. положение крестьянства ухудшилось, это было вызвано противоречиями нэпа и начавшейся индустриализации. XV съезд ВКП(б) дал толчок дальнейшему кооперированию крестьянских хозяйств, постановив, что коллективизация должна стать основной задачей партии в деревне. Целями государства в проведении этой политики являлись: а) создание в короткий срок крупных коллективных хозяйств с целью преодоления зависимости государства от единоличных крестьянских хозяйств в деле хлебозаготовок; б) обеспечение индустриализации дешевой рабочей силой за счет массового ухода крестьян из деревни; в) ликвидация кулачества как класса; 4) перекачка средств в промышленность на нужды индустриализации. В 1929 г. в статье «Год великого перелома» И.В. Сталин заявил о необходимости ускорить темпы коллективизации. В этом же году впервые прозвучали слова «сплошная коллективизация». Коллективизация проводилась жесткими методами (принудительность, обобществление крестьянской собственности, партийный и административный произвол, аресты, ссылки и т.д.). Все это вызвало недовольство крестьян. Темпы коллективизации значительно снизились. Крестьяне начали выходить из колхозов и пытались ввести хозрасчет, что было воспринято сталинским руководством как проявление классовой борьбы. Опять началось наступление на колхозы. Из колхозов забирался весь урожай. Результатом такой политики стал страшный голод 1932—1933 гг. В июне 1934 г. правительство заявило о начале последнего этапа коллективизации. К 1937 г. 93% крестьянских хозяйств были вовлечены в колхозы. Насильственная коллективизация привела: к ликвидации слоя зажиточных крестьян; уничтожению частного сектора в сельском хозяйстве; отчуждению крестьян от собственности земли; замедлению темпов роста сельскохозяйственного производства и постоянному обострению продовольственной проблемы в стране.

23. В 30-х гг. окончательно уничтожаются остатки гражданских свобод и формируется тоталитарный режим. Вся экономика огосударствляется, партия сливается с государством, государство идеологизируется. Каждый член общества вовлекается в иерархическую систему организаций: в партию, комсомол, Советы, профсоюзы, ДОСААФ и др., которые выступали в роли «приводных ремней» партийно-государственного руководства. Население поддерживалось в состоянии повышенной мобилизационной готовности при помощи волн массового террора, судебных процессов над «врагами народа». Система базировалась на неукоснительном выполнении плановых директив и команд центра. Для пресечения недовольства создается карательно-осведомительная система.

24. Главными задачами СССР в 20-е г. XX в. во внешней политике были преодоление дипломатической изоляции и обеспечение безопасности своих границ. В 1919—1920 гг. были заключены договоры с Китаем, Латвией, Литвой, Эстонией, Ираном, Афганистаном, Турцией, Монголией и торговые отношения с Англией и Германией. Однако дипломатических отношений с ведущими державами мира СССР не имела, Политическая блокада с европейскими странами была прорвана в апреле 1922 г. в Рапалло, где был

подписан с германской делегацией договор о восстановлении дипломатических отношений на основе взаимного отказа от претензий. 1924—1925 гг. стали «полосой дипломатического признания СССР». Большую роль в росте доверия к СССР сыграл нэп. С целью обеспечения безопасности границ СССР заключает договоры о ненападении с Турцией, Афганистаном, Литвой, Ираном, Германией.

Ориентация на Германию была отличительной чертой советской внешней политики 20-х — начала 30-х гг. Широким было военное сотрудничество между странами. В 1932 г. был заключен Советско-Польский договор о ненападении. Позднее такие же договора были заключены с Францией, Италией, Латвией, Эстонией. Это привело к напряженности в советско-германских отношениях. После прихода к власти Гитлера в 1933 г. СССР начинает ориентироваться на союз с Англией и Францией и делает попытки создания системы коллективной безопасности, направленной против Германии. Однако нежелание западных стран идти на союз с СССР и итоги Мюнхенского соглашения привели к переориентации внешней политики СССР на Германию. В результате, англо-франко-советские переговоры в Москве в августе 1939 г. были провалены, а 23 августа был подписан договор о ненападении между СССР и Германией, который развязывал руки Москве в отношении Финляндии, Латвии, Эстонии и западных территорий Украины и Белоруссии, входивших в состав Польши. 28 сентября 1939 г., по договору «О дружбе и границах» СССР получил Литву в обмен на часть польских земель. Эти территории в 1939—1941 гг. вошли в состав СССР, что явилось основным итогом его европейской политики.

На Дальнем Востоке СССР периодически вступает в вооруженные конфликты (летом 1929 г. — с Китаем, летом 1938 г. - с Японией на реке Халхин-Гол). Советскому Союзу удалось сохранить свои границы. Монголия осталась в сфере влияния СССР.

25. Великая Отечественная война 1941—1945 гг. на сегодняшний день во многом остается белым пятном для историков. Достаточно много возникает дискуссионных проблем: 1) кто развязал Вторую мировую войну?; 2) готовил ли Сталин нападение на Германию?; 3) проблема внезапности нападения на СССР; 4) причины поражения советских войск весной—летом 1942 г.; 5) проблема движения Сопротивления; 6) потери СССР в годы войны; 7) цена победы СССР в Великой Отечественной войне.

26. Причинами Великой Отечественной войны, по мнению А.П. Деревянко и Н.А. Шабельниковой, были: 1) борьба конкурирующих систем, претендующих на глобальное господство: национал-социализма и коммунизма; 2) стремление Германии завоевать «жизненное пространство», захватив ресурсную базу СССР.

27. В истории Великой Отечественной войны 1941—1945 гг. выделяют три основных периода: 1) 22 июня 1941 г. — 18 ноября 1942 г. — начальный период войны. Стратегическая инициатива принадлежала вермахту. Советские войска оставили Белоруссию, Прибалтику, Украину, вели оборонительные сражения за Смоленск, Киев, Ленинград. Битва за Москву

(30 сентября 1941 г. — 7 января 1942 г.) первое поражение противника. Война приняла затяжной характер. Весна—лето 1942 г. — начало обороны Сталинграда и битвы за Кавказ. Перевод экономики на военные рельсы СССР завершен создана целостная система военной индустрии. Началась партизанская война в тылу врага (Белоруссия, Брянщина, Восточная Украина). Создана антигитлеровская коалиция 2) 19 -ноября 1942 г. — конец 1943 к — период коренного перелома-, окончательного перехода стратегической инициатив к СССР. Разгром немецких войск под Сталинградом (2 февраля 1943 г.), сражение на Курской дуге (июль 1943 г.). Битваэа Днепр— крушение оборонительной стратегии вермахта., освобождение левобережной Украины. Укрепление советской экономики: к концу 1943 г. обеспечена экономическая победа над Германией. Формирование крупных партизанских соединений. В тылу врага появились освобожденные районы. Укрепление антигитлеровской коалиции. Тегеранская конференция 1943 г. — кризис фашистского блока; 3)1944 г. - 9 мая 1945 г. — завершающий период. Освобождение всей территории СССР, освободительная миссия Краснойкармии в Европе (освобождение Польши, Чехословакии, Венгрии и других стран). Разгром фашистской Германии» Конференция в Ялте (февраль 1945 в) и Потсдаме (июль-август 1945 г.); особый период (9 августа — 2 сентября 1945 г.). — война ССОР против Японии, разгром Квантунской армии в Маньчжурии.

28. Цена победы в Великой Отечественной войне выражает сложный комплекс материальных экономических, интеллектуальных, духовных и других усилий государства и народа, Понесенного ими урона, ущерба, потерь и издержек. С одной стороны, за время войны была создана мощная военная промышленность, сформирована индустриальная база; завоеван международный авторитет, СССР вошел в различные международные организации и союзы, значительно расширил сферу политического влияния; в состав СССР вошли Печенгский и Клайпедский районы, Южный Сахалин, Курильские острова, часть Восточной Пруссии; заложена основа для создания «блока социалистических государств» Европы и Азии; открылись возможности демократического обновления мира и освобождение колоний. С другой стороны, ценой победы стали огромные людские потери - около 27 млн чел.; уничтожена 1/3 национального богатства страны; произошло укрепление сталинского режима; нанесен огромный экологический ущерб; война затормозила экономическое развитие СССР, вынужденного долгие годы восстанавливать народное хозяйство, залечивать физические и моральные раны людей.

29. В СССР в первое послевоенное десятилетие в экономической сфере был принят IV пятилетний план, основной задачей которого было восстановление разрушенного хозяйства и дальнейшее развитие экономики страны. К 1948 г. уровень промышленного производства достиг довоенного; восстановлено и построено 6200 промышленных предприятий; проведена денежная реформа и отменена карточная система (декабрь 1947 г.). Это проводилось за счет «экономии» на сельском хозяйстве, легкой

промышленности и социальной сфере, а также репараций с Германии (4,3 млрд долл.). В социально-политической сфере происходит укрепление административно-командной системы и тоталитарно-бюрократической структуры власти; идеологическое закрепощение общественного сознания (проводятся кампании «борьбы с космополитизмом» с целью избавления от интереса и симпатий к Западу, воссоздания образа внутреннего врага); усиливается партийно-государственное давление на творческую интеллигенцию, новый виток репрессий в стране (ГУЛАГ для военнопленных, «Ленинградское дело», «Дело врачей»); культ И.В. Сталина достигает своего апогея.

30. С приходом к власти Н.С. Хрущева в 1953 г. начались заметные изменения в общественно-политической жизни страны. На XX съезде КПСС в феврале 1956 г. Н.С. Хрущев выступил с докладом, разоблачившим культ личности И.В. Сталина. В этом выступлении прозвучала критика культа, но не системы, определялись дозволенные рамки критики деятельности Сталина и сталинщины. И как результат, с одной стороны, в стране протекал процесс политической демократизации: происходит децентрализация системы управления и развития; начинается реабилитация невинно пострадавших жертв сталинских репрессий; реформирование образовательной системы; «оттепель» в литературе, театре, проявление определенной свободы творчества. С другой стороны, продолжала существовать командно-административная система: формируются элементы культа личности Н.С. Хрущева; проводятся репрессии против тех, кто в своей критике не ограничивается дозволенными рамками. В области сельского хозяйства и промышленности реформы Н.С. Хрущева носили непродуманный характер, что сказалось на экономическом и социальном развитии. В 1954 г. было принято решение об освоении целинных и залежных земель. Это был экстенсивный путь развития сельского хозяйства, и первые успехи быстро исчезли. Неудача постигла и проект подъема сельского хозяйства с помощью «царицы полей» кукурузы, и с помощью увеличения в 2—3 раза планов сдачи мяса, что нанесло невосполнимый ущерб животноводству. В промышленности преимущественно развивались оборонные отрасли и атомная энергетика. Для преодоления сверхцентрализации экономики были созданы совнархозы. Эти бесконечные реорганизации сорвали выполнение VI пятилетки. Выход был найден в разработке 7-летнего плана. Расходы на науку выросли в 6 раз, но НТР вступила в противоречие с командно-административной системой. В начале 60-х гг. XX в. недовольство политикой Н.С. Хрущева охватило многие слои населения, этим воспользовались консерваторы в партийном и государственном аппарате. В октябре 1964 г. происходит смещение Н.С. Хрущева со всех постов.

31. Внешняя политика СССР во второй половине 50-х — начале 90-х гг. XX в. характеризуется не только активностью, но и противоречивостью. После Второй мировой войны выделились два лидера на международной арене — СССР и США. В мире, начиная с 1946 г., возобладала политика «холодной войны», которая привела к резкому обострению взаимоотношений

между СССР и США, Востоком и Западом. Началась гонка вооружений, усилилась взаимная враждебная риторика, осуществлялась политика «с позиции силы». Придя к власти, Н.С. Хрущев постарался внести существенные коррективы и в сферу международных отношений. Новые отношения внешней политики были сформулированы им в докладе на XX съезде партии в 1936 г Главными принципами здесь были следующие: признание разнообразия путей построения социализма. возможность мирного сосуществования государств с различным общественный строем. В то же время советское руководство вело постоянную «антиимпериалистическую пропаганду», всемерно помогало коммунистическому и национально-освободительному движениям, исповедовало веру в торжество коммунизма над капитализмом во всемирном масштабе. Во второй половине 60-х первой половине 80-х гг. советская внешняя политика прошла путь от «холодной войны» к разрядке между народной напряженности и до нового витка «холодной войны. В период «перестройки» (1985—1991) была провозглашена внешнеполитическая доктрина советского правительства, получившая название «новое политическое мышление, которая предусматривала: отказ от раскола мира на две враждующие социально-политические системы (капиталистическую и социалистическую), признание его единым и взаимосвязанным; объявление в качестве универсального решения вопросов баланса интересов различных государств; признание приоритета общечеловеческих ценностей над любыми другими (классовыми; национальными, религиозными). Основным направлением во внешней политике СССР стало налаживание взаимоотношений с США. Однако в эти годы руководство СССР часто шло на односторонние уступки Западу н не думало об их дальнейших последствиях для страны.

32. С приходом к власти в октябре 1964 г. Л. И. Брежнева происходит смена политического курса. Пришедшая к руководству страной команда Л.И. Брежнева не имела позитивной программы деятельности. Однако негативная установка существовала, и заключалась она в том, чтобы прекратить бесчисленные преобразования, нарушавшие стабильность существования бюрократии. Основным стад принцип «стабильности», который означал (в особенности после неудачи хозяйственной реформы, проведенной А.Н. Косыгиным) отказ от каких-либо нововведений в политической, экономической, идеологической и кадровой сферах. В 1977 г. была принята новая Конституция СССР, законодательно закрепившая руководящую роль КПСС в обществе, социализм в СССР провозглашался развитым, и было положено начало разработке теории, защищающей эту идею. Как следствие значительно возросла роль партийно-государственной номенклатуры. Прекратился процесс десталинизации, и начался, в известной мере, процесс ресталинизации. Одновременно открывается новая страница в истории политических процессов: судебной расправе подвергаются инакомыслящие, так называемые диссиденты, выступавшие за соблюдение прав человека и гражданина в СССР. К концу 70-х — началу 80-х гг. XX в. все больше стали

проявляться кризисные явления во всех сферах жизни общества: снижение темпов экономического роста, крайне слабое развитие наукоемких отраслей производства (микроэкономики, биотехнологии, информатики); сохранение экстенсивных методов хозяйствования, что во многом способствовало формированию затратной экономики; превращение страны в сырьевой придаток мировой системы хозяйствования (вывоз сырья и закупка продовольствия); формирование «теневой» экономики; снижение жизненного уровня населения; остаточный принцип финансирования сфер медицины, образования, науки, культуры, жилищного строительства; накопление критического потенциала в обществе: сомнения в правильности социалитического пути, выбранного старшим поколением.

33. Л.И. Брежнев умер в ноябре 1982 г. На первую позицию в партийном аппарате выдвинулся Ю.В. Андропов, возглавляющий КГБ. Он был избран генеральным секретарем ЦК КПСС. Его задачей стала борьба с коррупцией, которая захлестнул высшие эшелоны власти. Начинается борьба за укрепление трудовой дисциплины. Тяжелобольной Ю.В. Андропов в феврале 1984 г. умирает. Генеральным секретарем становится К.У. Черненко, при котором усиливается экономический и политический кризис. Международное положение СССР ухудшается.

34. Перестройкой называется период с марта 1985 г. по декабрь 1991 г., когда в СССР были предприняты экономические политические, социальные, правовые и другие реформы, чтобы осуществить «всестороннее совершенствование социализма» и придать ему новый, более привлекательный облик как внутри страны, так и за ее пределами.

35. Предпосылками перестройки являлись: 1) стагнация в экономике, нарастание научно-технического отставания от Запада, провалы в социальной сфере; 2) политический кризис, выразившийся в сращивании партийно-государственной номенклатуры с дельцами теневой экономики и преступностью что привело к формированию в середине 80-х гг. устойчивых мафиозных группировок; 3) субъективной предпосылкой являлся приход к власти относительно молодого поколения поли, тиков, стремившихся не только к укреплению власти, но и вы. ступавших за обновление государства.

36. В истории перестройки некоторые исследователи выделяют четыре периода: 1) март 1985 г. - январь 1987 г. - проходящий под лозунгом «больше социализма»; 2) 1987—1988 гг. - «больше демократии»; 3) 1989-1991 гг., ставший периодом размежеваний и расколов в лагере перестройки; 4) августовский путч и отстранение от власти М.С. Горбачева, распад СССР.

37. Практически все реформы, осуществляемые в ходе перестройки, не были до конца продуманными, а потому и не были доведены до логического завершения, так как не прогнозировались их конечные цели. В итоге экономические реформы не дали положительных результатов. Началось общее сокращение производства в промышленности и сельском хозяйстве. Резко усилилась инфляция. К началу 90-х гг. страна оказалась в полосе острейшего социально-политического кризиса. В политической системе, стремления решить две задачи одновременно, - с одной стороны,

модернизировать структуру государственной власти (при помощи удаления из руководства наиболее консервативных функционеров, введения системы альтернативных выборов и тайного голосования по кандидатурам на руководящие посты в партийных органах, введения президентского поста), с другой - сохранить партийную монополию на власть в рамках складывания многопартийной системы в стране - были обречены на неудачу. В стране назревал политический кризис.

38. К невысоким результатам преобразований в стране в ходе перестройки добавился рост национальной напряженности в республиках СССР. Непоследовательность национальной политики порождали многочисленные противоречия в межнациональных отношениях, которые постепенно переросли в открытые конфликты. Декларации о государственном суверенитете приняли Эстония, Литва, Латвия, Азербайджан и др. 12 июня 1990 г. I съезд народных депутатов РСФСР принял Декларацию о государственном суверенитете России. В ней законодательно закреплялся приоритет республиканских законов над союзными. Первым Президентом РФ стал Б.Н. Ельцин. Принятием Декларации о суверенитете союзных республик был поставлен вопрос о дальнейшем существовании СССР. Началась подготовка нового Союзного договора, подписание которого было назначено на 20 августа 1991 г. Но 19 августа 1991 г: часть союзного руководства совершает попытку государственного переворота. Проект предстоящего Союзного договора, означавший утрату контроля над республиками, этих руководителей не устраивал. После подавления путча процесс распада СССР принимает необратимый характер. 21 декабря 1991 г. 11 республик объявили о роспуске СССР. На встрече в Беловежской Пуще Б. Ельцин, Л. Кравчук, В. Шушкевич, а затем на встрече в Алма-Ате руководители бывших Союзных республик (кроме Эстонии, Литвы и Грузии) прекратили действие Союзного договора 1922 г., СССР перестал существовать, а президент M.G. Горбачев ушел в отставку. На территории бывшего Союза возникло Содружество Независимых Государств (СНЕ).

39. В 1991 г. в результате распада СССР на международной политической арене появилось новое государство — Российская Федерация. В июне 1991 г. всенародным голосованием президентом России был избран Б.Н. Ельцин: После подавления августовского путча и в условиях начавшихся широкомасштабных экономических реформ стал постепенно нарастать конфликт между Верховным Советом РСФСР и президентом РФ. Он приобрел размах подлинной «войны законов», когда практически ни один законодательный акт, ни одно распоряжение двух ветвей власти не выполнялись. Лидеры Совета выступали против шоковой терапии в экономике, оспаривали законность ликвидации КПСС президентом в 1991 г. и т.д. В ходе референдума 1993 г. народ выбрал президентское правление. Однако открытое противостояние и вооруженные столкновения имели место в октябре 1993 т. Президент одержал победу. 12 декабря 1993 г. в результате всенародного референдума была принята новая Конституция РФ, по которой

фактически Страна становилась президентской республикой. Срочно были проведены выборы в I Государственную думу и Федеральное собрание. Крупнейшими фракциями в Думе стали ЛДПР (В.В. Жириновский) и КПРФ (Г.А. Зюганов). 17 декабря 1995 г. был выбранн новый парламент, в котором образовалось четыре фракции: КПРФ («ПА. Зюганов), ЛДПР (В.В. Жириновский), блок «Наш дом Россия» (В.С. Черномырдин), блок «Яблоко» (Г.А. Явлинский). В июне 1996 г. прошли выборы Президента России (на этот пост претендовали Б.Н. Ельцин, Г.А. Зюганов, А.И. Лебедь, Г.А. Явлинский, В.В. Жириновский). Б.Н. Ельцину удалось во 2-м туре одержать победу. Серьезной политической проблемой стало реформирование Вооруженных сил. В июле 1996 г. Б.Н. Ельцин поставил задачу по созданию к 2000 г. высоко организованной профессиональной армии. Однако решение такой сложной задачи в условиях слабого финансирования и августовского кризиса 1998 г. стало проблематично. Другой внутриполитической проблемой оставалась борьба с преступностью. В ноябре 1998 г. в Петербурге убита депутат Госдумы Г.В. Старовойтова, усилился экстремизм, национализм. В послании Федеральному собранию 6 марта 1997 г. констатировалось бессилие властей в борьбе с коррупцией, но задача так и не была решена. Глубокий социально-экономический кризис в стране постоянно усугублялся кризисом во властных структурах. Б.Н. Ельцин с августа 1996 г. фактически отошел от дел, ненадолго появляясь на непродолжительное время и осуществляя кадровые перестановки; перестал владеть ситуацией в стране. С марта 1998 г. сменилось пять Председателей Правительства РФ (В.С. Черномырдин, С.В. Кириенко, Е.М. Примаков, С.В. Степашин, В.В. Путин). На этом фоне 19 декабря 1999 г. прошли выборы в III Государственную думу, где большинство голосов набрали КПРФ и движение «Единство» («Медведь»). 31 декабря 1999 г. Б.Н. Ельцин досрочно ушел в отставку, передав руководство В.В. Путину, который 26 марта 2000 г. избран Президентом РФ.

40. В конце 1991 г. Россия была вынуждена приступать к радикальным экономическим преобразованиям, так как страна оказалась в тяжелейшем финансовом кризисе. Попытка властей частично замаскировать инфляцию государственным контролем над ценами лишь усиливали дефицит и вели к расцвету черного рынка. 1 января 1992 т. правительством, которое возглавлял Е. Гайдар, был принят набор монетаристских мер, так называемая шоковая терапия: ограничение совокупности спроса с помощью удорожания кредита и урезания бюджетных средств, приватизация государственных предприятий. Основным мероприятием социально-экономической политики этого периода явилась либерализация цен. Предполагалась, что данные меры способны в достаточно короткий срок сбить инфляцию и создать предпосылки для восстановления хозяйственного роста на рыночной основе. Но следствием этой политики явилось падение материального благосостояния людей в связи с ростом инфляции в стране (за год рост произошел в 100—150 раз), недовольство и недоверие масс к правительственному курсу. После отстатки правительства Е. Гайдара, с конца 1992 г. началась массовая приватизация,

которая проходила в два этапа: 1) 1992—1993 гг. — безвозмездная передача гражданам части государственной собственности стоимостью 10 тыс. руб. путем выдачи приватизационного чека; 2) с осени 1994 г. — приватизация государственных предприятий путем прямого акционирования и начало продажи акционерных предприятий. Последствиями приватизации стало: с одной стороны, произошел крупномасштабный обман народа, с другой — почти все лучшие предприятия оказались в руках небольшой группы московских «уполномоченных» банкиров. Следствием приватизации стал рост экономической преступности, злоупотреблений и коррупции. В результате основная часть национального достояния оказалась в руках 10% населения. Началось разрушение колхозов и совхозов, из которых стали выделяться фермерские хозяйства.

41. В 1994—1998 гг. правительством предпринимаются меры по сдерживанию спада производства и падению эффективности экономики, которые включали: 1) ограничение и отмена централизованного распределения сырья и ресурсов; 2) отмена государственных дотаций убыточным предприятиям; либерализация внешней торговли, расширение импорта потребительских и продовольственных рынков; 4) свободная конвертация рубля; 5) крупномасштабные внешние займы; 6) неконтролируемый вывоз материальных ценностей за рубеж. Результатами проводимой политики были: а) развал военно-промышленного комплекса и бюджетных сфер; б) спад промышленного производства в стране; в) падение спроса на отечественную продукцию; г) деиндустриализация: промышленное производство все более приобретало черты топливо-энергетической и сырьевой ориентации; д) падение сельскохозяйственного производства; е) имущественная дифференцация и скрытая безработица; ж) полная зависимость российской экономики от Запада в лице международных финансовых организаций; з) нарушение экономических связей между регионами страны и распад единой народнохозяйственной структуры; и) рыночные отношения приобрели откровенно криминальный характер. В 1998 г. правительство В.С, Черномырдина предприняло ряд мер в целях выхода из финансового кризиса. С 1 января 1998 г. прошла деноминация введены новые российские деньги, уменьшенные по поминалу в 1000 раз, в обращение вновь вернулась копейка. Однако экономика по-прежнему катастрофически разрушалась. 23 марта правительство Черномырдина отправлено в отставку, и новым премьер-министром стал С.В. Кириенко. 17 августа 1990 г. С.В. Кириенко выступил с заявлением о прекращении выплат по обязательствам государства и моратории на выплату долго зарубежным банкам (дефолт — отказ от принятых ранее на себя обязательств). Как следствие, отставка правительства, высокая инфляция (до 60%) и рост цен. Наступил крах рыночной инфраструктуры и кризис банковской системы и рынка ценных бумаг. В последующее время одно за другим менялись правительства Е.М. Примакова, С.В. Степашина, В.В. Путина. Им удалось несколько стабилизировать экономическую и политическую ситуацию в стране.

42. Экономические и политические проблемы усложнялись серьезными

негативными явлениями в отношениях между центром и национальными окраинами. Некоторые субъекты РФ, провозгласив себя суверенными, приняли конституции, в которых были значительные отклонения от Конституции РФ. Особенно напряженно сложились отношения Центрального правительства и Чечни. В конце 1991 г. руководство Чечни объявило о создании независимой Чеченской республики Ичкерия. Внутри самих чеченцев началась борьба за сферы влияния, которая при вмешательстве федеральных властей и силовых структур вылилась в 1994 г. в гражданскую войну. 11 декабря 1994 г. началась операция федеральных войск, превратившая внутричеченский конфликт в полномасштабную войну с многочисленными человеческими жертвами. В конце 1996 г. неожиданным результатом завершились военные действия в Чечне. По заключенному договору российские войска были выведены из Чечни, и там начались преследования тех, кто поддерживал российское правительство. В январе 1997 г. Президентом Чечни избран А. Масхадов. В мае в Москве Б.Н. Ельцин и А. Масхадов подписали Договор о мире и принципах взаимоотношений между РФ и Чеченской республикой Ичкерией. Однако напряженность оставалась, продолжались захваты заложников. Ситуация обострилась осенью 1999 г.: 4 сентября взорван жилой дом в г. Буйнакске; 9 сентября в г. Москве на улице Гурьянова; 13 сентября взорван дом на Каширском шоссе; 16 сентября жилой дом в Волгодонске. В течение этого периода контакты Москвы и Чечни были свернуты. В качестве ответной меры российское правительство во главе с В.В. Путиным приняло решение использовать в борьбе с террористами силовые методы. Началась вторая чеченская кампания. После завершения в 2000 г. активной фазы боевых действий и назначения в июне 2000 г. муфтия Чечни А. Кадырова главой временной администрации, сопротивление боевиков перешло в фазу террористической войны. В 2000—2003 гг. федеральный центр предпринял меры по нормализации политической и экономической ситуации в республике. В марте 2003 г. в ходе референдума жители Чечни приняли новую конституцию, в которой оговорено, что Чеченская республика является частью Российской Федерации. В этой конституции республике предоставляются широкие полномочия в пределах российского законодательства. В октябре 2003 г. прошли выборы президента Чеченской республики, на которых победил А. Кадыров. В целом федеральный центр сделал ставку на решение проблем этой республики силами чеченских лидеров, а не насаждением представителей из Москвы. С другой стороны, власти России не отказались от ведения переговоров с лидерами боевиков в 2001 г., но они оказались безрезультатными. С осени 2002 г. боевики развернули активную террористическую войну: захват зрителей мюзикла «Норд-Ост» в г. Москве (23 октября 2002 г.); декабрь 2002 г. — взорван дом правительства в г. Грозном; июль 2001 т. — взрыв на рок-фестивале в Тушино; февраль 2004 г. —взрыв поезда метро в Москве; 9 мая 2004 г. в результате теракта погиб глава Чечни — А. Кадыров;. 1 сентября 2004 г. захват школы в г. Беслане. С 2005 г. обстановка в Чеченской республике

стабилизируется. Избранный в марте 2007 г. президентом Чеченской республики Р. Кадыров проводит политику по интеграции боевиков, не запятнанных себя тяжкими преступлениями, общество и параллельно ведет войну на уничтожение лидеров боевиков. В июле 2006 г. уничтожен лидер всего террористического подполья на Северном Кавказе Ш. Басаев, ранее был ликвидирован А. Масхадов.

43. Основными направлениями политики Президента В,В. Путина в 2000—2008 гг. стали: в политической сфере — укрепление вертикали государственной власти и достижение политической стабильности в обществе, для чего были созданы 7 федеральных ок лями президента; изменен принцип формирования верхней па- латы Федерального собрания - Совета Федерации - и превращение его в, постоянно действующий законодательный орган; создание Государственного совета РФ как совещательно-консультативного органа глав субъектов РФ при Президенте РФ; осуществление административной реформы; изменение избирательного законодательства (выборы в ГД по пропорциональной системе, изменен, порог явки на выборы и т.д.). В социально- экономической сфере: продолжение курса на либерализацию экономики, Ослабление бюрократической опеки и контроля со стороны государства за предпринимательской деятельностью, принятие мер, направленных на поддержку малого и среднего бизнеса; Сокращение налогового бремени, введение 13%-ного подоходного нрлогй; проведение социальных реформ (пенсионной, монетизации льгот, здравоохранения); начало проведения и финансирования национальных проектов: «Здоровье», «Качественное образование», «Доступное и комфортное жилье», «Развитие агропромышленного комплекса». В сфере международных отношений: принятие новой концепции внешней политики России, исходя из многополярной системы международных отношений; развитие партнерских отношений со всеми странами мира; поддержка западных стран в борьбе с терроризмом. Среди итогов проведения такой политики можно выделить: восстановление единства России; отражение угрозы со стороны сепаратизма; восстановление экономики страны после затяжного кризиса 1990-х гг. (реальные доходы граждан за 8 лет увеличились в 2,5 раза и превысили уровень 1990 г., по размеру своей экономики Россия заняла седьмое место в мире); погашена значительная часть государственного долга; наблюдался рост ВВП; Россия стала занимать место полноправного партнера в мировой политике. В марте 2008 п Президентом РФ был избран Д.А. Медведев.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Б1.Б.1.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация №1
Подземная разработка пластовых месторождений

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Иностранных языков и деловой коммуникации	горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*	_____ *(подпись)*
к.п.н., доц. Юсупова Л. Г.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 15.05.2018	Протокол № от .06.2018
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕМА 1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья)……..... 3
1.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы ……..... 3
1.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции ……..... 5
1.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения ……... 6

ТЕМА 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование) ……..... 35
2.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы ……..... 35
2.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции ……..... 36
2.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения ……... 38

ТЕМА 3. Социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир) ……..... 53
3.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы ……..... 53
3.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции ……..... 54
3.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения ……... 58

ТЕМА 4. Профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность) ……..... 74
4.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы ……..... 74
4.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции ……..... 82
4.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения ……... 82

ТЕМА 1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья)

Тематика общения:

1. Я и моя семья.
2. Дом, жилищные условия.
3. Мой рабочий день.
4. Досуг и развлечения.

Проблематика общения:

1. Взаимоотношения в семье, семейные традиции.
2. Устройство квартиры/загородного дома.
3. Рабочий день студента.
4. Досуг в будние и выходные дни, активный и пассивный отдых.

1.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

родственник relative, relation
родители parents
мать (мама) mother (mom, mum, mama, mamma, mummy, ma)
отец (папа) father (dad, daddy, papa, pa)
жена wife
муж husband
супруг(а) spouse
ребенок, дети child, children
дочь daughter
сын son
сестра sister
брат brother
единственный ребенок only child
близнец twin
близнецы, двойняшки twins
брат-близнец twin brother
сестра-близнец twin sister
однояйцевые близнецы identical twins
тройняшки triplets
бабушка и дедушка grandparents
бабушка grandmother (grandma, granny, grandmamma)
дедушка grandfather (grandpa, granddad, grandpapa, grandad)
внуки grandchildren
внучка granddaughter
внук grandson
прабабушка great-grandmother
прадедушка great-grandfather
прабабушка и прадедушка great-grandparents
правнуки great-grandchildren
тётя aunt
дядя uncle
крестный (отец) godfather
крестная (мать) godmother
отчим, приемный отец stepfather
мачеха, приемная мать stepmother
сводный брат stepbrother
сводная сестра stepsister
брат по одному из родителей half-brother
сестра по одному из родителей half-sister

приемный, усыновленный сын adopted son
приемная, удочеренная дочь adopted daughter
приемный ребенок adopted child
патронатная семья, приемная семья foster family
приемный отец foster father
приемная мать foster mother
приемные родители foster parents
приемный сын foster son
приемная дочь foster daughter
приемный ребенок foster child
неполная семья (с одним родителем) single-parent family
родня the kin, the folks
племянница niece
племянник nephew
двоюродный брат cousin (male)
двоюродная сестра cousin (female)
двоюродный брат (сестра), кузен (кузина) first cousin
троюродный брат (сестра) second cousin
четвероюродный брат (сестра) third cousin
родня со стороны мужа или жены in-laws
свекровь mother-in-law (husband's mother)
свёкор father-in-law (husband's father)
тёща mother-in-law (wife's mother)
тесть father-in-law (wife's father)
невестка, сноха daughter-in-law
зять son-in-law
шурин, свояк, зять, деверь brother-in-law
свояченица, золовка, невестка sister-in-law
семейное положение marital status
холостой, неженатый, незамужняя single
женатый, замужняя married
брак marriage
помолвка engagement
помолвленный, обрученный engaged
развод divorce
разведенный divorced
бывший муж ex-husband
бывшая жена ex-wife
расставшиеся, не разведенные, но не проживающие одной семьей separated
вдова widow
вдовец widower
подружка, невеста girlfriend
друг, парень, ухажер boyfriend
любовник, любовница lover
ухажер, жених, подружка, невеста, обрученный fiance
свадьба wedding
невеста на свадьбе bride
жених на свадьбе (bride)groom
медовый месяц honeymoon

1.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My family

My name is Vladimir Petrov. I am … years old. I was born in 19… in Nizhniy Tagil. I went to school when I was 7. In 20… I finished school number 10 in Ekaterinburg. This year I entered the Ural State Mining University. In five years I shall graduate from this University.

I live in the center of Ekaterinburg. I work at the Ministry of Foreign Trade. I'm an engineer & I am also a student. Many engineers in our Ministry learn foreign languages.

My family is not large. I have a wife & two children. My wife's name is Ann & children's names are Nick & Natalie.

My wife is an economist. My wife is a young woman. She is twenty – nine years old. She works at the Ministry of Foreign Trade, too. She goes to the office every day. My wife doesn't learn English. She already knows English very well. She reads many English books, magazines & newspapers. My wife is also a student. She learns German. She likes languages very much & is going to learn French next year.

My daughter is a girl of ten. She goes to school. She has a lot of subjects at school. She also learns English. She also helps her mother at home.

My son is a little boy. He was born five years ago. I take him to the kindergarten every morning.

My parents are not old. My father is 53. He is an engineer. He graduated from The Ural Polytechnical Institute. He works at a big plant. My mother is 51. She is a teacher. She teaches Russian at school. She graduated from the Leningrad Teachers' Training University.

My sister's name is Katya. She works at an office. Besides she studies at an Evening Department. She is married. Her husband is a doctor. He works at a hospital. They have a little son. He is only six months old.

My elder brother, Boris by name, does not stay with us. He lives in Gorky in a large two-roomed flat. He is a designer. He has also a family of his own. He has a wife & two children: a boy & a girl. Their son is already a pupil. My brother & his family often come to see us. We also visit them sometimes.

I also have a grandfather & a grandmother. They are pensioners. My grandmother looks after the house & does the cooking. We usually take our children to the country in summer to stay with their grandparents. They love their grandchildren very much.

My student's life

I'm a student of The Ural State Mining University. I have been a student only one month. I can't speak English very well yet. I am just a beginner. I live in a hostel. It is rather a long way from the University. In fact, it takes me about an hour to get to the University. But it gives me no trouble at all, as I like to get up early. I don't need an alarm-clock to wake me up. I am an early - riser.

Though the hostel is far from the University it is very comfortable & has all modern conveniences.

As a rule I get up at 6.30, do morning exercises & have shower. I don't have a bath in the morning; I have a bath before I go to bed.

For breakfast I have a boiled egg & a cup of coffee in order not to waste the time. At about 7.30 I am quite ready to go. It is about 5 minutes walk from the hostel to the stop. I usually take the 7.40. bus. I walk to the stop as I have plenty of time to catch my bus.

I come to the University 5 minutes before the lesson begins. So I can have a chat with my friends. The majority of my group mates are from Ekaterinburg the others either come from different towns of our country. We usually have a lot of things to talk about.

We don't go out to the lunch. There is a good canteen at the University. It is on the ground floor. But I should say that you have to stand in a queue to have lunch.

I come to the hostel from the University at about 3 o'clock. I live in a single room & have nobody to speak with. In the evening I sometimes go out with my friends. We go to the cinema if there is something new or to the club if there is a dancing party there. But often I stay in, watch TV

programs or listen to the music. Then I read a book for half an hour or so & go to sleep. That doesn't take me long, as a rule.

My flat

I live in Ekaterinburg in a sixteen-storied dwelling house in the center of the city.
Five years ago our old wooden house was pulled down & we moved here into three-room flat with all modern conveniences.

Now we have running water, gas, electricity, central heating & a refuse chute. We live on the top floor & from the balcony we have a good view of the park. Besides we needn't mount the staircase because there is a lift to take us up.

The entrance hall is rather small. There is a hallstand & a mirror-stand there.

The sitting-room is a spacious simply furnished room. The floor spacious is about 15 square meters. It is not overcrowded with furniture. Everything fits in well. Nothing is out of place here. Next to the window there is a sofa with a stand – lamp. The bookcase in the corner of the room is full of books. On the left there are two comfortable arm-chairs opposite the TV-set & leaf – table.

In the bedroom we have dark brown suite of furniture of the latest model & thick carpet. Near the wall there is a divan-bed. In the built-in-wardrobe we keep our clothes & bed linen.
The adjoining room is the children's room. The bright pattern of the curtains & of wall paper makes the room look gay. There is a writing desk with a desk lamp, a small sofa & a lot of toys there.

In the kitchen there is a fridge, a cupboard, a kitchen table & a gas-stove. Over the sink there is a plate-rack. All kitchen utensils are close at hand.

In the corridor there is a built-in-closet, where we keep our vacuum-cleaner, electric iron & other household objects.

In the bathroom there is a bath-tub & a shower, a towel-rack & a wash-basin with a shelf above it. There tooth-brushes, a cake of soap & some shaving articles on it. Near the bath-room there is a lavatory.

There is nothing special about our flat, no rich decorations but we are accustomed to it & cannot compare it to the old one.

1.3 Систематизация грамматического материала:

1. Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях. Порядок слов в вопросительном предложении. Безличные предложения.
2. Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные).
3. Имя существительное. Артикли (определенный, неопределенный, нулевой).
4. Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have.* Оборот *there+be.*
5. Имя прилагательное и наречие. Степени сравнения. Сравнительные конструкции.
6. Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат).

Порядок слов в английском предложении

В русском языке, благодаря наличию падёжных окончаний, мы можем переставлять члены предложения, не меняя основного смысла высказывания. Например, предложения Студенты изучают эти планы и Эти планы изучают студенты совпадают по своему основному смыслу. Подлежащее в обоих случаях - студенты, хотя в первом предложении это слово стоит на первом месте, а во втором предложении - на последнем.

По-английски такие перестановки невозможны. Возьмём предложение The students study these plans Студенты изучают эти планы. Если подлежащее и дополнение поменяются местами, то получится бессмыслица: These plans study the students Эти планы изучают студентов. Произошло это потому, что слово plans, попав на первое место, стало подлежащим.

Английское предложение имеет твёрдый порядок слов.

Порядок слов в английском предложении показан в этой таблице:

I	II	III Дополнение			IV Обстоятельство
Подлежащее	**Сказуемое**	**Косвенное без предлога**	**Прямое**	**Косвенное с предлогом**	
We Мы	study изучаем		math математику		
He Он	gives дает	us нам	lessons уроки		in this room. в этой комнате
She Она	reads читает		her notes свои заметки	to Peter Петру	every day. каждый день

Вопросительное предложение

Общее правило построения вопросов в английском языке таково: Все вопросы (кроме специальных вопросов к подлежащему предложения) строятся путем инверсии. Инверсией называется нарушение обычного порядка слов в английском предложении, когда сказуемое следует за подлежащим.

В тех случаях, когда сказуемое предложения образовано без вспомогательных глаголов (в Present и Past Indefinite) используется вспомогательный глагол to do в требуемой форме - do/does/did.

Общие вопросы

Общий вопрос задается с целью получить подтверждение или отрицание высказанной в вопросе мысли. На общий вопрос обычно дается краткий ответ: "да" или "нет".

Для построения общего вопроса вспомогательный или модальный глагол, входящий в состав сказуемого, ставится в начале предложения перед подлежащим.

а) Примеры сказуемого с одним вспомогательным глаголом: Is he speaking to the teacher? - Он говорит с учителем?

б) Примеры сказуемого с несколькими вспомогательными глаголами:

You will be writing letters to us. – Ты будешь писать нам письма.

Will you be writing letters to us? – Будешь ли ты писать нам письма?

Примеры с модальными глаголами:

She can drive a car. – Она умеет водить машину.

Can she drive a car? - Она умеет водить машину? (Yes, she can.; No, she cannot)

Когда в составе сказуемого нет вспомогательного глагола (т.е. когда сказуемое выражено глаголом в Present или Past Indefinite), то перед подлежащим ставятся соответственно формы do / does или did; смысловой же глагол ставится в форме инфинитива без to (словарная форма) после подлежащего.

С появлением вспомогательного глагола do на него переходит вся грамматическая нагрузка - время, лицо, число: в Present Indefinite в 3-м лице ед. числа окончание -s, -es смыслового глагола переходит на глагол do, превращая его в does; а в Past Indefinite окончание прошедшего времени -ed переходит на do, превращая его в did.

Do you go to school? – Ходишь ли ты в школу?

Do you speak English well? - Ты хорошо говоришь по-английски?

Ответы на общие вопросы

Общий вопрос требует краткого ответа "да" или "нет", которые в английском языке образуются следующим образом:

а) Положительный состоит из слова Yes за которым (после запятой) идет подлежащее, выраженное личным местоимением в им. падеже (никогда не используется существительное) и тот вспомогательный или модальный глагол, который использовался в вопросе (вспомогательный глагол согласуется с местоимением ответа);

б) Отрицательный ответ состоит из слова No, личного местоимения и вспомогательного (или модального) глагола с последующей частицей not

Например: Are you a student? - Ты студент?

Yes, I am. - Да.; No, I am not. - Нет.
Do you know him? – Ты знаешь его?
Yes, I do. – Да (знаю).; No, I don't. – Нет (не знаю).

Специальные вопросы

Специальный вопрос начинается с вопросительного слова и задается с целью получения более подробной уточняющей информации. Вопросительное слово в специальном вопросе заменяет член предложения, к которому ставится вопрос.

Специальные вопросы могут начинаться словами:

who? – кто? whom? – кого? whose? - чей? what? – что? какой? which? – который?

when? – когда? where? – где? куда? why? – почему? how? – как?

how much? – сколько? how many? – сколько? how long? – как долго? сколько времени?

how often? – как часто?

Построение специальных вопросов:

1) Специальные вопросы ко всем членам предложения, кроме подлежащего (и его определения) строятся так же, как и общие вопросы – посредством инверсии, когда вспомогательный или модальный глагол ставится перед подлежащим.

Специальный вопрос (кроме вопроса к подлежащему) начинается с вопросительного слова или группы слов за которым следуют вспомогательный или модальный глагол, подлежащее и смысловой глагол (сохраняется структура общего вопроса).

Вопрос к прямому дополнению:

What are you reading? Что ты читаешь?
What do you want to show us? Что вы хотите показать нам?

Вопрос к обстоятельству

Обстоятельства бывают разного типа: времени, места, причины, условия, образа действия и др.

He will come back tomorrow. – Он вернется завтра.
When will he come back? – Когда он вернется?
What did he do it for? Зачем он это сделал?
Where are you from?

Вопрос к определению

Вопрос к определению начинается с вопросительных слов what какой, which (of) который (из), whose чей, how much сколько (с неисчисляемыми существительными), how many сколько (с исчисляемыми существительными). Они ставятся непосредственно перед определяемым существительным (или перед другим определением к этому существительному), а затем уже идет вспомогательный или модальный глагол.

What books do you like to read? Какие книги вы любите читать?
Which books will you take? Какие книги (из имеющихся) вы возьмете?

Вопрос к сказуемому

Вопрос к сказуемому является типовым ко всем предложениям: "Что он (она, оно, они, это) делает (делал, будет делать)?", например:

What does he do? Что он делает?

Специальные вопросы к подлежащему

Вопрос к подлежащему (как и к определению подлежащего) не требует изменения прямого порядка слов, характерного для повествовательного предложения. Просто подлежащее (со всеми его определениями) заменяется вопросительным местоимением, которое исполняет в вопросе роль подлежащего. Вопросы к подлежащему начинаются с вопросительных местоимений:

who – кто (для одушевленных существительных)
what - что (для неодушевленных существительных)
The teacher read an interesting story to the students yesterday.

Who read an interesting story to the students yesterday?

Сказуемое в таких вопросах (после who, what в роли подлежащего) всегда выражается глаголом в 3-м лице единственного числа (не забудьте про окончание -s в 3-м лице ед. числа в Present Indefinite. Правила образования -s форм см. здесь.):

Who is reading this book? Кто читает эту книгу?

Who goes to school?

Альтернативные вопросы

Альтернативный вопрос задается тогда, когда предлагается сделать выбор, отдать чему-либо предпочтение.

Альтернативный вопрос может начинаться со вспомогательного или модального глагола (как общий вопрос) или с вопросительного слова (как специальный вопрос) и должен обязательно содержать союз or - или. Часть вопроса до союза or произносится с повышающейся интонацией, после союза or - с понижением голоса в конце предложения.

Например вопрос, представляющий собой два общих вопроса, соединенных союзом or:

Is he reading or is he writing?

Did he pass the exam or did he fail?

Вторая часть вопроса, как правило, имеет усеченную форму, в которой остается (называется) только та часть, которая обозначает выбор (альтернативу):

Is he reading or writing?

Разделительные вопросы

Основными функциями разделительных вопросов являются: проверка предположения, запрос о согласии собеседника с говорящим, поиски подтверждения своей мысли, выражение сомнения.

Разделительный (или расчлененный) вопрос состоит из двух частей: повествовательной и вопросительной.

Первая часть - повествовательное утвердительное или отрицательное предложение с прямым порядком слов.

Вторая часть, присоединяемая через запятую, представляет собой краткий общий вопрос, состоящий из местоимения, заменяющего подлежащее, и вспомогательного или модального глагола. Повторяется тот вспомогательный или модальный глагол, который входит в состав сказуемого первой части. А в Present и Past Indefinite, где нет вспомогательного глагола, употребляются соответствующие формы do/ does/ did.

В второй части употребляется обратный порядок слов, и она может переводится на русский язык: не правда ли?, не так ли?, верно ведь?

1. Если первая часть вопроса утвердительная, то глагол во второй части стоит в отрицательной форме, например:

You speak French, don’t you? You are looking for something, aren’t you? Pete works at a plant, doesn’t he?

2. Если первая часть отрицательная, то во второй части употребляется утвердительная форма, например:

It is not very warm today, is it? John doesn’t live in London, does he?

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Write questions and answers for the following statements, as in the example.

1 Paul was tired when he got home.

…Was Paul tired when he got home? Yes, he was…

2 They live in London.

3 She can't play the piano.

4 The film starts at nine o'clock.

5 You had an English lesson last night.

6 She has got blue eyes.

7 We didn't want to go to the beach.

8 He should follow the doctor's advice.

2. Write the short form of the following negative questions

1 Can they not decide where to go on holiday?

...Can't they decide where to go on holiday?...

2 Did Claire not invite you to her party?

3 Do you not enjoy watching horror films?

4 Have you not finished your homework yet?

5 Can she not go to town on her own?

6 Does he not know where we live?

7 Has Sue not done the shopping for you?

8 Did he not give you any details?

3. Fill in the gaps with the correct question word(s).

A: Now for the general knowledge part of the quiz.

1) ...*What*... is the capital of Egypt?

B: Cairo.

A: That's correct. 2) … can you see the Mona Lisa?

B: In the Louvre, in Paris.

A: Well done, that's right. 3) … wrote 'Romeo and Juliet'?

B: Charles Dickens.

A: No, that's incorrect. It was Shakespeare. 4) … are the Olympic Games held?

B: Every four years.

A: Correct. 5) … did the Second World War begin?

B: I think it was in 1939.

A: Yes, you're right. And the final question in this round is: 6) … players are there in a hockey team?

B: Eleven.

A: Correct. Well, at the end of that round, Contestant 2 has the most points, so he goes through to the final round to play for our star prize.

4. Fill in who, whose, what, which, where, when, how long, how often, what time, why, how much or how many.

is your jacket?' 'It's the red one.'

1. '...*Which*... is your jacket?' 'It's the red one.'
2. '…is your birthday?' 'It's next week.'
3. '… is Mary?' 'She's in her bedroom.'
4. '… have you been waiting?' Only five minutes.'
5. '… do you go shopping?' Once a week.'
6. '… are you doing at the moment?' I'm watching TV.'
7. ' … are you writing to?' 'Uncle Tom.'
8. '…do you start work?' At nine o'clock in the morning.'
9. '… pieces of toast do you want?' Two, please.'
10. '… isn't she at work today?' Because she's ill.'
11. '… did you spend last month?' About £500.'
12. ' … party are you going tonight?' 'Alison's'

5. Fill in the gaps with what, which or how.

1 A: ...*What*... do you want to do when you leave school?
B: I'm not really sure. I'd like to be a vet.

2 A: … bag do you prefer - the black one or the brown one?
B: I like the black one best.

3 A: … old are you?
B: It was my birthday last week. Now I'm fifteen.

4 A: … did you get my telephone number?
B: I looked in the staff address book.

5 A: … shall we do on Saturday?

B: Let's just stay at home and watch a video.

6 A: … house did you prefer — the one we saw first or second?
B: I didn't like either. We'll have to keep looking.

7 A: … many pairs of shoes did you buy last year?
B: Only two. One in the summer and one in the winter.

8 A: … is your favourite food?
B: Roast chicken.

6. Write questions to which the words in bold are the answers.

1 **The tiger** is the largest member of the cat family.

…Which is the largest member of the cat family?...

2 A mature male tiger weighs **between 160 and 230 kg**.

3 Tigers are usually **orange with black stripes**.

4 Tigers live **in Russia, China, India and South-East Asia.**

5 **The Javan tiger, the Bali tiger and the Caspian tiger** are extinct.

6 Tigers eat **a variety of smaller animals, including deer.**

7 Tigers can produce young **at any time of year.**

8 Tigers usually have **two or three** cubs at a time.

9 Tigers live **for an average of eleven years.**

10 Tigers are hunted **for sport or for their fur**.

7. Write questions to which the words in bold are the answers.

Claudette is **32 years old**. She lives **in Paris, France**, and has lived there **since she was 5 years old.** Claudette works as **a lawyer** for a successful law firm, and she travels to work **by car** every day. Claudette is married. Her husband's name is **Jean**. They have **two** dogs. She loves **to take the dogs for long walks** every evening **after work.** Claudette has several hobbies, such as **reading and playing the piano**, but her **favourite hobby is cooking**. Jean thinks this is good, too, **because he gets to eat the wonderful meals she makes.**

8. Write questions to which the words in bold are the answers.

1 **The Petersons** have bought a dog.

…Who has bought a dog?...

2 The Petersons have bought **a dog.**

…What have the Petersons bought?...

3 Rachel is writing **a letter**.

4 **Rachel** is writing a letter.

5 **Brian** likes this car.

6 Brian likes **this car**.

7 Dad broke **the window**.

8 **Dad** broke the window.

9 **Mother** will make a birthday cake.

10 Mother will make **a birthday cake**.

11 **Robin** is going to bake some biscuits.

12 Robin is going to bake **some biscuits**.

9. Write questions to which the words in bold are the answers.

1 Wendy doesn't agree with **her friend's decision**.

…What doesn't Wendy agree with?...

2 James is listening to **some old records**.

3 Sharon is waiting for **the bus**.

4 The boys were talking about **football**.

5 She has got a letter from **her pen-friend**.

6 Martin is thinking about **his holiday**.

7 This jacket belongs to **Stacey.**

8 Pauline was married to **Nigel.**

10. Complete the questions.

1 There are two books. The one on the table is Sue's.
a) 'Which …*book is Sue's*...?' 'The one on the table.'
b) 'Whose …*book is on the table*…?' 'Sue's.'
2 Steven wrote four letters.
a) 'Who … ?' 'Steven.'
b) 'How many … ?' 'Four.'
3 Teresa is going to wash the car.
a) 'Who … ?' Teresa.'
b) 'What … ?' 'The car.'
4 Kate visited John in hospital yesterday.
a) 'Who … ?' 'Kate.'
b) 'Who … ?' 'John.'
5 David has taken Frank's new CD.
a) 'Whose …?' 'Frank's.'
b) 'Who …?' 'David.'
6 Alice is going to the cinema tonight.
a) 'Who …?' 'Alice.'
b) 'Where …?'The cinema.'

Безличные предложения

Поскольку в английском языке подлежащее является обязательным элементом предложения, в безличных предложениях употребляется формальное подлежащее, выраженное местоимением it. Оно не имеет лексического значения и на русский язык не переводится.

Безличные предложения используются для выражения:

1. Явлений природы, состояния погоды: It is/(was) winter. (Была) Зима. It often rains in autumn. Осенью часто идет дождь. It was getting dark. Темнело. It is cold. Холодно. It snows. Идет снег.

2. Времени, расстояния, температуры: It is early morning. Ранее утро. It is five o'clock. Пять часов. It is two miles to the lake. До озера две мили. It is late. Поздно.

3. Оценки ситуации в предложениях с составным именным (иногда глагольным) сказуемым, за которым следует подлежащее предложения, выраженное инфинитивом, герундием или придаточным предложением: It was easy to do this. Было легко сделать это.
It was clear that he would not come. Было ясно, что он не придет.

4. С некоторыми глаголами в страдательном залоге в оборотах, соответствующих русским неопределенно-личным оборотам: It is said he will come. Говорят, он придет.

Местоимение. The Pronoun.
Классификации местоимений.

1	**personal**	личные
2	**possessive**	притяжательные
3	**demonstrative**	указательные
4	**indefinite and negative**	неопределенные и отрицательные
5	**quantifiers**	количественные
6	**reflexive**	возвратные
7	**reciprocal**	взаимные
8	**relative**	относительные
9	**defining**	определительные
10	**interrogative**	вопросительные

I. Личные (personal) местоимения

Общий падеж		**Объектный падеж**	
I	я	**me**	мне, меня
he	он	**him**	его, ему
she	она	**her**	ей, о ней
it	оно, это	**it**	ей, ему, этому
we	мы	**us**	нам, нас
they	они	**them**	им, их
you	ты, вы	**you**	тебе, вам

Внимание! He (он) и **she (она)** в английском языке можно говорить только про людей. Все остальные английские существительные (предметы, животные, явления природы, чувства и т. д.) - обозначаются – it (оно, это).

he	**she**	**it**
a boy – мальчик **a man –** мужчина **brother –** брат **father –** отец **Nick –** Николай **Mr Grey –** мистер Грей	**a girl –** девочка **a woman –** женщина **sister – с**естра **motherч–** мама **Kate –** Катя **Mrs Grey –** миссис Грей	**a cat –** кот **a wall –** стена **rain –** дождь **love –** любовь **a hand –** рука **an apple** - яблоко

Англичане говорят <u>It's me</u>, а не It's I (это я).

II. Притяжательные (possessive) местоимения

Притяжательные местоимения выражают принадлежность и имеют в английском языке **две формы** - **основную** (после этой формы обязательно требуется существительное).
Whose pen is it? - *Чья это ручка?* - **It's my pen**. - *Это моя ручка*.
И **абсолютную** (существует самостоятельно, без существительного) - **It's mine.** - *Это моя.*

Личное местоимение	**Основная форма**	**Абсолютная форма**
I – я **he –** он **she –** она **it – оно,** это **we –** мы **you –** ты, вы **they** - они	**my (toy)** - моя (игрушка) **his (toy)** - его (игрушка) **her (toy)** - ее (игрушка) **its (toy)** - его (не о человеке) **our (toy)** - наша (игрушка) **your (toy)** - ваша, твоя (игрушка) **their (toy)** - их (игрушка)	**his** - его **hers** - ее **its** - его (этого) **ours** - наша **yours** - ваша, твоя **theirs** - их

III. Указательные (demonstrative) местоимения

this (это, эта, этот) **– these** (эти) **that** (то, та, тот) **- those** (те)

IV. Неопределенные (indefinite) и отрицательные (negative) местоимения

Местоимения some, any, every, и их производные

• Если у вас есть, например, яблоки и вы знаете, сколько их, вы говорите:
I have/l have got three apples. *У меня есть 3 яблока,*
• Если вы не знаете точное количество, то используйте неопределенное местоимение **some: I have/1 have got apples.** *У меня есть несколько яблок (некоторое количество).*

Производные от неопределенных местоимений

Слово **“think”** обозначает **“вещь”** (не обязательно материальная).
Слово **“body”** обозначает **“тело”.** Эти слова являются основой для целого ряда словообразований.

Thing используется для неодушевленных (что-то):

some		**something –** *что-то, что-нибудь*
any		**anything -** *что-то, что-нибудь*
	thing	
no		**nothing** - *ничего, ничто*
every		**everything** - *все*

Body/one - для одушевленных (кто-то):

some		**somebody/someone –** *кто-то, кто-нибудь*
any		**anybody/anyone -** *кто-то, кто-нибудь*
	body/one	
no		**nobody / no one** - *никого, никто*
every		**everybody /everyone –** *все, каждый*

Местоимение **some** и основа **body** должны произноситься и писаться слитно, в противном случае вместо **somebody** – *кто-то*, получится **some body** - *какое-то тело*, **Something/somebody/someone** - в утвердительных предложениях, **anything/anybody/anyone** - в отрицательных и вопросительных предложениях**, nothing/nobody/no one** – в отрицательных. **Anything/anybody/anyone** - также используются в утвердительных предложениях, но в значении *что угодно/кто угодно*

somewhere - *где-нибудь, куда-нибудь*	**anywhere** - *где угодно*
nowhere - *нигде*	**everywhere** - *везде*

V. Количественные (quantifiers) местоимения

Many и much - оба слова обозначают **“ много”**, С **исчисляемыми** существительными (теми, которые можно посчитать, можно образовать множественное число) используется слово **many**, а с **неисчисляемыми** - слово **much**.

many girls - *много девочек*	**much snow** - *много снега*
many boys - *много мальчиков*	**much money** - *много денег*
many books - *много книжек*	**much time** - *много времени*

How many? } **сколько?**	**How many girls?** - *Сколько девочек?*
How much? } **сколько?**	**How much sugar?** - *Сколько сахара?*
	How much sugar? - *Сколько сахара?*

a lot of... - много - используется и с исчисляемыми, girls – много девочек
и с неисчисляемыми существительными **a lot of**
a lot без (of) используется и без существительного. sugar - много сахара

Сравните: He writes **a lot** of funny stories**.** *Он пишет много забавных рассказов.*
He writes **a lot.** *Он много пишет.*

В утвердительных предложениях используйте **a lot of.**
В отрицательных и в вопросительных **many/much,**

Сравните:

(+) My grandmother often cooks **a lot of** tasty things. *Моя бабушка часто готовит много вкусного*.
(-) But we don’t eat **much.** *Но мы не едим много*. (?) Do you eat much? *Вы много едите?*
Иногда слова **much** и **a lot** являются синонимами слова **“часто”:**
Do you ski **much**? *Вы много (часто) катаетесь на лыжах?* No, not much (= not often).Нет, не часто.

Few, little, a few, a little

С неисчисляемыми существительными используйте слово little (мало), а с исчисляемыми - few (мало).

few books - мало книг **few girls** - мало девочек **few boys** - мало мальчиков	**little time** - мало времени **little money** - мало денег **little snow** - мало снега
little **few** } **мало (т.е. надо еще)**	**a little** **a few** } **немного (т.е. пока хватает)**

VI. Возвратные (reflexive) местоимения

Возвратные местоимения образуются от личных местоимений в объектном падеже и притяжательных местоимений прибавлением - **self** в единственном числе и - **selves** во множественном числе. Возвратные местоимения используются для того, чтобы показать, что объект, названный подлежащим предложения сам совершает действие.

Личное местоимение	Возвратное местоимение	Пример	Перевод
I	myself	I did it myself.	Я сделал это сам
he	himself	He did it himself.	Он сделал это сам.
she	herself	She did it herself.	Она сделала это сама
you	yourself	You did it yourself.	Вы сделали это сами.
they	themselves	They did it themselves.	Они сделали это сами.
we	ourselves	We did it ourselves.	Мы сделали это сами.

VII. Взаимные (reciprocal) местоимения

Each other - друг друга (относится к двум лицам или предметам).
One another - друг друга (относится к большему количеству лиц или предметов).
They spoke to <u>each other</u> rather friendly. *Они разговаривали друг с другом довольно дружелюбно.*
They always help <u>one another</u>. *Они всегда помогают друг другу.*

VIII. Относительные (relative) местоимения

Who (whom), whose, which, that

who	**Именительный падеж <u>who</u> (подлежащее)** **The girl <u>who</u> is playing the piano is my sister.** *Девочка, которая играет на пианино, - моя сестра.*
	Объектный падеж <u>whom</u> (дополнение) **The man <u>whom</u> I love the best is your brother.** *Человек, которого я люблю больше всех, - твой брат.*
which	**Для неодушевленных предметов и животных** **The flowers <u>which</u> you brought me were pretty nice.** *Цветы, которые ты мне принес, очень милые.*
whose	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>whose</u> book we read yesterday.** *Это человек, книгу которого мы читали вчера.*
	Для неодушевленных существительных **We saw the tree <u>whose</u> leaves were absolutely yellow.** *Мы увидели дерево, листья*

	которого были абсолютно желтыми.
that	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>that</u> we saw yesterday.** *Это мужчина, которого мы видели вчера.*
	Для неодушевленных существительных **This is the film <u>that</u> we saw yesterday.** *Это фильм, который мы видели вчера.*

IX. Определительные (defining) местоимения

all

Употребление	Примеры	Перевод
определяет неисчисляемые существительные	He spent **all his** time fishing on the lake**.**	Он провел все свое время, ловя рыбу на озере.
определяет исчисляемые существительные	**All the** boys like football. **(the после all!)**	Все мальчишки любят футбол.
all = everything	I know **all/everything.**	Я знаю всё.
all = everybody	**All** were hungry. **Everybody** was hungry.	Все были голодны. Все были голодны.
we all = ail of us **you all = all of you** **they all = ail of them**	We **all** love you very much = **All** of us love you very much.	Мы все тебя очень любим

both

Употребление	Примеры	Перевод
определяет существительные	**Both (the/my) friends like football.**	Оба моих друга любят футбол
допускается использование артикля вместо указательных местоимений после both	**Both these/the men are Russian.**	Оба (эти) мужчины - русские.
употребляется вместо существительного	**He gave me two apples.** **Both were sweet.**	Он дал мне два яблока. Оба были сладкими.
they both = both of them you both = both of you we both = both of us	**They both (both of them) came to visit us.**	Они оба пришли навестить нас.
в устойчивой конструкции **both...and.**	**Both mother father were at home**	И мама, и папа были дома.
в отрицательных предложениях **вместо both** используется **neither**	**Both of them know English.** **Neither of them know English.**	Они оба знают английский. Ни один из них не знает английского.

either/neither

	Употребление	Примеры	Перевод
either	любой из двух (артикль не ставится)	**I've got 2 cakes.** **Take either cake.**	У меня 2 пирожных. Возьми любое.
	каждый, оба, и тот, и другой	**There are windows on either side of the house.**	С обеих сторон дома есть окна.
	заменяет существительное (глагол в ед. числе)	**Either of dogs is always hungry.**	Любая из собак вечно голодная.
neither	отрицательное местоимение-определение (ни тот, ни другой)	**Neither of examples is correct.**	Ни один из примеров не верен.
	в констр. neither.. .nor (ни.. .ни)	**I like neither tea, nor coffee.**	Я не люблю ни чай, ни кофе.

other, another, the other, the others (другой, другие)

	Употребление	Примеры	Перевод
the other	другой (второй), другой из двух	**You've got 2 balls: one and the other.**	У тебя 2 мяча: один и другой.
another	другой из многих, еще один	**Take another ball.**	Возьми другой мяч. (Любой, но не этот.)
other	другие (любые), не последние	**Take other 2 balls.**	Возьми другие 2 мяча. (Из многих.)
the others	другие (определенные)	**There are 4 balls: 2 balls are red and the others are blue.**	Есть 4 мяча: 2 красных, а другие 2 - синие.

X. Вопросительные (interrogative) местоимения

what	что	**What's this?**	Что это?
which	который	**Which of them?**	Который из них?
who	кто, кого	**Who was that?**	Кто это был?
whom	кого	**Whom did you meet?**	Кого ты встретил?
whose	чей	**Whose book is it?**	Чья это книга?

Имя существительное. The Noun

Категории	Существительное в русском языке	Существительное в английском языке
Число	**Изменяется**	**Изменяется**
Падеж	**Изменяется**	**Не изменяется**

Выполните упражнения на закрепление материала:

. Fill in the gaps with the correct subject or object pronoun.

1 A: Do your brothers play football?
B: Yes, ***...they***... play … all the time … think …'s a brilliant game.
2 A: Does Susan eat chocolate?
B: Yes … eats … all the time … says …'s her favourite food.
3 A: Do your parents know Mr. Jones?
B: Yes, … know … very well … lives next door to … .
4 A: Does Claire like David?
B: No, … doesn't like … very much. … says …'s too noisy.
5 A: Do you listen to rock music?
B: Yes, … listen to … all the time. … think …'s fantastic.
6 A: Does Tony enjoy fishing?
B: Oh, yes … enjoys … very much. .... says … relaxes him.

2. Fill in the gaps with there or it.

1 By the time I got home, ***...it***… was nearly ten o'clock.
2 'Is … your birthday today?" No, … was last week.'
3 Come here, Simon … is someone here to see you. I think … is your friend, Rod.
4 … wasn't warm enough to go to the beach, so we went to the cinema.
5 … wasn't very much money left after I had paid for the shopping.

3. Fill in the gaps with one or it.

1 A: I need a loaf of bread.

B: I'll buy ...*one*... this afternoon.

2 A: Is the phone ringing?
B: I can't hear … .

3 A: 'Titanic' is an amazing film.
B: I know. I've seen … twice.

4 A: When was the last time you read a book?
B: I haven't read … for months.

5 A: Have you got a car?
B: No. I can't afford … .

6 A: Do you like the new Rolling Stones CD?
B: I haven't heard … yet.

7 A: I need a dress for the party.
B: I'll lend you … .

4. Fill in the correct possessive adjective or pronoun.

1 A: Have you met ...*your*... new neighbours yet?
B: No. I've seen … children in the garden, though.

2 A: You took … coat home last night.
B: I know, I'm sorry. I thought it was … because they're both black.

3 A: What's wrong with Rosie?
B: Oh, she's been having problems with … back recently.

4 A: James is doing well at school.
B: I know … teacher says he's very advanced for his age.

5 A: Is this bag … ?
B: Oh, yes, thank you. I nearly forgot it.

6 A: Julie and Frank are so lucky … house is beautiful.
B: Yes, and it's so much bigger than … I envy them.

7 A: I like … shirt. It's like Sandra's.
B: Actually, it is … I borrowed it from her yesterday.

8 A: Why did you lend Tom … car?
B: Because … is being repaired at the moment.

5. Fill in its or it's.

1 The car is nice to drive, but I don't like ...its... colour.
2 This town is wonderful … got lots of shops!
3 I'm staying at home today because … cold outside.
4 Let's go in here … my favourite restaurant.
5 A bird has built … nest in our garden.
6 The company I work for has changed … name.

6. Fill in a possessive adjective or the.

1 A dog bit him on ...*the*... leg.
2 I banged … head on the cupboard door.
3 Karen put … arm around Jane's shoulder.
4 Don't put … feet on the tablel
5 You shouldn't have punched Tom in … stomach.
6 Paul patted Lisa on … shoulder.

7. Fill in the gaps with of where necessary, and my, your, etc. own.

1 John doesn't live with his parents any more. He's got a flat ...*of his own*...
2 She doesn't travel by bus any more because she's got … car.
3 I don't need to borrow your umbrella. I've got one … .
4 Haven't you got … pen? You're always borrowing mine.
5 My job includes doing research in … time.
6 Sam is tired of using his friend's computer, so he is going to buy one… .
7 The couple moved into … house after they got married.

8 Don't let the dog sleep on your bed. It's got a bed … .

8. Connect the nouns using -'s, -' or ...of…

1 car/Helen ...*Helen's car*…
2 the manager/the restaurant
3 shoes/women
4 the results/the test
5 bicycles/my daughters
6 secretary/the assistant manager
7 the corner/the room
8 house/their parents
9 the back/the classroom
10 shoes/William
11 walk/an hour
12 partner/Jim
13 Rome/the streets
14 UN/headquarters

9. Rewrite the sentences using the correct possessive form.

1 Nobody went to **the meeting last week**.

...Nobody went to last week's meeting....

2 The **drive** to the airport takes **two hours**.
3 They will get their exam results **six weeks from now**.
4 I look after **James - Karen — children**.
5 I received the letter in **the post - yesterday**.
6 It's autumn. **The tree - the leaves** are falling off.
7 Graham never listens to **his doctor - the advice.**
8 Are you going to **Jane - Paula - the party**?
9 He has never done a hard **day of work** in his life.
10 At the moment I'm staying with **a friend - my**.
11 I think I'll order **the special of today**.
12 The man knocked on **the house - the door**.
13 The ticket inspector looked at **the people – the tickets.**
14 **Mrs Jones - Miss Smith - cars** are being serviced.
15 **The sales target this month** is two million pounds.

10. Fill in the gaps with the correct reflexive pronoun.

1 The girl has hurt … *herself*... .
2 He put the fire out by …
3 She is looking at … in the mirror.
4 They are serving …
5 He cooked the food by …
6 They bought this house for …
7 They are enjoying …
8 He introduced …

The Plural Form of Nouns

Образование множественного числа у английских существительных

Способ образования	Примеры	Перевод
после глухих согласных	**a book - books** **a cup - cups**	**книга - книги** **чашка - чашки**
после звонких согласных и гласных	a name - names a girl - girls	**имя - имена** **девочка - девочки**

-		
после шипящих, свистящих звуков -ch, -sh, -x, -s, -z: -es	a palace - palaces a bush - bushes a box - boxes a church - churches	дворец - дворцы куст - кусты коробка - коробки церковь - церкви
слово заканчивается на -y: 1) гласная +y	**a toy - toys** **a boy - boys**	игрушка - игрушки мальчик - мальчики
2) согласная + y	**a family - families** **a story - stories**	**семья - семьи** **история - истории**
слово заканчивается на *-file*	**a leaf - leaves** **a shelf - shelves**	лист - листья полка - полки

Особые случаи образования множественного числа

Ед. число	**Мн. число**	**Перевод**
man	men	мужчина - мужчины
woman	women	женщина - женщины
foot	feet	нога (стопа) - ноги (стопы)
child	children	ребенок - дети
goose	geese	гусь - гуси
mouse	mice	мышь - мыши
ox	oxen	**бык - быки**
tooth	teeth	**зуб - зубы**

Слова - заместители существительных **Substitutions: one/ones**

При повторном использовании одного и того же существительного в одном предложении, вместо него следует использовать one (в единственном числе) и ones (во множественном числе):
This table is bigger that that one - Этот стол больше, чем тот (стол).
These table are bigger than those ones. - Эти столы больше, чем те (столы).

Со словами one/ones **может быть использован артикль, если перед ними стоит прилагательное.**	
What apple do you want? **Какое ты хочешь яблоко?** **The red one. Красное.**	**What apples do you want?** **Какие яблоки ты хочешь?** **The red ones. Красные.**

Английские существительные не имеют падежных окончаний традиционно выделяют два падежа -общий и притяжательный.

Общий падеж

И. п. Эта девочка хорошо говорит по-английски.	This girl speaks English well.
Р. п. Это собака той девочки.	It’s a dog of that girl.
Д. п. Я дал яблоко той девочке. .	I gave an apple to that girl.
В. п. Я вижу маленькую девочку. .	1 can see a little girl.
Т. п. Я люблю гулять с этой девочкой.	1 like to play with this girl.
П. п. Я часто думаю об этой девочке.	1 often think about this girl.

Притяжательный падеж. The Possessive Case
Образование притяжательного падежа

	Образование	**Примеры**	**Перевод**
существительные в единственном числе	**’s**	**bird’s house** **child’s ball**	домик птички мячик ребенка
существительные во	**’s**	**children’s bail**	мячик детей

множественном числе (группа исключений}		**women's rights**	права женщин
существительное во множественном числе	'	**girls' toy** **birds' house**	игрушка девочек домик птичек

Формула притяжательного падежа обычно имеют лишь одушевленные существительные, обозначающие живое существо, которому что-то принадлежит,

my mother's book - мамина книга,

this girl's bail - мячик девочки,

the bird's house - домик птички

Для того, чтобы показать принадлежность объекта неодушевленному предмету, используется предлог of:

the handle of the door (ручка (от) двери), но чаще образуется составное существительное door-handle,

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Fill in the gaps with an appropriate noun + of to indicate quantity.

1 a ... carton/glass/jug of ... orange juice
2 a … cheese
3 a … bread
4 a … coffee
5 a … water
6 a … wine
7 a … chocolate
8 a … crisps
9 a … honey
10 a … meat
11 a … spaghetti
12 a … flour

2. Fill the gaps with a, an, or some where necessary.

1 a) We had ...some... delicious food last night,
b) We had ...a... delicious meal last night.
2 a) There is … beautiful furniture in that shop,
b) There is … beautiful table in that shop.
3 a) I'm thirsty. I need … drink.
b) I'm thirsty. I need … water.
4 a) She's just bought … expensive clothes.
b) She's just bought … expensive dress.
5 a) They booked … room in advance.
b) They booked … accommodation in advance
6 a) The band played … lovely song.
b) The band played … lovely music.
7 a) We had … heatwave last week.
b) We had … hot weather last week.
8 a) I can't do this job alone. I need … assistant
b) I can't do this job alone. I need … help.
9 a) He has got … heavy luggage to carry.
b) He has got … heavy suitcase to carry.
10 a) I need … cutlery to eat this food with.
b) I need … knife and fork to eat this food with.
11 a) She has got … important job to do.

b) She has got … important work to do.

12 a) He found … coin on the ground.
b) He found … money on the ground.

3. Complete the sentences using the noun in brackets in the singular or plural form and a/an where necessary.

1. He gave me a box' of my favourite ...chocolates.... (chocolate)
2. His favourite food is … . (chocolate)
3. She bought … on her way to work. (paper)
4. He placed all the important … in his briefcase. (paper)
5. I need some … to write this message on. (paper)
6. Hurry up! We don't have much …. (time)
7. She has visited us several … this month. (time)
8. He has no … but he is keen to learn. (experience)
9. She had a lot of exciting … during her travels. (experience)
10. We went far a walk in the … after lunch. (wood)
11. His desk is made of ……. . (wood)
12. Jane is in her… reading a book. (room)
13. We have got plenty of … for a party in here. (room)
14. I am going to have my … cut tomorrow. (hair)
15. There was …in my soup. (hair)
16. I'm thirsty. I need … of water. (glass)
17. Susan only wears her … when she reads. (glass)
18. This ornament is made of coloured …. . (glass)
19. Helen bought … in the sale at the electrical store. (iron)
20. The old gate was made of … .(iron)

4. Cross out the expressions which cannot be used with the nouns, as in the example.

1 There are **several, many, <u>much,</u> plenty of, <u>too little</u>** things you can do to help.
2 He has met **a couple of, a few, very little, plenty of, too much** interesting people.
3 She earns **few, hardly any, plenty of, several, a great deal** of money.
4 We have got **no, many, lots of, a great deal of, a few** work to do.
5 Don't worry, there's **a little, plenty of, a couple of, many, a lot of** time.
6 **Both, Several, A large quantity of, Plenty of, Too much** students applied for the course.
7 He's got **no, hardly any, a little, some, a small amount of** qualifications.
8 She's got **hardly any, several, a little, a few, a lot of** experience in dealing with customers.
9 There is **too much, a lot of, hardly any, few, several** salt in this soup.
10 There is **a little, many, too much, a great number of, some** traffic on the roads today.

5. Underline the correct word.

1 A: I have a Physics exam tomorrow.
B: Oh dear. Physics **<u>is</u>/are** a very difficult subject.
2 A: My office is three miles from my house.
B: Three miles **is/are** a long way to walk to work.
3 A: My little brother has got measles.
B: Oh dear. Measles **is/are** quite a serious illness.
4 A: Jane looked nice today, didn't she?
B: Yes. Her clothes **were/was** very smart.
5 A: I've got two pounds. I'm going to buy a CD.
B: Two pounds **is/are** not enough to buy a CD.
6 A: The classroom was empty when I walked past.
B: Yes. The class **was/were** all on a school outing.

7 A: Have you just cleaned the stairs?
B: Yes, so be careful. They **is/are** very slippery.
8 A: Did you ask John to fix your car?
B: Yes. His advice **was/were** that I take it to a garage.
9 A: Did you enjoy your holiday?
B: Yes, thank you. The weather **was/were** wonderful.
10 A: These trousers **is/are** very old.
B: You should buy a new pair.
11 A: How **is/are** the company doing lately?
B: Great. We opened up two more branches.
12 A:' I am going to travel for two years when I finish school.
B: Two years **is/are** a long time to be away from home.

6. Finish the sentences, as in the example.

1 You need a lot of experience to do this job. A lot of experience ...is needed to do this job...
2 They gave us some interesting information. The information …
3 She likes Maths more than any other subject. Maths …
4 We had mild weather this winter. The weather …
5 We called the police immediately. The police …
6 I told them some exciting news. The news …
7 He was irritated because of the bad traffic. He was irritated because the …
8 I stayed in very luxurious accommodation. The accommodation …
9 The driver took the luggage out of the car. The luggage …
10 She gave me very sensible advice. The advice she gave me …
11 These shorts are too big for me. This pair of shorts …
12 The hotel is in magnificent surroundings. The hotel surroundings …
13 She's got long blonde hair. Her hair …

Артикль. The Article

1. Неопределенный a/an (используется перед исчисляемыми существительными в единственном числе)

a cat –кот a dog –собака a boy – мальчик a girl -девочка
a teacher - учитель

2. Определенный the (может использоваться с любыми существительными)

the cat -кот the houses –дома the water -вода the weather –погода
the flowers - цветы

Если слово начинается с гласной буквы, к артиклю "a" добавляется буква "n", для того, чтобы две гласные не сливались: an apple (яблоко), an orange (апельсин), an author (автор) и т, д. Слово “an hour” (час) начинается с согласной буквы “h”, но в слове эта буква не читается, т.е. слово начинается с гласного звука, поэтому к артиклю “a” также добавляется n = an

Упоминая объект впервые, перед ним ставят неопределенный артикль a/an при вторичном с упоминании того же самого объекта, перед ним ставят определенный артикль the

I see a cat, Я вижу кота (одного). The cat is black. (этот) Кот – черный.

This is a kitten. Это - котенок. (Один из многих) The kitten is hungry. (этот) Котенок - голодный.

I have a book- У меня есть книга. The book is interesting. (эта) Книга - интересная.

Неопределенный артикль a/an опускается перед исчисляемыми существительными и существительными во множественном числе.

a pen - pens (ручка - ручки) a dog - dogs (собака - собаки) a book - books (книга -книги)
- water (вода) - snow (снег) - meat (мясо)

Использование неопределенного артикля a

один из множества (любой)	This is a cat.

первое упоминание в тексте	I see a bird.
при упоминании профессии	My brother is a pilot.
в восклицательных предложениях	What a good girl! What a surprise! Such a fine room!
вместо слова один	She is coming for a weak.
в определенных конструкциях there is a... I have a… he has a... I see a... this is a... that is a… It is a... Iama… he/she is a…	There is a book here. I have got a nice coat. He has a kind smile. I see a wolf. This is a dog. That is a doctor. It is a red pen. I am a good swimmer. He/she is a tourist
в ряде устойчивых словосочетаний at a quarter.., in a loud, (a low, an angry voice) to have a good time a lot of to go for a walk such a... after a while in a day (a month, a week, a year)	Come at a quarter to 8. Don't speak to him in an angry voice. We had a good time in the country. She has got a lot of presents. Let's go for a walk. He is such a clever boy. You'll see them after a while. We are living in a day.

Использование определенного артикля the

если речь идет о конкретном лице или предмете	The pen is on the table.
при повторном упоминании того же самого объекта	I see a cat. The cat is black.
если слово обозначает нечто, существующее в единственном лице, с частями света	the sun, the moon, the Earth
со словами: only (только), main (главный), central (центральный), left (левый), right (правый), wrong (неправильный), next (следующий), last (последний), final (заключительный)	The only man I love the main road to the left, to the right It was the right answer. the final test
с порядковыми числительными	the first, the tenth
с прилагательными в превосходной степени	the kindest, the most interesting the best
с музыкальными инструментами и танцами	to play the piano, to dance the tango
с обобщающими существительными (класс людей» животных, термины, жанры)	The Britons keep their traditions.
с названиями музеев, кинотеатров, кораблей, галерей, газет, журналов	the Hermitage the Tretyakov Gallery the Avrora the Seasame Street
с названиями океанов, рек, морей, каналов, пустынь, групп, островов, штатов, горных массивов, наименований с of	the Atlantic ocean the Neva river the Black sea Changing of the Guard

Использование определенного артикля в ряде устойчивых словосочетаний

in the middle, in the corner	The table is in the middle of the room.

in the morning, In the evening, in the afternoon what's the use? to the cinema, to the theatre, to the shop, to the market at the cinema, at the theatre, at the shop, at the market the fact is (was) that... where is the…? in the country, to the country	I never drink coffee in the evening. What's the use of going there so late? Do you like going to the theatre? He works at the shop. The fact is that I have no money at all. Where is the doctor? We always spend summer in the country.

Сколько бы прилагательных-определений ни стояло перед существительным, все эти определения ставятся между артиклем и существительным: A big, black, fat cat большой, черный, толстый кот.

Случаи, когда артикль не употребляется

если, перед существительным стоит притяжательное местоимение	a pen - my pen a dog - his dog the teacher - our teacher the apple - her apple
если перед существительным стоит указательное местоимение	the cats - those cats the books - these books a mouse - this mouse
если стоит другое существительное в притяжательном падеже	a car - father's car the horse - farmer's horse a bike - brother's bike the doll - sister's doll
если перед существительным стоит, количественное числительное	5 balls, 7 bananas, 2 cats
если перед существительным стоит отрицание "no"	She has no children. I see no birds.
перед именами	Mike, Kate, Jim, etc
с названиями дней недели	Sunday, Monday, etc.
с названиями месяцев	May, December, etc.
с названиями времен года	in spring, in winter
с названиями цветов	white, etc. I like green
с названиями спортивных игр	football, chess, etc.
с названиями блюд, напитков	tea, coffee, soup, etc,
с названиями праздников	Easter, Christmas, etc.
с названиями языков, если нет слова (язык). Если есть, нужен артикль the	English, etc. I learn English, the English language
с названиями стран	Russia, France, etc HO: the USA, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, the Netheriands, the Ukraine, the Congo
с названиями городов	Moscow, Paris, etc.
с названиями улиц, площадей	Trafalgar Square
с названиями парков	St James' Park, Hyde Park
с названиями мостов	Tower Bridge
с названиями одиночных гор	Kilimanjaro
с названиями озер	Loch Ness

с названиями континентов	Asia, Australia, etc.
с названиями одиночных островов	Cyprus
если перед существительными стоит вопросительное или отрицательное местоимение	what animals can swim? I know what thing you have lost!

ГЛАГОЛ (THE VERB)

Глаголом называется часть речи, обозначающая действие или состояние предмета или лица.

В английском языке признаком глагола в неопределенной форме (инфинитиве) является частица to.

По своей структуре глаголы делятся на:

1. Простые, состоящие только из одного корня:

to fire - стрелять; зажигать
to order - приказывать
to read - читать
to play - играть

2. Производные, состоящие из корня и префикса, из корня и суффикса или из корня, префикса и суффикса:

to unpack - распаковывать
to dismiss - увольнять, отпускать
to realize - представлять себе
to shorten - укорачивать (ся)
to encounter - встречать (ся), наталкивать (ся)
to regenerate - перерождаться, возрождаться

3. Сложные, состоящие из двух основ (чаще всего основы существительного или прилагательного и основы глагола):

to broadcast (broad + cast) - передавать по радио
to whitewash (white + wash) - белить

4. Составные, состоящие из глагольной основы и наречия или предлога:

to carry out - выполнять
to sit down - садиться

По значению глаголы делятся на смысловые и служебные.

1. Смысловые глаголы имеют самостоятельное значение, выражают действие или состояние: Lomonosov as a poet and scientist played a great role in the formation of the Russian literary language. Как поэт и ученый Ломоносов сыграл огромную роль в создании русского литературного языка.

2. Служебные глаголы не имеют самостоятельного значения и употребляются для образования сложных форм глагола или составного сказуемого. Они являются спрягаемым элементом сказуемого и в его формах выражается лицо, число и время. К ним относятся:

1. Глаголы-связки to be быть, to become становиться, to remain оставаться, to grow становиться, to get, to turn становиться, to look выглядеть, to keep сохраняться.

Every man is the maker of his own fortune. Каждый человек-творец своей судьбы.

2. Вспомогательные глаголы to be, to do, to have, to let, shall, will (should, would):

The kitchen was supplied with every convenience, and there was even a bath-room, a luxury the Gerhardts had never enjoyed before. На кухне имелись все удобства; была даже ванная комната- роскошь, какой Герхардты никогда до сих пор не обладали.

3. Модальные глаголы can, may, must, ought, need: He that would eat the fruit must climb the tree. Кто любит фрукты, должен влезть на дерево (чтобы сорвать). (Любишь кататься-люби и саночки возить.)

Все формы глагола в английском языке делятся на личные и неличные.

Личные формы глагола выражают время, лицо, число, наклонение. Они выполняют в предложении функцию сказуемого. К личным формам относятся все формы времен действительного и страдательного залога (изъявительного и сослагательного наклонения):
As you leave the Kremlin by Spassky Gate you come out on the Red Square. Если вы выходите из Кремля мимо Спасских Ворот, вы оказываетесь на Красной площади.

Неличные формы глагола не различаются по лицам и числам. Они не могут самостоятельно выполнять в предложении функцию сказуемого, но могут входить в его состав. К неличным формам относятся: инфинитив, причастие и герундий. Every step towards eliminating nuclear weapons is in the interests of every nation. Любой шаг в направлении уничтожения ядерного оружия служит интересам каждого государства.

Личные формы глагола в английском языке имеют три наклонения: изъявительное (the Indicative Mood), повелительное (the Imperative Mood) и сослагательное (the Subjunctive Mood).

Глаголы в изъявительном наклонении выражают реальное действие, передают факты:
His son goes to school. Его сын учится в школе.
She has written an interesting article. Она написала интересную статью.
A new building of the theatre was built in this street. На этой улице построили новое здание театра.

Глаголы в повелительном наклонении выражают приказание, просьбу, совет, запрещение, команду:
"Don't buy them", warned our cautious driver. "Не покупайте их", - предупредил наш осторожный шофер.
Undertake not what you cannot perform but be careful to keep your promise. Не беритесь за то, что не сможете выполнить, но старайтесь сдержать обещание.

Глаголы в сослагательном наклонении выражают действие не реальное, а желательное или предполагаемое: If there were no bad people, there would be no good lawyers. Если бы не было плохих людей, не было бы хороших адвокатов.

Как личные, так и неличные формы глагола имеют **два залога**: действительный (the Active Voice) и страдательный (the Passive Voice).

Глаголы в действительном залоге выражают действие, которое производится подлежащим: I inform you that I have carried out the mission. Сообщаю, что я выполнил задание.

Глаголы в страдательном залоге выражают действие, которое испытывает на себе подлежащее: I was informed that the mission had been carried out. Мне сообщили, что задание было выполнено.

Формы глагола могут выражать отношение между действием и временем. В русском языке бывают глаголы **совершенного и несовершенного вида. Глаголы совершенного вида** обозначают действие, которое закончено, и есть его результат:
Он прочитал эту статью с интересом.

Глаголы несовершенного вида обозначают действие, указывая на его повторяемость, длительность, незаконченность: Вчера он читал эту статью с интересом. (Но он мог и не прочитать ее).

Вид глагола в русском языке выражается либо изменением его формы, либо с помощью суффиксов и приставок. Видовые значения глагола в английском языке выражаются сочетанием вспомогательного глагола с причастием настоящего или прошедшего времени смыслового глагола.

В английском языке четыре видо-временных группы глагола: неопределенные времена (Indefinite Tenses), продолженные времена (Continuous Tenses), совершенные времена (Perfect Tenses), и совершенные продолженные времена (Perfect Continuous Tenses). В каждой временной группе три времени: настоящее (Present), прошедшее (Past), будущее (Future).

Глагол “to be”

A: Are you from England?
B: No, we aren't. We're from China.

He's Tom and she's Helen. They are friends.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Am I?
I am	I'm	I am not	I'm not	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Is he?
He is	He's	He is not	He isn't	Is she?
She is	She's	She is not	She isn't	Is it?
It is	It's	It is not	It isn't	Are we?
We are	We're	We are not	We aren't	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Are they?
They are	They're	They are not	They aren't	

Краткими ответами называются ответы на вопросы, начинающиеся с глагольной формы is /are; в кратком ответе содержание вопроса не повторяется. Употребляется только Yes или No, далее личное местоимение в именительном падеже и глагольная форма is (isn't) / are (aren't). Например: Are you British? No, I'm not.
Yes, I am /we are. No, I'm not/we aren't.
Yes, he/she/it is. No, he/she/it isn't.
Yes, they are. No, they aren't.

WAS/WERE

Bob is eighty. He's old and weak.
Mary, his wife is seventy-nine. She's old too.
Fifty years ago they were young. Bob was strong. He wasn't weak. Mary was beautiful. She wasn't old.
В прошедшем простом времени (past simple) глагол "to be" с личными местоимениями в именительном падеже имеет следующие формы: was для I, he, she, it и –were для –we, you, they. В вопросахwas/were ставятся перед личным местоимением в именительном падеже (I, you, he и т.д.) или существительным. Например: She was ill yesterday. -> Was she ill yesterday? Отрицания образуются путем постановки not после was/were. Например: She was not ill yesterday. She wasn't ill yesterday.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I was	I was not	I wasn’t	Was I?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
He was	He was not	He wasn’t	Was he?
She was	She was not	She wasn’t	Was she?
It was	It was not	It wasn’t	Was it?
We were	We were not	We weren’t	Were we?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
They were	They were not	They weren’t	Were they?

ОБОРОТ THERE IS/THERE ARE

There is a sofa in the room. There are two pictures on the wall. There isn't a TV in the room. What else is there in the room?

Мы употребляем конструкцию there is/there are, чтобы сказать, что кто-то или что-то существует или находится в определенном месте. Краткая форма there is – there’s. There are не имеет краткой формы. Например: There is (There's) a sofa in the room. There are four children in the garden.

Вопросительная форма: Is there? Are there? Например: Is there a restaurant in the town? Are there any apples in the basket?

Отрицательная форма: There isn’t …/There aren’t … Например: There is not / isn't a man in the room. There are not/aren't any cars in the street.

Краткие ответы строятся с помощью Yes, there is/are или No, there isn't / aren't. Содержание вопроса не повторяется.

Yes, there is. No, there isn't.

Yes, there are. No, there aren't.

Мы употребляем there is / there are, чтобы сказать, что что-то существует или находится в определенном месте, it is / they are - когда уже упоминали об этом. Например: There is a house in the picture.

It is a big house. (Но не: It's a house in the picture.)

There are three books on the desk.

They are history books. (Но не: They are three books on the desk.)

Конструкция There was/There were

This is a modern town today.

There are a lot of tall buildings and shops. There are cars and there isn't much peace and quiet.

This is the same town fifty years ago.

There weren't any tall buildings. There were some old houses. There weren't many cars and there wasn't much noise.

Конструкция There was/There were - это There is / There are в форме past simple. There was употребляется с существительными в единственном числе. Например: There was a post office in the street thirty years ago. There were употребляется с существительными во множественном числе. Например: There were a few houses in the street thirty years ago.

В вопросах was/were ставятся перед there. Например: Was there a post office in the street thirty years ago? Were there any houses in the street thirty years ago?

Отрицания строятся путем постановки not после was / were. Например: There was not / wasn't a post office in the street thirty years ago. There were not / weren't any houses in the street thirty years ago.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
There was	There was not	There wasn't	Was there?
There were	There were not	There weren't	Were there?

Краткие ответы строятся с помощью Yes или No и there was/there were. Содержание вопроса не повторяется.

Was there a book on the desk? Yes, there was. No, there wasn't.

Were there any people in the shop? Yes, there were. No, there weren't.

Глагол Have got

A bird has got a beak, a tail and wings.

Has she got long hair? No, she hasn't. She's got short hair.

What have they got? They've got roller blades. They haven't got skateboards.

She has got a headache.

Have (got) используется:

а) чтобы показать, что что-то принадлежит кому-то. Например: He's got a ball.

б) при описании людей, животных или предметов. Например: She's got blue eyes.

в) в следующих высказываниях: I’ve got a headache. I’ve got a temperature. I’ve got a cough, I’ve got a toothache, I’ve got a cold, I’ve got a problem.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Have I (got)?
I have (got)	I've (got)	I have not (got)	I haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Has he (got)?

He has (got)	He's (got)	He has not (got)	He hasn't (got)	Has she (got)?
She has (got)	She's (got)	She has not (got)	She hasn't (got)	Has it (got)?
It has (got)	It's (got)	It has not (got)	It hasn't (got)	Have we (got)?
We have (got)	We've (got)	We have not (got)	We haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Have they (got)?
They have (got)	They've (got)	They have not (got)	They haven't (got)	

Had

Grandpa, did you have a TV when you were five?
No, I didn't. People didn't have TV's then. They had radios.

Have (had) в past simple имеет форму Had для всех лиц.

Вопросы строятся с помощью вспомогательного глагола did, личного местоимения в именительном падеже и глагола - have. Например: Did you have many toys when you were a child? Отрицания строятся с помощью did not и have. Например: I did not / didn't have many toys when I was a child.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I had	I did not have	I didn't have	Did I have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
He had	He did not have	He didn't have	Did he have?
She had	She did not have	She didn't have	Did she have?
It had	It did not have	It didn't have	Did it have?
We had	We did not have	We didn't have	Did we have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
They had	They did not have	They didn't have	Did they have?

Имя прилагательное. The Adjective

Категории	**Прилагательное в русском языке**	**Прилагательное в английском языке**
Число	изменяется	не изменяется
Род	изменяется	не изменяется
Падеж	изменяется	не изменяется

Образование имен прилагательных

Имена прилагательные бывают: **простые и производные**

К **простым** именам прилагательным относятся прилагательные, не имеющие в своем составе **ни приставок, ни суффиксов: small** - *маленький***, long** - *длинный***, white** - *белый***.**

К **производным** именам прилагательным относятся прилагательные, имеющие в своем составе **суффиксы** или **приставки**, или одновременно и те, и другие.

Суффиксальное образование имен прилагательных

Суффикс	**Пример**	**Перевод**
- ful	use**ful** doubt**ful**	**полезный** **сомневающийся**
- less	help**less** use**less**	**беспомощный** **бесполезный**
- ous	fam**ous** danger**ous**	**известный** **опасный**
- al	form**al** centr**al**	**формальный** **центральный**

- able	eat**able** cap**able**	**съедобный** **способный**

Приставочный способ образования имен прилагательных

Приставка	Пример	Перевод
un -	**un**cooked **un**imaginable	**невареный** **невообразимый**
in -	**in**capable **in**human	**неспособный** **негуманный**
il -	**il**legal **il**liberal	**нелегальный** **необразованный**
im -	**im**possible **im**practical	**невозможный** **непрактичный**
dis -	**dis**honest **dis**agreeble	**бесчестный** **неприятный**
ir -	**ir**regular **ir**responsible	**неправильный** **безответственный**
Некоторые имена прилагательные являются составными и образуются из двух слов, составляющих одно понятие: **light-haired –** светловолосый, **snow-white –** белоснежный.		

Прилагательные, оканчивающиеся на – ed и на - ing

- ed	**- ing**
Описывают чувства и состояния	**Описывают предметы, вещи, занятия, вызывающие эти чувства**
interested – интересующийся, заинтересованный	**interesting -** интересный
bored - скучающий	**boring -** скучный
surprised - удивленный	**surprising -** удивительный

Степени сравнения прилагательных

Английские прилагательные не изменяются ни по числам, ни по родам, но у них есть **формы степеней сравнения.**

Имя прилагательное в английском языке имеет **три формы** степеней сравнения:

- положительная степень сравнения **(Positive Degree);**

- сравнительная степень сравнения **(Comparative Degree);**

- превосходная степень сравнения **(Superlative Degree).**

Основная форма прилагательного - положительная степень. Форма сравнительной и превосходной степеней обычно образуется от формы положительной степени одним из следующих способов:

1. -er. -est

Односложные прилагательные образуют **сравнительную степень** путем прибавления **к форме прилагательного в положительной степени** суффикса **- er.** Примерно, тоже самое мы делаем и в русском языке - добавляем “е” (большой - больше, холодный - холоднее).

Превосходная степень образуется путем прибавления суффикса **- est. Артикль the обязателен!!!**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
cold - холодный	cold**er -** холоднее	the cold**est -** самый холодный
big - большой	bigg**er -** больше	the bigg**est -** самый большой
kind - добрый	kind**er -** добрее	the kind**est -** самый добрый

По этому же способу образуются степени сравнения двусложных прилагательных оканчивающихся на **-y, -er, -ow, -ble:**

Положительная степень	**Сравнительная степень**	**Превосходная степень**
clever — умный	clever**er - умнее**	**the** clever**est - самый умный**
easy - простой	eas**ier - проще**	**the** easi**est - самый простой**
able - способный	abl**er - способнее**	**the** abl**est - самый способный**
busy - занятой	bus**ier - более занятой**	**the** busi**est - самый занятой**

При образовании степеней сравнения посредством суффиксов **– er и – est** соблюдаются следующие **правила орфографии:**

Если прилагательное заканчивается на немое **“e” ,** то при прибавлении **– er и – est немое “e” опускается:**

larg**e – larg**er - **the** larg**est /** большой – больше – самый большой

brav**e – brav**er **– the** brav**est /** смелый – смелее – самый смелый

Если прилагательное заканчивается **на согласную с предшествующим кратким гласным звуком,** то в сравнительной и превосходной степени **конечная согласная буква удваивается:**

big – big**ger – big**g**est /** большой – больше – самый большой

hot – hot**ter –** hot**t**est /** горячий – горячее – самый горячий

thin – thin**ner –** thin**n**est /** тонкий – тоньше – самый тонкий

Если прилагательное **заканчивается на “y” с предшествующей согласной,** то в сравнительной и превосходной степени **“y” переходит в “i”:**

busy – bus**ier – bus**i**est / занятой – более занятой – самый занятой**

easy – eas**ier – eas**i**est / простой – проще – самый простой**

2. more, the most

Большинство двусложных прилагательных и прилагательных, состоящих из трех и более слогов, образуют сравнительную степень при помощи слова **more**, а **превосходную** – при помощи слова **most**.

Эти слова ставятся перед именами прилагательными в положительной степени:

Положительная степень	**Сравнительная степень**	**Превосходная степень**
beautiful - красивый	**more beautiful -** красивее	**the most beautiful -** самый красивый
interesting – интересный	**more interesting -** интереснее	**the most interesting -** самый интересный
important - важный	**more important -** важнее	**the most important -** самый важный

Особые формы

Положительная степень	**Сравнительная степень**	**Превосходная степень**
good - хороший	**better -** лучше	**the best -** самый лучший
bad - плохой	**worse -** хуже	**the worst -** самый плохой
little - маленький	**less -** меньш**e**	**the least -** самый маленький, меньше всего
much/many - много	**more -** больше	**the most -** больше всего
far - далекий/далеко	**farther/further -** дальше	**the farthest/furthest -** самый дальний
old - старый	**older/elder -** старш**e**	**the oldest/eldest -** самый старый

3. less. the least

Для выражения **меньшей** или **самой низкой степени** качества предмета по сравнению с другими предметами употребляются соответствующие слова **less** – менее и **the least** – наименее, которые ставятся перед прилагательными в форме положительной степени.

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful – красивый **interesting -** интересный **important -** важный	**less beautiful -** менее красивый **less interesting –** менее интересный **less important -** менее важный	**the least beautiful –** самый некрасивый **the least interesting –** самый неинтересный **the least important –** самый неважный

Другие средства сравнения двух предметов или лиц

Конструкция	Комментарий	Примеры
As…as (такой же, так же)	**Для сравнения двух объектов одинакового качества**	He is **as** a strong **as** a lion Он такой же сильный, как лев. She is **as** clever **as** an owl**.** Она такая же умная, как сова.
Not so…as (не такой, как)	**в отрицательных предложениях**	He is **not so** strong **as** a lion. Он не такой сильный, как лев**.** She is **not so** clever **as** an owl. Она не такая умная, как сова.
The…the (с двумя сравнительными степенями)	**показывает зависимость одного действия от другого**	**The more** we are together **the happier** we are. Чем больше времени мы проводим вместе, тем счастливее мы становимся. **The more** I learn this rule **the less** I understand it. Чем больше я учу это правило, тем меньше я его понимаю.

Особые замечания об употреблении сравнительных и превосходных степеней имен прилагательных:

- Сравнительная степень может быть усилена употреблением перед ней слов со значением **«гораздо, значительно»:**

His new book is **much more** interesting than previous one. *Его новая книга гораздо более интересная, чем предыдущая.*

This table **is more** comfortable than **that one**. *Этот стол более удобный чем тот.*

- После союзов **than** и **as** используются либо личное местоимение в именительном падеже с глаголом, либо личное местоимение в объектном падеже:

I can run **as** fast **as** him **(as he can).** *Я могу бегать так же быстро, как он.*

Числительное. The numeral

Перед **сотнями, тысячами, миллионами** обязательно называть их количество, даже если всего одна сотня или одна тысяча:

126 – one hundred twenty six

1139 – one thousand one hundred and thirty nine

В составе числительных – сотни, тысячи и миллионы не имеют окончания множественного числа: **two hundred – 200, three thousand – 3000, и т.д.**

НО: окончание множественного числа добавляется hundred, thousand, million, когда они выражают неопределенное количество сотен, тысяч, миллионов. В этом случае после них употребляется существительное с предлогом **"of":**

hundreds <u>of</u> children – сотни детей

thousands <u>of</u> birds- тысячи птиц

millions <u>of</u> insects – миллионы насекомых

Начиная с 21, числительные образуются так же как в русском языке:

20+1=21 (twenty + one = **twenty one**)

60+7=67 (sixty + seven = **sixty seven**) и т.д.

Как читать даты

1043	ten forty-three
1956	nineteen fifty-six
1601	sixteen o one
2003	two thousand three
В 2003 году	in two thousand three
1 сентября	the first of September
23 февраля	the twenty-third of February

ДРОБНЫЕ ЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ (FRACTIONAL NUMERALS)

В простых дробях (Common Fractions) числитель выражается количественным числительным, а знаменатель порядковым:

1/7- one seventh одна седьмая

При чтении простых дробей, если числитель их больше единицы, к знаменателю прибавляется окончание множественного числа -s:

2/4 - two fourths - две четвертых

2/3 -two thirds - две третьих

3 1/5 - three and one fifth - три целых и одна пятая

1/2 - one second, a second, one half, a half - одна вторая, половина

1/4 -one fourth, a fourth, one quarter, a quarter - одна четвертая, четверть

В десятичных дробях (Decimal Fractions) целое число отделяется точкой, и каждая цифра читается отдельно. Нуль читается nought [no:t] (в США - zero ['zierou]).

4.25 four point twenty-five; four point two five

0.43 nought point forty-three; nought point four three

Существительные, следующие за дробью, имеют форму единственного числа, и перед ними при чтении ставится предлог -of:

2/3 metre- two thirds of a metre

две третьих метра

0.05 ton - nought point nought five of a ton

ноль целых пять сотых тонны

Существительные, следующие за смешанным числом, имеют форму множественного числа и читаются без предлога of:

35 1 /9 tons -thirty-five and one ninth tons

14.65 metres -one four (или fourteen) point six five (или sixty-five) metres

В обозначениях номеров телефонов каждая цифра читается отдельно, нуль здесь читается [ou]: 224-58-06 ['tu:'tu:'fo:'faiv'eit'ou'siks]

ТЕМА 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)

Тематика общения:

1. Высшее образование в России и за рубежом.
2. Мой вуз.
3. Студенческая жизнь.

Проблематика общения:

1. Уровни высшего образования.
2. Уральский государственный горный университет.
3. Учебная и научная работа студентов.
4. Культурная и спортивная жизнь студентов.

2.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

The Ural State Mining University

Mining University – Горный университет; **higher educational institution** - высшее учебное заведение; **to provide** - зд. Предоставлять; **full-time education** - очное образование; **extramural education** - заочное образование; **to award** – награждать; **post-graduate courses** – аспирантура;	**scientific research centre** - центр научных исследований; **master of science** - кандидат наук; **capable** – способный; **to take part in** - принимать участие; **graduate** – выпускник; **to dedicate** – посвящать; **to carry out scientific work** - выполнять научную работу;

Faculty of Mining Technology - горно – технологический; **Faculty of Engineering and Economics** - инженерно-экономический; **Institute of World Economics** – Институт мировой экономики; **Faculty of Mining Mechanics** - горно-механический; **Faculty of Civil Protection** – гражданской защиты; **Faculty of City Economy** – городского хозяйства;	**Faculty of Geology & Geophysics** – геологии и геофизики; **Faculty of extramural education** – заочный; **department** – кафедра; **dean** – декан; **to train specialists in** - готовить специалистов; **to consist of** - состоять из; **preparatory** – подготовительный; **additional** – дополнительный; **to offer** – предлагать;

to house - размещать /ся/; **building** – здание; **Rector's office** – ректорат; **Dean's office** – деканат; **department** – кафедра; **library** – библиотека; **reading hall** - читальный зал; **assembly hall** - актовый зал; **layout** - расположение, план; **administrative offices** - административные отделы;	**computation centre** - вычислительный центр; **canteen** – столовая; **to have meals** – питаться; **hostel** – общежитие; **to go in for sports** - заниматься спортом; **wrestling** – борьба; **weight lifting** - тяжелая атлетика; **skiing** - катание на лыжах; **skating** - катание на коньках; **chess** – шахматы;

academic work - учебный процесс; **academic year** - учебный год; **to consist of** - состоять из; **bachelor's degree** - степень бакалавра;	**general geology** - общая геология; **foreign language** - иностранный язык; **to operate a computer** - работать на компьютере;

course of studies - курс обучения; **to last** - длиться; **term** - семестр; **to attend lectures and classes** - посещать лекции и занятия; **period** - пара, 2 – х часовое занятие; **break** - перерыв; **subject** - предмет; **descriptive geometry** - начертательная геометрия;	**to take a test (an exam)** - сдавать зачет, экзамен; **to pass a test (an exam)** - сдать зачет, экзамен; **to fail a test (an exam)** - не сдать зачет, экзамен; **to fail in chemistry** - не сдать химию; **holidays, vacations** - каникулы; **to present graduation paper** - представлять дипломные работы; **for approval** - к защите;

The Faculty of Mining Technology trains specialists in: mine surveying - маркшейдерская съемка; underground mining of mineral deposits - подземная разработка месторождений полезных ископаемых; mine and underground construction - шахтное и подземное строительство; surface mining (open-cut mining) - открытые горные работы; physical processes of mining, oil and gas production - физические процессы горного и нефтегазового производства; placer mining - разработка россыпных месторождений; town cadastre - городской кадастр.

The Institute of World Economics trains specialists in: land improvement, recultivation and soil protection - мелиорация, рекультивация и охрана земель; engineer protection of environment in mining - инженерная защита окружающей среды в горном деле; computer systems of information processing and control - автоматизированные системы обработки информации и управления; economics and management at mining enterprises - экономика и управление на предприятиях горной промышленности.

The Faculty of Mining Mechanics trains specialists in: electromechanical equipment of mining enterprises - электромеханическое оборудование горных предприятий; designing & production of mining, oil and gas machinery - конструирование и производство горных и нефтегазопромысловых машин; technological and service systems of exploitation and maintenance of machines and equipment - технологические и сервисные системы эксплуатации и ремонта машин и оборудования; motorcars and self-propelled mining equipment - автомобили и самоходное горное оборудование; electric drive and automation or industrial units and technological complexes - электопривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов; automation of technological processes and industries - автоматизация технологических процессов и производств; mineral dressing - обогащение полезных ископаемых.

The Faculty of Geology & Geophysics trains specialists in: geophysical methods of prospecting and exploring mineral deposits - геофизические мет оды поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; according to some specializations: geoinformatics – геоинформатика; applied geophysics - прикладная геофизика; structural geophysics - структурная геофизика; geological surveying and exploration or mineral deposits - геологическая съемка и поиски МПИ; geology and mineral exploration - геология и разведка МПИ; prospecting and exploration or underground waters and engineering - geological prospecting - поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания; applied geochemistry, petrology and mineralogy - прикладная геохимия, петро логия и минералогия; drilling technology - технология и техника разведки МПИ.

2.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

This text is dedicated to the history of the Ural State Mining University formerly called the Sverdlovsk Mining Institute. It was founded in 1917. It is the oldest higher technical educational institution in the Urals. In 1920 the Mining Institute became a faculty of the Ural State University and in 1925 of the Ural Polytechnical Institute. In 1930 this faculty was reorganized into the Mining Institute. The Institute was named after V.V. Vakhrushev the USSR Coal Industry Minister in 1947. It was awarded the Order of the Red Banner of Labour in 1967.

In 1993 the Sverdlovsk Mining Institute was reorganized into The Ural State Academy of Wining and Geology. In 2004 The Ural State Academy of Mining and Geology was reorganized into The Ural State Mining University. The University provides full-time and extramural education in many specialities. There are post graduate courses at the University as well.

The University is an important scientific research center. Many doctors and masters of Science teach and carry out scientific work at the University. Capable students take part in research projects. The graduates of the University work all over the country.

There are six faculties at the Ural State Mining University: Faculty of Mining Technology; Faculty of Mining Mechanics; Faculty of Geology & Geophysics; Faculty of Civil Protection; Faculty of City Economy; Faculty of Extramural Education; and The Institute of World Economics.

Besides there is a Preparatory faculty where young people get special training before taking entrance exams. The Faculty of Additional Education offers an opportunity to get the second higher education.

Each faculty trains mining engineers in different specialities.

There are many specialities at the Faculty of Extramural Education where students have to combine work with studies. Very often the Ural State Mining University organizes training specialists in new modern specialities.

Faculties consist of Departments. Each faculty is headed by the Dean. The head of the Academy is the Rector.

The University is housed in four buildings. Building, One houses - the Rector's office, the Deans' offices, number of administrative offices, Faculty of City Economy, the Faculty or Mining Mechanics with its numerous departments and laboratories (labs).

Building Two houses the Faculty of Mining Technology, Faculty of Civil Protection, the Deans' offices, many departments, labs and the computation centre.

Building Three houses the Faculty of Geology & of Geophysics, the Faculty of Extramural Education, the Dean's offices, many departments and labs. The Ural Geological Museum, the Museum of the History of the Ural State Mining University and some administrative offices are also housed in this building.

Building Four houses The Institute of World Economics, the Dean's office, departments and labs, the library, reading halls, the Assembly hail, the students cultural centre and a large canteen where students can have their meals.

The library and the reading halls provide students with all kinds of reading: textbooks, reference books / справочники/ dictionaries, magazines and fiction/ художественная литература/.

Besides not far from the University there are four five-storied buildings of the student hostel, where most students live. Near the hostels there is a House of Sports. There students can go in for- different kinds of sports: chess, badminton, table tennis, boxing, wrestling, weight lifting, basketball, volleyball, handball.

The Ural State Mining University offers students three different programs of higher education such as: Bachelors, Diplomate Engineers and Magisters.

The course of studies for a bachelor's degree lasts four years. The academic year begins in September and ends in June. It consists of two terms - September to January and February to June. Students attend lectures and practical classes. As a rule, there are three or four periods of lectures and Classes a day with 20 minutes break between them.

During their first two years students take the following subjects: higher mathematics, physics, chemistry, theoretical air-mechanics, descriptive geometry, general geology, mineralogy, geodesy, history, a foreign language (English, French or German). Besides all the students learn to operate a computer.

Students take their tests and exams at the end of each term. After exams students have their holidays or vacations. At the end of the academic year the students of the academy have practical work at mines, mineral dressing plants, geological & geophysical parties. At the end of the final year students present their graduation papers for approval. After getting the Bachelor's degree the graduates have a possibility to continue their education. They can enter a Diplomate Engineer's course or studies

which lasts one academic year or the graduates can take a two-year program of Magister's degree. After defending final papers these graduates can enter the post-graduate courses.

2.3 Систематизация грамматического материала:

1. Образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Образование видовременных форм глагола в активном залоге

Present Simple употребляется для выражения:

1. постоянных состояний,

2. повторяющихся и повседневных действий (часто со следующими наречиями: always, never, usually и т.д.). Mr Gibson is a businessman. He lives in New York, (постоянное состояние) He usually starts work at 9 am. (повседневное действие) He often stays at the office until late in the evening, (повседневное действие)

3. непреложных истин и законов природы, The moon moves round the earth.

4. действий, происходящих по программе или по расписанию (движение поездов, автобусов и т.д.). The bus leaves in ten minutes.

Маркерами present simple являются: usually, always и т.п., every day / week / month / year и т.д., on Mondays I Tuesdays и т.д., in the morning / afternoon / evening, at night / the weekend и т.д.

Present Continuous употребляется для выражения:

1. действий, происходящих в момент речи He is reading a book right now.

2. временных действий, происходящих в настоящий период времени, но не обязательно в момент речи She is practising for a concert these days. (В данный момент она не играет. Она отдыхает.)

3. действий, происходящих слишком часто и по поводу которых мы хотим высказать раздражение или критику (обычно со словом "always") "You're always interrupting me!"(раздражение)

4. действии, заранее запланированных на будущее. He is flying to Milan in an hour. (Это запланировано.)

Маркерами present continuous являются: now, at the moment, these days, at present, always, tonight, still и т.д.

Во временах **группы Continuous** обычно **не употребляются** глаголы:

1. выражающие восприятия, ощущения (see, hear, feel, taste, smell), Например: This cake tastes delicious. (Но не: This cake is tasting delicious)

2. выражающие мыслительную деятельность [know, think, remember, forget, recognize(ze), believe, understand, notice, realise(ze), seem, sound и др.],

Например: I don't know his name.

3. выражающие эмоции, желания (love, prefer, like, hate, dislike, want и др.), Например: Shirley loves jazz music.

4. include, matter, need, belong, cost, mean, own, appear, have (когда выражает принадлежность) и т.д. Например: That jacket costs a tot of money. (Но не: That jacket is costing a lot of money.)

Present perfect употребляется для выражения:

1. действий, которые произошли в прошлом в неопределенное время. Конкретное время действия не важно, важен результат, Kim has bought a new mobile phone. (Когда она его купила? Мы это не уточняем, поскольку это не важно. Важного, что у нее есть новый мобильный телефон.)

2. действий, которые начались в прошлом и все еще продолжаются в настоящем, We has been a car salesman since /990. (Он стал продавцом автомобилей в 1990 году и до сих пор им является.)

3. действий, которые завершились совсем недавно и их результаты все еще ощущаются в настоящем. They have done their shopping. (Мы видим, что они только что сделали покупки, поскольку они выходят из супермаркета с полной тележкой.)

4. Present perfect simple употребляется также со словами "today", "this morning / afternoon" и т.д., когда обозначенное ими время в момент речи еще не истекло. He has made ten photos this morning. (Сейчас утро. Указанное время не истекло.)

К маркерам present perfect относятся: for, since, already, just, always, recently, ever, how long, yet, lately, never, so far, today, this morning/ afternoon / week / month / year и т.д.

Present perfect continuous употребляется для выражения:

1. действий, которые начались в прошлом и продолжаются в настоящее время He has been painting the house for three days. (Он начал красить дом три дня назад и красит его до сих пор.)

2. действий, которые завершились недавно и их результаты заметны (очевидны) сейчас. They're tired. They have been painting the garage door all morning. (Они только что закончили красить. Результат их действий очевиден. Краска на дверях еще не высохла, люди выглядят усталыми.)

Примечание.

1. С глаголами, не имеющими форм группы Continuous, вместо present perfect continuous употребляется present perfect simple. Например: I've known Sharon since we were at school together. (А не: I've been knowing Sharon since we were at school together.)

2. С глаголами live, feel и work можно употреблять как present perfect continuous, так и present perfect simple, при этом смысл предложения почти не изменяется.
Например: He has been living/has lived here since 1994.

К маркерам present perfect continuous относятся: for. since. all morning/afternoon/week/day и т.д., how long (в вопросах).

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Put the verbs in brackets into the present simple or the present continuous.

1 A: *Do you know* (you/know) that man over there?
B: Actually, I do. He's Muriel's husband.

2 A: Are you doing anything tomorrow evening?
B: Yes. I … (see) Jack at nine o'clock.

3 A: I … (see) you're feeling better.
B: Yes, I am, thank you.

4 A: What's that noise?
B: The people next door … (have) a party.

5 A: Graham … (have) a new computer.
B: I know. I've already seen it.

6 A: This dress …. (not/fit) me any more.
B: Why don't you buy a new one?

7 A: Your perfume … (smell) nice. What is it?
B: It's a new perfume called Sunshine.

8 A: What is Jane doing?
B: She … (smell) the flowers in the garden.

9 A: What … (you/look) at?
B: Some photos I took during my holidays. They aren't very good, though.

10 A: You … (look) very pretty today.
B: Thank you. I've just had my hair cut.

11 A: I … (think) we're being followed.
B: Don't be silly! It's just your imagination.

12 A: Is anything wrong?
B: No. I … (just/think) about the party tonight.

13 A: This fabric … (feel) like silk.
B: It is silk, and it was very expensive.

14 A: What are you doing?

B: I … (feel) the radiator to see if it's getting warm.

15 A: She … (be) generous, isn't she?
B: Yes, she has never been a mean person.

16 A: He … (be) very quiet today, isn't he?
B: Yes, I think he has some problems.

17 A: Would you like some cherries?
B: Yes, please. I … (love) cherries. They're my favourite fruit.

18 A: I'm sorry, but I … (not understand) what you mean.
B: Shall I explain it again?

19 A: The children are making lots of noise today.
B: I know, but they … (have) fun.

20 A: This cake … (taste) awful.
B: I think I forgot to put the sugar in it!

2. Fill in the gaps with recently, how long, yet, for, always, ever, already, since, so far or just. Sometimes more than one answer is possible.

1 A: Has Tom finished his exams ...yet...?
B: No. He finishes them next Thursday.

2 A: … has Janet been working at the hospital?
B: She has been working there … she left school.

3 A: How are you finding your new job?
B: Great. I haven't had any problems … .

4 A: Is John at home, please?
B: No, I'm afraid he's … gone out.

5 A: Have you been waiting long?
B: Yes, I've been here … two hours.

6 A: Has Martin … been to Spain?
B: No. I don't think so.

7 A: Have you spoken to Matthew … ?
B: Yes. I phoned him last night.

8 A: Can you do the washing-up for me, please?
B: Don't worry. Mike has … done it.

9 A: Lucy has … been musical, hasn't she?
B: Yes, she started playing the piano when she was five years old.

10 A: Shall we go to that new restaurant tonight?
B: Yes. I have … been there. It's really nice.

11 A: Your dog's been barking … three hours!
B: I'm sorry. I'll take him inside.

12 A: Have you finished reading that bodk yet?
B: No. I've … started it.

3. Put the verbs in brackets into the present perfect or continuous, using short forms where appropriate.

1 A: How long ...*have you known*... (you/know) Alison?
B: We ... (be) friends since we were children.

2 A: Who … (use) the car?
B: I was. Is there a problem?

3 A: What are Andrew and David doing?
B: They … (work) in the garden for three hours.

4 A: Why is Sally upset?
B: She … (lose) her bag.

5 A: I … (always/believe) that exercise is good for you.

B: Of course, it's good to keep fit.

6 A: Emily … (teach) maths since she left university.
B: Yes, and she's a very good teacher, too.

7 A: Fred … (open) a new shop.
B: Really? Where is it?

8 A: This pie is delicious.
B: Is it? I … (not/taste) it yet.

9 A: Have you found your umbrella yet?
B: No, I … (look) for it for an hour now.

10 A: You look exhausted.
B: Well, I … (clean) the windows since 8 o'clock this morning.

11 A: Can I have some more lemonade, please?
B: Sorry, your brother … (just/drink) it all.

12 A: Have you got new neighbours?
B: Yes, they … (just/move) to the area.

4. Put the verbs in brackets into the present perfect or the present perfect continuous.

Dear Connie,

I hope you are enjoying yourself at university. I'm sure you 1)...*'ve been studying*... (study) hard. Everything is fine here at home. Billly 2) … (just/receive) his school report. It was bad, as usual. He 3) … (decide) to leave school next year and find a job. Fiona 4) … (go) to the gym every day for the past two weeks. She 5) … (try) to get in shape for the summer. She 6) … (already/plan) her holiday in the sun. Your father 7) … (sell) the old car and he 8) … (buy) a new one. It's lovely — much nicer than the old one.

Anyway, write soon.

Love, Mum

5. Fill in the gaps with have/has been (to) or have/has gone (to).

Jack: Hi, Jill. Where's Paul?

Jill: Oh, he 1) ...*has gone to*... London for a few days.

Jack: Really! I 2) … London recently. I came back yesterday. 3) … you … there?

Jill: No, I haven't. Paul 4) … twice before, though. Where's Sarah?

Jack: She 5) … Spain for two weeks with her parents. They 6) … there to visit some friends.

Jill: When is she coming back?

Jack: They'll all be back next weekend.

6. Choose the correct answer.

1 'What time does the train leave?'
'I think it ..*A*... at 2 o'clock.'
A leaves
B has been leaving
C has left

2 'Where are Tom and Pauline?'
They … e supermarket.'
A have just gone
B have been going
C go

3 What is Jill doing these days?'
She … for a job for six months.'
A is looking
B has been looking
C looks

4 Is Mandy watching TV?'
No. She … her homework right now.'
A is always doing
B is doing
C does

5 'Have you been for a walk?'
'Yes. I often … for walks in the evenings.'
A have gone
B am going
C go

6 'Have you seen any films lately?'
'Yes. Actually, I … two this week.'
A have seen
B am seeing
C see

7 'What … ?'
'It's a piece of cherry pie. Mum made it yesterday.'
A are you eating
B do you eat
C have you eaten

8 'Are you going on holiday this summer?'
'Yes. I … enough money.'
A am saving
B have already saved
C save

9 'Is Todd reading the newspaper?'
'No. He … dinner at the moment.'
A has been making
B makes
C is making

10 'Have you bought any new CDs recently?'
'Yes. Actually, I … two this week.'
A have bought
B have been buying
C am buying

11 'What time does the play start?'
'I think it … at 8 o'clock.'
A has been starting
B starts
C has started

12 'Where is Mark?'
'He … to the library to return some books.'
A has gone
B has been
C is going

13 'What … ?'
'It's a letter to my pen-friend. I'm telling her my news.'
A have'you written
B do you write
C are you writing

7. Underline the correct tense.

1. Liz and I are good friends. We **know/<u>have known</u>** each other for four years.
2. Sarah is very tired. She **has been working / is working** hard all day.
3. Where is John?' 'He's upstairs. He **does/is doing** his homework.'
4. I can't go to the party on Saturday. I **am leaving/ have been leaving** for Spain on Friday night.
5. Jane **has finished/is finishing** cleaning her room, and now she is going out with her friends.
6. I didn't recognise Tom. He **looks/is looking** so different in a suit.
7. I don't need to wash my car. Jim **washes/has washed** it for me already.
8. Ian **has been talking/is talking** to his boss for an hour now.
9. Claire's train **arrives/has arrived** at 3 o'clock. I must go and meet her at the station.
10. 'Would you like to borrow this book?' 'No, thanks. I **have read/have been reading** it before.'
11. 'Where **are you going/do you go**?' To the cinema. Would you like to come with me?'
12. Have you seen my bag? I **am searching/have been searching** for it all morning.
13. 'Is Colin here?' 'I don't know. I **haven't seen/ haven't been seeing** him all day.'
14. Sophie is very clever. She **is speaking/speaks** seven different languages.
15. We **are moving/have moved** house tomorrow. Everything is packed.

8. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 Who …*has been using* … (use) my toothbrush?
2 'What … (you/do)?' 'I … (write) a letter.'
3 Samantha … (play) tennis with friends every weekend.
4 Tim and Matilda … (be) married since 1991.
5 Uncle Bill … (just/decorate) the bathroom.
6 Pauline and Tom … (sing) in the school choir twice a week.
7 Who … (you/speak) to?
8 Sarah is very happy. She … (win) a poetry competition.
9 He … (drink) two cups of coffee this morning.
10 My friend … (live) in America at the moment.
11 They … (usually/change) jobs every five years.
12 I … (normally/cut) my hair myself.
13 Linda … (study) in the library for three hours.
14 We … (play) in a concert next weekend.
15 Who … (read) my diary?
16 Tim … (leave) the house at 7 o'clock every morning.
17 … (your mother/work) in a bank?
18 … (you/drink) coffee with your breakfast every day?
19 We … (make) plans for our summer holidays right now.
20 They… (move) house in September.

9. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 A: What ...*are you doing*... (you/do)?
B: Nothing. I … (just/finish) my lunch.
2 A: Where … (you/be) all morning?
B: I … (clean) my house since 8 o'clock.
3 A: … (you/do) anything next weekend?
B: No, I … (not/make) any plans yet.
4 A: Jane looks great. … (she/lose) weight?
B: Yes, she … (exercise) a lot recently.
5 A: … (be/you) busy right now?
B: Yes, I … (just/start) typing this report.
6 A: Where is Peter?
B: He … (wash) the car at the moment.
7 A: Who … (be) your favourite actor?

B: I … (like) Sean Connery since I was a child.

8 A: … (you/do) your homework yet?

B: Almost; I … (do) it now.

10. Put the verbs in brackets into the correct tense.

Dear Nick,

This is just a short note to tell you I 1) ...*'m arriving/arrive*... (arrive) at the airport at 5 pm on Saturday, 10th December. I 2) … (be) very busy recently, and that's why I 3) … (not/write) to you for a while. I 4) … (plan) this trip for months, so now I 5) … (look forward) to spending some time with you and your family. I 6) … (hope) you will be able to meet me at the airport. Please give my love to your wife and the children.

See you soon,
James

Past simple употребляется для выражения:

1. действий, произошедших в прошлом в определенное указанное время, то есть нам известно, когда эти действия произошли, They graduated four years ago. (Когда они закончили университет? Четыре года назад. Мы знаем время.)

2. повторяющихся в прошлом действий, которые более не происходят. В этом случае могут использоваться наречия частоты (always, often, usually и т.д.), He often played football with his dad when he was five. (Но теперь он уже не играет в футбол со своим отцом.) Then they ate with their friends.

3. действий, следовавших непосредственно одно за другим в прошлом.

They cooked the meal first.

4. Past simple употребляется также, когда речь идет о людях, которых уже нет в живых. Princess Diana visited a lot of schools.

Маркерами past simple являются: yesterday, last night / week / month / year I Monday и т.д., two days I weeks I months I years ago, then, when, in 1992 и т.д.

People used to dress differently in the past. Women used to wear long dresses. Did they use to carry parasols with them? Yes, they did. They didn't use to go out alone at night.

• **Used to** (+ основная форма глагола) употребляется для выражения привычных, повторявшихся в прошлом действий, которые сейчас уже не происходят. Эта конструкция не изменяется по лицам и числам. Например: Peter used to eat a lot of sweets. (= Peter doesn't eat many sweets any more.) Вопросы и отрицания строятся с помощью did / did not (didn't), подлежащего и глагола "use" без -d.

Например: Did Peter use to eat many sweets? Mary didn’t use to stay out late.

Вместо "used to" можно употреблять past simple, при этом смысл высказывания не изменяется. Например: She used to live in the countryside. = She lived in the countryside.

Отрицательные и вопросительные формы употребляются редко.

Past continuous употребляется для выражения:

1. временного действия, продолжавшегося в прошлом в момент, о котором мы говорим. Мы не знаем, когда началось и когда закончилось это действие, At three o'clock yesterday afternoon Mike and his son were washing the dog. (Мы не знаем, когда они начали и когда закончили мыть собаку.)

2. временного действия, продолжавшегося в прошлом (longer action) в момент, когда произошло другое действие (shorter action). Для выражения второго действия (snorter action) мы употребляем past simple, He was reading a newspaper when his wife came, (was reading = longer action: came = shorter action)

3. двух и более временных действий, одновременно продолжавшихся в прошлом. The people were watching while the cowboy was riding the bull.

4. Past continuous употребляется также для описания обстановки, на фоне которой происходили события рассказа (повествования). The sun was shining and the birds were singing. Tom was driving his old truck through the forest.

Маркерами past continuous являются: while, when, as, all day / night / morning и т.д.
when/while/as + past continuous (longer action) when + past simple (shorter action)

Past perfect употребляется:

1. для того, чтобы показать, что одно действие произошло раньше другого в прошлом. При этом то действие, которое произошло раньше, выражается past perfect simple, а случившееся позже - past simple,

They had done their homework before they went out to ptay yesterday afternoon. (=They did their homework first and then they went out to ptay.)

2. для выражения действий, которые произошли до указанного момента в прошлом,

She had watered all the flowers by five o'clock in the afternoon.
(=She had finished watering the flowers before five o'clock.)

3. как эквивалент present perfect simple в прошлом. То есть, past perfect simple употребляется для выражения действия, которое началось и закончилось в прошлом, а present perfect simple - для действия, которое началось в прошлом и продолжается (или только что закончилось) в настоящем. Например: Jill wasn't at home. She had gone out. (Тогда ее не было дома.) ЛИ isn 't at home. She has gone out. (Сечас ее нет дома.)

К маркерам past perfect simple относятся: before, after, already, just, till/until, when, by, by the time и т.д.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Put the verbs in brackets into the past simple or the past continuous. Which was the longer action in each sentence?

1. They ...*were cleaning*... (clean) the windows when it …*started*... (start) to rain.
Cleaning the windows was the longer action.
2. As he … (drive) to work, he … (remember) that his briefcase was still at home.
3. Melanie … (cook) dinner when her husband … (come) home.
4. I … (hear) a loud crash as I … (sit) in the garden.
5. She … (type) a letter when her boss … (arrive).
6. While the dog … (dig) in the garden, it … (find) a bone.
7. Mary … (ride) her bicycle when she … (notice) the tiny kitten.
8. While I … (do) my homework, the phone … (ring).

2. A policeman is asking Mrs Hutchinson about a car accident she happened to see yesterday. Put the verbs in brackets into the past simple or the past continuous.

P: What 1) ...*were you doing*... (you/do) when you 2) … (see) the accident, madam?
H: I … (walk) down the street.
P: What exactly 4) … (you/see)?
H: Well, the driver of the car 5)… (drive) down the road when suddenly the old man just 5) … (step) in front of him! It 6) … (be) terrible!
P: 8) … (the driver/speed)?
H: No, not really, but the old man 9) … (not/look) both ways before he ... (try) to cross the road.
P: 11) ... (anyone else/see) the accident?
H: Yes, the lady in the post office.
P: Thank you very much.

3. Put the verbs in brackets into the past simple or the past continuous.

A As soon as Margaret 1) ...*got*... (get) off the train, she 2) … (pull) her coat around her. Rain 3) … (fall) heavily and a cold wind 4) … (blow) across the platform. She 5) … (look) around, but no one 6)

… (wait) to meet her. She 7) … (turn) to leave when she 8) … (hear) footsteps. A man 9) … (walk) towards her. He 10) … (smile) at her, then he 11) … (say), 'You're finally here.'

B George 1) … (pick) up his bag then, 2) … (throw) it over his shoulder. It 3) … (get) dark and he 4) … (have) a long way to go. He wished that he had let someone know that he was coming. It 5) … (start) to rain, and he was feeling cold and tired from the long journey. Suddenly, he 6) … (hear) a noise, then he 7) … (see) two bright lights on the road ahead. A car 8) … (head) towards him. It slowed down and finally 9) … (stop) beside him. A man 10) … (sit) at the wheel. He 11) … (open) the door quickly and 12) … (say) 'Get in, George.'

C Andy 1) … (step) into the house and 2) … (close) the door behind him. Everything 3) … (be) quiet. His heart 4) … (beat) fast and his hands 5) … (shake) as he crept silently into the empty house, but he was trying not to panic. He soon 6) … (find) what he 7) … (look) for. He smiled with relief as he put on the clothes. The men who 8) … (follow) him would never recognise him now.

4. Imagine that you were present when these things happened, then, in pairs, ask and answer questions, as in the example.

SA: What were you doing when the burglar broke in?
SB: I was watching TV.
SA: What did you do?
SB: I called for help.

1 The burglar broke in.
2 The storm broke.
3 The lights went out.
4 The boat overturned.
5 The earthquake hit.
6 The building caught fire.

5. Rewrite each person's comment using used to or didn't use to.

1 Sally - 'I don't walk to work any more.'
I used to walk to work.
2 Gordon - 'I've got a dog now.'
3 Lisa - 'I don't eat junk food any more.'
4 Jane - 'I go to the gym every night now.'
5 Paul - 'I'm not shy any more.'
6 Edward - 'I live in a big house now.'
7 Helen - 'I haven't got long hair any more.'
8 Frank - 'I eat lots of vegetables now.'

6. Choose the correct answer.

1 'I find it hard to get up early.'
'You ...*3*... to getting up early once you start working.'
A are used
B will get used
C were used
2 'Do you often exercise now?'
'No, but I … to exercise a lot when I was at school.'
A used
B will get used
C am used
3 'Aren't you bothered by all that noise?'
'No, we … to noise. We live in the city centre.'
A were used
B will get used

C are used

4 'Does your sister travel a lot?'
'No, but she … to before she got married.'
A didn't use
B used
C wasn't used

5 'I don't like wearing a suit every day.'
'Don't worry, you … to it very soon.'
A are used
B will get used
C were used

6 'Sandra … to using a computer, but now she enjoys it.'
'It's a lot easier for her now.'
A isn't used
B will get used
C wasn't used

7 'Do you remember the things we … to do when we were kids?'
'Of course I do. How could I forget what fun we had!'
A used
B were used
C got used

8 'Do you like living in the city?'
'Well, I … to it yet, but it's okay.'
A am not used
B wasn't used
C am used

7. Fill in the gaps with one of the verbs from the list in the correct form. Use each verb twice.

wash, walk, play, work

1 I used to ...*work*... in a shop, but now I work in an office.
2 I can't concentrate. I'm not used to … in such a noisy office.
3 Tom lived in the country for years. He used to … miles every day.
4 I'm exhausted. I'm not used to … such long distances.
5 Mary used to … her clothes by hand, but now she uses a washing machine.
6 We haven't got a washing machine, so we're used to … our clothes by hand.
7 The children are bored with the bad weather. They're used to … outside.
8 When we were younger, we used to … cowboys and Indians.

8. Put the verbs in brackets into the past simple or the present perfect.

1. A: Do you know that man?
B: Oh yes. He's a very good friend of mine. I 1) ...*'ve known*... (know) him for about ten years.
A: I think I 2) … (meet) him at a business meeting last month.

2. A: Mum 1) … (lose) her purse.
B: Where 2) … (she/lose) it?
A: At the supermarket while she was shopping.

3. A: Who was on the telephone?
B: It 1) … (be) Jane.
A: Who is Jane?
B: Someone who 2) … (work) in my office for a few years. She's got a new job now, though.

4. A: Who is your favourite singer?
B: Freddie Mercury. He 1) … (have) a wonderful voice.
A: Yes, I agree. He 2) … (enjoy) performing live, too.

9. Fill in the gaps with one of the verbs from the list in the past perfect continuous.

read, scream, argue, try, eat, watch

1. Emily was angry. She ...*had been arguing*… with her parents for an hour.
2. Hannah felt sick. She … chocolates all afternoon.
3. Allan had a headache. His baby sister … for half an hour.
4. Emily was frightened. She … a horror film for half an hour.
5. Simon was confused. He … to win the game for hours.
6. John was very tired. He … all night.

10. Put the verbs in brackets into the correct past tense.

A: On Monday morning, Jo 1) ... *missed*... (miss) the bus and had to walk to school. When she 2) … (arrive), the bell 3) … (already/ring)', and lessons 4) … (start). The children 5) … (work) quietly when Jo 6) … (walk) into the'classroom.

B: When Jamie 1) … (get) to the party, a lot of people 2) … (dance) to pop music. Everyone 3) … (wear) jeans and T-shirts. Jamie 4) … (buy) a new suit for the party and he 5) … (wear) that. He 6) … (feel) quite silly because everyone 7) … (look) at him.

Future simple употребляется:

1. для обозначения будущих действий, которые, возможно, произойдут, а возможно, и нет, We'll visit Disney World one day.

2. для предсказаний будущих событий (predictions), Life will be better fifty years from now.

3. для выражения угроз или предупреждений (threats / warnings), Stop or I'll shoot.

4. для выражения обещаний (promises) и решений, принятых в момент речи (on-the-spot decisions), I'll help you with your homework.

5. с глаголами hope, think, believe, expect и т.п., с выражениями I'm sure, I'm afraid и т.п., а также с наречиями probably, perhaps и т.п. / think he will support me. He will probably go to work.

К маркерам future simple относятся: tomorrow, the day after tomorrow, next week I month / year, tonight, soon, in a week / month year и т.д.

ПРИМЕЧАНИЕ

Future simple не употребляется после слов while, before, until, as soon as, after, if и when в придаточных предложениях условия и времени. В таких случаях используется present simple. Например: I'll make a phone call while I wait for you. (А не:... whilo I will wait for you.) Please phone me when you finish work.

В дополнительных придаточных предложениях после "when" и "if" возможно употребление future simple. Например: I don't know when I if Helen will be back.

He is going to throw the ball.

Be going to употребляется для:

1. выражения заранее принятых планов и намерений на будущее,

Например: Bob is going to drive to Manchester tomorrow morning.

2. предсказаний, когда уже есть доказательства того, что они сбудутся в близком будущем. Например: Look at that tree. It is going to fall down.

We use the **future continuous**:

a) for an action which will be in progress at a stated for an action which will be future time. *This time next week, we'll be cruising round the islands.*

b) for an action which will definitely happen in the future as the result of a routine or arrangement. *Don't call Julie. I'll be seeing her later, so I'll pass the message on.*

c) when we ask politely about someone's plans for the near future (what we want to know is if our wishes fit in with their plans.) *Will you be using the photocopier for long?*
No. Why?
I need to make some photocopies.

We use the **future perfect**:

1. For an action which will be finished before a stated future time. *She will have delivered all the newspapers by 8 o'clock.*

2. The future perfect is used with the following time expressions: before, by, by then, by the time, until/till.

We use the **future perfect continuous**:

1. to emphasize the duration of an action up to a certain time in the future. *By the end of next month, she will have been teaching for twenty years.*

The future perfect continuous is used with: by... for.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Tanya Smirnoff is a famous astrologer. She's been invited on a TV show to give her astrological predictions for next year. Using the prompts below, make sentences, as in the example.
e.g. An eartyhquake will strike Asia.

1 earthquake/strike/Asia
2 Tom Murray/win/elections
3 economy/not improve/significantly
4 number of road accidents/increase
5 America/establish/colony/on Mars
6 scientists/not discover/cure for common cold

2. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the examples.

SA: Are you going to pay the bill?
SB: Yes, that's what I'm going to do.
SA: Are you going to complain to the manager?
SB: No, that's not what I'm going to do.

1. pay the bill (√)
2. complain to the manager (X)
3. take the skirt back to the shop (√)
4. buy the jumper (√)
5. ask the bank manager for a loan (X)
6. order the food (√)
7. book the airline tickets (X)

3. Fill in the gaps with the correct form of will or be going to and the verb in brackets.

1 A: Why are you buying flour and eggs?
B: Because I ...*'m going to make*... (make) a cake.
2 A: I have decided what to buy Mum for her birthday.
B: Really. What … (you/buy) for her?
3 A: Did you ask Jackie to the party?
B: Oh no! I forgot! I … (ask) her tonight.
4 A: Could I speak to Jim, please?
B: Wait a minute. I … (get) him for you.
5 A: What are your plans for the weekend?

B: I … (spend) some time with my friends.

6 A: What are you doing on Friday night?
B: Oh, I … (probably/stay) at home with my family.

7 A: Have you tidied your room yet?
B: No, but I promise I … (do) it this afternoon.

8 A: Look at that boy!
B: Oh yes! He … (climb) the tree.

9 A: Jason is very clever for his age.
B: Yes. He says he … (become) a doctor when he grows up.

10 A: I'm too tired to cut the grass.
B: Don't worry! I (cut) it for you.

4. Fill in the gaps with shall, will or the correct form of be going to.

1 A: It's too hot in here.
B: You're right. I ...*will*... open a window.

2 A: … I put the baby to bed, now?
B: Yes, he looks a little tired.

3 A: Have you seen Lucy recently?
B: No, but I … meet her for lunch later today.

4 A: Have you done the shopping yet?
B: No, but I … probably do it tomorrow, after work.

5 A: … we ask Mr Perkins for help with the project?
B: That's a good idea. Let's ask him now.

5. Replace the words in bold with will/won't or shall I/we, as in the example.

1 I've asked Paul to talk to the landlord, but he **refuses to** do it.
I've asked Paul to talk to the landlord, but he won't do it.

2 **Do you want me** to make a reservation for you?

3 **Can** you call Barry for me, please?

4 **Why don't we** try this new dish?

5 Where **do you want me** to put these flowers?

6. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the example.

SA: *When will you do the gardening?*
SB: *I'll do it after I've done the shopping.*

1 do the gardening / do the shopping
2 post the letters / buy the stamps
3 iron the clothes / tidy the bedroom
4 water the plants / make the bed
5 do your homework / have my dinner
6 pay the bills / take the car to the garage

7. Put the verbs in brackets into the present simple or the future simple.

1 A: I'm going to the gym tonight.
B: Well, while you ...*are*... (be) there, I … (do) the shopping.

2 A: … (you/call) me when you … (get) home?
B: Yes, of course.

3 A: As soon as John … (come) in, tell him to come to my office.
B: Certainly, sir.

4 A: I'm exhausted.
B: Me too. I wonder if David … (come) to help tonight.

5 A: Are you going to visit Aunt Mabel this afternoon?

B: Yes, I ... (visit) her before I … (do) the shopping.

6 A: Is George going to eat dinner with us?
B: No, by the time he … (get) home it … (be) very late.

7 A: When … (you/pay) the rent?
B: When I … (get) my pay cheque.

8 A: What are your plans for the future?
B: I want to go to university after I … (finish) school.

9 A: If you … (pay) for dinner, I … (pay) for the theatre.
B: Okay, that's a good idea.

10 A: Can you give this message to Mike, please?
B: Well, I'll try, but I doubt if I … (see) him today.

8. Put the verbs in brackets into the future simple, the present simple or the present continuous.

1 A: I ...*am seeing*... (see) Roger at seven o'clock tonight.
B: Really? I thought he was out of town.

2 A: … (you/do) anything on Friday morning?
B: No, I'm free.

3 A: I … (go) to the cinema. There's a new film on. Do you want to come with me?
B: What time … (the film/start)?

4 A: Helen … (have) a party the day after tomorrow. … (you/go)?
B: As a matter of fact, I haven't been invited.

5 A: The new exhibition … (open) on April 3rd and … (finish) on May 31st.
B: I know. I … (go) on the first day.

6 A: Aunt Maggie … (come) to visit us tomorrow.
B: I know. What time … (she/arrive)?

7 A: Excuse me, what time … (the train/leave)?
B: At half past three, madam.

8 A: Michael Jackson … (give) a concert at the Olympic Stadium next week.
B: I know. I … (want) to get a ticket.

9 A: I'm really thirsty.
B: I … (get) you a glass of water.

10 A: Are you looking forward to your party?
B: Yes. I hope everyone … (enjoy) it.

11 A: How old is your sister?
B: She .. (be) twelve next month.

12 A: What are you doing tonight?
B: I … (probably/watch) TV after dinner.

9. A) Cliff Turner has his own business and it is doing well. He has already decided to expand. Look at the prompts and say what he is going to do, as in the example.

1. employ more staff

He's going to employ more staff.

2. advertise in newspapers and magazines
3. equip the office with computers
4. increase production
5. move to bigger premises
6. open an office abroad

B) Cliff is always busy. Look at his schedule and say what his arrangements are for the next few days. Make sentences, as in the example.

Wednesday 12th: fly to Montreal

He is flying to Montreal on Wednesday.
Thursday 13th: give an interview to The Financial Times
Friday 14th: have lunch with sales representatives
Saturday 15th: have a meeting with Japanese ambassador
Sunday 16th: play tennis with Carol

10. ln Pairs, ask and answer the following questions using I (don't) think/expect I will or I hope /'m sure/'m afraid I will/won't, as in the example.
SA: *Do you think you will pass your exams?*
SB: *I hope I will/I'm afraid I won't.*
1 pass/exams
2 move house
3 take up / new hobby
4 make / new friends
5 start having music lessons
6 have / party on / birthday
7 learn/drive

ТЕМА 3. Социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир)

Тематика общения:

1. Екатеринбург – столица Урала.
2. Общее и различное в национальных культурах.

Проблематика общения:

1. Мой родной город.
2. Традиции и обычаи стран изучаемого языка.
3. Достопримечательности стран изучаемого языка.

3.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My town

a building – здание
downtown – деловой центр города
town outskirts – окраина города
a road – дорога
an avenue – проспект
a pavement/a sidewalk - тротуар
a pedestrian – пешеход
a pedestrian crossing – пешеходный переход
traffic lights – светофор
a road sign – дорожный знак
a corner – угол
a school - школа
a kindergarten – детский сад
a university - университет
an institute – институт
an embassy - посольство
a hospital - больница
a shop/a store/a shopping centre/a supermarket – магазин, супермаркет
a department store – универмаг
a shopping mall/centre – торговый центр
a food market – продуктовый рынок
a greengrocery – фруктово-овощной магазин
a chemist's/a pharmacy/a drugstore - аптека
a beauty salon – салон красоты
a hairdressing salon/a hairdresser's - парикмахерская
a dental clinic/a dentist's – стоматологическая клиника
a vet clinic – ветеринарная клиника
a laundry – прачечная
a dry-cleaner's – химчистка
a post-office – почтовое отделение
a bank – банк
a cash machine/a cash dispenser - банкомат
a library – библиотека
a sight/a place of interest - достопримечательность
a museum – музей
a picture gallery – картинная галерея
a park – парк
a fountain – фонтан
a square – площадь
a monument/a statue – памятник/статуя
a river bank – набережная реки

a beach – пляж
a bay - залив
a café – кафе
a restaurant – ресторан
a nightclub – ночной клуб
a zoo - зоопарк
a cinema/a movie theatre - кинотеатр
a theatre – театр
a circus - цирк
a castle - замок
a church – церковь
a cathedral – собор
a mosque - мечеть
a hotel – отель, гостиница
a newsagent's – газетный киоск
a railway station – железнодорожный вокзал
a bus station - автовокзал
a bus stop – автобусная остановка
an underground (metro, subway, tube) station – станция метро
a stadium – стадион
a swimming-pool – плавательный бассейн
a health club/a fitness club/a gym – тренажерный зал, фитнесс клуб
a playground – игровая детская площадка
a plant/a factory – завод/фабрика
a police station – полицейский участок
a gas station/a petrol station – заправочная автостанция, бензоколонка
a car park/a parking lot - автостоянка
an airport - аэропорт
a block of flats – многоквартирный дом
an office block – офисное здание
a skyscraper - небоскреб
a bridge – мост
an arch – арка
a litter bin/a trash can – урна
a public toilet – общественный туалет
a bench - скамья

3.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

Ekaterinburg – an Industrial Centre

Ekaterinburg is one of the leading industrial centres of Russia. There are over 200 industrial enterprises of all-Russia importance in it. The key industry is machine-building. The plants of our city produce walking excavators, electric motors, turbines, various equipment for industrial enterprises.

During the Great Patriotic War Sverdlovsk plants supplied the front with arms and munitions and delivered various machinery for restoration of Donbass collieries and industrial enterprises of the Ukraine.

The biggest plants of our city are the Urals Heavy Machine Building Plant (the Uralmash), the Urals Electrical Engineering Plant (Uralelectrotyazhmash), the Torbomotorny Works (TMZ), the Chemical Machinery Building Works (Chimmash), the Verkh Iset Metallurgical Works (VIZ) and many others.

The Urals Heavy Machinery Building Plant was built in the years of the first five-year plan period. It has begun to turn out production in 1933. The machines and equipment produced by the Uralmash have laid the foundation for the home iron and steel, mining and oil industries. The plant

produces walking excavators and draglines, drilling rigs for boring super-deep holes, crushing and milling equipment for concentrators. The plant also produces rolling-mills, highly efficient equipment for blast furnaces, powerful hydraulic presses and other machines. The trade mark of the Uralmash is well-known all over the world.

The Electrical Engineering plant was put into operation in 1934. At the present time it is a great complex of heavy electrical machine-building. It produces powerful hydrogenerators, transformers, air and oil switches, rectifiers & other electrical equipment. Besides, it is one of the main producers of high-voltage machinery.

The Turbo-Motorny Works produces turbines & diesel motors for powerful trucks. The turbines manufactured by this plant are widely known not only in our country, but also abroad. The plant turned out its first turbines in 1941.

The Urals Chemical Works, the greatest plant in the country, produces machinery for the chemical industry. It also produces vacuum- filters used in different branches of oil industry.

The Verkh-Iset Metallurgical Works the oldest industrial enterprise in Ekaterinburg is now the chief producer of high grade transformer steel in the country.

Now complex mechanization & automation of production processes are being used at all industrial enterprises of Ekaterinburg. Its plants make great contribution to the development of our country's national economy.

The History of Ekaterinburg

The famous Soviet poet V. Mayakovsky called out city "A Worker and a Fighter" and these words most fully reflect the features of Ekaterinburg.

Ekaterinburg is nowadays one of the leading industrial cities of Russia, an administrative & cultural centre of the Sverdlovsk region. It is the capital of the Urals.

Ekaterinburg has sprung up in the upper reaches of the Iset River in the middle part of the Urals Mountains near the border of Europe and Asia. It stretches from North to South for 25 km. and 15 km. from East to West.

The history of our city is very interesting. It was founded at the beginning of the XVIII century as a fortress-factory in connection with the construction of the Urals iron works. The works was constructed under the supervision of Tatishchev, a mining engineer, who was sent to the Urals by Peter the first. It was put into operation in November 1723. This date is considered to be the date of the birthday of city. It was named Ekaterinburg. On the place of the first works there is the Historical Square now.

The town grew and developed as the centre of an important mining area where the mining administration office was located. Ekaterinburg was an ordinary provincial town like many others in Russia before the October Revolution. It had only one theatre, four hospitals, one mining school and not a single higher school.

At the end of the XIX century Ekaterinburg became one of the centres of the revolutionary struggle. Many squares, streets and houses of the city keep the memory of the revolutionary events and the Civil War in the Urals. They are: the 1905 Square, a traditional place of the revolutionary demonstrations of the working people, the rocks "Kamenniye Palatki", a memorial park now, which was the place of illegal meetings of Ekaterinburg workers, the Opera House where the Soviet power was proclaimed in November 8, 1917 and many others.

Ekaterinburg is closely connected with the life and activities of many famous people. Here Y.M. Sverdlov, the leader of the Urals Party organization before the Revolution and the first President of the Soviet state, carried out his revolutionary work. In 1924 Ekaterinburg was renamed in his memory.

The name of such a famous scientist and inventor of the radio as Popov, and the names of such writers as Mamin-Sibiriyak and Bazhov are also connected with Ekaterinburg.

After the October Socialist Revolution the town has changed beyond recognition. It grew quickly in the years of the first five-year plan periods. Nowadays our city is constantly growing and

developing. Modern Ekaterinburg is a city of wide straight streets, multistoried blocks of flats, big shops, beautiful palaces of culture, cinemas, fine parks and squares.

The centre of the city is 1905 Square with the monument to V.I. Lenin and the building of the City Soviet. The main street is Lenin Avenue. The total area of the city is over 400 sq. km. The population is about two million.

In connection with its 250th anniversary and for its outstanding achievements in the development of the national economy of our country Ekaterinburg was awarded the Order of Lenin.

Ekaterinburg – a Center of Science & Education

Ekaterinburg is one of the largest & most important centers of science & education in our country. The city has 15 higher schools. The oldest of them are the Mining & the Polytechnical Institutes, the Urals State University founded in 1920, the Medical & Pedagogical & many others. Ekaterinburg higher schools train specialists for practically all branches of industry, economy, education & science. The city has a student population of about 80 thousand. Besides, there are many secondary and vocational schools and over 50 technical schools (colleges). The oldest of them is the Mining Metallurgical College named after Polzunov, founded in 1847.

Much important scientific research work is carried on in Ekaterinburg. The Urals Branch of Sciences, now called the Urals Scientific Centre (UNZ), was founded in 1932. Its first chairman was the famous Soviet scientist, mineralogist and geochemist A.E. Fersman. UNZ is the main centre of scientific work now. It contains nine institutes which solve the most important theoretical and practical problems in the field of geology, mining, metallurgy, biology, economy and others.

The city has more than 120 research and designing institutions, among them Uralmechanobr, Unipromed, Nipigormash and others. It is worth mentioning that important scientific and research work is also carried on in educational establishments and at the industrial enterprises of the city, such as the Uralmash, Uralelectrotyazmash and others.

Thousands of research workers, among them 5 academicians, 10 Corresponding members of the Russian Academy of Sciences, many Doctors and Masters of Science are engaged in scientific and research work. Ekaterinburg has contributed greatly to the development of Russian science.

Ekaterinburg - a Cultural Centre

Ekaterinburg is not only an industrial and educational, but also a large cultural centre. There is a lot to be seen in the city. There are many theatres, cinemas, museums, clubs, libraries, palaces of culture, the Art Gallery and the Circus in it.

The Art Gallery houses a splendid collection of paintings of Russian and Soviet artists such as Repin, Polenov, Levitan, Perov, Slusarev, Burak, Pimenov and many others. Here you will see one of the world famous collections of metal castings made in Kasli and especially a cast Iron pavilion. It was shown in Paris at the World Exhibition and awarded the Highest Prize.

Ekaterinburg is famous for its theaters. They are the Opera & Ballet House, the Drama Theatre, the Musical Comedy, the Children's and Puppet Theatres, the Cinema and Concert Hall "Cosmos". The Opera House was built in 1912. Many famous singers such as S. Lemeshev, I. Koslovsky, I. Arkhipova, B. Shtokolov and many others sang in that theatre. Ekaterinburg has a Philharmonic Society, film and television studios, the Urals Russian Folk Choir which is well known both at home and abroad.

There are many museums in the city: the Museum of Local Studies, the Sverdlov Museum, the Museum of Mamin-Sibiriyak, the Bazhov Museum, the Museum of Architecture. But the Urals Geological Museum is the most famous one. It is a real treasure-house of the Urals riches. The museum was opened in 1937.

Ekaterinburg is a green city with its squares, gardens and parks. The largest and the best of the parks is the Central Park of Culture and Rest. The Central Square of the City is the 1905 Square. Besides, there are some others: the Labor Square, one of the oldest of the city, located in front of the House of Trade Unions, the Komsomolskaya Square with the monument to the Urals Komsomol, the Paris Commune Square with the monument to Y.M. Sverdlov.

There are lots of monuments in the city. They are: the monument dedicated to the students and teachers of the Urals Polytechnical Institute who perished in the Great Patriotic War, the monument to the Urals Tank Corps, the monuments to Bazhov, Popov, Ordjonikidze, Malishev and many others.

There are a lot of places of interest in our city. Any visitor who comes to our city is invited to take sightseeing around it. We will be shown the historical places such as the rocks "Kamenniye Palatki", the Pupils' Creation Palace, the Historical Square, the 1905 Square.

There are several memorials to those who gave their lives in the struggle against fascism, the obelisk in the Square of Communards with the eternal flame. Such famous places of interest at the city pond with granite-lined embankment, the Palace of Youth, the lake Shartash, the Uktus Mountains and some others are most popular with the citizens of Ekaterinburg as well as with its visitors.

Ekaterinburg is a city of sports. There are a lot of sports grounds, stadiums, sports halls and a beautiful Palace of Sport in it. Ekaterinburg is often called the Winter Sports Capital. All sorts of important skiing & skating events are held in the Uktus Mountains.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland (the UK) occupies most of the territory of the British Isles. It consists of four main parts: England, Scotland, Wales and Northern Ireland. London is the capital of England. Edinburgh is the capital of Scotland, Cardiff— of Wales and Belfast — of Northern Ireland. The UK is a small country with an area of some 244,100 square kilometres. It occupies only 0.2 per cent of the world's land surface. It is washed by the Atlantic Ocean in the north-west, north and south-west and separated from Europe by the Severn, but the most important waterway is the Thames.

The climate is moderate and mild. But the weather is very changeable. The population of the United Kingdom is over 57 million people. Foreigners often call British people "English", but the Scots, the Irish and the Welsh do not consider themselves to be English. The English are Anglo-Saxon in origin, but the Welsh, the Scots and the Irish are Celts, descendants of the ancient people, who crossed over from Europe centuries before the Norman Invasion. It was this people, whom the Germanic Angles and Saxons conquered in the 5th and 6th centuries AD. These Germanic conquerors gave England its name — "Angle" land. They were conquered in their turn by the Norman French, when William the Conqueror of Normandy landed near Hastings in 1066. It was from the union of Norman conquerors and the defeated Anglo-Saxons that the English people and the English language were born. The official language of the United Kingdom is English. But in western Scotland some people still speak Gaelic, and in northern and central parts of Wales people often speak Welsh.

The UK is a highly developed industrial country. It is known as one of the world's largest producers and exporters of machinery, electronics, textile, aircraft, and navigation equipment. One of the chief industries of the country is shipbuilding.

The UK is a constitutional monarchy. In law, Head of the State is Queen. In practice, the country is ruled by the elected government with the Prime Minister at the head. The British Parliament consists of two chambers: the House of Lords and the House of Commons. There are three main political parties in Great Britain: the Labour, the Conservative and the Liberal parties. The flag of the United Kingdom, known as the Union Jack, is made up of three crosses. The big red cross is the cross of Saint George, the patron saint of England. The white cross is the cross of Saint Andrew, the patron saint of Scotland. The red diagonal cross is the cross of Saint Patrick, the patron saint of Ireland.

The United Kingdom has a long and exciting history and a lot of traditions and customs. The favorite topic of conversation is weather. The English like to drink tea at 5 o'clock. There are a lot of high daysin Great Britain. They celebrate Good Friday, Christmastide, Christmas, Valentine`s day and many others. It is considered this nation is the most conservative in Europe because people attach greater importance to traditions; they are proud of them and keep them up. The best examples are their money system, queen, their measures and weights. The English never throw away old things and don't like to have changes.

Great Britain is a country of strong attraction for tourists. There are both ancient and modern

monuments. For example: Hadrian Wall and Stonehenge, York Cathedral and Durham castle. It is no doubt London is the most popular place for visiting because there are a lot of sightseeing like the Houses of Parliament, Buckingham Palace, London Bridge, St Paul's Cathedral, Westminster Abbey, the Tower of London. Also you can see the famous Tower Clock Big Ben which is considered to be the symbol of London. Big Ben strikes every quarter of an hour. You will definitely admire Buckingham Palace. It's the residence of the royal family. The capital is famous for its beautiful parks: Hyde Park, Regent's Park. The last one is the home of London Zoo.

3.3 Систематизация грамматического материала:

1. Модальные глаголы и их эквиваленты.
2. Образование видовременных форм глагола в пассивном залоге.
3. Основные сведения о согласовании времён, прямая и косвенная речь.

Модальные глаголы

Глаголы	**Значение**	**Примеры**
CAN	физическая или умственная возможность/умение	I can swim very well. – Я очень хорошо умею плавать.
	возможность	You can go now. — Ты можешь идти сейчас.You cannot play football in the street. – На улице нельзя играть в футбол.
	вероятность	They can arrive any time. – Они могут приехать в любой момент.
	удивление	Can he have said that? – Неужели он это сказал?
	сомнение, недоверчивость	She can't be waiting for us now. – Не может быть, чтобы она сейчас нас ждала.
	разрешение	Can we go home? — Нам можно пойти домой?
	вежливая просьба	Could you tell me what time it is now? – Не могли бы вы подсказать, который сейчас час?
MAY	разрешение	May I borrow your book? – Я могу одолжить у тебя книгу?
	предположение	She may not come. – Она, возможно, не придет.
	возможность	In the museum you may see many interesting things. – В музее вы можете увидеть много интересных вещей.
	упрек – только **MIGHT (+ perfect infinitive)**	You might have told me that. – Ты мог бы мне это сказать.
MUST	обязательство, необходимость	He must work. He must earn money. – Он должен работать. Он должен зарабатывать деньги.
	вероятность (сильная степень)	He must be sick. — Он, должно быть, заболел.
	запрет	Tourists must not feed animals in the zoo. — Туристы не должны кормить животных в зоопарке.
SHOULD OUGHT TO	моральное долженствование	You ought to be polite. – Вы должны быть любезными.
	совет	You should see a doctor. – Вам следует сходить к врачу.
	упрек, запрет	You should have taken the umbrella. – Тебе следовало взять с собой зонт.
SHALL	указ, обязанность	These rules shall apply in all circumstances. – Эти правила будут действовать при любых

		обстоятельствах.
	угроза	You shall suffer. — Ты будешь страдать.
	просьба об указании	Shall I open the window? – Мне открыть окно?
WILL	готовность, нежелание/отказ	The door won't open. — Дверь не открывается.
	вежливая просьба	Will you go with me? – Ты сможешь пойти со мной?
WOULD	готовность, нежелание/отказ	He would not answer this question. – Он не будет отвечать на этот вопрос.
	вежливая просьба	Would you please come with me? — Не могли бы вы пройти со мной.
	повторяющееся/привычное действие	We would talk for hours. – Мы беседовали часами.
NEED	необходимость	Do you need to work so hard? – Тебе надо столько работать?
NEEDN'T	отсутствие необходимости	She needn't go there. — Ей не нужно туда идти.
DARE	Посметь	How dare you say that? – Как ты смеешь такое говорить?

Модальные единицы эквивалентного типа		
to be able (to) = can	Возможность соверш-я конкрет-го дей-ия в опред. момент	She **was able** to change the situation then. (Она тогда была в состоянии (могла) изменить ситуацию).
to be allowed (to) = may	Возмож-ть совер-ия дей-ия в наст.-м, прош-ом или буд-ем + оттенок разрешения	My sister **is allowed to** play outdoors. (Моей сестре разрешается играть на улице).
to have (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом или буд-ем при опред-х об-вах	They **will have to** set up in business soon. (Им вскоре придется открыть свое дело).
to be (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом при наличии опред. планов, распис-ий и т.д.	We **are to** send Nick about his business. (Мы должны (= планируем) выпроводить Ника

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Rephrase the following sentences using must, mustn't, needn't, has to or doesn't have to.

1 **You aren't allowed** to park your car in the college car park.

...You mustn't park your car in the college car park...

2 **I strongly advise** you to speak to your parents about your decision.

3 **It isn't necessary** for Emma to attend tomorrow's staff meeting.

4 **Jack is obliged** to wear a suit and a tie at work because the manager says so.

5 **I'm sure** Antonio is from Milan.

6 **It's necessary** for Roger to find a job soon.

7 **It's forbidden** to use mobile phones inside the hospital.

8 Susan **is obliged to** work overtime because her boss says so.

2. Rephrase the following sentences using didn't need to or needn't have done.

1 It wasn't necessary for him to wash the car. It wasn't dirty.

…He didn't need to wash the car…

2 It wasn't necessary for her to buy so many oranges, but she did.

3 It wasn't necessary for us to take an umbrella. It wasn't raining.

4 It wasn't necessary for us to turn on the light. It wasn't dark.

5 It wasn't necessary for him to call me today, but he did.
6 It wasn't necessary for you to make sandwiches for me, but you did.
7 It wasn't necessary for them to make reservations at the restaurant, but they did.

3. Rewrite the sentences using the word in bold.

1 It isn't necessary for Mark to buy new clothes for the reception.
need ...*Mark doesn't need to/needn't buy new clothes for the reception…*
2 You aren't allowed to pick these flowers. **must**
3 Sarah is obliged to type her compositions at university. **has**
4 It wasn't necessary for Paula to make the beds. **need**
5 It is your duty to obey the law. **must**
6 It wasn't necessary for Bob to wait for me, but he did. **need**
7 It is forbidden to throw litter on the beach. **must**
8 I'm sure Ronald is at home. **must**
9 It wasn't necessary for Alice to bake a cake for the party. **need**
10 It wasn't necessary for George to stay at work late last night, but he did. **have**

4. Fill in the gaps with an appropriate modal verb.

1 A: ... *May/Can/Could*... I borrow your pen, please?
B: No, you … .I'm using it.
2 A: I'm bored. What shall we do?
B: We … go for a walk.
A: No, we … because it's raining.
B: Let's watch a video, then.
3 A: My parents told me I … go to the party tonight.
B: Never mind, I … go either. We … stay at home together, though.
4 A: Sir, … .I speak to you for a moment, please?
B: Certainly, but later today; I'm busy now.
5 A: Excuse me?
B: Yes?
A: … you tell me where the post office is, please?
B: Certainly. It's on the main road, next to the school.
6 A: Is anyone sitting on that chair?
B: No, you … take it if you want to.

5. Choose the correct answer.

1 " Todd was a very talented child.'
I know. He ..*B*... play the piano well when he was seven.'
A couldn't B could C can
2 I've just taken a loaf out of the oven.
Oh, that's why I … smell fresh bread when I came home.
A was able to B can't C could
3 'How was the test?'
Easy. All the children … pass it.'
A were able to B could C can't
4 What are you doing this summer?'
'I hope I'll … go on holiday with my friends.'
A could B be able to C can

6 Rewrite the sentences using the words in bold.

1 Do you mind if I leave the door open for a while?
can ...*Can I leave the door open for a while?*...

2 You're obliged to take notes during the lecture. **have**
3 I'm sorry, but you aren't allowed to enter this room. **must**
4 Jack managed to unlock the door. **able**
5 It wasn't necessary for Ann to cook dinner, but she did. **need**
6 Let's play a game of chess. **could**
7 I'm certain Sarah is bored with her work. **must**
8 I strongly advise you to take up sport. **must**
9 I'm certain Liz isn't interested in your ideas. **can**
10 You may take the car tonight if you want. **can**

7. Study the situations and respond to each one using an appropriate modal verb.

1 You want to go on holiday with your friends this year. Ask your parents for **permission.**
...Can I go on holiday with my friends this year?...
2 You are at a job interview. You type fast, you use computers and you speak two foreign languages. Tell the interviewer about your **abilities**.
3 Your brother is trying to decide what to buy your mother for her birthday. You **suggest** a box of chocolates.
4 Your jacket is dirty and you want to wear it next week. It is **necessary** to take it to the dry cleaner's.
5 You want to have a day off work next week. Ask for your boss' **permission.**
6 You are in the car with your uncle. It's hot and you want him to open the window. Make a **request.**
7 Your mother is going to the shops. She asks you if you want anything. You tell her it **isn't necessary** to get anything for you.

8. Complete the sentences using must or can't.

1 I'm certain they go to bed early on Sunday nights. They …*must go to bed early on Sunday nights…*
2 I'm sure John didn't stay late at the office. John **...***can't have stayed late at the office…*
3 I'm certain he hasn't arrived yet. He …
4 I'm certain they are working together. They …
5 I'm sure Amy hasn't finished her homework. Amy …
6 I'm certain she was having a bath when I rang. She …
7 I'm sure he hasn't won the prize. He …
8 I'm sure she is looking for a new house. She …
9 I'm certain Paul didn't invite Linda to the party. Paul …
10 I'm certain you have been planning the project. You …
11 I'm sure she was writing a letter. She …
12 I'm certain they hadn't paid the bill. They …
13 I'm sure he had been fixing the pipe. He …

9. Rephrase the following sentences in as many ways as possible.

1 Perhaps Laura has left the phone off the hook. ***...****Laura may/might/could have left the phone off the hook…*
2 Surgeons are obliged to scrub their hands before operating on patients.
3 Do you mind if I open the window?
4 It wasn't necessary for Peter to wash the dog, so he didn't.
5 Emily managed to reach the top shelf, even though she didn't have a ladder.
6 It's forbidden to copy files without the manager's permission.
7 Why don't we spend this evening at home?
8 I'm certain Patrick misunderstood my instructions.
9 I'm sure Helen didn't know about her surprise party.

10. Rephrase the following sentences in as many ways as possible.

1 Perhaps they are at work.

They ...*may/might/could be at work*…

2 Perhaps he is waiting outside. He …

3 It's possible she will work late tonight. She …

4 It's likely he was driving too fast. He …

5 It's possible they made a mistake. They …

6 Perhaps he has missed the bus. He …

7 It's possible she has been playing in the snow. She …

8 It's likely we will be leaving tomorrow. We …

9 It's likely he will stay there. He …

10 Perhaps she had been trying to call you. She …

11 It's likely they had seen the film already. They …

12 It's possible he is studying in the library. He …

Страдательный залог (Passive Voice)

образуется при помощи вспомогательного глагола to be в соответствующем времени, лице и числе и причастия прошедшего времени смысл. глагола – Participle II (III –я форма или ed-форма).

В страдательном залоге не употребляются:

1) Непереходные глаголы, т.к. при них нет объекта, который испытывал бы воздействие, то есть нет прямых дополнений которые могли бы стать подлежащими при глаголе в форме Passive.

Переходными в англ. языке называются глаголы, после которых в действительном залоге следует прямое дополнение; в русском языке это дополнение, отвечающее на вопросы винительного падежа – кого? что?: to build строить, to see видеть, to take брать, to open открывать и т.п.

Непереходными глаголами называются такие глаголы, которые не требуют после себя прямого дополнения: to live жить, to come приходить, to fly летать, cry плакать и др.

2) Глаголы-связки: be – быть, become – становиться/стать.

3) Модальные глаголы.

4) Некоторые переходные глаголы не могут использоваться в страдательном залоге. В большинстве случаев это глаголы состояния, такие как:

to fit годиться, быть впору to have иметь to lack не хватать, недоставать to like нравиться
to resemble напоминать, быть похожим to suit годиться, подходить и др.

При изменении глагола из действительного в страдательный залог меняется вся конструкция предложения:

- дополнение предложения в Active становится подлежащим предложения в Passive;
- подлежащее предложения в Active становится предложным дополнением, которое вводится предлогом by или вовсе опускается;
- сказуемое в форме Active становится сказуемым в форме Passive.

Особенности употребления форм Passive:

1. Форма Future Continuous не употребляется в Passive, вместо нее употребляется Future Indefinite:

At ten o'clock this morning Nick will be writing the letter. –At ten o'clock this morning the letter will be written by Nick.

2. В Passive нет форм Perfect Continuous, поэтому в тех случаях, когда нужно передать в Passive действие, начавшееся до какого-то момента и продолжающееся вплоть до этого момента, употребляются формы Perfect:

He has been writing the story for three months. The story has been written by him for three months.

3. Для краткости, во избежание сложных форм, формы Indefinite (Present, Past, Future) часто употребляются вместо форм Perfect и Continuous, как в повседневной речи так и в художественной литературе. Формы Perfect и Continuous чаще употребляются в научной литературе и технический инструкциях.

This letter has been written by Bill. (Present Perfect)

This letter is written by Bill. (Present Indefinite – более употребительно)

Apples are being sold in this shop. (Present Continuous)

Apples are sold in this shop. (Present Indefinite – более употребительно)

4. Если несколько однотипных действий относятся к одному подлежащему, то вспомогательные глаголы обычно употребляются только перед первым действием, например: The new course will be sold in shops and ordered by post.

Прямой пассив (The Direct Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует прямому дополнению предложения в Active. Прямой пассив образуется от большинства переходных глаголов.

I gave him a book. Я дал ему книгу. A book was given to him. Ему дали книгу. (или Книга была дана ему)

The thief stole my watch yesterday. Вор украл мои часы вчера.

My watch was stolen yesterday. Мои часы были украдены вчера.

В английском языке имеется ряд переходных глаголов, которые соответствуют непереходным глаголам в русском языке. В английском они могут употребляться в прямом пассиве, а в русском – нет. Это:to answer отвечать кому-л.

to believe верить кому-л. to enter входить (в) to follow следовать (за) to help помогать кому-л.

to influence влиять (на) to join присоединяться to need нуждаться to watch наблюдать (за)

Так как соответствующие русские глаголы, являясь непереходными, не могут употребляться в страдательном залоге, то они переводятся на русский язык глаголами в действительном залоге:

Winter is followed by spring.

А при отсутствии дополнения с предлогом by переводятся неопределенно-личными предложениями: Your help is needed.

Косвенный пассив (The Indirect Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует косвенному дополнению предложения в Active. Она возможна только с глаголами, которые могут иметь и прямое и косвенное дополнения в действительном залоге. Прямое дополнение обычно означает предмет (что?), а косвенное – лицо (кому?).

С такими глаголами в действительном залоге можно образовать две конструкции:

а) глагол + косвенное дополнение + прямое дополнение;

б) глагол + прямое дополнение + предлог + косвенное дополнение:

а) They sent Ann an invitation.- Они послали Анне приглашение.

б) They sent an invitation to Ann. - Они послали приглашение Анне.

В страдательном залоге с ними также можно образовать две конструкции – прямой и косвенный пассив, в зависимости от того, какое дополнение становится подлежащим предложения в Passive. К этим глаголам относятся:to bring приносить

to buy покупать to give давать to invite приглашать to leave оставлять

to lend одалживать to offer предлагать to order приказывать to pay платить

to promise обещать to sell продавать to send посылать to show показывать

to teach учить to tell сказать и др.

Например: Tom gave Mary a book. Том дал Мэри книгу.

Mary was given a book. Мэри дали книгу. (косвенный пассив – более употребителен)

A book was given to Mary. Книгу дали Мэри. (прямой пассив – менее употребителен)

Выбор между прямым или косвенным пассивом зависит от смыслового акцента, вкладываемого в последние, наиболее значимые, слова фразы:

John was offered a good job. (косвенный пассив) Джону предложили хорошую работу.

The job was offered to John. (прямой пассив) Работу предложили Джону.

Глагол to ask спрашивать образует только одну пассивную конструкцию – ту, в которой подлежащим является дополнение, обозначающее лицо (косвенный пассив):

He was asked a lot of questions. Ему задали много вопросов.

Косвенный пассив невозможен с некоторыми глаголами, требующими косвенного дополнения (кому?) с предлогом to. Такое косвенное дополнение не может быть подлежащим в Passive, поэтому в страдательном залоге возможна только одна конструкция – прямой пассив, то есть вариант: Что? объяснили, предложили, повторили…Кому? Это глаголы:to address адресовать

to describe описывать to dictate диктовать to explain объяснять to mention упоминать

to propose предлагать to repeat повторять to suggest предлагать to write писать и др.

Например: The teacher explained the rule to the pupils. – Учитель объяснил правило ученикам. The rule was explained to the pupils. – Правило объяснили ученикам. (Not: The pupils was explained…)

Употребление Страдательного залога

В английском языке, как и в русском, страдательный залог употр. для того чтобы:

1. Обойтись без упоминания исполнителя действия (70% случаев употребления Passive) в тех случаях когда:

а) Исполнитель неизвестен или его не хотят упоминать:

He was killed in the war. Он был убит на войне.

б) Исполнитель не важен, а интерес представляет лишь объект воздействия и сопутствующие обстоятельства:

The window was broken last night. Окно было разбито прошлой ночью.

в) Исполнитель действия не называется, поскольку он ясен из ситуации или контекста:

The boy was operated on the next day. Мальчика оперировали на следующий день.

г) Безличные пассивные конструкции постоянно используются в научной и учебной литературе, в различных руководствах: The contents of the container should be kept in a cool dry place. Содержимое упаковки следует хранить в сухом прохладном месте.

2. Для того, чтобы специально привлечь внимание к тому, кем или чем осуществлялось действие. В этом случае существительное (одушевленное или неодушевленное.) или местоимение (в объектном падеже) вводится предлогом by после сказуемого в Passive.

В английском языке, как и в русском, смысловой акцент приходится на последнюю часть фразы. He quickly dressed. Он быстро оделся.

Поэтому, если нужно подчеркнуть исполнителя действия, то о нем следует сказать в конце предложения. Из-за строгого порядка слов английского предложения это можно осуществить лишь прибегнув к страдательному залогу. Сравните:

The flood broke the dam. (Active) Наводнение разрушило плотину. (Наводнение разрушило что? – плотину)

The dam was broken by the flood. (Passive) Плотина была разрушена наводнением. (Плотина разрушена чем? – наводнением)

Чаще всего используется, когда речь идет об авторстве:

The letter was written by my brother. Это письмо было написано моим братом.

И когда исполнитель действия является причиной последующего состояния:

The house was damaged by a storm. Дом был поврежден грозой.

Примечание: Если действие совершается с помощью какого-то предмета, то употребляется предлог with, например:

He was shot with a revolver. Он был убит из револьвера.

Перевод глаголов в форме Passive

В русском языке есть три способа выражения страдательного залога:

1. При помощи глагола "быть" и краткой формы страдательного причастия, причем в настоящем времени "быть" опускается:

I am invited to a party.

Я приглашён на вечеринку.

Иногда при переводе используется обратный порядок слов, когда русское предложение начинается со сказуемого: New technique has been developed. Была разработана новая методика.

2. Глагол в страдательном залоге переводится русским глаголом, оканчивающимся на –ся(-сь):

Bread is made from flour. Хлеб делается из муки.

Answers are given in the written form. Ответы даются в письменном виде.

3. Неопределенно-личным предложением (подлежащее в переводе отсутствует; сказуемое стоит в 3-м лице множественного числа действительного залога). Этот способ перевода возможен только при отсутствии дополнения с предлогом by (производитель действия не упомянут):

The book is much spoken about. Об этой книге много говорят.

I was told that you're ill. Мне сказали, что ты болен.

4. Если в предложении указан субъект действия, то его можно перевести личным предложением с глаголом в действительном залоге (дополнение с by при переводе становится подлежащим). Выбор того или иного способа перевода зависит от значения глагола и всего предложения в целом (от контекста):

They were invited by my friend. Их пригласил мой друг.(или Они были приглашены моим другом.)

Примечание 1: Иногда страдательный оборот можно перевести двумя или даже тремя способами, в зависимости от соответствующего русского глагола и контекста:

The experiments were made last year.

1) Опыты были проведены в прошлом году.

2) Опыты проводились в прошлом году.

3) Опыты проводили в прошлом году.

Примечание 2: При переводе нужно учитывать, что в английском языке, в отличие от русского, при изменении залога не происходит изменение падежа слова, стоящего перед глаголом (например в английском she и she, а переводим на русский - она и ей):

Примечание 3: Обороты, состоящие из местоимения it с глаголом в страдательном залоге переводятся неопределенно-личными оборотами:

It is said… Говорят… It was said… Говорили…

It is known… Известно… It was thought…Думали, полагали…

It is reported… Сообщают… It was reported…Сообщали…и т.п.

В таких оборотах it играет роль формального подлежащего и не имеет самостоятельного значения: It was expected that he would return soon. Ожидали, что он скоро вернется.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. What happens to a car when it is taken for a service? Look at the prompts and make sentences using the present simple passive, as in the example.

1. the oil / change

The oil is changed.

2. the brakes / test
3. the filters / replace
4. air / put / in the tyres
5. the battery / check

6. the lights / test
7. broken parts / repair
8. it / take / for a test drive
9. the radiator / fill / with water

2. Mr Sullivan, who is a director, is preparing a scene for his new film. Read the orders and respond using the present continuous passive, as in the example.

1. Move that scenery, please.
It's being moved now, Mr Sullivan.
2. Put those props in place, please.
3. Call the actors, please.
4. Check their costumes, please.
5. Turn on the lights, please.

3. Detective Maguire is talking to a police officer about a burglary which happened early yesterday morning. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the example

1. Have you dusted the house for fingerprints yet?
the house / dust / for fingerprints yesterday
Yes, the house was dusted for fingerprints yesterday.
2. Have you found any evidence yet?
a piece of material / find / this morning
3. Have you interviewed the house owners yet?
they / interview / last night
4. Have you questioned the neighbours yet?
they / question / this morning
5. Have you arrested any suspects yet?
two men / arrest / yesterday evening
6. Have you interrogated the suspects yet?
they / interrogate / last night
7. Have you recovered the stolen goods yet?
they / recover / this morning
8. Have you written your report yet?
it / complete / an hour ago

4. Helen and Chris moved house two years ago. Yesterday, they drove past their old house and saw that it looked very different. Describe the changes using the present perfect simple passive, as in the example.

1. the outside walls / paint
The outside walls have been painted.
2. new windows / put in
3. a garden pond / make
4. the trees / cut down
5. a lot of flowers / plant
6. the old gate / replace

5. A young actress is hoping to star in a new film. Her friend is asking her what is going to happen. Respond to her questions using the passive infinitive, as in the example.

1. Will they audition you for the new film?
Well, I hope to be auditioned.
2. Will they give you a leading role?
3. Will they pay you a lot of money?
4. Will they send you to Hollywood?

5. Will they introduce you to all the stars?
6. Will they ask you to give a TV interview?
7. Will they give you an award?

6. Put the verbs in brackets into the correct passive tense.

1. A: Who looks after your garden for you?
B: It ...*is looked after*... (look after) by my brother.
2. A: That's a beautiful dress. Where did you buy it?
B: Actually, it … (make) for me by my aunt.
3. A: Have you typed that letter yet, Miss Brown?
B: It … (type) right now, sir.
4. A: Did you make the coffee when you got to work this morning?
B: No, it …. (already/make) by the time I got there.
5. A: Are you going to pick up the children today?
B: No, they … (pick up) by Roger. I've already arranged it.
6. A: Where is your watch?
B: I broke it. It … (repair) at the moment.
7. A: Has the new furniture for my bedroom arrived?
B: No, it … (not/deliver) yet.
8. A: They are building a new sports centre in town.
B: I know. It … (open) by the mayor next month.

7. Rewrite the sentences in the passive, where possible.

1. John opened the door.
...*The door was opened by John.*
2. They didn't come home late last night.
...*It cannot be changed.*
3. Their nanny takes them to the park every day.
4. I left very early yesterday afternoon.
5. Meg asked the policeman for directions.
6. Charles is moving house next month.
7. The letter arrived two days ago.
8. Sam took these photographs.

8. Fill in by or with.

1. The lock was broken ...*with*... a hammer.
2. This book was written … my favourite author.
3. The cake was decorated… icing.
4. The tiger was shot … a gun.
5. Claire was shouted at … her teacher.
6. He was hit on the head … an umbrella.

9. Rewrite the sentences in the passive.

1. Someone is repairing the garden fence.
...*The garden fence is being repaired*....
2. Do they teach Latin at this school?
3. I don't like people pointing at me.
4. She hit him on the head with a tennis racquet.
5. Michael has made the preparations.
6. Is Tim cleaning the house?
7. Who built the Pyramids?
8. The boss is going to give us a pay rise.

9. I expect they will deliver my new car soon.
10. The police are questioning the suspects.
11. Did your next door neighbours see the thieves?
12. Paul remembers his teacher asking him to star in the school play.
13. A lot of children use computers nowadays.
14. Who smashed the kitchen window?
15. They won't have completed the work by the end of the month.
16. The children will post the letters.
17. People make wine from grapes.
18. Had Helen closed the windows before she left the house?
19. Jill hasn't done the housework yet.
20. They may not deliver the parcel today.

10. Put the verbs in brackets into the correct passive tense.

A: Do you still work at Browns and Co?
B: Yes, I do. I 1) ...*have been employed*... (employ) by Mr Brown for five years now, you know.
A: Oh. Do you still enjoy it?
B: Oh yes! I 2) … (give) a promotion last year and I'm very happy.
A: A promotion? So, what is your job now?
B: I 3) … (make) Head of European Sales.
A: So, what do you do?
B: Well, sometimes I 4) … (send) to other countries on business.
A: I see. Do they pay you well?
B: Well, I 5) … (pay) quite well and I expect I 6) … (give) a pay rise soon.
A: Good for you!

Согласование времен (Sequence of Tenses)

Если в главном предложении сказуемое выражено глаголом в одной из форм прошедшего времени, то в придаточном предложении употребление времен ограничено. Правило, которому в этом случае подчиняется употребление времен в придаточном предложении, называется согласованием времен.

Правило 1: Если глагол главного предложения имеет форму настоящего или будущего времени, то глагол придаточного предложения будет иметь любую форму, которая требуется смыслом предложения. То есть никаких изменений не произойдет, согласование времен здесь в силу не вступает.

Правило 2: Если глагол главного предложения имеет форму прошедшего времени (обычно Past Simple), то глагол придаточного предложения должен быть в форме одного из прошедших времен. То есть в данном случае время придаточного предложения изменится. Все эти изменения отражены в нижеследующей таблице:

Переход из одного времени в другое	Примеры	
Present Simple » Past Simple	He **can speak** French – Он говорит по-французски.	Boris said that he **could speak** French – Борис сказал, что он говорит по-французски.
Present Continuous » Past Continuous	They **are listening** to him – Они слушают его	I **thought** they **were listening** to him – Я думал, они слушают его.
Present Perfect » Past Perfect	Our teacher **has asked** my parents to help him – Наш учитель попросил моих родителей помочь ему.	Mary **told** me that our teacher **had asked** my parents to help him – Мария сказала мне, что наш учитель попросил моих родителей помочь ему.

Past Simple » Past Perfect	I **invited** her – Я пригласил ее.	Peter **didn't know** that I **had invited** her – Петр не знал, что я пригласил ее.
Past Continuous » Past Perfect Continuous	She **was crying** – Она плакала	John **said** that she **had been crying** – Джон сказал, что она плакала.
Present Perfect Continuous » Past Perfect Continuous	It **has been raining** for an hour – Дождь идет уже час.	He **said** that it **had been raining** for an hour – Он сказал, что уже час шел дождь.
Future Simple » Future in the Past	She **will show** us the map – Она покажет нам карту.	I **didn't expect** she **would show** us the map – Я не ожидал, что она покажет нам карту.

Изменение обстоятельств времени и места при согласовании времен.

Следует запомнить, что при согласовании времен изменяются также некоторые слова (обстоятельства времени и места).

this » that
these » those
here » there
now » then
yesterday » the day before
today » that day
tomorrow » the next (following) day
last week (year) » the previous week (year)
ago » before
next week (year) » the following week (year)

Перевод прямой речи в косвенную в английском языке

Для того чтобы перевести прямую речь в косвенную, нужно сделать определенные действия. Итак, чтобы передать чьи-то слова в английском языке (то есть перевести прямую речь в косвенную), мы:

1. ***Убираем кавычки и ставим слово that***

Например, у нас есть предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы передать кому-то эти слова, так же как и в русском, мы убираем кавычки и ставим слово that – «что».

She said that ….. Она сказала, что….

2. ***Меняем действующее лицо***

В прямой речи обычно человек говорит от своего лица. Но в косвенной речи мы не может говорить от лица этого человека. Поэтому мы меняем «я» на другое действующее лицо. Вернемся к нашему предложению:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Так как мы передаем слова девушки, вместо «я» ставим «она»:

She said that she ….. Она сказала, что она….

3. Согласовываем время

В английском языке мы не можем использовать в одном предложении прошедшее время с настоящим или будущим. Поэтому, если мы говорим «сказал» (то есть используем прошедшее время), то следующую часть предложения нужно согласовать с этим прошедшем временем. Возьмем наше предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы согласовать первую и вторую части предложения, меняем will на would. *см. таблицу выше.*

She said that she would buy a dress. Она сказала, что она купит платье.

4. Меняем некоторые слова

В некоторых случаях мы должны согласовать не только времена, но и отдельные слова. Что это за слова? Давайте рассмотрим небольшой пример.

She said, “I am driving now”. Она сказала: «Я за рулем сейчас».

То есть она в данный момент за рулем. Однако, когда мы будем передавать ее слова, мы будем говорить не про данный момент (тот, когда мы говорим сейчас), а про момент времени в прошлом (тот, когда она была за рулем). Поэтому мы меняем now (сейчас) на then (тогда) *см. таблицу выше.*

She said that she was driving then. Она сказала, что она была за рулем тогда.

Вопросы в косвенной речи в английском языке

Вопросы в косвенной речи, по сути, не являются вопросами, так как порядок слов в них такой же, как в утвердительном предложении. Мы не используем вспомогательные глаголы (do, does, did) в таких предложениях.

He asked, “Do you like this cafe?” Он спросил: «Тебе нравится это кафе?»

Чтобы задать вопрос в косвенной речи, мы убираем кавычки и ставим if, которые переводятся как «ли». Согласование времен происходит так же, как и в обычных предложениях. Наше предложение будет выглядеть так:

He asked if I liked that cafe. Он спросил, нравится ли мне то кафе.

Давайте рассмотрим еще один пример:

She said, “Will he call back?” Она сказала: «Он перезвонит?»

She said if he would call back. Она сказала, перезвонит ли он.

Специальные вопросы в косвенной речи

Специальные вопросы задаются со следующими вопросительными словами: what – что when – когда how – как why - почему where – где which – который

При переводе таких вопросов в косвенную речь мы оставляем прямой порядок слов (как в утвердительных предложениях), а на место if ставим вопросительное слово.

Например, у нас есть вопрос в прямой речи:

She said, “When will you come?”. Она сказала: «Когда ты придешь?»

В косвенной речи такой вопрос будет выглядеть так:

She said when I would come. Она сказала, когда я приду.

He asked, “Where does she work?” Он спросил: «Где она работает?»

He asked where she worked. Он спросил, где она работает.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Fill in the gaps with the correct pronoun or possessive adjective.

1. James said, 'My boss wants me to go to London tomorrow.'
James said ...*his*... boss wanted to go to London the following day.
2. Mary said, 'I'm waiting for my son to come out of school.'
Mary said that … was waiting for … son to come out of school.
3. George said, 'I've bought a new car for my mum.'
George said … had bought a new car for … mum.
4. Julie said to me, 'I need you to help me with the shopping.'
Julie told me that … needed … to help … with the shopping.
5. John said, 'I'd like to take you out to dinner.'
John said … 'd like to take … out to dinner.
6. Helen said to Jane, 'I think your new haircut is lovely.'
Helen told Jane that … thought … new haircut was lovely.

2. Turn the following sentences into reported speech.

1. Robin said, These biscuits taste delicious.' ...
Robin said (that) the biscuits tasted delicious....

2. “I can't see you this afternoon because I've got a lot to do,' Ann told me.
3. She came into the room holding some letters in her hand and said, 'I found these while I was tidying the desk drawers.'
4. Fiona said, That picture was painted by my great-grandfather.'
5. “Those were good times for my family,' Jack said.
6. 'I received a parcel this morning, but I haven't opened it yet,' Tom said.
7. "You mustn't do that again,' Mum said to Bob.
8. “These shoes are worn out. You'd better throw them away,' Mum said to me.

3. Turn the following sentences into reported speech.

1 He said, 'I'm going to the station.'

...He said (that) he was going to the station....

2 Tina said, 'You should exercise regularly.'
3 They said, 'We had booked the room before we left.'
4 Tom said, This meal is delicious.'
5 'I've written you a letter,' she said to her friend.
6 'We've decided to spend our holidays in Jordan,' they told us.
7 Jill said, “I’ll go to the bank tomorrow.'
8 She said to him, 'We've been invited to a wedding.'
9 She told me, 'You must leave early tomorrow.'
10 They've gone out for the evening,' Jessie said to me.
11 They said, 'We may visit Joe tonight.'
12 She said, 'I can meet you on Tuesday.'
13 Keith said, There is a letter for you on the table.'
14 'We won't be visiting Tom this evening,' Sam told us.
15 Eric said, They had been talking on the phone for an hour before I interrupted them.'
16 'I haven't spoken to Mary since last week,' Gloria said.
17 They delivered the letters this morning,' she said.
18 He said, 'I'd like to buy this jumper.'
19 They aren't going on holiday this year,' he said.
20 Jane said, 'I haven't finished my homework yet.'
21 'I'm going to bed early tonight,' Caroline said.
22 'My mother is coming to visit us,' I said.
23 'We don't want to watch a film tonight,' the children said.
24 'He's playing in the garden now,' his mother said.
25 She said, 'You must do your homework now.'

4. Turn the sentences into reported speech. In which of the following sentences do the tenses not change? In which do they not have to be changed? Why?

1 The article says, “The artist only uses oil paints.'

...The article says (that) the artist only uses oil paints....

... The tenses do not change because the introductory verb is in the present simple....

2 'They are working hard today,' he said.
3 'I've done the things you asked me to do,' Mary said.
4 The sun rises in the east,' she said.
5 'He broke the window,' they said.
6 'We've never been on holiday abroad,' they said.
7 Mum says, 'Dinner is ready.'
8 “I’ll start cooking at six o'clock,' she said.
9 'We went to the supermarket yesterday,' he said.
10 Mrs Jones says, 'My daughter is going to have a baby.'
11 'You're never going to get a job,' Dad always says.

12 'Fish live in water,' he said.
13 'We went to the beach last weekend,' they said.
14 'He showed me his photographs,' she said.
15 'I'm working on my project now,' Billy said.

5. Turn the following sentences into reported speech.

1 'Seaweed grows in the sea,' the teacher said to the students.

...The teacher said to the students/told the students (that) seaweed grows/grew in the sea....

2 'I saw Amanda at the cinema,' she said, (up-to-date reporting)
3 They don't live here any more,' he said to me. (out-of-date reporting)
4 "Canada is a large country,' he said.
5 The Statue of Liberty is in America,' she said to us
6 "I'll help you with your homework,' he said, (out-of-date reporting)
7 'I would go on holiday if I had enough money,' Bill said, (up-to-date reporting)
8 'If I'm free, I'll call you,' Tom said, (up-to-date reporting)
9 'You should make a decision,' he said to us.
10 'You can ask John for advice,' she said, (up-to-date reporting)

6. Turn the following into reported questions.

1 'Where do you live?' I asked her.

...I asked her where she lived....

2 'How old will you be on your next birthday?" he asked me.
3 'Where is your umbrella?' she asked her daughter.
4 'Do you like playing football?' John asked us.
5 The boss asked, 'What time are you going home today?'
6 'Will you take the children to school today?' he asked.
7 'Who called you today?' she asked.
8 'When will you decorate the kitchen?' Martha asked.
9 'Who broke my vase?' I asked.
10 Father asked, 'Will you help me lift these boxes, please?'
11 'Can you speak a foreign language?' she asked her.
12 'Where is the tourist information centre?' we asked.

7. Yesterday, Marion met a couple who were on holiday in London. They were looking at a map. She asked them some questions. Turn them into reported questions.

1 'Are you lost?'

...Marion asked them if/whether they were lost....

2 'Can you speak English?'
3 'Where are you from?'
4 'Is your hotel near here?'
5 'Where do you want to go?'
6 'Were you looking for Big Ben?'
7 'Have you been to the British Museum?'
8 'Have you visited Buckingham Palace?'
9 'Do you like London?'

8. Fill in the gaps with the introductory verbs in the list in the correct form.

order, tell, ask, beg, suggest

1 'Please visit me in hospital,' Joan said to Colin.

Joan *...asked...* Colin to visit her in hospital.

2 'Let's eat out this evening,' Paul said to her.

Paul … eating out that evening.

3 'Please, please be careful,' she said to him.
She … him to be careful.
4 'Don't go near the fire,' Dad said to us.
Dad … us not to go near the fire.
5 'Be quiet!' the commander said to the troops.
The commander … the troops to be quiet

9. Turn the following sentences into reported speech.

1 'Let's try the exercise again.'
The ballet teacher suggested trying the exercise again.
2 'Lift your leg higher please, Rachel.'
3 'Turn your head a little more.'
4 'Don't lean back.'

10. Turn the following sentences into reported speech.

1 The doctor said to the patient, 'Come back to see me again next week.'
... The doctor told the patient to go back and see him again the following week/the week after.
2 The guard said to the driver, 'Stop!'
3 He said, 'Shall we go for a walk?'
4 She said to him, 'Please, please don't leave me!'
5 Jenny said to Dave, 'Please help me with this
6 She said to him, 'Open the window, please.'
7 Mother said, 'How about going for a drive?'
8 She said, 'Let's eat now.'

ТЕМА 4. Профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность)

Тематика общения:

1. Избранное направление профессиональной деятельности.

4.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My speciality

The Earth's Crust and Useful Minerals

cause - v заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**

clay - *n* глина; глинозем

consolidate - v твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**

crust - *n* кора; *геол.* земная кора

decay - v гнить, разлагаться; *n* выветривание *(пород);* распад, разложение

derive - v (from) происходить, вести свое происхождение *(от);* наследовать

destroy - v разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный

dissolve v растворять

expose - v выходить *(на поверхность);* обнажаться; **exposure** - *n* обнажение

external - *a* внешний

extrusive - *a* эффузивный, излившийся *(о горной породе)*

force - v заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие

glacier - *n* ледник, глетчер

grain - *n* зерно; **angular grains** - угловатые зерна *(минералов);* **grained** - *a* зернистый

gravel - *n* гравий, крупный песок

internal - *a* внутренний

intrusive - *a* интрузивный, плутонический

iron - *n* железо

layer - *n* пласт

like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar;** *ant* **unlike;** *adv* подобно

lime - *n* известь; **limestone** - *n* известняк

loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый

make up - v составлять; *n* состав *(вещества)*

particle - *n* частица; включение

peat - *n* торф; торфяник

represent - v представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative** - *a* характерный, типичный

rock – *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода

sand - *n* песок

sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник

sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary** - *a* осадочный; **sedimentation** - *n* образование осадочных пород

schist - *n (кристаллический)* сланец; **schistose** - *a* сланцеватый, слоистый

shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay** - глинистый сланец; **combustible …, oil …** - горючий сланец

siltstone - *n* алеврит

stratification - *n* напластование, залегание

stratify - v напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**

substance - *n* вещество, материал; сущность

thickness - *n* толщина, мощность

value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable** - *a* ценный *(о руде)*

vary - v изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from); variable** - *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

contain - v содержать *(в себе),* вмещать

crack - *n* трещина; щель; v давать трещину; трескаться, раскалываться

contract - v сжиматься; сокращаться

dust - *n* пыль

expand - v расширяться); увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**

fissure - *n* трещина *(в породе, угле);* расщелина; щель

fracture - *n* трещина; излом; разрыв; v ломать(ся); раздроблять *(породу)*

freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать

gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно

hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft;** тяжелый (о *работе); adv* сильно, упорно; **hardly** *adv* едва, с трудом

hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф

influence - *n* влияние; v **(on, upon)** влиять (не *что-л.)*

lateral - *a* боковой

occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen; occurrence** - *n* залегание; **mode of occurrence** - условия залегания

penetrate - *v* проникать *(внутрь),* проходить через *(что-л.)*

phenomenon - *n* явление; *pi* **phenomena**

pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое *(горизонтальное)* давление; **rock pressure** горное давление, давление породы

rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**

refer - v (to) ссылаться *(на что-л.);* относиться *(к периоду, классу)*

resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant** - *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся

size - *n* размер; величина; класс *(угля)*

solution – *n* раствор; **soluble** - *a* растворимый; **solvent** - растворитель; *a* растворяющий

succession – *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно

undergo (underwent, undergone) - *v* испытывать *(что-л.),* подвергаться *(чему-л.)*

uniform – *a* однородный; одинаковый

weathering - *n* выветривание; эрозия *(воздействию, влиянию и т.д.)*

to be subjected to подвергаться

Rocks of Earth's Crust

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный

adjacent - *a* смежный, примыкающий

ash - *n* зола

belt - *n* пояс; лента; ремень

body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты

common - *a* обычный; общий; *syn* **general;** *ant* **uncommon**

cool - v охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**

dust - *n* пыль

dyke – *n* дайка

extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия *(внедрение в породу изверженной массы)*

fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (о *погоде);* изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **fines** - *n pl* мелочь; мелкий уголь

flow - v течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы
fragmentary - *a* обломочный, пластический
glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный
gold - *n* золото
inclined - *a* наклонный
mica - *n* слюда
permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**
probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**
shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий
sill - *n* силь, пластовая интрузия
stock - *n* шток, небольшой батолит
vein - *n* жила, прожилок, пропласток
band - *n* слой; полоса; прослоек *(породы); syn* **layer**
cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж
constituent - *n* составная часть, компонент
define - *v* определять, давать определение
distribute - v **(among)** распределять (между); раздавать;
disturb - *v* нарушать; смещать
excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**
flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья
fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда
foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated -** *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**
marble - *n* мрамор
mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание
plate - *n* пластина; полоса *(металла)*
pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород
relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation -** *n* отношение; **relationship -** *n* родство; свойство; **relative -** *a* относительный; соответственный
run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине);* тянуться, простираться; управлять *(машиной);* вести *(дело, предприятие)*
schistose - *a* сланцеватый; слоистый
sheet - *n* полоса
slate - *n* сланец; *syn* **shale**
split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**
trace - *n* след; **tracing –** *n* прослеживание
at least по крайней мере
to give an opportunity (of) давать возможность *(кому-л., чему-л.)*
in such a way таким образом

Fossil Fuels

accumulate - v накапливать; скопляться
ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**
associate - v связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**
burn (burnt) - v сжигать; гореть; жечь
charcoal - *n* древесный уголь
convenient - *a* удобный, подходящий
crude - *a* сырой, неочищенный
dig (dug) - v добывать; копать; **digger -** n угольный экскаватор; землеройная машина
divide - v делить; (from) отделять; разделять
evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)
fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое *(органического происхождения);* окаменелость

heat - v нагревать; *n* теплота

liquid - *a* жидкий; n жидкость; *ant* **solid**

manufacture - *v* изготовлять, производить; *syn* **produce**

mudstone - *n* аргиллит

purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**

shale - *n* глинистый сланец

the former … the latter - первый *(из вышеупомянутых)* последний *(из двух названных)*

bench - *n* слой, пачка *(пласта)*

blend - v смешивать(ся); вклинивать(ся)

combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание

continuity - *n* непрерывность, неразрывность

domestic - *a* внутренний; отечественный

estimate - v оценивать; *n* оценка; смета

fault - *n* разлом, сдвиг *(породы);* сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов

fold - *n* изгиб, складка, флексура; **foulding** - *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва

inflame - v воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя

intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный

liable - *a* (to) подверженный; подлежащий *(чему-л.)*

luster - *n* блеск *(угля, металла);* **lustrous** - *a* блестящий

matter - *n* вещество; материя

moisture - *n* влажность, сырость; влага

parting - *n* прослоек

plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования

rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля

regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный; **regularity** *n* непрерывность; правильность

similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**

smelt - v плавить *(руду);* выплавлять *(металл)*

store - v запасать, хранить на складе; вмещать

strata - *n pl от* **stratum** пласты породы; свита *(пластов);* формация, напластования породы; *syn* **measures**

thickness - *n* мощность *(пласта, жилы)*

uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие

utilize - v использовать; *syn* **use, apply, employ**

volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Prospecting and Exploration

aerial - *a* воздушный; надземный

certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно

cost - (cost) v стоить; *n* цена; стоимость

crop - v (out) обнажать(ся), выходить на поверхность *(о пласте, породе); syn* **expose;** засевать, собирать урожай

dredging - *n* выемка грунта; драгирование

drill - v бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling** - *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение

drive (drore, driven) - v проходить *(горизонтальную выработку);* приводить в движение; управлять *(машиной); n* горизонтальная выработка; привод; передача

evidence – *n* основание; признак(и); свидетельства

expect - v ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - v разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей; **exploratory** - *a* разведочный; **exploration** - *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - v указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - v искать

open up - v вскрывать *(месторождение);* нарезать *(новую лаву, забой);* **opening** - *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка *(золотоносного песка в лотке)*

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - v разведывать *(характер месторождения или залегания);* доказывать; испытывать, пробовать; **proved** - *a* разведанный, достоверный; **proving** - *n* опробование, предварительная разведка

search - v исследовать; (for) искать *(месторождение); n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - v хранить, накапливать *(о запасах)*

work - v работать; вынимать, извлекать *(уголь, руду);* вырабатывать; **workable** - *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий *(о пласте);* рентабельный; **working** - *n* разработка, горная выработка

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit** - алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение *(залежи);* уклон, откос; v падать

enable - v давать возможность или право *(что-л. сделать)*

exploit - v разрабатывать *(месторождение);* эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; v измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; v отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение; **geological** ~ геологический разрез *(пород)*

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - v проходить *(шахтный ствол, вертикальную выработку);* углублять; погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка *(вертикальных или наклонных выработок);* **shaft sinking** - проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; v клониться, иметь наклон; **sloping** - *a* наклонный; **gently sloping** - с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n зд.* простирание; v простираться; **across the strike** - вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; v копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; *syn* **take into account**

General Information on Mining

access - *n* доступ

affect - v воздействовать *(на что-л.);* влиять; *syn* **influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой *(о породе)*

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жёлоб

compare - v (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - v способствовать, содействовать; делать вклад *(в науку);* **make a (one's) ~ to smth.** сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - v разрабатывать *(месторождение);* развивать *(добычу);* производить подготовительные работы; **development** - *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - v обеспечивать, гарантировать; *syn* **guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон *(пластов);* наклонение; **seam** ~ падение *(пласта);* наклон *(пласта)*

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently ~** наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный *(о пластах);* **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень *(инструмент);* нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - v извлекать *(целики);* выбирать, очищать; добывать *(уголь и т.п.);* восстанавливать

remove - v удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal** - *n* вскрыша; выемка; уборка *(породы);* извлечение *(крепи);* перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта *(или* жилы); перекрытие; ~ **support** - крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (о *месторождении);* пластообразный; плоский; линзообразный; *syn* **bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; *syn* **barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения

gate road - промежуточный штрек

in bulk - навалом, в виде крупных кусков

metal-bearing - содержащий металл

production face/working - очистной забой

productive mining - эксплуатационные работы

in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.

with a view to - с целью

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чём-л.

caving - *n* обрушение *(кровли);* разработка с обрушением

deliver - v доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить *(речь);* читать *(лекцию)*

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by ~** самотеком, под действием собственного веса

haul - v доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка *(по горизонтали)*

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining; ~ advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; **~ advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ to **the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - v терять; **loss** - *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - v преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - v охранять, защищать

reach - v простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - v удовлетворятъ(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка *(выработанного пространства)*

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

goaf — завал; обрушенное пространство

double-ended drum bearer — комбайн с двойным барабаном

to identify — опознавать

appraisal — оценка

susceptibility — чувствительность

concealed — скрытый, не выходящий на поверхность

crusher — дробилка

concentration — обогащение

blending — смешивание; составление шихты

screen — сортировать (обыден. уголь); просеивать

froth floatation — пенная флотация

core drilling — колонковое бурение

to delineate — обрисовывать, описывать

lender — заимодавец

feasibility — возможность

in situ mining — повторная разработка месторождения в массиве

screening — просеивание; грохочение

processing — обработка, разделение минералов

Mining and Environment

break v **(broke, broken**) отбивать *(уголь или породу),* обрушивать кровлю; разбивать; ломать; л отбойка, обрушение; **break out** отбивать, производить выемку

(руды .или породы); расширять забой; **breakage** л разрыхление, дробление

drill - *n* бур; .перфоратор; бурильный молоток; сверло; v бурить; car ~ буровая тележка; **mounted** ~ перфоратор на колонке; колонковый бурильный молоток; **drilling** - *n* бурение

dump -*n* отвал *(породы);* склад угля; опрокид; **external** ~ внешний отвал; **internal** ~ внутренний отвал; v сваливать (в *отвал);* разгружать; отваливать; опрокидывать *(вагонетку);*

dumper опрокид; самосвал; отвалообразователь; **dumping** л опрокидывание; опорожнение; опрокид; *syn* **tip**

environment - *n* окружение; окружающая обстановка/среда

explode - v взрывать, подрывать; **explosion** - *n* взрыв; **explosive** - *n* взрывчатое вещество; *a* взрывчатый

friable - *a* рыхлый; хрупкий; рассыпчатый; слабый (о *кровле)*

handle - v перегружать; доставлять; транспортировать; управлять машиной; *n* ручка; рукоять; скоба; **handling** - *n* подача; погрузка; перекидка, доставка; транспортировка; обращение с машиной

heap - v наваливать; нагребать; *n* породный отвал, терриконик; *syn* **spoil ~, waste ~**

hydraulicklng - *n* гидродобыча; гидромеханизированная разработка

load - v нагружать, грузить, наваливать; *n* груз; нагрузка; **loader** - *n* погрузочная машина, навалочная машина, перегружатель; грузчик; **cutter-loader** - комбайн, комбинированная горная машина

lorry - *n* грузовик; платформа; *syn* **truck**

mention - v упоминать

overcasting - *n* перелопачивание *(породы)*

pump - *n* насос; **gravel** ~ песковый насос; **sludge** ~ шламовый насос; v качать; накачивать; откачивать

reclamation - *n* восстановление; осушение; извлечение крепи; ~ **of land** восстановление участка *(после открытых работ)*

sidecastiag - *n* внешнее отвалообразование

site - *n* участок, место; **building** ~ строительная площадка

slice - *n* слой; **slicing** - *n* выемка слоями, разработка слоями

strip - v производить вскрышные работы; разрабатывать; очищать *(лаву);* вынимать породу или руду; *n* полоса; **stripper** - *n* забойщик; вскрышной экскаватор; **stripping** - *n* открытая разработка, открытые горные работы; вскрыша; вскрытие наносов

unit - *n* агрегат; установка; устройство; прибор; узел; секция; деталь; машина; механизм; единица измерения; участок

washery - *n* углемойка; рудомойка; моечный цех

to attract smb's attention привлекать чье-л. внимание

backhoe - *n* обратная лопата

blast - *n* взрыв; v взрывать; дуть; продувать; **blasting** - *n* взрывание; взрывные работы; взрывная отбойка

block out - v нарезать залежь на блоки; нарезать столбы

clearing - *n* выравнивание почвы; планировка грунта

crash - v дробить; разрушать; обрушать(ся)

earth-mover - *n* землеройное оборудование; *syn* **excavator**

excavator - *n* экскаватор; **bucket-wheel** - роторный экскаватор; **multi-bucket ~** многочерпаковый экскаватор; **single-bucket** - одночерпаковый экскаватор

grab - *n* грейфер, ковш, черпак; экскаватор; v захватывать;

grabbing - погрузка грейфером; захватывание

hoist - *n* подъемное установка (машина); подъемник; лебедка; v поднимать; **hoisting** шахтный подъем

plough - *n* струг

power shovel - *n* механическая лопата; экскаватор типа механической лопаты

range - *n* колебание в определенных пределах

rate - *n* норма; скорость, темп; коэффициент; степень; разрез; сорт; мощность; расход *(воды)*

remote - *a* отдаленный; ~ **control** дистанционное управление

result - v (in) приводить (к); иметь своим результатом; (from) следовать (из), происходить в результате

safety - *n* безопасность; техника безопасности

slope - *n* забой, сплошной забой, очистной забой; v очищать забой, вынимать породу, уголь; *syn* **face; sloping** очистные работы; очистная выемка; **open sloping** выемка с открытым забоем; **shrinkage sloping** выемка системой с магазинированием *(рудЫ)*

support - v крепить; поддерживать; подпирать; *n* стойка; опора; поддержание; крепление; *syn* **timbering; powered roof** - механизированная крепь; **self-advancing powered roof** - передвижная механизированная крепь

4.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My speciality is Geology

I am a first year student of the Ural State Mining University. I study at the geological faculty. The geological faculty trains geologic engineers in three specialities: mineral prospecting and exploration, hydrogeology and engineering geology, drilling technology.

Geology is the science which deals with the lithosphere of our planet. Geology studies the composition of the Earth's crust, its history, the origin of rocks, their distribution and many other problems.

That is why the science of geology is commonly divided into several branches, such as:

1. General Geology which deals with the composition arid the structure of the Earth and with various geological processes going on below the Earth's surface and on its surface.
2. Petrology which studies the rocks of the Earth.
3. Mineralogy which investigates the natural chemical compounds of the lithosphere.
4. Paleontology which deals with fossil remains of ancient animals and plants found in rocks.
5. Historic Geology which treats of the Earth's history.
6. Structural Geology which deals with the arrangement of rocks due to the Earth's movements.
7. Economic Geology which deals with occurrence, origin and distribution of mineral deposits valuable to man.

All these branches of geology are closely related to each other.

Geology is of great practical importance because .it supplies industry with all kinds of raw materials, such as ore, coal, oil, building materials, etc.

Geology deals with the vital problem of water supply. Besides, many engineering projects, such as tunnels, canals, dams, irrigation systems, bridges etc. need geological knowledge in choosing construction sites and materials.

The practical importance of geology has greatly increased nowadays. It is necessary to provide a rapid growth of prospecting mineral deposits, such as ores of iron, copper, lead, uranium and others, as well as water and fossil fuels (oil, gas and coal). They are badly needed for further development of all the branches of the national Economy of our country and for creating a powerful economic foundation of the society. The graduates of the geological faculty of the Ural State Mining University work all over the country in mines, geological teams and expeditions of the Urals, Siberia, Kasakhstan, in the North and Far East, etc. as well as abroad.

Very often geologists have to work under hard climatic and geological conditions. They must be courageous, strong and purposeful people, ready to overcome any hardships which nature has put in their way to its underground treasure-house.

4.3 Систематизация грамматического материала:

1. Неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий.
2. Основные сведения о сослагательном наклонении.

Инфинитив. The Infinitive

Инфинитив - это неличная глагольная форма, которая только называет действие и выполняет функции как глагола, так и существительного. Инфинитив отвечает на вопрос что делать?, что сделать?

Формальным признаком инфинитива является частица **to**, которая стоит перед ним, хотя в некоторых случаях она опускается. Отрицательная форма инфинитива образуется при помощи частицы not, которая ставится перед ним: It was difficult not to speak. *Было трудно не говорить.*

Формы инфинитива

	Active Voice	Passive Voice
Simple	to write	to be written
Continuous	to be writing	
Perfect	to have written	to have been written
Perfect Continuous	to have been writing	

Глаголы, после которых используется инфинитив:

to agree - соглашаться
to arrange - договариваться
to ask – (по)просить
to begin – начинать
to continue – продолжать
to decide – решать
to demand - требовать
to desire – желать
to expect – надеяться
to fail – не суметь
to forget – забывать
to hate - ненавидеть
to hesitate – не решаться
to hope - надеяться
to intend – намереваться
to like – любить, нравиться
to love – любить, желать
to manage - удаваться
to mean - намереваться
to prefer - предпочитать
to promise - обещать
to remember – помнить
to seem - казаться
to try – стараться, пытаться
to want – хотеть

Например:
He asked to change the ticket. *Он попросил поменять билет.*
She began to talk. *Она начала говорить.*

Значение разных форм инфинитива в таблице

Формы инфинитива	**Чему я рад?**	
Simple	I am glad **to speak** to you.	Рад поговорить с вами. (Всегда радуюсь, когда говорю с вами).
Continuous	I am glad **to be speaking** to you.	Рад, что сейчас разговариваю с вами.
Perfect	I am glad **to have spoken** to you.	Рад, что поговорил с вами.
Perfect Continuous	I am glad **to have been speaking** to you.	Рад, что уже давно (все это время) разговариваю с вами.
Simple Passive	I am (always) glad **to be told** the news.	Всегда рад, когда мне рассказывают новости.

Perfect Passive	I am glad **to have been told** the news.	Рад, что мне рассказали новости.

Причастие. Participle

В английском языке причастие — это неличная форма глагола, которая сочетает в себе признаки глагола, прилагательного и наречия.

Формы причастия

		Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Participle I (Present Participle)	Simple	**writing**	**being written**
	Perfect	**having written**	**having been written**
Participle II (Past Participle)			**written**

Отрицательные формы причастия образуются с помощью частицы **not**, которая ставится перед причастием: not asking — не спрашивая,not broken — не разбитый.

Как переводить разные формы причастия на русский язык

Формы причастия	причастием	деепричастием
reading	читающий	читая
having read		прочитав
being read	читаемый	будучи читаемым
having been read		будучи прочитанным
read	прочитанный	
building	строящий	строя
having built		построив
being built	строящийся	будучи строящимся
having been built		будучи построенным
built	построенный	

Герундий. Gerund

Герундий — это неличная форма глагола, которая выражает название действия и сочетает в себе признаки глагола и существительного. Соответственно, на русский язык герундий обычно переводится существительным или глаголом (чаще неопределенной формой глагола). Формы, подобной английскому герундию, в русском языке нет.

My favourite occupation is reading. *Мое любимое занятие — чтение.*

Формы герундия

	Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Simple	**writing**	**being written**
Perfect	**having written**	**having been written**

Запомните глаголы, после которых употребляется только герундий!

admit (признавать), advise (советовать), avoid (избегать),
burst out (разразиться), delay (задерживать), deny (отрицать),
dislike (не нравиться), enjoy (получать удовольствие), escape (вырваться, избавиться),
finish (закончить), forgive (прощать), give up (отказываться, бросать),
keep on (продолжать), mention (упоминать), mind (возражать - только в “?”и “-“),
miss (скучать), put off (отложить), postpone (откладывать),
recommend (рекомендовать), suggest (предлагать), understand (понимать).

Герундий после глаголов с предлогами

accuse of (обвинять в), agree to (соглашаться с), blame for (винить за),
complain of (жаловаться на), consist in (заключаться в), count on /upon (рассчитывать на),
congratulate on (поздравлять с), depend on (зависеть от), dream of (мечтать о),
feel like (хотеть, собираться), hear of (слышать о), insist on (настаивать на),

keep from (удерживать(ся) от), look forward to (с нетерпением ждать, предвкушать),
look like (выглядеть как), object to (возражать против),
persist in (упорно продолжать), praise for (хвалить за), prevent from (предотвращать от),
rely on (полагаться на), result in (приводить к), speak of, succeed in (преуспевать в),
suspect of (подозревать в), thank for (благодарить за), think of (думать о)

He has always dreamt of visiting other countries. — *Он всегда мечтал о том, чтобы побывать в других странах.*

to be + прилагательное / причастие + герундий

be afraid of (бояться чего-либо), be ashamed of (стыдиться чего-либо),
be engaged in (быть занятым чем-либо), be fond of (любить что-либо, увлекаться чем-либо),
be good at (быть способным к), be interested in (интересоваться чем-либо),
be pleased at (быть довольным), be proud of (гордиться чем-либо),
be responsible for (быть ответственным за), be sorry for (сожалеть о чем-либо),
be surprised at (удивляться чему-либо), be tired of (уставать от чего-либо),
be used to (привыкать к).

I'm tired of waiting. — *Я устал ждать.*

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Complete the sentences with the correct infinitive tense.

1 She has grown taller. She seems ...*to have grown taller*.
2 He is getting used to his new job. He appears
3 Kate makes friends easily. She tends
4 He has finished the report. He claims
5 It is raining over there. It seems
6 He is on a diet. He appears
7 They have sailed round the world. They claim
8 She is feeling better. She seems

2. Fill in the correct infinitive tense.

1 A: What would you like ...*to do*... (do) tonight?
B: Let's … (go) to an Italian restaurant.
2 A: What's Liz doing?
B: She seems … (look) for something in her bag.
3 A: Alan has been offered a new job!
B: No, he hasn't. He just pretended … (offer) a new job.
4 A: Colin claims … (meet) lots of famous people.
B: I know, but I don't believe him.
5 A: Look at those two men outside. What are they doing?
B: They appear … (empty) the rubbish bins.
6 A: Would you like to go to the cinema tonight?
B: Not really. I would prefer … (go) to the theatre.
7 A: Tara seems … (work) hard all morning.
B: Yes, she hasn't even stopped for a cup of coffee.
8 A: Why is Tom at work so early this morning?
B: He wants … (finish) early so that he can go to the concert tonight.

3. Rephrase the following sentences, as in the example.

1 He must wash the car. I want ...*him to wash the car*...
2 You mustn't be late for work. I don't want …
3 Claire must tidy her bedroom. I want …

4 She mustn't go to the disco. I don't want …
5 They must go to school tomorrow. I want …
6 Gary mustn't make so much noise. I don't want …
7 You mustn't make a mess. I don't want …
8 He must mend his bike. I want …

4. Complete the sentences with too or enough and the adjective in brackets.

1 A: Would you like to come to the disco?
B: Oh no. I'm ...*too tired*... to go to a disco, (tired)
2 A: Can you reach that top shelf?
B: No, I'm not … to reach it. (tall)
3 A: Did they go on a picnic yesterday?
B: No. It was … to go on a picnic, (cold)
4 A: Did Jane enjoy the horror film?
B: No. She was … to enjoy it. (scared)
5 A: Does Tom go to school?
B: No. He isn't … to go to school yet. (old)
6 A: Will you go to London by bus?
B: No. The bus is … . I'll take the train, (slow)
7 A: Did she like the dress you bought?
B: Yes, but it was … .(big)
8 A: Take a photograph of me!
B: I can't. It isn't … in here, (bright)

5. Rewrite the sentences using too.

1 This music is so slow that I can't dance to it.
...*This music, is too slow for me to dance to…*
2 The bird is so weak that it can't fly.
3 She's so busy that she can't come out with us.
4 The car was so expensive that he couldn't buy it.
5 These shoes are so small that they don't fit me.
6 The book is so boring that she can't read it.
7 I was so tired that I couldn't keep my eyes open.
8 The coffee was so strong that he couldn't drink it.

6. Underline the correct preposition and fill in the gaps with the -ing form of the verb in brackets.

1 He is ill. He is complaining **with/<u>about</u>** ...*having*... (have) a headache.
2 Marcus went out instead **for/of** … (do) his homework.
3 Tracy was very excited **with/about** … (go) to the party.
4 I hope you have a good excuse **of/for** … (be) so late.
5 Sam is interested **in/for** … (take up)French lessons.
6 You can't stop him **to/from** … (take)the job if he wants to.
7 Susie ran because she was worried **about/of** … (miss) the bus.
8 Thank you **to/for** … (help) me with my homework.
9 She felt tired because she wasn't used **to/with** … (work) so hard.
10 His boss blamed him **for/of** … (lose) the deal.
11 I am in charge **in/of** … (make) the Christmas deliveries.
12 We are thinking **of/from** … (buy) a new car next month.
13 Sandra apologised **for/about** … (ruin) the performance.
14 Ian was talking **with/about** … (open) a shop in York.

7. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

1 It's no use ...*talking*… (talk) to Bob; he won't change his mind.
2 She will … (return) the books next weekend.
3 It was good of you … (help) me fix my bicycle.
4 The man suggested … (call) the police in, to investigate.
5 I can't get used to … (live) in such a hot country.
6 He admitted … (rob) the bank.
7 You had better … (hurry), or you'll be late for work.
8 They refused … (give) me my money back.
9 She is too short … (become) a fashion model.
10 My parents let me … (stay) up late at weekends.
11 Our teacher makes us … (do) homework every evening.
12 The kitchen windows need … (clean).
13 They have begun … (make) preparations for the party.
14 He advised her … (speak) to her boss.
15 I dislike … (go) to the theatre alone.
16 Mr. Roberts was seen … (leave) his house at 12:15 last night.
17 My sister can't stand … (watch) horror films. She gets terribly scared.
18 Can you imagine … (spend) your holidays on the moon?
19 There's no point in … (call) again. There's no one at home.
20 I don't allow people … (smoke) in my house.
21 It was silly of you … (forget) to lock the door.
22 He risks … (lose) his wallet when he leaves it on his desk.

8. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

1 A: Is Anne in the room?
B: Yes. I can see her ...dancing... (dance) with her husband over there.
2 A: Did you see the robber?
B: Yes. I saw him … (get) into the car and drive away.
3 A: Is John here today?
B: Yes. I heard him … (talk) on the phone as I walked past his office.
4 A: Colin is good at speaking in public, isn't he?
B: Yes. I heard him … (make) a speech last month. It was excellent.
5 A: I walked past the sports centre today.
B: So did I, and I stopped for a moment to watch some boys … (play) football.
6 A: Your hair looks great today.
B: Thanks. I watched the hairdresser … (dry) it so I could learn how to do it myself.
7 A: That's a music school, isn't it?
B: That's right. I often hear the students … (sing) as I walk past.
8 A: Did you stay until the end of the contest?
B: Yes. I listened to the chairman … (announce) the results before I went home.
9 A: How do you know Tim is at home?
B: I saw him … (cut) the grass as I was driving home.
10 A: How do you know that man stole the watch?
B: I saw him … (put) it in his pocket and leave the shop without paying.

9. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

1 I'll never forget ...*sailing*... (sail) down the Danube on that warm spring night last year.
2 Please don't forget … (pay) the bill.
3 John said he remembers … (buy) the newspaper, but now he can't find it.
4 Did you remember … (post) my letters today?
5 Gloria regrets … (shout) at her sister.
6 I regret … (inform) you that we cannot give you your money back.

7 The students went on … (write) for another hour.
8 After cleaning the windows, he went on … (wash) the car.
9 We are sorry … (announce) that the 7:15 train to Liverpool has been cancelled.
10 I'm sorry for … (miss) your birth day party; I'll make it up to you.
11 She stopped … (go) to the gym after she had got back into shape.
12 They stopped … (have) a rest before they continued their journey.
13 They tried … (open) the door, but it was stuck.
14 You should try … (make) your own clothes. It's much cheaper.
15 I'm sorry. I didn't mean … (break) your vase.
16 Being a teacher means … (correct) a lot of homework.
17 I like … (tidy) my room at week ends because I don't have time during the week.
18 They like … (play) in the sea on hot days.

10. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

My neighbour, Mr. Mason, loves 1) …*spending*… (spend) time in his garden. He would rather 2) … (work) outside than stay indoors, even when it is snowing! Early in the morning, you can 3) … (see) Mr. Mason 4) … (eat) breakfast in his garden, and late at night he is there again, with a cup of cocoa in his hand. I'd like 5) … (help) sometimes when there is lots of work to do, but Mr. Mason prefers 6) … (do) everything himself. He doesn't mind 7) … (get) cold and wet in the winter, and his wife says it's no use 8) … (try) to make him wear a waterproof jacket because he hates 9) … (wear) them! Mr. Mason says he will go on 10) … (garden) until he is too old 11) … (do) it!

Основные сведения о сослагательном наклонении

Conditionals are clauses introduced with if. There are three types of conditional clause: Type 1, Type 2 and Type 3. There is also another common type, Type 0.

Type 0 Conditionals: They are used to express something which is always true. We can use when (whenever) instead of it. *If/When the sun shines, snow melts.*

Type 1 Conditionals: They are used to express real or very probable situations in the present or future. *If he doesn't study hard, he won't pass his exam.*

Type 2 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the present and, therefore, are unlikely to happen in the present or future. *Bob is daydreaming. If I won the lottery, I would buy an expensive car and I would go on holiday to a tropical island next summer.*

Type 3 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the past. They are also used to express regrets or criticism. *John got up late, so he missed the bus. If John hadn't got up late, he wouldn't have missed the bus.*

	If-clause (hypothesis)	Main clause (result)	Use
Type 0 general truth	if + present simple	present simple	something which is always true
	If the temperature falls below 0 °C, water turns into ice.		
Type 1 real present	if + present simple, present continuous, present perfect or present perfect continuous	future/imperative can/may/might/must/should/ could + bare infinitive	real - likely to happen in the present or future
	If he doesn't pay the fine, he will go to prison. If you need help, come and see me. If you have finished your work, we can have a break. If you're ever in the area, you should come and visit us.		
Type 2 unreal present	if + past simple or past continuous	would/could/might + bare infinitive	imaginary situation contrary

			to facts in the present; also used to give advice
	If I had time, I would take up a sport. (but I don't have time - untrue in the present) If I were you, I would talk to my parents about it. (giving advice)		
Type 3 unreal past	if + past perfect or past perfect continuous	would/could/might + have + past participle	imaginary situation contrary to facts in the past; also used to express regrets or criticism
	If she had studied harder, she would have passed the test. If he hadn't been acting so foolishly, he wouldn't have been punished.		

Conditional clauses consist of two parts: the if -clause (hypothesis) and the main clause (result). When the if - clause comes before the main clause, the two clauses are separated with a comma. When the main clause comes before the if - clause, then no comma is necessary.

e.g. a) If I see Tim, I'll give him his book.

b) I'll give Tim his book if I see him.

We do not normally use will, would or should in an if - clause. However, we can use will or would after if to make a polite request or express insistence or uncertainty (usually with expressions such as / don't know, I doubt, I wonder, etc.).

We can use should after if to talk about something which is possible, but not very likely to happen.

e.g. a) If the weather is fine tomorrow, will go camping. (NOT: If the weather will be fine...)

b) If you will fill in this form, I'll process your application. (Will you please fill in... - polite request)

c) If you will not stop shouting, you'll have to leave. (If you insist on shouting... - insistence)

d) I don't know if he will pass his exams, (uncertainty)

e) If Tom should call, tell him I'll be late. (We do not think that Tom is very likely to call.)

We can use unless instead of if... not in the if -clause of Type 1 conditionals. The verb is always in the affirmative after unless.

e.g. Unless you leave now, you'll miss the bus. (If you don't leave now, you'll miss the bus.) (NOT: Unless you don't leave now, ...)

We can use were instead of was for all persons in the if - clause of Type 2 conditionals.

e.g. If Rick was/were here, we could have a party.

We use If I were you ... when we want to give advice.

e.g. If I were you, I wouldn't complain about it.

The following expressions can be used instead of if: provided/providing that, as long as, suppose/supposing, etc.

e.g. a) You can see Mr. Carter provided you have an appointment. (If you have an appointment...)

b) We will all have dinner together providing Mary comes on time. (... if Mary comes ...)

c) Suppose/Supposing the boss came now, …

We can omit if in the if - clause. When if is omitted, should (Type 1), were (Type 2), had (Type 3) and the subject are inverted.

e.g. a) Should Peter come, tell him to wait. (If Peter should come,...)

b) Were I you, I wouldn't trust him. (If I were you, ...)

c) Had he known, he would have called. (If he had known, ...)

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Look at the prompts and make Type 1 conditional sentences, as in the example.
e.g. If we cut down all the forests, the world's climate will change.
1 cut down/ all forests / world's climate / change
2 not stop/use / aerosols /destroy / ozone layer
3 find / alternative sources of energy / solve / some of our environmental problems
4 temperatures / go up / by a few degrees /sea levels / rise
5 recycle / waste / save / natural resources
6 population / continue to increase / not be enough food for everyone

2. Lisa is trying to decide where to go on holiday. She would like to go to one of these places. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the example.
A) SPAIN FOR A WEEK
£180 Inclusive!!
2-star hotel beach
Free water sports

B) A TWO WEEK CAMPING HOLIDAY IN THE SOUTH OF FRANCE
ONLY £280 per person
Self-catering

1. How long / be away / choose / Spain?
SA: How long will she be away if she chooses Spain?
SB: If she chooses Spain, she'll be away for a week.
2. Where / go / like / camping?
3. How much / pay / go to / France?
4. What / do / go to / Spain?
5. Where / go / want / cheap holiday?

3. Study the situations, then make Type 2 conditional sentences, as in the example.
I don't have a car, so I have to wait for the bus every day.
1. If I ...had... (have) a car, I ...wouldn't have to... (not/have to) wait for the bus every day.
I never do my homework, so my teacher always gets angry with me.
2. If I … (do) my homework, my teacher … (not/get) angry with me.
I live in a small house, so I can't invite friends over.
3. If I … (live) in a bigger house, I … (be able to) invite friends over.
I never get up early, so I y am always late for school.
4. If I … (get up) earlier, I … (not/be) late for school.

4. Complete the sentences to make Type 3 conditional sentences, as in the example.
1. If he ...hadn't noticed... (not/notice) the mould in one of his glass dishes, Alexander Fleming ...would never have discovered... (never/discover) penicillin.
2. If he … (sell) some of his paintings, Van Gogh … (get) some recognition during his lifetime.
3. If Barbara Streisand … (change) the shape of her nose, her career … (never/be) the same.
4. If Anne Sullivan … (not/teach) her, Helen Keller … (not/be able to) communicate.
5. If Naomi Campbell … (not/be) so beautiful, she … (never/become) a supermodel.

5. Read the story below and make Type 3 conditional sentences, as in the example.
e.g. 1) ...if Sally hadn't been in a hurry, she would nave left some important notes at home....
Sally had a terrible day yesterday. She was in a hurry, so she left some important notes at home. She wasn't prepared for her meeting with a new client, so the meeting was a disaster. The client was

disappointed, and as a result he refused to do business with the company. The boss shouted at Sally, so she got upset.

6. Match the items in column A with those in column B in order to make correct Type 0 conditional sentences, as in the example.

e.g. 1 - c ...if you add sugar to a cup of coffee, the coffee tastes sweeter...

A

1. Add sugar to a cup of coffee.
2. Throw salt onto snow.
3. Put an apple in a bowl of water.
4. Water plants regularly.
5. Lie in the sun too long.
6. Take regular exercise.

B

a The apple floats.
b Your skin turns red.
c The coffee tastes sweeter.
d You feel healthy.
e The plants grow.
f The snow melts.

7. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 A: What time will you be home tonight?
B: I'm not sure. If I ...have to... (have to) work late. I ...'ll call... (call) you.
2 A: I felt very tired at work today.
B: Well, if you … (not/watch) the late film, you … (not/feel) so tired
3 A: Should I buy that car?
B: Why not? If I … (have) the money, I … (buy) it myself.
4 A: If you … (pass) a chemist's, … (you/get) me some cough medicine?
B: Yes, certainly.
5 A: My sister seems very upset at the moment.
B: Were I you, I … (talk) to her about it.
6 A: Unless you … (hurry), you … (be) late again.
B: No, I won't. There's plenty of time.
7 A: Oh! I forgot to ask Sarah over for dinner.
B: If I … (speak) to her today, I … (ask) her for you.
8 A: May I join the club, please?
B: Provided you … (be) over eighteen, you can join the club.
9 A: What a lovely restaurant! I'm glad we came here.
B: If you … (not/burn) the dinner, we … (not/come) here!
10 A: Just think. If I … (not/move) to York, I … (never/meet) you.
B: I know, wasn't it lucky?
11 A: Jo doesn't spend enough time with me.
B: Well, if she … (have) the time, I'm sure she … (try), but she's very busy.
12 A: Did you give Bill the message?
B: No, but when I … (see) him, I … (tell) him the news.

8. Choose the correct answer.

1 'If you ...C... that plate, you'll burn your fingers.'

'Why? Has it been in the oven?'
A would touch
B will touch
C touch
2 ‘ … you're busy, we'll talk now.'
‘That's fine. I'm not busy at the moment.'
A If
B Provided
C Unless
3 'If you watch the news, you … a lot.'
'I know. I watch it every day.'
A learn
B were learning
C would learn
4 '… you wear warm clothes, you won't get cold.'
'I'll wear an extra jumper.'
A Unless
B Providing
C Supposing
5 'Shall I invite John to the party?'
'Well, were I you, I … him.'
A would invite
B will invite
C am inviting
6 '… the teacher comes back now, what will you do?'
'I don't know.'
A When
B Providing
C Supposing
7 'Could I see the menu, please?'
'Yes, sir. If you … a seat, I will fetch it for you.'
A take
B had taken
C have taken
8 'Don't cry. Everything will be alright.'
'Yes, but if I … the bus, I wouldn't have been late for school.'
A didn't miss
B hadn't missed
C don't miss
9 'When water boils, it … steam.'
'Yes, I know; and the steam is hot, too.'
A would produce
B produce
C produces
10 'Can you help me, please?'
'Well, if I wasn't studying, I … you.'
A would help
B help
C will help
11 'John crashed his car yesterday.'
'I know, but if he hadn't been changing the cassette, he …'
A won't crash

B wouldn't crash
C wouldn't have crashed
12 'Can I have some chocolate, please?'
'If you behave yourself, I you some later.'
A would buy
B might buy
C buy
13 'Should you see Colin … and tell me.'
'I will.'
A come
B to come
C will come
14 'If we were rich, we … expensive clothes.'
'Well, unfortunately we aren't rich!'
A could afford
B can afford
C afford

9. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 If I ...were... (be) you, I wouldn't drive in the snow.
2 Peter … (be able to) help you if he was here.
3 If I had closed the window, the cat … (not/jump) out.
4 I … (call) for help if I got stuck in a lift.
5 Had I known him, I … (talk) to him.
6 John … (may/lose) his job if he is rude to the boss.
7 If you … (save) some money, you would have been able to go on holiday last year.
8 You may win if you … (take) part in the contest.
9 If I had toothache, I … (go) to the dentist.
10 They would have helped us move house if we … (ask) them.
11 If Jane … (be) older, she could live by herself.
12 We would have changed our plans if we … (hear) the weather forecast.
13 Emma … (send) a card if she had remembered it was their anniversary.
14 Robert … (feel) better if you talked to him.
15 If Sam was still living nearby, you … (can/invite) him for dinner.
16 If you … (put) your money in your wallet, you will not lose it.
17 If you … (like) chocolate, you will love this cake.
18 If Bill … (come) home early, he will eat dinner with us.
19 Sandra will join us later unless she … (have) a lot of work to do.

10. Fill in the gaps using when or if.

1 A: Have you phoned Paul yet?
B: No, I'll phone him ...when... I get home.
2 A: … I get a new job soon, I may have a party.
B: That's a good idea.
3 A: I really liked that dress we saw.
B: Well, you can buy it … you get paid.
4 A: Shall we go somewhere this weekend?
B: Yes … it's sunny, we could go to the beach.
5 A: Did you make this cake yourself?
B: Yes … you like it, I'll give you the recipe.
6 A: Is Jane still asleep?
B: Yes … she wakes up, I'll tell her you're here.

7 A: Have you done your homework?
B: No. I'll do it … we've finished dinner.
8 A: We've run out of milk.
B: Well, … I go to the shops, I'll buy some more.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой, к.п.н., доцент
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине
Б1.Б.1.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность
21.05.04 Горное дело

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрен на заседании кафедры
Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)
Протокол № 8 от 15.05.2018
(Дата)

Екатеринбург
2019

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….…….....3
Требования к оформлению контрольной работы ……..……..4
Содержание контрольной работы…….....4
Выполнение работы над ошибками……...…8
Критерии оценивания контрольной работы ……9
Образец титульного листа ……..…10

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: повышение исходного уровня владения иностранным языком, достигнутого на предыдущей ступени образования, и достижение уровня иноязычной коммуникативной компетенции достаточного для общения в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах, а также для дальнейшего самообразования.

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

общекультурные:

- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-6);

общепрофессиональные:

- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-2).

Для достижения указанной цели необходимо (задачи курса):

- владение иностранным языком как средством коммуникации в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах;
- развитие когнитивных и исследовательских умений с использованием ресурсов на иностранном языке;
- развитие информационной культуры;
- расширение кругозора и повышение общей гуманитарной культуры студентов;
- воспитание толерантности и уважения к духовным ценностям разных стран и народов.

Методические указания по выполнению контрольной работы предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специальности *21.05.04 Горное дело.*

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации.* Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Б1.Б.1.03 Иностранный язык. А именно, в результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- особенности фонетического строя иностранного языка;
- лексические единицы социально-бытовой и академической тематики, основы терминосистемы соответствующего направления подготовки;
- основные правила грамматической системы иностранного языка;
- особенности построения устных высказываний и письменных текстов разных стилей речи;
- правила речевого этикета в соответствии с ситуациями межличностного и межкультурного общения в социально-бытовой, академической и деловой сферах;
- основную страноведческую информацию о странах изучаемого языка;
- лексико-грамматические явления иностранного языка профессиональной сферы для решения задач профессиональной деятельности;

Уметь:

- вести диалог/полилог и строить монологическое высказывание в пределах изученных тем;
- понимать на слух иноязычные тексты монологического и диалогического характера с различной степенью понимания в зависимости от коммуникативной задачи;
- читать аутентичные тексты прагматического, публицистического, художественного и научного характера с целью получения значимой информации;
- передавать основное содержание прослушанного/прочитанного текста;

- записывать тезисы устного сообщения, писать эссе по изученной тематике, составлять аннотации текстов, вести личную и деловую переписку;

- использовать компенсаторные умения в процессе общения на иностранном языке;

- пользоваться иностранным языком в устной и письменной формах, как средством профессионального общения;

Владеть:

- основными приёмами организации самостоятельной работы с языковым материалом с использованием учебной и справочной литературы, электронных ресурсов;

- навыками выполнения проектных заданий на иностранном языке в соответствии с уровнем языковой подготовки;

- умением применять полученные знания иностранного языка в своей будущей профессиональной деятельности.

Требования к оформлению контрольной работы

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «Иностранный язык (английский)» представлено три варианта контрольной работы.

Номер варианта контрольной работы определяется для студентов в соответствии с начальными буквами их фамилий в алфавитном порядке. Например, студенты, у которых фамилии начинаются с букв А, выполняют контрольную работу № 1 и т.д. (см. таблицу №1).

Таблица №1

начальная буква фамилии студента	***№ варианта контрольной работы***
А, Г, Ж, К, Н, Р, У, Ц, Щ	№1
Б, Д, З, Л, О, С, Ф, Ч, Э, Я	№2
В, Е, И, М, П, Т, Х, Ш, Ю	№3

Содержание контрольной работы

Контрольная работа проводится по теме *1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья)* и *теме 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)* и направлена на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Контрольная работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have, о*борот *there+be,* имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №2:

Таблица №2

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435
Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*	102-104	6-8
Оборот *there+be*	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Вариант №1

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Michael _____ everyone he meets because he is very sociable and easygoing. He has five brothers and two sisters, so that probably helped him learn how to deal with people.

A. gets divorced; **B. gets along well with;** C. gets married;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Заполните пропуски местоимениями some, any, no или их производными.

Пример: A: Is ***anything*** the matter with Dawn? She looks upset.

B: She had an argument with her friend today.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «неопределённые местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски личными местоимениями (I, we, you, he, she, it, they, me, us, him, her, them).

Пример: My teacher is very nice. I like … . – I like **him**.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «личные и притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках, обращая при этом внимание на использованные в предложениях маркеры.

Пример: Every morning George **eats** (to eat) cereals, and his wife only **drinks** (to drink) a cup of coffee.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Paul was tired when he got home. – ***Was Paul tired when he got home? Yes, he was.***

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа
Вариант №2

Задание 1. Заполните пропуск, выбрав один вариант ответа.

Пример: A British university year is divided into three _____.

1) conferences; 2) sessions; **3) terms**; 4) periods;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Выберите правильную форму глагола.

Пример: A: I have a Physics exam tomorrow.

B: Oh dear. Physics **is/**are a very difficult subject.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя существительное, функции и спряжение глаголов to be и to have».

Задание 3. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Continuous, Past Continuous или Future Continuous.

Пример: I **shall be studying** (study) Japanese online from 5 till 6 tomorrow evening.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 4. Составьте вопросы к словам, выделенным жирным шрифтом.

Пример: **The Petersons** have bought a dog. – *Who has bought a dog?*

The Petersons have bought **a dog. –** *What have the Petersons bought?*

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Задание 5. Подчеркните правильный вариант ответа.

Пример: A: You haven't seen my bag anywhere, haven't you/**have you**?

B: No. You didn't leave it in the car, **did you**/didn't you?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа
Вариант № 3

Задание 1. Заполните пропуски, выбрав один вариант ответа.

Пример: The University accepts around 2000 new ____ every year.

1) students; 2) teachers; 3) pupils; 4) groups;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках

заданных тем.

Задание 2. Поставьте в предложения подходящие по смыслу фразы:

as red as a beet (свекла), as slow as a turtle, as sweet as honey, as busy as a bee, as clumsy as a bear (неуклюжий), as black as coal, as cold as ice, as slippery as an eel (изворотливый как угорь), as free as a bird, as smooth as silk (гладкий)

Пример: Your friend is so unemotional, he is **as cold as ice**.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя прилагательное и наречие».

Задание 3. Переведите следующие предложения на английский язык.

Пример: Это самая ценная картина в Русском музее. **This is the most valuable picture in Russian Museum.**

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «степени сравнения имени прилагательного и наречий».

Задание 4. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Perfect, Past Perfect или Future Perfect.

Пример: Sam **has lost** (lose) his keys. So he can't open the door.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Задайте вопросы к предложениям.

Пример: There are two books. The one on the table is Sue's.

a) 'Which *book is Sue's*?' 'The one on the table.'

b) 'Whose *book is on the table*?' 'Sue's.'

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Mein Bruder ... Arzt geworden

A. hat; **B. ist**; C. wird;

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Пассивный залог».

Задание 2. Вставьте подходящее вопросительное слово.

Пример: **Was** machen Sie am Wochenende?

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски возвратными местоимениями в нужной форме.

Пример: Wo wohnen d**eine** Eltern?

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках.

Пример: **Kannst** du mir bitte die Marmelade geben? (können)

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Модальные глаголы».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Sie wohnen in Berlin.

Ответ: Wo wohnen Sie? Wer wohnt in Berlin?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные предложения».

ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях следующими предлогами: de, à, chez, dans, pour, depuis. vers, avec, devant. en.

Пример: **Monsieur Dupont est en mission**.

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Предлоги».

Задание 2. Заполните пропуски, выберите правильно указательное прилагательное:

Пример: **Peux-tu me passer ces dictionnaires?**

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Указательные прилагательные».

Задание 3. Поставьте нужный артикль или предлог там, где это необходимо:

Пример: **C'est la salle des études**.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Употребление слитного артикля».

Задание 4. Выберите правильную форму глагола:

Пример: **Tous les matins, il s'est levé à 7 heures depuis un an.**

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Спряжение глаголов 1,2,3 группы в Présent».

Задание 5. Ответьте на следующие вопросы:

Пример: **Où passez-vous vos vacances d'été? - Je les passe en Crimée.**

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Личные местоимения le, la, les».

Проблемные и сложные вопросы, возникающие в процессе изучения курса и выполнения контрольной работы, необходимо решать с преподавателем на консультациях.

Выполнению контрольной работы должно предшествовать самостоятельное изучение студентом рекомендованной литературы.

Студент получает проверенную контрольную работу с исправлениями в тексте и замечаниями. В конце работы выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Работа с оценкой «неудовлетворительно» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

Критерии оценивания контрольной работы

Оценка за контрольную работу определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 1 балл. Максимум 44 балла.

Результат контрольной работы

Контрольная работа оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

40-44 балла (90-100%) - оценка «отлично»;

31-39 балла (70-89%) - оценка «хорошо»;

22-30 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»;

0-21 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Образец оформления титульного листа



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

Кафедра иностранных языков и деловой коммуникации

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

по дисциплине
ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация №1
Подземная разработка пластовых месторождений

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа РПМ-18

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

Екатеринбург
2018

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Специальность

21.05.04 Горное дело

Авторы: Гребенкин С.М., Кузнецов А.М., Тетерев Н.А.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Безопасности горного производства	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Елохин В.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 17.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ВОЗДУХООБМЕНА

Цель практического занятия — закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Человек и среда обитания: воздействия негативных факторов окружающей среды на человека», и формирование практических навыков расчета воздухообмена в производственных помещениях необходимого для очистки воздуха от вредностей: для удаления вредных веществ (выделяющихся вредных газов, паров и пыли); для удаления излишних водяных паров; для удаления избыточного тепла.

Общие сведения. Среда обитания — это окружающая человека среда, осуществляющая через совокупность факторов (физических, биологических, химических и социальных) прямое или косвенное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье, трудоспособность и потомство. В жизненном цикле человек и окружающая среда обитания непрерывно взаимодействуют и образуют постоянно действующую систему «человек — среда обитания», в которой человек реализует свои физиологические и социальные потребности. В составе окружающей среды выделяют природную, техногенную, производственную и бытовую среду. Каждая среда может представлять опасность для человека. В данной работе рассматривается расчет потребного воздухообмена (L м^3/ч), для очистки воздуха от вредных газов и паров и для удаления избыточного тепла с помощью механической общеобменной вентиляции.

Задание. В помещении объемом V работают n человек со средней производительностью a каждый. Они производят покраску и шпаклевку изделий нитро- (на основе ацетона) красками, эмалями и шпаклевками, для чего используется ручное и механизированное оборудование. В этом же помещении производится пайка N контактов припоем ПОС-60. Источники тепловыделения

– оборудование мощностью Рном и осветительная сеть мощностью Роев из люминесцентных ламп. Расчеты вести для холодного периода года. Помещение имеет *К* окон направленных на север размерами 2,5х1,75 м с двойным остеклением и деревянными рамами. Категория работ – III (тяжелая).

Рассчитать потребный воздухообмен и определить кратность воздухообмена для: 1) испарений растворителей и лаков; 2) при пайке припоем ПОС-60; 3) удаления выделяемой людьми углекислоты; 4) удаления избыточного тепла.

Методика и порядок расчета воздухообмена для очистки воздуха.

Потребный воздухообмен определяется по формуле

$$L = \frac{G \times 1000}{x_н - x_в}, \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad (1.1)$$

где *L*, м^3/ч – потребный воздухообмен; *G*, г/ч – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения; $x_в$, мг/м^3 – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно ГОСТ 12.1.005-88 [1]; $x_н$, мг/м^3 – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338- 03) □4□.

Применяется также понятие кратности воздухообмена (n), которая показывает сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении. Значение n □ □ может быть достигнуто естественным воздухообменом без устройства механической вентиляции.

Кратность воздухообмена определяется по формуле

$$n = \frac{L}{V_n}, \text{ ч}^{-1}, \qquad (1.2)$$

где n, раз/ч – кратность воздухообмена; *L*, м^3/ч – потребный воздухообмен; V_n – внутренний объем помещения, м^3.

Согласно СП 2.2.1.1312-03, кратность воздухообмена n > 10 недопустима.

Так как $x_н$ определяется по табл. 1.1 прил.1, а $x_в$ по табл. 1.2 прил.1, то для расчета потребного воздухообмена необходимо в каждом случае определять

количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения.

Таблица 1.0

Исходные данные для расчёта потребного воздухообмена

№ вар.	*a*, м²/ч	Материал	*n* чел.	*V* м³	*N* шт/час	Местность	$P_{ном.}$ кВт	$P_{осв.}$ кВт	*m* окон
1	2	Бесцветный аэролак, окраска кистью	1	100	40	Сельские населенные пункты	10	0,5	2
2	1,5		2	200	35		20	0,5	3
3	1		3	300	400		30	1	4
4	2		4	400	45	Малые города	40	1	5
5	3	Цветной аэролак, окраска механизир.	1	500	305		200	1	6
6	4		1	600	48		150	1,5	6
7	3,5		1	700	450	Большие города	200	1	6
8	5		1	800	480		100	2	8
9	0,2	Шпаклевка кистью	3	80	325		10	0,5	2
10	0,3		4	200	420	Сельские населенные пункты	20	1	4
11	1,5	Шпаклевка механизир,	1	200	250		30	1	3
12	1		2	300	450		40	1,5	4
13	0,8	Бесцветный аэролак, окраска кистью	1	150	300	Малые города	50	0,6	2
14	1		2	150	48		60	0,8	3
15	1,2		1	120	335		70	1	2
16	0,7		2	200	400	Большие города	80	1,2	4
17	2	Цветной аэролак, окраска механизир.	1	200	280		90	0,6	4
18	2,5		2	400	480		100	0,8	6
19	2,2		1	400	290	Сельские населенные пункты	150	1,2	8
20	1,8		2	600	300		200	1,5	8
21	0,3	Шпаклевка кистью	1	80	200		250	0,5	I
22	0,4		2	100	250	Малые города	300	0,6	2
23	1	Шпаклевка механизир.	1	150	242		60	1	2
24	1		2	400	440	Большие города	80	1	3
25	1,5	Шпаклевка	1	100	270		100	1,2	4

26	2	кистью	3	200	180		150	0,5	6

Рассмотрим отдельные характерные случаи выделения вредных веществ в воздух помещения и определения потребного воздухообмена.

1.1. Определение воздухообмена при испарении растворителей и лаков

Испарение растворителей и лаков обычно происходит при покраске различных изделий. Количество летучих растворителей, выделяющихся в воздухе помещений можно определить по следующей формуле

$$G = \frac{a \times A \times m \times n}{100}, \text{ г/ч}, \qquad (1.3)$$

где a, м^2/ч – средняя производительность по покраске одного рабочего (при ручной покраске кистью – 12 м^2/ч, пульверизатором – 50 м^2/ч); A, г/м^2 – расход лакокрасочных материалов; m, % – процент летучих растворителей, содержащихся в лакокрасочных материалах; n – число рабочих, одновременно занятых на покраске.

Численные значения величин A и m определяются по табл. 1.3 прил. 1.

Пример. Определить количество выделяющихся в воздух помещения летучих растворителей.

Решение:

По табл. 3 прил. 1 для цветного аэролака при окраске распылением находим, что A = 180 г/м^2, m = 75 %, тогда G = 50·180·75·2/100 = 13500 г/ч. Далее определяем потребный воздухообмен в помещении по формуле (1.3). Находим для ацетона из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1, что $x_в$ = 200 мг/м^3, $x_н$ = 0,35 мг/м^3, тогда L = 13500·1000/(200 - 0,35) = 67500 м^3/ч.

Ответ: L = 67500 м^3/ч.

1.2. Определение потребного воздухообмена при пайке электронных схем

Пайка осуществляется свинцово-оловянным припоем ПОС-60, который содержит C = 0,4 доли объема свинца и 60 % олова. Наиболее ядовиты аэрозоли (пары) свинца.

В процессе пайки из припоя испаряется до B = 0,1 % свинца, а на 1 пайку расходуется 10 мг припоя. При числе паек – N, количество выделяемых паров свинца определяется по формуле

$$G = C \times B \times N, \text{ мг/ч}, \qquad (1.4)$$

где G, г/ч – количество выделяемых паров свинца; C – содержание свинца; B – % свинца; N – число паек.

Пример. В помещении объемом $V_п$ = 1050 м^3 три человека осуществляют пайку припоем ПОС-40 с производительностью по 100 контактов в час. Найти требуемую кратность воздухообмена.

Решение:

По формуле (1.4) определяем количество аэрозолей свинца, выделяемых в воздух: G = 0,6·0,001·10·100·3 = 1,8 мг/ч. Далее определяем потребный воздухообмен по формуле (1.1). Находим из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1 для свинца и его соединений $x_в$ = 0,01 мг/м^3; $x_н$ = 0,001 мг/м^3. Тогда L = 1,8 / (0,01- 0,001) = 200,0 м^3/ч.

Ответ: L = 185,5 м^3/ч.

1.3. Определение воздухообмена в жилых и общественных помещениях

В жилых и общественных помещениях постоянным вредным выделением является выдыхаемая людьми углекислота (CO_2). Определение потребного воздухообмена производится по количеству углекислоты, выделяемой человеком и по допустимой концентрации её.

Количество углекислоты в зависимости от возраста человека и

выполняемой работы, а также допустимые концентрации углекислоты для различных помещений приведены в табл. 1.4 и 1.5 прил. 1.

Содержание углекислоты в атмосферном воздухе можно определить по химическому составу воздуха. Однако, учитывая повышенное содержание углекислоты в атмосфере населенных пунктов, следует принимать при расчете содержания CO_2 следующие значения: для сельских населенных пунктов – 0,33 л/м^3, для малых городов (до 300 тыс. жителей) – 0,4 л/м^3, для больших городов (свыше 300 тыс. жителей) – 0,5 л/м^3.

Пример. Определить потребную кратность воздухообмена в помещении, где работают 3 человека.

Решение:

По табл. 1.4 прил.1 определяем количество CO_2, выделяемой одним человеком g = 23 л/ч. По табл. 1.5 прил. 1 определяем допустимую концентрацию CO_2. Тогда $x_в$ = 1 л/м3 и содержание CO_2 в наружном воздухе для больших городов $x_н$ = 0,5 л/м^3 .Определяем потребный воздухообмен по формуле (1.1) $L = 23 \cdot 3/(1- 0,5) = 138$ м$^{3/}$ч. Ответ: L = 138 м^3/ч.

1.4. Определение потребного воздухообмена при выделении газов (паров) через неплотности аппаратуры, находящейся под давлением

Производственная аппаратура, работающая под давлением, как правило, не является вполне герметичной. Степень герметичности аппаратуры уменьшается по мере ее износа. Считая, что просачивание газов через неплотности подчиняется тем же законам, что и истечение через небольшие отверстия, и, предполагая, что истечение происходит адиабатически, количество газов, просочившихся через неплотности, можно определить по формуле

$$G = k \times c \times \sqrt[v]{\frac{M}{T}}, \text{ кг/ч,} \qquad (1.5)$$

где k – коэффициент, учитывающий повышение утечки от износа оборудования (k = 1–2); c – коэффициент, учитывающий влияние давление газа в аппарате; v – внутренний объем аппаратуры и трубопроводов, находящихся под давлением, м^3; M – молекулярный вес газов, находящихся в аппаратуре; T – абсолютная температура газов в аппаратуре, К.

Таблица 1.2

Коэффициент, учитывающий влияние давление газа в аппарате

Давление p, атм	до 2	2	7	17	41	161
c	0,121	0,166	0,182	0,189	0,25	0,29

Пример. Система, состоящая из аппаратов и трубопроводов, заполнена сероводородом. Рабочее давление в аппаратуре p_a = 3 атм, а в проводящих трубопроводах p_a=4 атм. Внутренний объем аппаратуры v_a = 5 м^3, объём трубопроводов, $v_{тр}$ = 1,2 м^3. Температура газа в аппаратуре – t_a = 120 °С, в трубопроводе – $t_{тр}$ = 25 °С. Определить потребный воздухообмен в помещении.

Решение:

Определяем величины утечек сероводорода (H_2S) из аппаратуры и трубопроводов. Принимаем k = 1,5; c = 0,169 (по табл. 1.2); M = 34, для H_2S; Утечка газа из аппаратуры составляет:

$$G_a = 1{,}5 \times 0{,}169 \times \sqrt[5]{\frac{34}{393}} = 0{,}372$$

Утечка газа из трубопроводов составляет:

$$G_{тр} = 1{,}5 \times 0{,}172 \times 1{,}2 = 0{,}104$$

$$G = G_a + G_{тр} = 0{,}372 + 0{,}104 = 0{,}476, \text{кг/ч}$$

Используя данные табл. 1.1 прил. 1, находим, что для сероводорода

$x_в$ =10 мг/м^3; $x_н$ = 0,008 мг/м^3. Потребный воздухообмен равен

$$L = \frac{4761000}{(10 - 0{,}008)} = 47638{,}1\ {}^{м^3}/_{ч}$$

Ответ: L = 47638,1 м^3/ч

Вывод: В воздух помещения одновременно могут выделяться несколько вредных веществ. По действию на организм человека они могут быть однонаправленными и разнонаправленными. Для однонаправленных веществ расчетные значения потребного воздухообмена суммируются, а для разнонаправленных веществ выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Пример. Для первой вредности в воздухе рабочей зоны – вредных (токсичны) веществ в рассмотренных примерах все относятся к веществам разнонаправленного действия, поэтому принимаем к дальнейшему расчету максимальное из полученных значений, т. е. L = 67500 м^3/ч (потребный воздухообмен для паров растворителей при окраске).

Для проверки соответствия требованиям устройства вентиляции определим кратность воздухообмена n = 67500/4800 = 14,1 ч$^{-1}$. Данное значение превышает установленную величину – 10 ч$^{-1}$, поэтому необходимо принять дополнительное решение по устройству вентиляции в помещении. Например, таким решением может быть исключение распространения от двух мест окраски растворителей по всему помещению за счет применения местной вытяжной вентиляции.

Расчет объёма воздуха удаляемого местной вентиляцией определяется по формуле

$$L_{МВ} = F \times v \times 3600,\ {}^{м^3}/_{ч}\ , \qquad (1.6)$$

где F – площадь сечения всасывающих отверстий, м^2; v – скорость воздуха

в сечении вытяжной вентиляции, м/с. Рекомендуется принимать значение скорости в интервале 0,8-1,5 м/с.

Таким образом, потребный воздухообмен для оставшихся вредных веществ принимаем для выделений сероводорода: L = 47638,1 м^3/ч.

Проверка:

$$n = 47638,\ 1/4800 = 9,\ 9\ ч^{-1}.$$

1.5. Расчёт потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла

Расчет потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла производится по формуле

$$L = \frac{Q_{изб}}{\gamma_B \times c\Delta t},\ м^3/ч, \qquad (1.7)$$

где L, м^3/ч – потребный воздухообмен; $Q_{изб}$, ккал/ч – избыточное тепло; $\gamma_в$ = 1,206 кг/м^3 – удельная масса приточного воздуха; $c_в$ = 0,24 ккал/кг□град – теплоемкость воздуха;

$$\Delta t = t_{вых} - t_{пр},\ ^oC \qquad (1.8)$$

где $t_{вых}$, ^{o}C – температура удаляемого воздуха; $t_{пр}$, ^{o}C – температура приточного воздуха.

Величина Δt при расчетах выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха – $Q_н$: при $Q_н \le 20$ ккал/м^3·ч Δt = 6 ^{o}C; при $Q_н > 20$ ккал/м^3·ч Δt = 8 ^{o}C;

$$Q_н = \frac{Q_{изб}}{V_п},\ ккал/\ м^3 \cdot ч, \qquad (1.9)$$

где $V_п$, м^3 – внутренний объем помещения.

Таким образом, для определения потребного воздухообмена необходимо определить количество избыточного тепла по формуле

$$Q_{изб} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_л + Q_р - Q_{отд},\ ккал/ч, \qquad (1.10)$$

где $Q_{об}$, ккал/ч – тепло, выделяемое оборудованием; $Q_{осв}$, ккал/ч – тепло, выделяемое системой освещения; $Q_{л}$, ккал/ч – тепло, выделяемое людьми в помещении; $Q_{р}$, ккал/ч – тепло, вносимое за счет солнечной радиации; $Q_{отд}$, ккал/ч – теплоотдача естественным путем.

Определяем количество тепла, выделяемого оборудованием

$$Q_{об} = 860 \times P_{об} \times y_1, \text{ ккал/ч} \quad (1.11)$$

где Y_1 – коэффициент перехода тепла в помещение, зависящий от вида оборудования; $P_{об}$, кВт – мощность, потребляемая оборудованием;

$$P_{об} = P_{ном} \times y_2 \times y_3 \times y_4, \text{ кВт}, \quad (1.12)$$

где $P_{ном}$, кВт – номинальная (установленная) мощность электрооборудования помещения; Y_2 – коэффициент использования установленной мощности, учитывающий превышение номинальной мощности над фактически необходимой; Y_3 – коэффициент загрузки, т.е. отношение величины среднего потребления мощности (во времени) к максимально необходимой; Y_4 – коэффициент одновременности работы оборудования.

При ориентировочных расчетах произведение всех четырех коэффициентов можно принимать равным:

$$y_1 \times y_2 \times y_3 \times y_4 = 0{,}25 \quad (1.13)$$

Определяем количество тепла, выделяемого системой освещения

$$Q_{осв} = 860 \times P_{осв} \times \alpha\beta \times \cos(\varphi), \quad (1.14)$$

где α – коэф. перевода электрической энергии в тепловую для лампы накаливания α = 0,92 – 0,97, люминесцентной лампы α = 0,46 – 0,48; b – коэффициент одновременности работы (при работе всех светильников b = 1); cos (φ) = 0,7 – 0,8 – коэффициент мощности; $P_{осв}$, кВт – мощность осветительной установки.

Определяем количество тепла, выделяемого находящимися в помещении людьми

$$Q_{л} = N \times q_{л}, \quad (1.15)$$

где N – количество людей в помещении; $q_л$, ккал/ч – тепловыделения одного человека табл. 1.6 прил. 1.

Определяем количество тепла, вносимого за счет солнечной радиации

$$Q_p = K \times S \times q_{ост}\,, \qquad (1.16)$$

где K – количество окон; S, м^2 – площадь одного окна; $q_{ост}$, ккал/ч – солнечная радиация через остекленную поверхность табл. 1.7 прил. 1.

Определяем теплоотдачу, происходящую естественным путем. Если нет дополнительных условий, то можно считать ориентировочно, что $Q_{отд}$ = $Q_р$ для холодного и переходного периодов года (среднесуточная температура наружного воздуха ниже +10 ^{o}C). Для теплого периода года (среднесуточная температура воздуха выше +10 ^{o}C) принимаем $Q_{отд}$ = 0.

Общий вывод: Среди полученных расчетных значений потребного воздухообмена для вредных веществ и удаления избыточного тепла выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Приложение 1

Таблица 1.1

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03)

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м^3	ПДКс.с., мг/м^3	Агрегатн состояние
Азота диоксид	0,085	0,04	п
Азота оксид	0,6	0,06	п
Акролеин	0,03	0,03	п
Амилацетат	0,10	0,10	п
Аммиак	0,2	0,04	п
Ацетон	0,35	0,35	п
Бензин (углеводороды)	5,0	1,5	п
Бензол	1,5	0,1	п
Бутан	200	-	п
Бутилацетат	0,1	0,1	п
Винилацетат	0,15	0,15	п
Дихлорэтан	3,0	1,0	п
Ксилол	0,2	0,2	п
Марганец и его соединения	0,01	0,001	а
Метилацетат	0,07	0,07	п
Мышьяк и его неорг. соединения	-	0,003	а
Озон	0,16	0,03	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	0,15	0,05	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	0,5	0,15	а
Ртути хлорид (сулема)	-	0,0003	а
Сажа	0,15	0,05	а
Свинец и его соединения	0,001	0,0003	а
Сернистый ангидрид	0,5	0,15	п
Серная кислота	0,3	0,1	а

Продолжение табл. 1.1

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м^3	ПДКс.с., мг/м^3	Агрегатн состояние
Сероводород	0,008	-	п
Сероуглерод	0,03	0,005	п
Спирт бутиловый	0,16	-	п
Спирт изобутиловый	0,1	0,1	п
Спирт метиловый	1,0	0,5	п
Спирт этиловый	5	5	п
Стирол	0,04	0,002	п
Толуол	0,6	0,6	п
Углерода оксид	5,0	3,0	п
Фенол	0,01	0,003	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,02	0,005	п
Хлор	0,1	0,03	п
Хлористый водород	0,2	0,2	п
Этилацетат	0,1	0,1	п

Примечание: п – пары и/или газы; а – аэрозоль

Таблица 1.2

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухерабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88)

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м^3	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Азота диоксид	2,0	3	п
Азота оксиды	5,0	3	п
Акролеин	0,2	2	п
Амилацетат	100	4	п
Аммиак	20	4	п
Ацетон	200	4	п
Бензин (углеводороды)	100	4	п
Бензол	15/5	2	п
Бутан	300	4	п
Бутилацетат	200	4	п
Винилацетат	10,0	4	п
Дихлорэтан	10,0	2	п
Ксилол	50,0	3	п
Марганец и его соединения (от 2-30 %)	0,1	2	а
Метилацетат	100	4	п
Мышьяк и его неорг. соединения	0,04/0,01	2	а
Озон	0,1	1	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	1,5	4	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	4,0	4	а
Ртути хлорид (сулема)	0,2/0,05	1	а
Сажа	4,0	3	а
Свинец и его соединения	0,01/0,005	1	а
Серная кислота	1,0	2	а
Сернистый ангидрид	10	3	п
Сероводород	10,0	3	п

Продолжение табл. 1.2

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м^3	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Сероуглерод	1,0	3	п
Спирт бутиловый	10,0	3	п
Спирт изобутиловый	10,0	3	п
Спирт метиловый	5,0	3	п
Спирт этиловый	1000	4	п
Стирол	30/10	3	п
Толуол	50	3	п
Углерода оксид	20	4	п
Фенол	0,3	2	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,5/0,1	2	п
Хлор	1,0	2	п
Хлористый водород	5,0	1	п
Этилацетат	200	4	п

Примечание: значение в числителе – максимально разовые; в знаменателе – среднесменные

Таблица 1.3

Расходы лакокрасочных материалов на один слой покрытия изделий и содержание в них летучих растворителей

Наименование лакокрасочных материалов/способ нанесения краски	Расход лакокрасочных материалов, *A*, г/м^2	Содержание летучей час- ти, *m*, %
Нитролаки и краски		
Бесцветный аэролак /кистью	200	92
Цветные аэролаки/распыление пульверизатором	180	75
Нитрошпаклевка /кистью	100-180	10-35
Нитроклей /кистью	160	80-85
Масляные лаки и эмали		
Окраска распылением	60-90	35

Таблица 1.4

Количество углекислоты, выделяемой человеком при разной работе

Возраст человека и характер работы	Количество CO_2	
	в л/ч	в г/ч
Взрослые:		
при физической работе	45	68
при легкой работе (в учреждениях)	23	35
в состоянии покоя	23	35
Дети до 12 лет	12	18

Таблица 1.5

Предельно-допустимые концентрации углекислоты

Наименование помещений	Количество CO_2	
	в л/ч	в г/кг
Для постоянного пребывания людей (жилые ком.)	1	1,5
Для пребывания детей и больных	0,7	1
Для учреждений	1,25	1,75
Для кратковременного пребывания людей	2	3

Таблица 1.6

Количество тепловыделений одним человеком при различной работе

Категория тяжести работы		Количество тепловыделений $q_л$, ккал/ч в зависимости от окружающей температуры воздуха			
		15 ºС	20 ºС	25 ºС	30 ºС
Легкая	I	100	70	50	30
Средней тяжести	II-а	100	70	60	30
Средней тяжести	II-б	110	80	70	35
Тяжелая	III	110	80	80	35

Таблица 1.7

Солнечная радиация через остекленную поверхность

	Солнечная радиация, $q_{ост}$, ккал/ч от стороны света и широты, град.														
	ЮГ			ЮГО-ВОСТОК ЮГО-ЗАПАД				ВОСТОК ЗАПАД				СЕВЕР, СЕВЕР. ВОСТОК СЕВЕРО-ЗАПАД			
	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
Окна с двойным остеклением и деревянными рамами	125	125	145	85	110	125	145	125	125	145	145	65	65	65	60
Окна с двойным остеклением и металлическими рамами	160	160	180	110	140	160	180	160	160	180	180	80	80	80	70
Фо- нарь с двойным остеклением и металлическими переплет.	130	160	170	110	140	170	170	160	160	180	180	85	85	85	70

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1982. – 342 с.

2. Каменев П.Н. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. – М.: Издательство литературы по строительству, 1966. – 289 с.

3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

4. ГН2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. ОЦЕНКА РИСКА

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Основы теории безопасности: системный анализ безопасности», и формирование практических навыков расчета индивидуального и группового (социального) риска в конкретных ситуациях.

Общие сведения. Опасность – одно из центральных понятий безопасности жизнедеятельности (БЖД).

Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики (параметры), несоответствующие условиям жизнедеятельности человека. Можно сказать, что опасность – это риск неблагоприятного воздействия.

Практика свидетельствует, что абсолютная безопасность недостижима. Стремление к абсолютной безопасности часто вступает в антагонистические противоречия с законами техносферы.

В сентябре 1990 г. в г. Кельне состоялся первый Всемирный конгресс по безопасности жизнедеятельности человека как научной дисциплине. Девиз конгресса: «Жизнь в безопасности». Участники конгресса постоянно оперировали понятием «риск».

Возможны следующие определения риска:

1. Это количественная оценка опасности, вероятность реализации опасности;

2. При наличии статистических данных, это частота реализации опасностей.

Различают опасности реальные и потенциальные. В качестве аксиомы принимаются, что любая деятельность человека потенциально опасна. Реализация потенциальной опасности происходит через ПРИЧИНЫ и приводит к НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫМ ПОСЛЕДСТВИЯМ.

Сейчас перед специалистами ставится задача – не исключение до нуля безопасности (что в принципе невозможно). А достижение заранее заданной величины риска реализации опасности. При этом сопоставлять затраты и получаемую от снижения риска выгоду. Во многих западных странах для более объективной оценки риска и получаемых при этом затрат и выгод, вводят финансовую меру человеческой жизни. Заметим, что такой подход имеет противников, их довод – человеческая жизнь свята, бесценна и какие-то финансовые оценки недопустимы. Тем не менее, по зарубежным исследованиям, человеческая жизнь оценивается, что позволяет более объективно рассчитывать ставки страховых тарифов при страховании и обосновывать суммы выплат.

Поскольку абсолютная безопасность (нулевой риск) невозможна, современный мир пришел к концепции приемлемого (допустимого) риска.

Суть концепции заключается в стремлении к такой безопасности, которую принимает общество в данное время. При этом учитывается уровень технического развития, экономические, социальные, политические и др. возможности. Приемлемый риск – это компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения. Это можно рассмотреть в следующей ситуации. После крупной аварии на Чернобыльской АЭС, правительство СССР решило повысить надежность всех ядерных реакторов. Средства были взяты из госбюджета и, следовательно, уменьшилось финансирование социальных программ здравоохранения, образования и культуры, что в свою очередь привело к увеличению социально-экономического риска. Поэтому следует всесторонне оценивать ситуацию и находить компромисс – между затратами и величиной риска.

Переход к «риску» дает дополнительные возможности повышения безопасности техносферы. К техническим, организационным, административным добавляются и экономические методы управления риском (страхование, денежные компенсации ущерба, платежи за риск и

др.). Есть здравый смысл в том, чтобы законодательно ввести квоты за риск. При этом возникает проблема расчета риска: статистический, вероятностный, моделирование, экспертных оценок, социологических опросов и др. Все эти методы дают приблизительную оценку, поэтому целесообразно создавать базы и банки данных по рискам в условиях предприятий, регионов и т.д.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с общими сведениями. Записать определения.
2. Выполнить практические задачи.

Практические задачи

Задача 1. В таблице 2.0 приведен ряд профессий по степени индивидуального риска фатального исхода в год. Используя данные табл.1 методом экспертных оценок охарактеризуйте вашу настоящую деятельность и условия вашей будущей работы.

Таблица 2.0

Классификация профессиональной безопасности

Категория	Условия профессиональной деятельности	Риск смерти (на человека в год)	Профессия
1	Безопасные	$1 \cdot 10^{-4}$	Текстильщики, обувщики, работники лесной промышленности, бумажного производства и др.
2	Относительно безопасные	$1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$	Шахтеры, металлурги, судостроители и др.
3	Опасные	$1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2}$	Рыбопромысловики, верхолазы, трактористы и др.
4	Особо опасные	больше $1 \cdot 10^{-2}$	Летчики-испытатели, летчики реактивных самолетов.

После обсуждения письменно сформулируйте свою оценку.

Для решения следующих задач используйте формулу определения индивидуального риска

$$P = \frac{h}{H}, \qquad (2.1)$$

где Р – индивидуальный риск (травмы, гибели, болезни и пр.); h – количество реализации опасности с нежелательными последствиями за определенный период времени (день, год и т.д.); Н – общее число участников (людей, приборов и пр.), на которых распространяется опасность.

Пример решения задачи по формуле (2.1).

Пример. Задача 1. Ежегодно неестественной смертью гибнет 250 тыс. человек. Определить индивидуальный риск гибели жителя страны при населении в 150 млн. человек.

Решение.

Рж = $2{,}5 \cdot 10^5 / 1{,}5 \cdot 10^8 = 1{,}7 \cdot 10^{-3}$

Или будет 0,0017. Иначе можно сказать, что ежегодно примерно 17 человек 10000 погибает неестественной смертью. Если пофантазировать и предположить, что срок биологической жизни человека равен 1000 лет, то по нашим данным оказывается, что уже через 588 лет (1:0,0017) вероятность гибели человека неестественной смертью близка к 1 (или 100%).

Примечание. Здесь и в задачах №2,3 данные приближены к России.

Задача 2. Опасность гибели человека на производстве реализуется в год 7 тыс. раз. Определить индивидуальный риск погибших на производстве при условии, что всего работающих 60 млн. человек. Сравните полученный результат с вашей экспертной оценкой из задачи 1.

Задача 3. Определить риск погибших в дорожно-транспортном происшествии (ДТП), если известно, что ежегодно гибнет в ДТП 40 тыс. человек при населении 150 млн. человек.

Задача 4. Используя данные индивидуального риска фатального

исхода в год для населения США (данных по России нет), определите свой индивидуальный риск фатального исхода на конкретный год. При этом можно субъективно менять коэффициенты и набор опасностей.

Таблица 2.1

Индивидуальный иск гибели в год

Причина	Риск	Причина	Риск
Автомобильный транспорт	$3 \cdot 10^{-4}$	Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
Падения	$9 \cdot 10^{-5}$	Падающие предметы	$6 \cdot 10^{-6}$
Пожар и ожог	$4 \cdot 10^{-5}$	Электрический ток	$6 \cdot 10^{-6}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$	Железная дорога	$4 \cdot 10^{-6}$
Отравление	$2 \cdot 10^{-5}$	Молния	$5 \cdot 10^{-7}$
Огнестрельное оружие	$1 \cdot 10^{-5}$	Все прочие	$4 \cdot 10^{-5}$
Станочное оборудование	$1 \cdot 10^{-5}$	Ядерная энергетика	$2 \cdot 10^{-10}$
Водный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$	(пренебрегаемо мал. риск)	

Риск общий для американца: $P_{общ} = 6 \cdot 10^{-4}$

Сравнить полученный результат с результатом примера решения.

Задачи на риск гибели неестественной смертью в России и с риском гибели в год для американца ($P_{общ}$).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Русак О.Н. Труд без опасности. Л. «Лениздат», 1986, 191 с.

2. Береговой Г.Т. и др. Безопасность космических полетов. М., «Машиностроение», 1977, 320 с.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Цель практического занятия :закрепление теоретических знаний, полученных при изучении раздела “Гелиофизические и метеорологические фактора: микроклимат производственных помещений”, и формирование практических навыков расчета метеорологических условий в производственном помещении и гигиенической оценки параметров микроклимата.

Общие сведения:

Одним из основных условий эффективной производственной деятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях. Параметры микроклимата оказывают существенное влияние на терморегуляцию организма человека и могут привести кпереохлаждение или перегреву тела

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды этих помещений, определяемый действующими на организм человека факторами: сочетанием температуры воздуха, относительной влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового облучения, температуры поверхности ограждающих конструкций (стены, пол, потолок, технологическое оборудование и т.д

Под рабочей зоной понимается пространство высотой до 2м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

Причиной ряда заболеваний является местное и общее охлаждение. Переохлаждение организма ведет к простудным заболеваниям: ангине, катару верхних дыхательных путей, пневмонии. Установлено, что при

переохлаждении ног и туловища возникает спазм сосудов слизистых оболочек дыхательного тракта.

Перегревание возникает при избыточном накоплении тепла в организме, которое возникает при действии повышенных температур. Основными признаками перегревания являются повышение температуры тела до 38°Си более, обильное потоотделение, слабость, головная боль, учащение дыхания и пульса, изменение артериального давления и состав крови, шум в ушах, искажение цветового восприятия

Тепловой удар – это быстрое повышение температуры тела 40°С и выше. В этом случае падает артериальное давление, потоотделение прекращается, человек теряет сознание.

Организм человека обладает свойством терморегуляции – поддержание температуры тела в определенных границах (36,1…37,2°С) Терморегуляция обеспечивает равновесие между количеством тепла, непрерывно образующегося в организме человека в процессе обмена веществ, теплопродукцией и излишком тепла, непрерывно выделяемого в окружающую среду, - теплоотдачей, т.е сохраняет тепловой баланс организма человека. Количество выделившейся теплоты меняется от 8Вт до 50 Вт.

Теплопродукция. Тепло вырабатывается всем организмом, но в наибольшей степени в мышцах и печени. В процессе работы в организме происходят различные биохимические процессы, связанные с деятельностью мышечного аппарата и нервной системы. Энергозатраты человека, выполняющего различную работу, могут быть классифицированы на категории.

Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма: легкие физические работы, средние физические работы, тяжелые физические работы.

К категории 1а относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

К категории 1б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 140…174 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (в полиграфической промышленности, на часовом, швейном производствах, в сфере управления)

К категории 2а относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233…232 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, перемещением мелких изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

К категории 2б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233…290 Вт, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

К категории 3 относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 290 Вт, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

Теплоотдача. Количество тепла, отдаваемого организмом человека, зависит от температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Теплоотдача осуществляется путем радиации, конвекции, испарения пота и дыхания. Для человека, находящегося в состояние покоя и одетого в обычную комнатную одежду, соотношение составляющих теплоотдачи имеет следующие распределения, % радиацией – 45, конвекцией – 30, испарением и дыханием – 25.

Основное значение имеет регулирование теплоотдачи, так как она является наиболее изменчивой и управляемой. Комфортные тепло ощущения у человека возникают при наличии теплового баланса организма, а также при условии его некоторого нарушения. Это обеспечивается тем, что в организме человека имеется некоторый резерв тепла, который используется им в случае охлаждения. Этот потенциальный запас тепла составляет в среднем 8360 кДж и находится главным образом во внешних слоях тканей организма на глубине 2-3

см от кожи. При известном уменьшении запаса тепла у человека появляются субъективно ощущения «прохлады», которые, если охлаждение продолжается, сменяются ощущениями «холодно», «очень холодно»

Действующими нормативными документами, регламентирующими метеорологические условия производственной среды, являются ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» Этими документами установлены влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений с учетом избытков явного тепла, тяжести выполняемой работы и сезонов года.

В соответствии с вышеуказанным стандартом теплым периодом года считается сезон, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха +10 °С.

Допустимыми считаются такие параметры микроклимата, которые при длительном воздействии могут вызывать напряжения реакции терморегуляции человека, но к нарушению состояния здоровья не приводят.

Оптимальными являются такие микроклиматические параметры, которые не вызывают напряжения реакций терморегуляции и обеспечивают высокую работоспособность человека.

Расчет показателей микроклимата базируются на опытных данных о давлении, температуре и скорости движения воздуха на рабочем месте полученных при замерах на нем с помощью соответствующих приборов

Показатели микроклимата вычисляются в следующей последовательности:

1. Атмосферное давление В, Па, на рабочем месте, измеренное с помощью барометра-анероида БАММ-1

$$B = B_п + B_ш + B_т + B_д\,, \qquad (3.1)$$

где В– исправленное значение замеренного давления, Па; Вп – отсчет по прибору, Па; Вш – шкаловая поправка;Вт – температурная поправка, равная произведению температуры прибора на удельную температуру поправки прибора; Вд – добавочная поправка, Па.



Рис. 3.1 Барометр-анероид «БААМ-1»

Барометр-анероид «БААМ-1» измеряет атмосферное давление в наземных условиях в диапазоне температур от 0 до +40 С° и при относительной влажности воздуха более 80%

2. Температура воздушной среды измеряется с помощью ртутных или спиртовых термометров, а также с помощью термографов, обеспечивающих непрерывную запись температуры на ленте за определенный период времени. Температуру воздушной среды можно измерить также с помощью психрометров и термометров

3. Влажность воздуха – абсолютная и относительная определяется с помощью психрометров. Психрометр состоит из сухого и влажного термометров. Резервуар влажного термометра покрыт тканью, которая опущена в мензурку с водой. Испаряясь, вода охлаждает влажный термометр, поэтому его показания всегда ниже показания сухого.

Психрометры бывают типа Августа (Рис 3.2) и переносными, типа Ассмана (Рис 3.3). Психрометр Ассмана является более совершенным и точным прибором по сравнению с психрометром Августа. Принцип его устройства тот же, но термометры заключены в металлическую оправу, шарики термометра находятся в двойных металлических гильзах, а в головке прибора помещается вентилятор с постоянно скоростью 4 м/с.

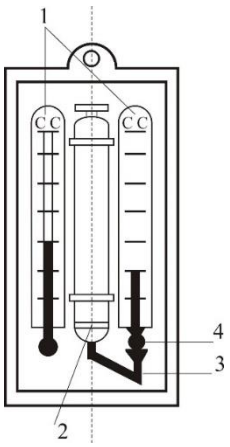


Рис. 3.2 Психрометры Августа

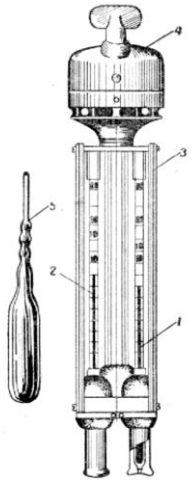


Рис. 3.3 Психрометр Ассмана

Влажность воздуха может быть рассчитана: 1) по давлению водяного пара, находящегося в воздухе или 2) по плотности водяного пара

При первом способе сначала определяется давление водяного параЮ находящегося в воздухе при данной температуре

$$P_{в.п} = P_{н.в} - c(T_c - T_B)B \qquad (3.2)$$

где Рн.в– давление насыщенного водяного пара при температуре tв, зафиксированной влажным термометром, Па;с–коэффициент психрометра, зависящий от скорости движения воздуха около шарика мокрого термометра (при скорости движения воздуха до 4 м/с принимают с = 0.00074, свыше 4 м/с – 0,00066) tc и tв – температура сухого и влажного термометра,В–

барометрическое давление воздуха в момент измерения температур психрометром, Па

Определив порациональнее давление водяного пара, находят относительную влажность воздуха

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

где $P_{н.с}$– давление насыщенного водяного пара при температуре t_c, зафиксированной влажным термометром,

При расчете влажности воздуха по плотности водяного пара определяются:

а) абсолютная влажность воздуха (масса водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре)

$$F = \frac{(1000 * P_{в.п})}{(461{,}5(273 + t_c))}, \quad (3.4)$$

где 461,5 – удельная газовая постоянная водяного пара Дж/(кг *К);

б) максимальная абсолютная влажность воздуха

$$A_{max} = \frac{1000 * P_{н.с}}{461{,}5 * (273 + t_c)}, \quad (3.5)$$

в) относительная влажность воздуха φ

$$\varphi = \frac{A}{A_{max}} * 100, \quad (3.6)$$

Таблица 3.0

Давление насыщенного водяного пара Р, Па при температуре воздуха

t, С	Р, Па	t, С	Р, Па	t, С	Р, Па	t, С	Р, Па
0	611	10	1228	20	2328	30	4242
1	657	11	1312	21	2486	31	4493
2	705	12	1403	22	2644	32	4754
3	759	13	1497	23	2809	33	5030
4	813	14	1599	24	2894	34	5320
5	872	15	1705	25	3168	35	5624
6	935	16	1817	26	3361	36	5941

7	1001	17	1937	27	3565	37	6275
8	1073	18	2064	28	3780	38	6625
9	1148	19	2197	29	4005	39	6991

Значение относительной влажности φ, найденного описанными способами, может быть проверено по данным психометрической таблицы

4. Скорость движения воздуха измеряется с помощью крыльчатых или чашечных анемометров (Рис 3.4). Крыльчатый анемометр принимается для измерения скорости воздуха до 10 м/с, а чашечный – до 30м/с. Принцип действия анемометров обоих типов основан на том, что частоты вращения крыльчатки тем больше, чем больше скорость движения воздуха. Вращение крыльчатки передается на счетный механизм. Разница в показаниях до и после измерения, деленная на время наблюдения, показывает число делений в 1 с. Специальный тарировочный паспорт, предлагаемый к каждому прибору позволяет по вычисленной величине делений определить скорость движения воздуха.



Рис 3.4 Чашечный анемометр

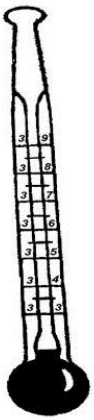


Рис. 3.5 Кататермометр

Скорость движения воздуха в интервале величин от 0.1 до 0.5 м/с можно определить с помощью кататермометра (Рис.3.5). Шаровой кататермометр представляет собой стартовый термометр с двумя резервуарами: шаровым внизу и цилиндрическим вверху. Шкала кататермометра имеет давление от 31 до 41 градуса. Для работы с этим прибором его предварительно нагревают на водяной бане, затем вытирают насухо и помещают в исследуемое место. По величине падения столба спирта в единицу времени на кататермометре при его охлаждении судят о скорости движения воздуха. Для измерения малых скоростей (от 0.03 до 5 м/с) при температуре в производственных помещениях не ниже 10С применяется термоанемометр. Это электрический прибор на полупроводниках, принцип его действия основан на измерении величины сопротивления датчика при изменении температуры и скорости движения воздуха.

Таблица 3.1

Значения относительной влажности

t_c °C	Разность показаний сухого и влажного термометров t_c - t_b °C									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Относительная влажность φ, %									
0	100	81	63	45	28	11				

1	100	83	65	48	32	16				
2	100	84	68	51	35	20				
3	100	84	69	54	39	24	10			
4	100	85	70	56	42	28	14			
5	100	86	72	58	45	32	19	6		
6	100	86	73	60	47	35	23	10		
7	100	87	74	61	49	37	26	14		
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7	
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11	
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5

Продолжение табл. 3.1

11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41

28	100	93	85	78	71	65	59	52	48	42
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44

Скорость движения воздуха V, м/с , при замере ее анемометром АСО-3 подсчитывается по формуле

$$V = an + b, \quad (3.7)$$

где n число делений в 1 с; $n = \frac{n_к - n_н}{t_{зам}}$; $n_н$ и $n_к$ – начальный и конечный отсчеты по анемометру; t зам – продолжительность замера по прибору.

При выполнении настоящего практического занятия рекомендуется использовать формулу:

$$V = 0{,}45n + 0{,}01$$

5. Гигиеническая оценка результатов расчета параметров микроклимата: производится по санитарным нормам, приведенным в ГОСТ 12.1.005-88.

Таблица 3.2

Оптимальные нормы температуры, относительно влажности и скорости движения воздуха по рабочей зоне производственных помещений

Период Года	Категория Работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха м/с не более
Холодный (температура наружного воздуха ниже +10°С)	Легкая – 1	22-24	40-60	0,1
	Легкая – 1б	21-23	40-60	0,1
	Средней тяжести – Па	18-20	40-60	0,2
		17-19	40-60	0,2
	Средней тяжести – Пб	16-18	40-60	0,3
	Тяжелая – III			

Теплый (температура наружного воздуха +10°С и выше)	Легкая – 1а	23-25	40-60	0,1
	Легкая – 1б	22-24	40-60	0,2
	Средней тяжести – Па	21-23	40-60	0,3
	Средней тяжести – Пб	20-22	40-60	0,3
	Тяжелая - III	18-20	40-60	0,4

Пример расчета:

Исходный данные: B_n= 87937 Па,$B_ш$ = -50 Па, t_c = 22 °С, t_c = 16 °С, $\Delta t = -\frac{10Па}{°С}$, $B_д$= +100 Па, $n_н$=6000, t зам= 200с, период года – теплый.

Решение:

1. Атмосферное давление на рабочем месте (при температурной поправке)

$$B_т = t_c * \Delta t = 22(-10) = -220\ Па$$

$$B = B_n + B_ш + B_т + B_д = 87837 - 50 - 220 + 110 = 87667\ Па.$$

2. Скорость движения воздуха по исходным данным, полученным при помощи анемометра АСО-3. При числе давлений в 1с

$$n = \frac{n_к - n_н}{t_{зам}} = 6040 - \frac{6000}{200} = 0{,}2\ дел/с$$

Скорость движения воздуха составляет;

$$V=0{,}45n + 0{,}01 = 0{,}45 * 0{,}2 + 0{,}01 = 0{,}10\ м/с$$

3. Относительная влажность воздуха по давлению водяного пара. При давлении насыщенного водяного пара при температуре сухого термометра Рн.с = 2644 Па и температуре влажного термометра Р н.в = 1817 Па и парциальном давлении водяного пара в воздухе:

$$P_{в.п} = P_{н.в} - C(t_c - t_в) * B = 1817 - 0{,}00074 * (22 - 16) * 87837 = 1427\ Па$$

относительная влажность воздуха:

$$\varphi = \frac{P_{в.п}}{P_{н.с}} 100 = \frac{1427}{2644} 100 = 54\%$$

3б. Относительная влажность воздуха по плотности (массе) водяного пара. При абсолютной влажности воздуха:

$$A = \frac{1000 * P_{в.п}}{461{,}5(273 + t_c)} = \frac{1000 * 1527}{461{,}5(273 + 22)} = 10{,}48 \text{ г/м}^3$$

И максимальной влажности воздуха:

$A_{max} = \frac{1000 * P_{н.с}}{461{,}5(273+t_c)} = \frac{1000*2644}{461{,}5(273+22)} = 19{,}42 \text{ г/м}^3$относительная влажность воздуха равна:

$$\varphi = \frac{A}{A_{max}} 100 = \frac{10{,}48}{19{,}42} 100 = 54\%$$

3в. Правильность произведенных подсчетов φ подтверждают данные таблицы. При разности показаний сухого и влажного термометров Тс – Тв = 22 – 16 = 6 ℃ относительная влажность воздуха φравна 54%

Варианты заданий

Для выполнения задания даются следующие показатели: отсчет по барометру Вп Температура воздуха по сухому (Тс) и влажному (Тв) термометрам психрометра, начальный (Nн) и конечный (Nк) отсчеты по анемометру, продолжительность замера скорости движения воздуха Тзам, период года (холодный, теплый) Для отсчета скорости движения воздуха использовать формулу

$$V = 0{,}45n + 0{,}01$$

Интенсивность теплового излучения на рабочем месте полагать равной 50 Вт/м^2. Числовые значения исходных данных приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Числовые значения поправок к барометру

вариант	Вв, Па	Вш, Па	$\Delta t, Па/°C$	Ва, Па	Тс, °С	Тв,°С	Nн	Nк	Т зам, °С	Период года
1	110146	-100	-10	+100	23	18	6000	6246	140	Холодный
2	105752	-100	-10	+100	22	16	6107	6138	155	То же
3	97989	+75	-10	+100	18	13	6357	6407	160	То же
4	90498	+25	-10	+100	17	11	6841	6909	170	То же
5	94232	+150	-10	+100	16	11	6944	7051	200	То же
6	103379	-50	-10	+100	24	17	6107	6387	150	Теплый
7	107509	-100	-10	+100	23	17	6305	6696	187	То же
8	89371	0	-10	+100	22	15	6421	6501	190	То же
9	94263	+150	-10	+100	20	15	6725	6830	175	То же
10	96946	+100	-10	+100	19	12	6100	6176	11	То же

Порядок выполнения работы

1. Расчет и оформление практической работы провести в соответствии с примером расчета. Варианты заданий определяются пр-ем.

2. Результаты расчетов микроклимата на рабочем месте в производственном помещении занести в таблицу.

Таблица 3.4

Пример заполнения таблицы

Температура воздуха		Относительная влажность %		Скорость движения воздуха	
Фактически данная	Оптимальная по нормам	Фактически рассчитанная	Оптимальная по нормам	Фактически рассчитанная	Оптимальная по нормам

3. На основании полученных результатов определить категорию работ, в соответствии с периодом года.

4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под микроклиматом производственных помещений?
2. Опишите характер действия климатических факторов на организм человека.
3. В чем состоит нормирование воздействий климатических факторов на человека?
4. Как определяют давление, температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха?
5. Назовите способы и средства нормализации микроклимата на рабочих местах.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ И БОРЬБА С ИЗБЫТОЧНЫМ ТЕПЛОМ В ШАХТАХ

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Комфортные условия жизнедеятельности», и овладение методикой расчета тепловыделений в выработки глубоких шахт и выбора технических решений по борьбе с избыточным теплом.

Общие сведения. Климатические условия в подземных выработках, особенно в глубоких шахтах, как правило, отличаются от климатических условий на земной поверхности. Микроклимат горных выработок (т. е. действующее в них на организм человека сочетание температуры, влажности, скорости движения воздуха, его давления и температуры окружающих поверхностей) в значительной степени зависит от теплообменных процессов, происходящих на пути движения воздуха. Под воздействием этих процессов температура шахтного воздуха в выработках существенно повышается с увеличением глубины ведения горных работ.

Нагревание воздуха, движущегося по горным выработкам, происходит в результате:

- теплообмена между потоком шахтного воздуха и окружающим выработки массивом горных пород, т. е. охлаждения пород;
- естественного адиабатического сжатия воздуха при движении его вниз по вертикальным и наклонным выработкам;
- изменения содержания влаги в воздухе;
- теплообмена между воздухом и подземной водой, текущей по выработкам;
- окисления угля, угольной пыли, сульфидных руд, крепежного леса и некоторых других веществ;
- охлаждения отбитых и транспортируемых масс угля и породы;
- работы горных машин и механизмов;
- выделения тепла осветительными установками, электрическими кабелями, трубопроводами сжатого воздуха, телом человека, а также действия других второстепенных факторов.
- Вызванное перечисленными факторами приращение температуры шахтного воздуха (оС = К), может быть определено из выражения

$$\Delta t = \frac{\Sigma Q_i}{C_p \rho V}, \qquad (4.1)$$

где $\sum Q_i$ - суммарное количество теплоты, идущее на нагревание воздуха, кДж/ч; C_p - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м^3; V - объемный расход воздуха, м^3/ч.

Шахтный воздух уже при температуре свыше 25 °С оказывает отрицательное тепловое воздействие на физиологию и гигиену труда подземных рабочих. При задержке отдачи телом человека накопившегося в нем тепла возникает перегрев организма, осложняющий протекание жизненных процессов. Чрезмерный перегрев организма вызывает ухудшение самочувствия человека, приводит к серьезным заболеваниям (в наиболее тяжелых случаях - к

тепловому удару, или стрессу, или даже к смерти), увеличивает вероятность травматизма, снижает производительность труда.

Изменение температуры воздуха (и других параметров микроклимата) в подземных выработках оказывает влияние также на физико-механические свойства горных пород и на безопасное состояние сооружений и выработок.

Расчет выделения теплоты в выработки глубоких шахт ведется по следующим зависимостям.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород. Количество теплоты $Q_{охл}$, кДж/ч, выделяющееся вследствие охлаждения окружающих выработку горных пород, описывается уравнением Ньютона для конвективного теплообмена

$$Q_{охл} = K_{\tau} P l (t_{п} - t_{в}), \qquad (4.2)$$

где K_{τ} - коэффициент нестационарного теплообмена между массивом горных пород и воздухом, кДж/(м^2·ч·К) (рассчитывается по формуле, приводимой ниже); P и l - периметр и длина выработки, м; $t_{п}$ - естественная температура неохлажденных пород на данной глубине, (^{o}C = K, расчет приводится ниже); $t_{в}$= $t_{пб}$ - допустимая температура воздуха в выработке, ^{o}C (принимается согласно Правилам безопасности).

Коэффициент K_{τ}, кДж/(м^2·ч·К) определяется по формуле

$$K_{\tau} = \frac{\lambda}{1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 R_э}} \cdot \left[\frac{1}{2R_э} + \frac{1}{\sqrt{\pi \alpha \tau (1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 R_э})}} \right], \qquad (4.5)$$

где λ - коэффициент теплопроводности породы, кДж/(м·ч·К) (принимается по табл. 3.1); α_0 - суммарный коэффициент теплоотдачи от стен шахтной выработки к воздуху, кДж/(м^2·ч·К) (расчет ниже); $R_э$ - эквивалентный радиус выработки, м: $R_э = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 0.564\sqrt{S}$, a - коэффициент температуропроводности

породы, м^2/ч: $\alpha = \frac{\lambda}{c_п \cdot \rho_п}$ (принимается по табл. 3.1); $c_п$ - удельная теплоемкость породы, кДж/(кг·К) (принимается по табл. 3.1); $\rho_п$ - плотность породы, кг/м^3 (принимается по табл. 3.1); τ - расчетное время процесса теполообмена, ч (например, при длительности процесса теплообмена 4 года значение τ = 4·365·24 = = 35040 ч).

Таблица 4.0

Тепловая характеристика пород

Порода	ρ, кг/м^3	$c_п$, кДж/(кг·К)	λ, кДж/(м·ч·К)	a, м^2/ч
Песчаник (Центральный Донбасс)	2475	0,854	9,211	0,00436
Глинистые и песчанистые сланцы (там же)	2450	0,904	6,363	0,00287
Уголь (там же)	1225	1,184	1,051	0,00073
Бурый уголь (Челябинский бассейн)	1210	1,130	0,913	0,00067
Каменный уголь (Карагандинский бассейн)	1275	1,055	0,963	0,00072
Углистый сланец	1765	1,021	3,006	0,00167
Глинистый сланец	2433	0,992	3,354	0.00139
Змеевик	2690	0,950	5,694	0,00223
Гранит	2722	0,917	7,972	0.00319
Серный колчедан (Дегтярское месторождение)	4620	0,908	15,010	0,00358
Медный колчедан (там же)	4716	0,862	15,165	0,00373

Суммарный коэффициент теплоотдачи с поверхности горной выработки α_0, кДж/(м^2·ч·К), находится их выражения

$$\alpha_0 = \alpha_к + \alpha_и,$$

где $\alpha_к$ - конвективный коэффициент теплоотдачи от стен выработки к воздуху, кДж/(м^2·ч·К)

$$\alpha_к = 2{,}9 \cdot 4{,}1868 \frac{V^{0.8}}{Д_э^{0,2}} = 12{,}14 \frac{V^{0.8}}{Д_э^{0,2}}$$

где v - скорость движения воздуха в выработке, м/с; $Д_э$ - эквивалентный диаметр выработки, м: $Д_э = \frac{4S}{P}$; $\alpha_и$ - коэффициент, учитывающий испарения влаги с мокрых стен выработки, кДж/(м^2·ч·К)

$\alpha_и = 1{,}3\beta \cdot r$,

где β - коэффициент массоотдачи (коэффициент испарения), кг/(м^2·ч·К), принимается равным 0,01 - для стволов, 0,15 - для капитальных выработок, 0,03 - для лав; r - теплота парообразования воды, принимается r = 2256 кДж/кг.

Температура горных пород в массиве $t_п$, °С, на заданной глубине H, м, от земной поверхности определяется по формулам:

$$t_п = h \cdot t_н + \frac{H - H_0}{Г_{ст}} \text{ или } t_п = h \cdot t_н + (H - H_0)\delta, \qquad (4.6)$$

где $t_п$ - температура пород нейтрального слоя (зоны с постоянной температурой пород) в данной местности; принимается примерно равной среднегодовой температуре воздуха на земной поверхности в данном районе, °С; $t_н$ = 8,5; 2,5; 2,5; 3,0 °С для условий соответственно Донбасса, Кузбасса, Караганды и Мосбасса; H_0 - глубина (толщина) нейтрального слоя, м: H_0 = 20-40 м; $Г_{ст}$ - геотермическая ступень данного района, м/°С: в среднем $Г_{ст}$ составляет для угольных месторождений 30–40 м/ °С, рудных 50-140 м/ °С, нефтяных 15-20 м/ °С; δ - геотермический градиент, °С/м.

2. Тепловыделение при сжатии воздуха. Количество теплоты $Q_{сж}$, кДж/ч, выделяющееся при движении воздуха вниз по вертикальным и наклонным выработкам, определяется выражением

$$Q_{сж} = 9{,}81 \cdot \rho \frac{V_в \cdot H}{1000} = 0{,}00981 \cdot \rho \cdot V_в \cdot H, \qquad (4.7)$$

где ρ - плотность воздуха, кг/м^3; $V_в$ - количество воздуха, проходящего по выработке (объемный часовой расход воздуха), м^3/ч: $V_в = 3600 \cdot v \cdot S$;

v - скорость движения воздуха в выработке, м/с; S - площадь поперечного сечения выработки, м^2; H - глубина расположения выработки, м; для наклонной выработки

$$H = l_н \cdot sin\,\psi, \tag{4.8}$$

где $l_н$ - длина наклонной выработки; ψ - угол наклона выработки, град.

3. Тепловыделение при окислительных процессах. Количество теплоты $Q_{ок}$, кДж/ч, образующееся при окислении угля, угленосных сланцев, сульфидных руд и древесины, подсчитывается по формуле А. Ф. Воропаева

$$Q_{ок} = q_{ок} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l, \tag{4.9}$$

где $q_{ок}$ - тепловыделение в результате окислительных процессов, приведенное к скорости движения воздуха в выработке, V = 1 м/с, кДж/(м^2·ч); $q_{ок}$ можно принимать равным 12-21 кДж/(м^2·ч).

4. Тепловыделение от местных источников. К местным источникам теплоты относят электродвигатели, трансформаторы, светильники, электрические кабели, трубопроводы сжатого воздуха, пневматические двигатели, другие тепловыделяющие машины, механизмы и устройства, а также работы, производимые с применением бетона на участке выработки или в призабойной зоне, когда тепло выделяется при его отвердении.

Расчетные формулы для определения количества теплоты от местных источников имеют следующий вид:

4.1. Тепловыделение при работе ***электродвигателей*** горных машин и освещения $Q_{эд}$, кДж/ч

$$Q_{эд} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot k_з}{\eta_э}, \tag{4.10}$$

где $N_{потр}$ - потребляемая мощность электродвигателей и осветительных установок, кВт; $k_з$ - коэффициент загрузки оборудования во времени: $k_з$ = 0,8; $\eta_э$ - к. п. д. электродвигателя: $\eta_э$ = 0,95.

4.2. Тепловыделение в выработку (ствол, уклон, бремсберг и др.) при эксплуатации ***лебедок*** $Q_л$, кДж/ч:

- при подъеме груза лебедкой $Q_{лп} = 3600 \cdot N_л \cdot k_з(1 - \eta_м)$;

- при спуске груза лебедкой $Q_{лс} = 3600 \cdot N_л \cdot k_з$.

где $N_л$ - установленная мощность электродвигателя лебедки, кВт; $\eta_м$ - механический к. п. д.: $\eta_м = 0,8$.

4.3. Тепловыделение при работе ***трансформатора*** $Q_{тр}$, кДж/ч

$$Q_{тр} = 3600 \cdot N_{тр} \cdot p_{тр}, \quad (4.11)$$

где $N_{тр}$ - мощность трансформатора, кВт; $p_{тр}$ - тепловые потери трансформатора: $p_{тр} = 0,04 \div 0,05$.

4.4. Тепловыделение при затвердевании монолитной ***бетонной крепи*** $Q_б$, кДж/ч

$$Q_б = q_б \cdot P \cdot l_ц, \quad (4.12)$$

где $q_б$ - удельное выделение теплоты при отвердевании бетона, кДж/(м^2·ч); принимается $q_б = 200 \div 400$ кДж/(м^2/ч); P - периметр выработки, м; $l_ц$ - длина участка бетонирования, контактирующего с вентиляционной струей за один цикл проходки, м.

4.5. Тепловыделение при ***взрыве ВВ***. В выработке большого сечения при использовании более 100 кт ВВ тепловыделение при взрыве $Q_{взр}$, кДж/ч, рассчитывается по формуле

$$Q_{взр} = 0,8 \cdot q_{взр} \cdot m_з, \quad (4.13)$$

где $q_{взр}$ - удельное тепловыделение при взрыве 1 кг ВВ, кДж/кт; $m_з$ - масса заряда, кг.

Таблица 4.1

Рекомендуемые значения $q_{взр}$ для применяемых ВВ

Аммонит ПЖВ-20	3360		Аммонит АП-5ЖВ	3780

Угленит Э-6	2570		Аммонит скальный №1	5400
Победит ВП-4	3810		Аммонит № 6 ЖВ	4290
Аммонит АП-4ЖВ	3560		Игданит	3790

4.6. Тепловыделение при работе шахтных ***вентиляторов*** происходит в результате работы электродвигателя, внутренних потерь энергии в вентиляторе и аэродинамического сжатия воздуха. Количество теплоты $Q_{вен}$, кДж/ч, поступающее в выработку при работе вентилятора, выражается формулой

$$Q_{вен} = 3600 \cdot V_{вс} \frac{h_в}{1000\eta_{ву}} = 3{,}6 \cdot V_{вс} \frac{h_в}{\eta_{ву}}, \quad (4.14)$$

где $V_{вс}$ - количество воздуха, проходящего по выработке (секундный расход), м^3/с; $h_в$ - депрессия выработки, Па;

$$h_в = \alpha_в \cdot P \cdot l \frac{v^2}{S}, \quad (4.15)$$

где $\alpha_в$ - коэффициент аэродинамического сопротивления трения выработки, Н·с^2/м^4 = Па· с^2/м^2; P, l, S - периметр, длина и площадь поперечного сечения выработки, м, м, м^2; v - средняя скорость движения воздуха по выработке, м/с;

$$\eta_{ву} = \eta_в \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_п, \quad (4.16)$$

$\eta_в$ = 0,6÷0,8; $\eta_{дв}$ = 0,85÷0,95 и $\eta_п$ - к. п. д. соответственно вентиляторной установки, вентилятора, двигателя и редукторной ($\eta_п$ = 1) или ременной ($\eta_п$ = = 0,9÷0,95) передач.

Подставляя (4.15) в (4.16) и учитывая, что

$$V_{вс} = v \cdot S \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.17)$$

получим (кДж/ч)

$$Q_{вен} = 3{,}6 \cdot \alpha_в \cdot P \cdot l \frac{v^3}{\eta_{ву}}. \quad (4.18)$$

4.7. Тепловыделение при работе ***людей*** $Q_л$, кДж/ч

$$Q_л = q_л \cdot n_л, \quad (4.19)$$

где $q_л$ - количество теплоты, выделяемое работающим человеком, кДж/ч·чел $q_л$ = 1050÷2500 кДж/ч·чел.; $n_л$ - число одновременно работающих людей в выработке.

5. Общее тепловыделение в выработку $Q_{общ}$, кДж/ч, находится суммированием всех частных выделений теплоты

$$Q_{общ} = \sum_{i=1}^{n} Q_i \quad (4.20)$$

Способы искусственного охлаждения шахтного воздуха

Целью искусственного охлаждения шахтного воздуха является отвод определенного («излишнего») количества теплоты от него при помощи охлаждающего вещества. Тепло от воздуха можно отвести путем соприкосновения последнего с какой-либо холодной поверхностью или путем смешения его с газообразной струей, имеющей температуру ниже температуры воздуха.

Борьба с избыточным выделением теплоты в горные выработки ведется по нескольким направлениям:

- предохранение воздуха от нагревания при его движении к местам потребления;
- охлаждение воздуха без применения специальных холодильных машин;
- охлаждение воздуха с применением холодильных машин (кондиционирование).

Способы предупреждения нагревания шахтного воздуха включают в себя следующее:

- увеличение количества подаваемого в выработки воздуха путем повышения мощности вентиляторных установок, увеличения скорости движения воздуха, расширения сечений воздухоподающих выработок;

- замена машин с электроприводам машинами с пневматическим приводом;
- тепло- и гидроизоляция стен выработок;
- теплоизоляция и тщательное уплотнение воздухоподающих трубопроводов;
- предупреждение возникновения интенсивных окислительных процессов;
- сокращение пути движения воздуха к местам потребления путем выбора соответствующей схемы проветривания, проведения дополнительных выработок и скважин;
- подача воздуха к местам потребления по специально пройденным выработкам, где скорость движения воздуха может быть существенно увеличена;
- замена восходящего проветривания очистных выработок нисходящим проветриванием (при соблюдении соответствующих требований ПБ).

Для предотвращения нагревания воздуха без применения холодильных машин используются следующие способы:

- осушение воздуха сорбентами, т. е. веществами, способными поглощать влагу из воздуха (например, хлористым кальцием);
- охлаждение воздуха льдом;
- охлаждение воздуха жидким воздухам, при испарении которого поглощается значительное количество теплоты;
- охлаждение воздуха сжатым воздухам (например, от пневмо-кондиционеров);
- охлаждение воздуха водой: путем непосредственного соприкосновения охлаждающей воды с воздухом либо через поверхность труб, где воздух охлаждается в специальных теплообменниках;

- пропускание воздуха через тепловыравнивающие каналы путем подвода воздуха к стволу по горизонтальным выработкам, пройденным на глубине среднегодовой температуры.

Наиболее эффективным является искусственное охлаждение воздуха в системах кондиционирования: в компрессорных и абсорбционных холодильных установках. Холодильные установки бывают передвижные и стационарные. Передвижные установки предназначены для охлаждения воздуха в тупиковых выработках или в отдаленных очистных забоях. Стационарные установки располагаются как на земной поверхности, так и в подземных условиях.

Хладопроизводительность (холодильная мощность) **отечественных шахтных холодильных агрегатов и кондиционеров составляет:**

- передвижных кондиционеров ВК-230 - 230 кВт, КПШ-3 – 105 кВт, КПШ-40 - 47 кВт, КПШ-40П с пневмоприводом - 52 кВт;
- турбокомпрессионных холодильных машин ШХТМ-1300 - 1500 кВт, ХТМФ-235М-2000 - 2325 кВт, ХТМФ-248-4000 - 4650 кВт;
- поршневой холодильной машины МФ-220-1РШ - 255 кВт;
- абсорбционной холодильной машины АБХА-2500-2В – 2800 кВт.

Для стационарной работы на поверхности используются машины ХТМФ-235-2000, ХТМФ-248-4000, АБХА-2500-2В, а машины ШХТМ-1300 и МФ-220-1РШ устанавливаются на глубоких горизонтах.

Охлаждение шахтного воздуха с применением холодильных машин становится необходимым, когда общее тепловыделение в выработку $Q_{общ}$ превышает тепловыделение в нее, допускаемое Правилами безопасности, $Q_{пб}$, т. е. при условии

$$Q_{общ} > Q_{пб}.$$

Поскольку эти количества теплоты описываются формулами:

$Q_{общ} = c_р \cdot \rho \cdot V_{теп} \cdot (t_{пб} - t_н)$ и $Q_{пб} = c_р \cdot \rho \cdot V_в \cdot (t_{пб} - t_н)$,

то критерий необходимости кондиционирования воздуха в выработке может быть записан в виде соотношения

$$V_{теп} > V_{в},$$

где $V_{теп}$ - количество воздуха, которое необходимо подать в выработку по тепловому фактору без охлаждения воздуха, м^3/ч;

$$V_{теп} = \frac{Q_{общ}}{c_р \cdot \rho \cdot \Delta t}, \quad (4.21)$$

где $c_р$ - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К) $c_р$ = 0,241 ккал/(кг·К)·4,1868 кДж/ккал = 1,009 кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м^3; Δt - перепад температур между выходящим (отработанным) и входящим (свежим) воздухам, проходящим по выработке, К (°С):

для стволов $\Delta t = t_в - t_н$, для подземных выработок $\Delta t = t_п - t_в$.

При необходимости кондиционирования воздуха следует выбрать тип кондиционера, рассчитать потребное количество кондиционеров и проверить правильность их установки.

Требуемая хладопроизводительность кондиционера $N_к'$, кВт, находится по формуле

$$N_к^{/} = \frac{c_h \cdot \rho \cdot V_d (t_н - t_{пб})}{3600} \quad (4.22)$$

К установке принимают кондиционер хладопроизводительностью

$N_К \geq N_К^{/}$

При установке кондиционера в выработке (обычно одного) температура смеси за кондиционером $t_{см}$, °С (=К), определяется соотношением

$$t_{см} = t_п - 3600\frac{N_К}{C_р \cdot \rho \cdot V_в} \quad (4.23)$$

Достаточность установки кондиционера проверяется по условию

$t_{см} < t_в$

Если $t_{см} > t_в$, то необходимо установить более мощный кондиционер.

Пример расчета. Исходные данные:

выработка - ствол шахты,

$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 38{,}5$ м^2,

$r_э = 3{,}5$ м,

$d = d_э = 7$ м,

$P = \pi \cdot d = 22$ м,

$l = H = 1200$ м,

$\alpha = 0^o$,

$H_0 = 20$ м,

$\delta = \frac{1}{\Gamma_{ст}} = 0{,}035$ м/^{o}C,

порода - песчаник,

$\rho_п = 2400$ кг/м^3,

$c_п = 0{,}858$ кДж/(кг·К),

$\lambda = 9{,}21$ кДж/(м·ч·К),

$a = \frac{\lambda}{c_п \cdot \rho_п} = 0{,}00477$ м^2/ч,

v = 2 м/с,

$\tau = 7$ лет $= 7 \cdot 365 \cdot 24 = 61320$ ч,

$t_н = 8{,}5$ ^{o}C,

$t_в = t_{пб} = 24$ ^{o}C,

$N_{потр} = 100$ кВт,

$N_п = 90$ кВт,

$\alpha_б = 0{,}0040$ кгс·с^2/м^4 =

$= 0{,}0392$ Па· с^2/м^2,

$N_{тр} = 100$ кВт,

$n = 7$ человек.

Для обеспечения возможности выполнения расчета тепловыделений по приведенным выше формулам принимаем дополнительно следующие данные (параметры):

$\beta = 0{,}01$ кг/(м^2·ч·К),

$r = 2256$ кДж/кг,

$\rho = 1{,}25$ кг/м^3,

$q_{ок} = 16$ кДж/(м^2·ч),

$к_з = 0{,}8$,

$\eta_{дв} = 0{,}95$,

$P_{тр} = 0{,}05$,

$q_б = 200$ кДж/(м^2·ч),

$l_ц = 5$ м,

$q_п = 2000$ кДж/(ч·чел),

$\eta_{ву} = \eta_у \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_п = 0{,}7 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}95 = 0{,}56$,

$c_р = 1{,}009$ кДж/(кг·К).

Подсчитываем количества теплоты, выделяющиеся в выработку.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород

$$\alpha_k = 12.4 \cdot \frac{V^{0.8}}{d_э{}^{0.2}} = 12.4 \cdot \frac{2^{0.8}}{7^{0.2}} = 14.32, \text{ кДж/(м}^2\text{·ч·К;}$$

$$\alpha_и = 1.3 \cdot \beta \cdot r = 1{,}3 \cdot 0{,}001 \cdot 2256 = 29{,}33, \text{ кДж/(м}^2\text{·ч·К);}$$

$$\alpha_0 = \alpha_k + \alpha_и = 14{,}32 + 29{,}33 = 43{,}65, \text{ кДж/(м}^2\text{·ч·К);}$$

$$K_т = \frac{\frac{\lambda}{1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_э}}}{} \cdot \left[\frac{1}{2R_э} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot a \cdot \tau}\left(1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_э}\right)}\right] =$$

$$\frac{9{,}211}{1+\frac{9{,}211}{2 \cdot 43{,}65 \cdot 3{,}5}} \cdot \left[\frac{1}{2 \cdot 3{,}5} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot 0{,}00447 \cdot 61320}\left(1+\frac{9{,}211}{2 \cdot 43{,}65 \cdot 3{,}5}\right)}\right] = 1{,}57,$$

кДж/(м^2·ч·К);

$$t_п = t_Н + (H - H_0)\delta = 8{,}5 + (1200 - 20)0{,}035 = 50\ °C;$$

$$Q_{охл} = K_т \cdot P \cdot l(t_п - t_в) = 1{,}57 \cdot 22 \cdot 1200(50 - 24) = 107764 \text{ кДж/ч.}$$

2. Тепловыделение при сжатии шахтного воздуха

$$V_и = 3600 \cdot v \cdot S = 3600 \cdot 2 \cdot 38{,}5 = 277200 \text{ м}^3\text{/ч;}$$

$$Q_{сж} = 0{,}00981 \cdot \rho \cdot V_В \cdot H = 0{,}00981 \cdot 1.25 \cdot 277200 \cdot 1200 = 4078998$$

кДж/ч.

3. Тепловыделение при окислительных процессах

$$Q_{ок} = q_{ок} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l = 16 \cdot 2^{0,8} \cdot 22 \cdot 1200 = 735441 \text{ кДж/ч.}$$

4. Тепловыделение от местных источников:

- при работе электродвигателей горных машин и освещения

$$Q_{ЭД} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot K_з}{\eta_{ДВ}} = \frac{3600 \cdot 100 \cdot 0{,}8}{0{,}95} = 303158 \text{ кДж/ч;}$$

- при спуске груза лебедкой

$$Q_{ЛС} = 3600 \cdot N_п \cdot K_з = 3600 \cdot 90 \cdot 0{,}8 = 259200 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе трансформатора

$$Q_{ТР} = 3600 \cdot N_{ТР} \cdot P_{ТР} = 3600 \cdot 100 \cdot 0{,}5 = 18000 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе шахтных вентиляторов

$$Q_{ВБН} = 3{,}6 \cdot \alpha_В \cdot P \cdot l \frac{V^3}{\eta_{ВУ}} = 3{,}6 \cdot 0{,}0392 \cdot 22 \cdot 1200 \frac{2^3}{0{,}565} = 52751 \text{ кДж/ч;}$$

- при затвердевании монолитной бетонной крепи

$$Q_б = q_б \cdot P \cdot l_ц = 200 \cdot 22 \cdot 5 = 22000 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе людей

$$Q_Л = q_л \cdot n_л = 2000 \cdot 7 = 14000 \text{ кДж/ч.}$$

5. Общее тепловыделение в ствол

$$Q_{общ} = \sum_{i-1}^{n} Q_i = Q_{охл} + Q_{сж} + Q_{ок} + Q_{эд} + Q_{лс} + Q_{тр} + Q_{вен} + Q_б + Q_л = 1077648 + 4078998 + 735441 + 303158 + 259200 + 18000 + 52751 + 22000 + 14000 = 6561196$$

кДж/ч.

Находим количество воздуха, необходимое для проветривания выработки по тепловому фактору без охлаждения воздуха

$$V_{теп} = \frac{Q_{общ}}{C_р \cdot \rho (t_{пб} - t_Н)} = \frac{6561196}{1{,}009 \cdot 1{,}25(24-8{,}5)} = 335611 \text{ м}^3\text{/ч.}$$

Проверяем условие достаточности расхода воздуха по тепловому фактору $V_{теп} \langle V_в$.

В рассматриваемом случае это условие не выполняется, так как

$$V_{теп} = 335611 < V_В = 277200$$

Следовательно, требуется искусственное охлаждение воздуха при помощи холодильных машин.

Определяем требуемую хладопроизводительность холодильной машины

$$N_к = \frac{C_р \cdot \rho \cdot V_В (t_П - t_{пб})}{3600} = \frac{1{,}009 \cdot 1{,}25 \cdot 277200 (50-24)}{3600} = 2525 \text{ кВт.}$$

Принимаем $N_к$ = 2550 кВт. Температура смеси теплого и охлажденного воздуха за кондиционером составит

$$t_{см} = t_п - \frac{3600 \cdot N_k}{c_р \cdot \rho \cdot V_В} = 50 - \frac{3600 \cdot 2550}{1{,}009 \cdot 1{,}25 \cdot 277200} = 23{,}7$$

что удовлетворяет требованиям ПБ.

Варианты заданий

Перечень вариантов заданий к расчету тепловыделений в горные выработки приведен в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Исходные данные для расчетов тепловыделений

	Величины	Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Выработка	Штрек		Уклон		Квершлаг		Бремберг		Ствол	
2	S, м^2	8	10	7	6	12	14	10	12	44,2	33,2
3	P, м	11,8	13,2	11,0	10,2	14,4	15,6	13,2	14,4	23,6	20,4
4	L, м	900	1000	300	500	700	600	1000	900	1100	1200
5	α, °	6	8	40	50	10	8	15	20	90	90
6	H, м	800	900	600	700	1000	800	1200	1500	1100	1200

Продолжение табл. 4.2

7	H_0, м	20	21	22	23	24	25	30	35	28	30
8	$\Gamma_{ст}$, м/°С	30	25	26	27	31	29	32	28	34	27
9	Порода	Бурый уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Песчаник	Песчаник	Каменный уголь	Каменный уголь	Глинистый и песчанистый сланец	Песчаник
10	V, м/с	0,5	0,75	1,0	1,5	1,0	2,0	1,5	2,0	1,0	0,5
11	τ, м/с	3	2	6	8	5	9	10	7	6	4
12	$t_н$, °С	8,5	2,5	3,0	2,5	7,5	8,3	7,9	4,2	8,0	7,5
13	$t_в = t_{пб}$, °С	24	23	20	25	23	25	24	26	24	23
14	$N_{потр}$, кВт	70	60	50	40	100	90	50	50	100	100
15	$N_л$, кВт	-	-	50	50	-	-	-	-	-	100

16	$N_{тр}$, кВт	5	10	-	-	5	5	5	5	10	10
17	$\alpha_в$, Па·с^2/м^2	0,017	0,019	0,018	0,016	0,015	0,014	0,013	0,020	0,049	0,049
18	$n_л$, чел.	7	6	3	3	6	5	6	6	5	8

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте климатические условия в горных выработках глубоких шахт.

2. Как осуществляется теплоотдача тела человека в окружающую среду?

3. Какой микроклимат в выработках глубоких шахт считается допустимым?

4. Перечислите виды (формы) нагревания воздуха, движущегося по горным выработкам.

5. Как выполняется тепловое кондиционирование воздуха в горных выработках?

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. ЦВЕТА СИГНАЛЬНЫЕ И ЗНАКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Цель работы – ривить практические навыки в применении сигнальных цветов и знаков безопасности; изучить назначение, характеристики и порядок применения сигнальных цветов и знаков безопасности.

Теоретические положения.

Для предупреждения многих несчастных случаев на производстве и в быту эффективным средством является цветовое оформление машин, приборов, помещений и рациональное применение сигнальных цветов и знаков безопасности, которые устанавливает ГОСТ Р 12.4.026–01 [1].

Различают прямое психологическое воздействие цвета на челове- ка, вызывающее, например, чувство радости или печали, создающее впе- чатление легкости или тяжести какого-либо предмета, удаленности или близости его, и вторичное воздействие, связанное с ассоциациями. Напри- мер, красный, оранжевый и желтый цвета ассоциируются с огнем, солн- цем, т. е. теплом. Такие цвета создают впечатление тепла и называются те- плыми цветами. Белый, голубой, зеленый и некоторые другие цвета ассо- циируются с холодом и называются холодными цветами.

Сигнальные цвета применяются для окраски поверхностей конст- рукций, приспособлений и элементов производственного оборудования, которые могут служить источником опасности для работающих.

ГОСТом установлены красный, желтый, зеленый и синий сигналь- ные цвета. Для усиления контраста сигнальных цветов они применяются на фоне контрастных цветов. Контрастные цвета применяются также для выполнения символов и поясняющих надписей.

Красный сигнальный цвет применяется: для запрещающих знаков; надписей и символов на знаках пожарной безопасности, обозначений от-

ключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных; внутренних поверхностей открывающихся кожухов и корпусов, ограждающих движущиеся элементы механизмов и машин и их крышек; рукояток кранов аварийного сброса давления; корпусов масляных выключателей, находя- щихся в рабочем состоянии под напряжением, и обозначения пожарной техники.

Желтый сигнальный цвет используется: для предупреждающих знаков элементов строительных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм (низкие балки, выступы и перепады в полости пола, малозаметные ступени, пандусы), мест, в которых существует опасность падения, сужений проездов, колонн, стоянок и опор производствен- ного оборудования (открытые движущиеся части оборудования); кромок штампов, прессов, ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте, и т. п. элементов внутрицехового и межцехового транспорта, подъемно-транспортного оборудования и строительно-дорожных машин, кабин и ограждений кранов, боковых поверхностей электрокаров, погрузчиков, тележек и постоянных и временных ограждений или элементов ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, у проемов, ям, котлованов, выносных площадок, постоянных и временных ограждений лестниц, перекрытий строящихся зданий; балконов и других мест, где возможно падение с высоты, емкостей, содержащих вещества с опасными и вредными свойствами, на которые предупреждающую окраску наносят в виде полосы шириной 50–100 мм в зависимости от размещения емкости; границ подходов к эвакуационным или запасным выходам.

Зеленый сигнальный цвет применяется для предписывающих знаков дверей и светового табло эвакуационных или запасных выходов, сигнальных ламп.

Синий сигнальный цвет используется для указательных знаков. Символ на знаках безопасности – это простое, всем понятное изображение характера опасности, мер предосторожности, инструктивных указаний или информации

по безопасности. Знаки должны быть установлены в местах, пребывание в которых связано с возможной опасностью для работающих, а также на производственном оборудовании, являющемся источником такой опасности. Знаки безопасности, устанавливаемые на воротах и входных дверях помещений, обозначают, что зона их действия – все помещение. При необходимости ограничения зоны действия знака приводятся соответствующие указания с вышеуказанным ГОСТом. Они контрастно выделются на окружающем их фоне и находятся в поле зрения людей, для которых предназначены. На местах и участках, являющихся временно опасными, устанавливаются переносные знаки и временные ограждения, окрашенные в сигнальный цвет. Всего предусмотрено четыре группы знаков безопасности:

1 запрещающий (в виде круга);

2 предупреждающий (в виде треугольника);

3 предписывающий (в виде квадрата);

4 указательный (в виде вертикального прямоугольника).

Для более полного усвоения формы символов на знаках и мест их установки следует дополнительно изучить раздел 3 ГОСТ Р 12.4.026-01 [1]. Для этого ниже дается необходимая выдержка из данного ГОСТа.

Стандарт не распространяется:

- на цвета, применяемые для световой сигнализации всех видов транспорта, транспортных средств и дорожного движения;
- цвета, знаки и маркировочные щитки баллонов, трубопроводов, емкостей для хранения и транспортирования газов и жидкостей;
- дорожные знаки и разметку, путевые и сигнальные знаки железных дорог, знаки для обеспечения безопасности движения всех видов транспорта (кроме знаков безопасности для подъемно-транспортных меха- низмов, внутризаводского, пассажирского и общественного транспорта);
- знаки и маркировку опасных грузов, грузовых единиц, требующих специальных условий транспортирования и хранения;

- знаки для электротехники.

Назначение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки состоит в обеспечении однозначного понимания определенных требований, касающихся безопасности, сохранения жизни и здоровья людей, снижения материального ущерба без применения слов или с их минимальным количеством.

Сигнальные цвета, знаки безопасности и сигнальную разметку следует применять для привлечения внимания людей, находящихся на производственных, общественных объектах и в иных местах, к опасности, опасной ситуации, предостережения в целях избегания опасности, сообщения о возможном исходе в случае пренебрежения опасностью, предписания или требования определенных действий, а также для сообщения необходимой информации.

Применение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки на производственных, общественных объектах и в иных местах не заменяет необходимости проведения организационных и технических мероприятий по обеспечению условий безопасности, использования средств индивидуальной и коллективной защиты, обучения и инструктажа по технике безопасности.

Размещение (установку) знаков безопасности на оборудовании, машинах, механизмах должна проводить организация-изготовитель. При необходимости дополнительное размещение (установку) знаков безопасности на оборудовании, машинах, механизмах, находящихся в эксплуатации, проводит эксплуатирующая их организация.

Графические символы и поясняющие надписи на знаках безопасности отраслевого назначения, не предусмотренные настоящим стандартом, необходимо устанавливать в отраслевых стандартах, нормах, правилах с соблюдением требований настоящего стандарта.

Назначение и правила применения сигнальных цветов.

Стандарт устанавливает следующие сигнальные цвета: красный, желтый, зеленый, синий. Для усиления зрительного восприятия цветографических изображений знаков безопасности и сигнальной разметки сигнальные цвета следует применять в сочетании с контрастными цветами – белым или черным. Контрастные цвета необходимо использовать для выполнения графических символов и поясняющих надписей.

Сигнальные цвета необходимо применять:

- для обозначения поверхностей, конструкций (или элементов конструкций), приспособлений, узлов и элементов оборудования, машин, механизмов и т. п., которые могут служить источниками опасности для лю- дей, поверхности ограждений и других защитных устройств, систем бло- кировок и т. п.;
- обозначения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов;
- знаков безопасности, сигнальной разметки, планов эвакуации и других визуальных средств обеспечения безопасности;
- светящихся (световых) средств безопасности (сигнальные лампы, табло и др.);
- обозначения пути эвакуации.

Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета установлены в табл. 5.0.

Красный сигнальный цвет следует применять:

- для обозначения отключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных;
- внутренних поверхностей крышек (дверец) шкафов с открытыми токоведущими элементами оборудования, машин, механизмов и т. п. (если оборудование, машины, механизмы имеют красный цвет, то внутренние поверхности крышек (дверец) должны быть окрашены лакокрасочными

материалами желтого сигнального цвета);

- рукояток кранов аварийного сброса давления;

- корпусов масляных выключателей, находящихся в рабочем состоянии под напряжением;

- обозначения различных видов пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов, требующих оперативного опознания (пожарные машины, наземные части гидрант-колонок, огнетушители, баллоны, устройства ручного пуска систем (установок) пожарной автоматики, средств оповещения, телефоны прямой связи с пожарной охраной, насосы, пожарные стенды, бочки для воды, ящики для песка, а также ведра, лопа- ты, топоры и т. п.);

- окантовки пожарных щитов белого цвета для крепления пожарного инструмента и огнетушителей. Ширина окантовки – 30–100 мм (допускается выполнять окантовку пожарных щитов в виде чередующихся наклонных под углом 45–60° полос красного сигнального и белого контра- стного цветов);

- орнаментовки элементов строительных конструкций (стены, колонны) в виде отрезка горизонтально расположенной полосы для обозначения мест нахождения огнетушителя, установки пожаротушения с ручным пуском, кнопки пожарной сигнализации и т. п. Ширина полос – 150–300 мм. Полосы должны располагаться в верхней части стен и колонн на высоте, удобной для зрительного восприятия с рабочих мест, проходов и т. п. В состав орнаментовки, как правило, следует включать знак пожарной безопасности с соответствующим графическим символом средства противопожарной защиты;

- сигнальных ламп и табло с информацией, извещающей о нару- шении технологического процесса или нарушении условий безопасности:

«Тревога», «Неисправность» и др.;

- обозначения захватных устройств промышленных установок и промышленных роботов;

Таблица 5.0

Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета

Сигнальный цвет	Смысловое значение	Область применения	Контрастный цвет
Красный	Непосредственная опасность Аварийная или опасная ситуация Пожарная техника, средства противо-пож. защиты, их элементы	Запрещение опасного поведения или действия.Обозначение непо-средственной опасности Сообщение об аварийном отключении или аварийном состоянии оборудования (техноло- гического процесса) Обозначение и определение мест нахождения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов	Белый
Желтый	Возможная опас-ность	Обозначение возможной опасно- сти, опасной ситуации. Преду- преждение о возможной опасно-сти	Черный
Зеленый	Безопасность, безопасные усло-вия	Сообщение о нормальной работе оборудования, нормальном со- стоянии технологического про-цесса	Белый
	Помощь, спасение	Обозначение пути эвакуации, аптечек, кабинетов, средств по оказанию первой медицинской помощи	
Синий	Предписание во избежание опасно-сти	Требование обязательных дейст- вий в целях обеспечения безо-пасности	Белый
	Указание	Разрешение определенных дей-ствий	

- обозначения временных ограждений или элементов временных ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, участков, территорий, ям, котлованов, временных ограждений мест химического, бактериологического и радиационного загрязнения, а также ограждений других мест, зон, участков, вход на которые временно запрещен.

Поверхность временных ограждений должна быть целиком окра- шена красным сигнальным цветом или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы красного сигнального и белого контрастного цветов. Ширина полос – 20–300 мм при соотношении ширины полос крас- ного и белого цветов от 1:1 до 1,5:1,0;

- запрещающих знаков безопасности и знаков пожарной безопасности.

Не допускается использовать красный сигнальный цвет:

- для обозначения стационарно устанавливаемых средств противопожарной защиты (их элементов), не требующих оперативного опознания (пожарные извещатели, пожарные трубопроводы, оросители установок пожаротушения и т. п.);

- на пути эвакуации во избежание путаницы и замешательства (кроме запрещающих знаков безопасности и знаков пожарной безопасности).

Желтый сигнальный цвет следует применять:

а) для обозначения элементов строительных и иных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм работающими: низких балок, выступов и перепадов в плоскости пола, малозаметных ступеней, пандусов, мест, в которых существует опасность падения (кромки погрузочных платформ, грузовых поддонов, неогражденных площадок, люков, проемов и т. д.), сужений проездов, малозаметных распорок, узлов, колонн, стоек и опор в местах интенсивного движения внутризаводского транспорта и т. д.;

б) обозначения узлов и элементов оборудования, машин и механизмов, неосторожное обращение с которыми представляет опасность для людей:

открытых движущихся узлов, кромок оградительных устройств, не полностью закрывающих движущиеся элементы (шлифовальные круги, фрезы, зубчатые колеса, приводные ремни, цепи и т. п.), ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте, а также постоянно подвешенных к потолку или стенам технологической арматуры и механизмов, выступающих в рабочее пространство;

в) обозначения опасных при эксплуатации элементов транспортных средств, подъемно-транспортного оборудования и строительно-дорожных машин, площадок грузоподъемников, бамперов и боковых поверхностей электрокаров, погрузчиков, тележек, поворотных платформ и боковых поверхностей стрел экскаваторов, захватов и площадок автопогрузчиков, рабочих органов сельскохозяйственных машин, элементов грузоподъемных кранов, обойм грузовых крюков и др.;

г) подвижных монтажных устройств, их элементов и элементов грузозахватных приспособлений, подвижных частей кантователей, траверс, подъемников, подвижных частей монтажных вышек и лестниц;

д) внутренних поверхностей крышек, дверец, кожухов и других ограждений, закрывающих места расположения движущихся узлов и элементов оборудования, машин, механизмов, требующих периодического доступа для контроля, ремонта, регулировки и т. п.

Если указанные узлы и элементы закрыты съемными ограждениями, то окрашиванию лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета подлежат сами движущиеся узлы, элементы и (или) поверхности смежных с ними неподвижных деталей, закрываемые ограждениями;

е) постоянных ограждений или элементов ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, участков, территорий: у проемов, ям, котлованов, выносных площадок, постоянных ограждений лестниц, балконов, перекрытий и других мест, в которых возможно падение с высоты.

Поверхность ограждения должна быть целиком окрашена

лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов.

Ширина полос – 20–300 мм при соотношении ширины полос желтого и черного цвета от 1:1 до 1,5:1,0;

ж) обозначения емкостей и технологического оборудования, содержащих опасные или вредные вещества.

Поверхность емкости должна быть целиком окрашена лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов.

Ширина полос – 50–300 мм в зависимости от размера емкости при соотношении ширины полос желтого и черного цвета от 1:1 до 1,5:1,0;

з) обозначения площадей, которые должны быть всегда свободными на случай эвакуации (площадки у эвакуационных выходов и подходы к ним, возле мест подачи пожарной тревоги, возле мест подхода к средствам противопожарной защиты, средствам оповещения, пунктам оказания первой медицинской помощи, пожарным лестницам и др.).

Границы этих площадей должны быть обозначены сплошными линиями желтого сигнального цвета, а сами площади – чередующимися наклонными под углом 45–60° полосами желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина линий и полос – 50 – 100 мм;

и) предупреждающих знаков безопасности.

На поверхность объектов и элементов, перечисленных в а) и в), допускается наносить чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина полос – 50– 300 мм в зависимости от размера объекта и расстояния, с которого должно быть видно предупреждение.

Если оборудование, машины и механизмы окрашены лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета, то перечисления б) и д), их узлы и

элементы должны быть обозначены чередующимися наклонными под углом 45–60° полосами желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина полос – 20–300 мм в зависимости от размера узла (элемента) оборудования при соотношении ширины полос желтого и черного цветов от 1:1 до 1,5:1,0.

Для строительно-дорожных машин и подъемно-транспортного оборудования, которые могут находиться на проезжей части, допускается применять предупреждающую окраску в виде чередующихся красных и белых полос.

Синий сигнальный цвет следует применять:

- для окрашивания светящихся (световых) сигнальных индикаторов и других сигнальных устройств указательного или разрешающего назначения;
- предписывающих и указательных знаков безопасности.

Зеленый сигнальный цвет следует применять:

- для обозначения безопасности (безопасных мест, зон безопасного состояния);
- сигнальных ламп, извещающих о нормальном режиме работы оборудования, нормальном состоянии технологических процессов и т. п.;
- обозначения пути эвакуации;
- эвакуационных знаков безопасности и знаков безопасности медицинского и санитарного назначения.

Характеристики сигнальных и контрастных цветов.

Знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в поле зрения людей, для которых они предназначены.

Знаки безопасности должны быть расположены таким образом, чтобы они были хорошо видны, не отвлекали внимания и не создавали неудобств при выполнении людьми своей профессиональной или иной деятельности, не загораживали проход, проезд, не препятствовали перемещению грузов.

Знаки безопасности, размещенные на воротах и на (над) входных(ми) дверях(ми) помещений, означают, что зона действия этих знаков

распространяется на всю территорию и площадь за воротами и дверями.

Размещение знаков безопасности на воротах и дверях следует выполнять таким образом, чтобы зрительное восприятие знака не зависело от положения ворот или дверей (открыто, закрыто). Эвакуационные знаки безопасности Е 22 «Выход» и Е 23 «Запасный выход» должны размещаться только над дверями, ведущими к выходу.

Знаки безопасности, установленные у въезда (входа) на объект (участок), означают, что их действие распространяется на объект (участок) в целом.

При необходимости ограничить зону действия знака безопасности соответствующее указание следует приводить в поясняющей надписи на дополнительном знаке.

Знаки безопасности, изготовленные на основе несветящихся материалов, следует применять в условиях хорошего и достаточного освеще- ния.

Знаки безопасности с внешним или внутренним освещением следует применять в условиях отсутствия или недостаточного освещения.

Световозвращающие знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в местах, где отсутствует освещение или имеется низкий уровень фонового освещения (менее 20 лк по СНиП 23-05-95): при проведении работ с использованием индивидуальных источников света, фонарей (например, в туннелях, шахтах и т. п.), а также для обеспечения безопасности при проведении работ на дорогах, автомобильных трассах, в аэропортах и т. п.

Фотолюминесцентные знаки безопасности следует применять там, где возможно аварийное отключение источников света, а также в качестве элементов фотолюминесцентных эвакуационных систем для обеспечения самостоятельного выхода людей из опасных зон в случае возникновения аварий, пожара или других чрезвычайных ситуаций.

Для возбуждения фотолюминесцентного свечения знаков безопасности необходимо наличие в помещении, где они установлены, искусст- венного или естественного освещения.

Освещенность поверхности фотолюминесцентных знаков безопасности источниками света должна быть не менее 25 лк.

Основные и дополнительные знаки безопасности.

Основные знаки безопасности необходимо разделять на следующие группы: запрещающие знаки; предупреждающие знаки; знаки пожарной безопасности; предписывающие знаки; эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения; указательные знаки.

Геометрическая форма, сигнальный цвет, смысловое значение основных знаков безопасности должны соответствовать приведенным в табл. 5.1

Таблица 5.1

Геометрическая форма, сигнальный цвет, смысловое значение основных знаков безопасности

Группа	Геометрическая форма <*>	Сигнальный цвет	Смысловое значение
Запрещающие знаки	Круг с поперечной полосой	Красный	Запрещение опасного пове- дения или действия
Предупреждающие знаки	Треугольник	Желтый	Предупреждение о возмож- ной опасности. Осторож- ность. Внимание
Предписывающие знаки	Круг	Синий	Предписание обязательных действий во избежание опасности
Знаки пожарной безопасности <**>	Квадрат или прямоугольник	Красный	Обозначение и указание мест нахождения средств проти- вопожарной защиты, их эле- ментов
Эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения	Квадрат или прямоугольник	Зеленый	Обозначение направления движения при эвакуации. Спасение, первая помощь при авариях или пожарах. Надпись, информация для обеспечения безопасности
Указательные знаки	Квадрат или прямоугольник	Синий	Разрешение. Указание. Над- пись или информация

Примечание: <*> Рисунки не приводятся. <**> К знакам пожарной безопасности относят также:

- запрещающие знаки: Р 01 «Запрещается курить», Р 02 «Запрещается пользо- ваться открытым огнем», Р 04 «Запрещается тушить водой», Р 12 «Запрещается загромождать проходы (или) складировать» (табл. 5.2);
- предупреждающие знаки: W 01 «Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся ве- щества», W 02 «Взрывоопасно», W 11

«Пожароопасно. Окислитель» (табл. 5.3).

Таблица 5.2

Запрещающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 01		Запрещается курить	Использовать, когда курение мо- жет стать причиной пожара. На дверях и стенах помещений, уча- стках, где имеются горючие и лег- ковоспламеняющиеся вещества, или в помещениях, где курить за- прещается
Р 02		Запрещается пользоваться от- крытым огнем и курить	Использовать, когда открытый огонь и курение могут стать при- чиной пожара. На входных дверях, стенах помещений, участках, ра- бочих местах, емкостях, производ- ственной таре
Р 03		Проход запрещен	У входа в опасные зоны, помеще- ния, участки и др.
Р 04		Запрещается ту- шить водой	В местах расположения электро- оборудования, складах и других местах, где нельзя применять воду при тушении горения или пожара
Р 05		Запрещается ис- пользовать в ка- честве питьевой воды	На техническом водопроводе и емкостях с технической водой, не- пригодной для питья и бытовых нужд
Р 06		Доступ посто- ронним запре- щен	На дверях помещений, у входа на объекты, участки и т. п. для обо- значения запрета на вход (проход) в опасные зоны или для обозначе- ния служебного входа (прохода)

Продолжение таблицы 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 07		Запрещается движение средств наполь- ного транспорта	В местах, где запрещается применять средства напольного транс- порта (например, погрузчики или напольные транспортеры)
Р 08		Запрещается прикасаться. Опасно	На оборудовании (узлах оборудо- вания), дверцах, щитах или других поверхностях, прикосновение к которым опасно
Р 09		Запрещается прикасаться. Корпус под на- пряжением	На поверхности корпусов, щитов и т. п., где есть возможность пора- жения электрическим током
Р 10		Не включать!	На пультах управления и включе- ния оборудования или механизмов при ремонтных и пусконаладоч- ных работах
Р 11		Запрещается работа (присутствие) людей со стимуляторами сердечной деятельности	В местах и на оборудовании, где запрещено работать или находить- ся людям с вживленными стиму- ляторами сердечной деятельности
Р 12		Запрещается за- громождать про- ходы и (или) складировать	На пути эвакуации, у выходов, в местах размещения средств про- тивопожарной защиты, аптечек первой медицинской помощи и других местах
Р 13		Запрещается подъем (спуск) людей по шахтному стволу (запрещается транспортировка пассажиров)	На дверях грузовых лифтов и дру- гих подъемных механизмов

Продолжение табл. 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 14		Запрещается вход (проход) с животными	На воротах и дверях зданий, со- оружений, помещений, объектов, территорий и т. п., где не должны находиться животные, где запре- щен вход (проход) вместе с жи- вотными
Р 16		Запрещается работа (присутствие) людей, имеющих металлические имплантанты	На местах, участках и оборудова- нии, где запрещено работать или находиться людям с вживленными металлическими имплантантами
Р 17		Запрещается разбрызгивать воду	На местах и участках, где запре- щено разбрызгивать воду
Р 18		Запрещается пользоваться мобильным (сотовым) телефоном или переносной рацией	На дверях помещений, у входа на объекты, где запрещено пользоваться средствами связи, имею- щими собственные радиочастот- ные электромагнитные поля
Р 21		Запрещение (прочие опасности или опасные действия)	Применять для обозначения опасности, не предусмотренной настоящим стандартом. Знак необходимо использовать вместе с поясняющей надписью или с дополнительным знаком безопасности с поясняющей надписью
Р 27		Запрещается иметь при (на) себе металлические предметы (часы и т. п.)	При входе на объекты, на рабочих местах, оборудовании, приборах и т. п. Область применения знака может быть расширена
Р 30		Запрещается принимать пищу	На местах и участках работ с вредными для здоровья веществами, а также в местах, где прием пищи запрещен. Область применения знака может быть расшире- на

Окончание табл. 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 32		Запрещается подходить к элементам оборудования с маховыми движениями большой амплитуды	На оборудовании и рабочих местах по обслуживанию оборудования с элементами, выполняющими маховые движения большой амплитуды
Р 33		Запрещается брать руками. Сыпучая масса (непрочная упа- ковка)	На производственной таре, в складах и иных местах, где используют сыпучие материалы
Р 34		Запрещается пользоваться лифтом для подъема (спуска) людей	На дверях грузовых лифтов и других подъемных механизмах. Знак входит в состав группового знака безопасности «При пожаре лифтом не пользоваться, выходить по лестнице»

Таблица 5.3

Предупреждающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 01		Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся ве- щества	Использовать для привлечения внимания к помещениям с легковоспламеняющимися веществами. На входных дверях, дверцах шкафов, емкостях и т. д.

Продолжение табл.5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 02		Взрывоопасно	Использовать для привлечения внимания к взрыво- опасным веществам, а так- же к помещениям и участ- кам. На входных дверях, стенах помещений, дверцах шкафов и т. д.
W 03		Опасно. Ядовитые ве- щества	В местах хранения, выделения, производства и применения ядовитых веществ
W 04		Опасно. Едкие и корро- зионные вещества	В местах хранения, выде- ления, производства и применения едких и корро- зионных веществ
W 05		Опасно. Радиоактивные вещества или ионизи- рующее излучение	На дверях помещений, дверцах шкафов и в других местах, где находятся и применяются радиоактивные вещества или имеется ионизирующее излучение. Допускается применять знак радиационной опасно- сти по ГОСТ 17925
W 06		Опасно. Возможно падение груза	Вблизи опасных зон, где используется подъемно-транспортное оборудование
W 07		Внимание. Автопогруз- чик	В помещениях и на участках, где проводятся погрузочно-разгрузочные работы

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 08		Опасность поражения электрическим током	На опорах линий электропередачи, электрооборудовании и приборах, дверцах силовых щитков, на элек-тротехнических панелях и шкафах, а также на ограж- дениях токоведущих частей оборудования, механизмов, приборов
W 09		Внимание. Опасность (прочие опасности)	Применять для привлече- ния внимания к прочим ви- дам опасности, не обозна- ченной настоящим стан- дартом. Знак необходимо использовать вместе с дополнительным знаком безопасности с поясняю- щей надписью
W 10		Опасно. Лазерное излу- чение	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где имеет- ся лазерное излучение
W 11		Пожароопасно. Окисли- тель	На дверях помещений, дверцах шкафов для привлечения внимания на наличие окислителя

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 12		Внимание. Электромагнитное поле	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где действуют электромагнитные поля
W 13		Внимание. Магнитное поле	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где действуют магнитные поля
W 14		Осторожно. Малозаметное препятствие	В местах, где имеются малозаметные препятствия, о которые можно споткнуться
W 15		Осторожно. Возможность падения с высоты	Перед входом на опасные участки и в местах, где возможно падение с высоты
W 16		Осторожно. Биологическая опасность (инфекционные вещества)	В местах хранения, производства или применения вредных для здоровья биологических веществ
W 17		Осторожно. Холод	На дверцах холодильников и морозильных камер, компрессорных агрегатах и других холодильных аппаратах
W 18		Осторожно. Вредные для здоровья аллергические (раздражающие) вещества	В местах хранения, произ- водства или применения вредных для здоровья аллергических (раздражающих) веществ

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 19		Газовый баллон	На газовых баллонах, скла- дах и участках хранения и применения сжатых или сжиженных газов. Цвет баллона черный или белый, выбирается по ГОСТ 19433
W 20		Осторожно. Аккумуля- торные батареи	В помещениях и на участках изготовления, хранения и применения аккумуля- торных батарей
W 22		Осторожно. Режущие валы	На участках работ и оборудовании, имеющем незащищенные режущие валы
W 23		Внимание. Опасность зажима	На дверцах турникетов и шлагбаумах
W 24		Осторожно. Возможно опрокидывание	На дорогах, рампах, складах, участках, где возможно опрокидывание внутризаводского транспорта
W 25		Внимание. Автоматическое включение (запуск) оборудования	На рабочих местах, оборудовании или отдельных узлах оборудования с автоматическим включением
W 26		Осторожно. Горячая поверхность	На рабочих местах и обо-рудовании, имеющем на-гретые поверхности

Окончание табл.5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 27		Осторожно. Возможно травмирование рук	На оборудовании, узлах оборудования, крышках и дверцах, где возможно получить травму рук
W 28		Осторожно. Скользко	На территории и участках, где имеются скользкие места
29		Осторожно. Возможно затягивание между вращающимися элемен- тами	На рабочих местах и обо- рудовании, имеющем вра- щающиеся элементы, на- пример на валковых мель- ницах
W 30		Осторожно. Сужение проезда (прохода)	На территориях, участках, в цехах и складах, где имеются сужения прохода (проезда) или присутствуют выступающие конструкции, затрудняющие проход (проезд)

Таблица 5.4

Предписывающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по при- менению
M 01		Работать в защитных очках	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов зрения

Продолжение табл. 5.4

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 02		Работать в защитной каске (шлеме)	На рабочих местах и участках, где требуется защита головы
М 03		Работать в защитных наушниках	На рабочих местах и участках с повышенным уровнем шума
М 04		Работать в средствах индивидуальной защиты органов дыхания	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов дыхания
М 05		Работать в защитной обуви	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной защиты
М 06		Работать в защитных перчатках	На рабочих местах и участках работ, где требуется защита рук от воздействия вредных или агрессивных сред, защита от возможного поражения электрическим током
М07		Работать в защитной одежде	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной зашиты
М 08		Работать в защитном щитке	На рабочих местах и участках, где необходима защита лица и органов зрения

Продолжение табл. 5.4

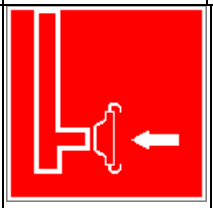
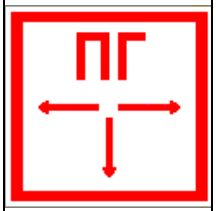
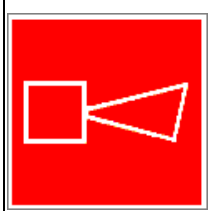
Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 09		Работать в предохранительном (страховочном) поясе	На рабочих местах и участках, где для безопасной работы требуется применение предохранительных (страховочных) поясов
М 10		Проход здесь	На территориях и участках, где разрешается проход
М 11		Общий предписывающий знак (прочие предписания)	Для предписаний, не обозначенных настоящим стандартом. Знак необходимо применять вместе с поясняющей надписью на дополнительном знаке безопасности
М 12		Переходить по надземному переходу	На участках и территориях, где установлены надземные переходы
М 13		Отключить штепсельную вилку	На рабочих местах и оборудовании, где требуется отключение от электросети при наладке или остановке электрооборудования и в других случаях
М 14		Отключить перед работой	На рабочих местах и оборудовании при проведении ремонтных или пусконаладочных работ
М 15		Курить здесь	Используется для обозначения места курения на производственных объектах

Таблица 5.5

Знаки пожарной безопасности

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по применению
F 01-01		Направляющая стрелка	Использовать только вместе с другими знаками пожар- ной безопасности для указания направления движе- ния к месту нахождения (размещения) средства противопожарной зашиты
F 01-02		Направляющая стрелка под углом 45°	Использовать только вместе с другими знаками пожарной безопасности для указания направления движения к месту нахождения (размещения) средства противопожарной защиты
F 02		Пожарный кран	В местах нахождения комплекта пожарного крана с пожарным рукавом и стволом
F 03		Пожарная лестница	В местах нахождения пожарной лестницы
F 04		Огнетушитель	В местах размещения огнетушителя
F 05		Телефон для использования при пожаре	В местах размещения телефона, по которому мож- но вызвать пожарную охрану

Продолжение табл. 5.5

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по применению
F 06		Место размещения нескольких средств противопожарной защиты	В местах одновременного нахождения (размещения) нескольких средств противопожарной защиты
F 07		Пожарный водоисточник	В местах нахождения пожарного водоема или пир- са для пожарных машин
F 08		Пожарный сухотрубный стояк	В местах нахождения пожарного сухотрубного стояка
F 09		Пожарный гидрант	У мест нахождения подземных пожарных гидран- тов. На знаке должны быть цифры, обозначающие расстояние от знака до гидранта в метрах
F 10		Кнопка включения установок (систем) пожарной автоматики	В местах ручного пуска установок пожарной сигна- лизации, пожаротушения и (или) систем противодым- ной защиты. В местах (пунктах) подачи сигнала пожарной тревоги
F 11		Звуковой оповещатель пожарной тревоги	В местах нахождения зву- кового оповещателя или совместно со знаком F 10 «Кнопка включения установок (систем) пожарной автоматики»

К знакам пожарной безопасности относят также:

- запрещающие знаки: Р 01 «Запрещается курить», Р 02 «Запрещается пользоваться открытым огнем», Р 04 «Запрещается тушить водой», Р 12 «Запрещается загромождать проходы и (или) складировать»;
- предупреждающие знаки: W 01 «Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся вещества», W 02 «Взрывоопасно», W 11 «Пожароопасно. Окислитель»;
- эвакуационные знаки;

Таблица 5.6

Эвакуационные знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 01-01		Выход здесь (левосторонний)	Над дверями (или на дверях) эвакуационных выходов, открывающихся с левой стороны. На стенах помещений вместе с направляющей стрелкой для указания направления движения к эвакуа- ционному выходу
Е 01-02		Выход здесь (правосторонний)	Над дверями (или на дверях) эвакуационных выходов, открывающихся с правой стороны. На стенах помещений вместе с направляющей стрелкой для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 02-01		Направляющая стрелка	Использовать только вместе с другими эвакуационными знаками для указания направления движения

Продолжение табл.5.6

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 02-02		Направляющая стрелка под углом 45°	Использовать только вместе с другими эвакуационными знаками для указания направления движения
Е 03		Направление к эвакуационному выходу на- право	На стенах помещений для указаниянаправления движения к эвакуационному выходу
Е 04		Направление к эвакуационному выходу налево	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 05		Направление к эвакуационному выходу направо вверх	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 06		Направление к эвакуационному выходу нале- во вверх	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плос- кости
Е 07		Направление к эвакуационному выходу на- право вниз	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 08		Направление к эвакуационному выходу налево вниз	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 09		Указатель двери эвакуа- ционного выхода	Над дверями эвакуацион- ных выходов

Продолжение табл. 5.6.

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
E 10		Указатель двери эвакуационного выхода (левосторонний)	Над дверями эвакуационных выходов
E 11		Направление к эвакуационному выходу прямо	Над проходами, проемами, в помещениях большой площади. Размещается на верхнем уровне или под- вешивается к потолку
E 12		Направление к эвакуационному выходу прямо	Над проходами, проемами, в помещениях большой площади. Размещается на верхнем уровне или подвешивается к потолку
E 13		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вниз	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
E 14		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вниз	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
E 15		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вверх	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
E 16		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вверх	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
E 17		Для доступа вскрыть здесь	На дверях, стенах помеще- ний и в других местах, где для доступа в помещение или выхода необходимо вскрыть определенную кон- струкцию, например раз- бить стеклянную панель

Продолжение табл. 5.6.

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 18		Открывать движением от себя	На дверях помещений для указания направления от- крывания дверей
Е 19		Открывать движением на себя	На дверях помещений для указания направления от- крывания дверей
Е 20		Для открывания сдви- нуть	На дверях помещений для обозначения действий по открыванию сдвижных две- рей
Е 21		Пункт (место) сбора	На дверях, стенах помеще- ний и в других местах для обозначения заранее преду- смотренных пунктов (мест) сбора людей в случае воз- никновения пожара, аварии или другой чрезвычайной ситуации
Е 22		Указатель выхода	Над дверями эвакуацион- ного выхода или в составе комбинированных знаков безопасности для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 23		Указатель запасного выхода	Над дверями запасного выхода

Эвакуационные знаки следует устанавливать в положениях, соответствующих направлению движения к эвакуационному выходу.

Изображение графического символа фигуры человека в дверном проеме на эвакуационных знаках Е 01-01 и Е 01-02 смыслового значения

«Выход здесь» должно совпадать с направлением движения к эвакуационному выходу».

Таблица 5.7

Знаки медицинского и санитарного назначения

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по при-менению
ЕС 01		Аптечка первой медицинской помощи	На стенах, дверях помещений для обозначения мест размещения аптечек первой медицинской помощи
ЕС 02		Средства выноса (эвакуации) пораженных	На дверях и стенах помещений в местах размеще- ния средств выноса (эва- куации) пораженных
ЕС 03		Пункт приема гигиенических процедур (душевые)	На дверях и стенах помещений в местах расположения душевых и т. п.
ЕС 04		Пункт обработки глаз	На дверях и стенах поме- щений в местах располо- жения пункта обработки глаз
ЕС 05		Медицинский кабинет	На дверях медицинских кабинетов
ЕС 06		Телефон связи с медицинским пунктом (скорой медицинской помощью)	В местах установки телефонов

Таблица 5.8.

Указательные знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по при- менению
D 01		Пункт(место) приема пищи	На дверях комнат приема пищи, буфетах, столовых, бытовых помещениях и в других местах, где разре- шается прием пиши
D 02		Питьевая вода	На дверях бытовых помещений и в местах распо- ложения кранов с водой, пригодной для питья и бы- товых нужд (туалеты, душевые, пункты приема пищи и т. д.)
D 03		Место курения	Используется для обозначения места курения на общественных объектах

Порядок выполнения работы

1. Изучить выдержку из ГОСТ Р 12.4.026–01.

2. Проверить усвоение материала, ответив на контрольные вопросы:

В какой цвет окрашено поле предупреждающего знака?

Какой размер имеет сторона треугольника предупреждающего знака № 4, наносимого на тару и оборудование?

Какой цвет имеет символическое изображение на запрещающем знаке?

Какую форму имеет предписывающий знак?

Какую форму имеет запрещающий знак?

Расстояние от наблюдателя до знака составляет 45 м. Какой размер должен иметь внешний диаметр круга запрещающего знака, мм?

Какой цвет имеют символические изображения или поясняю- щие надписи, наносимые на указательные знаки?

Расстояние от наблюдателя до знака составляет 60 м. Какие размеры

(стороны прямоугольника) должен иметь указательный знак, мм?

Какой цвет имеет квадрат, помещенный внутри указательного знака?

Какой размер имеет внешний диаметр круга запрещающего знака № 5, наносимого на производственное оборудование и тару?

3. Составить отчет. Отчет должен включать:

- цель практической работы;
- ответы на вопросы задания;
- зарисовку формы знаков (запрещающего, предупреждающего, предписывающего, указательного) с указанием цвета поля, символов, надпи- сей.

4. Показать отчет преподавателю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 12.4.026–01. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение, правила применения. Общие технические требования и реко- мендации. Методы испытания [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-поисковой системы «Техэксперт».

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6. РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель задания - ознакомиться с понятием и причинами возникновения несчастных случаев, порядком их расследования и учет на производстве, также с методами анализа травматизма.

Порядок выполнения задания:

а) изучить и законспектировать общие сведения по пункту 1;

б) изучить методы анализа и рассчитать по вариантам показатели травматизма по пункту 2 (см контр. вопросы к пунктам 1 и 2);

в)изучить «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях» и законспектировать ответы на контрольные вопросы к пункту 3.

Общие сведения о несчастных случаях.

Несчастным случаем на производстве называют случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении работающим трудовых обязанностей или заданий руководителя работы [1].

Повреждение здоровья в результате несчастного случая называют **травмой**. Травма, полученная работающим на производстве, называется **производственной.**

Опасным называют производственный фактор, воздействие которого при определенных условиях на работающего приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

Вредным называют производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к заболеваниям или снижению его трудоспособности. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ) по природе

действия подразделяют на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Производственные травмы в зависимости от характера воздействующих факторов подразделяются на:

а) механические повреждения (ушибы, ранения, вывихи, переломы, сотрясения мозга);

б) поражение электрическим током (электроудар, электротравма);

в) термические повреждения (ожоги пламенем, нагретыми частями оборудования, горячей водой и пр.);

г) химические повреждения (ожоги, острые отравления);

д) комбинированные повреждения (сочетание нескольких опасных факторов).

Производственные травмы по тяжести подразделяются на 6 категорий:

- микротравма (после оказания помощи можно продолжать работу).
- легкая травма (потеря трудоспособности на 1 или несколько дней).
- травма средней тяжести (многодневная потеря трудоспособности);
- тяжелая травма (когда требуется длительное лечение);
- травма, приводящая к инвалидности (частичная или полная утрата трудоспособно-сти);
- смертельная травма.

Причины возникновения производственных травм:

- организационные (нарушение технологического процесса и требований техники безопасности (ТБ), неправильная организация рабочего места и режима труда);
- технические (техническое несовершенство оборудования, неисправность механизмов, отсутствие или не использование защитных средств);
- санитарно-гигиенические (несоответствие условий труда требованиям КЗоТ, системе стандартов по безопасности труда (ССБТ), санитарным нормам(СН), строительным нормам и правилам (СНиП) и др.

- психофизиологические (неудовлетворительное состояние здоровья, переутомление, стресс, опьянение и др.).

Методы анализа показателей травматизма

Разработке мероприятий по улучшению условий труда предшествует необходимый этап - исследование и анализ причин травматизма. Для анализа состояния производственного травматизма применяют методы: статистический, экономический, монографический и топографический.

Статистический метод позволяет количественно оценить повторяемость несчастных случаев по ряду относительных коэффициентов. В результате сравнения полученных коэффициентов за отчетный период с предшествующим периодом можно оценить эффективность профилактических мер. Обычно при этом методе анализа несчастные случаи группируются по однородным признакам: профессиям, видам работ, возрасту, стажу работ, причинам, вызвавшим травму. Простота и наглядность являются несомненным достоинством этого метода. Однако у него есть и недостаток - он не выявляет опасные произ-водственные факторы. Среди основных показателей травматизма, используемых при статистическом методе анализа, являются:

а) коэффициент частоты травматизма - число пострадавших при несчастных случаях за отчетный период на 1ООО работающих, определяется по формуле:

$$K_{\text{ч}} = T_x \cdot \frac{1000}{P_c},$$

где Кч - коэффициент частоты травматизма; Т - число учтенных травм с потерей трудоспособности; Рс - среднесписочное число работающих за отчетный период.

б) коэффициент тяжести травматизма - число человеко-дней нетрудоспособно-сти, которое приходится на один несчастный случай и определяется по формуле:

$$\text{К}_\text{Т} = \frac{\text{Д}}{\text{Т}},$$

где Кт - коэффициент тяжести травматизма; Д - общее количество дней

нетрудоспособности за отчетный период; Т - количество учтенных травм.

в) коэффициент календарной повторяемости несчастных случаев

- показывает через сколько рабочих дней в среднем повторяются несчастные случаи и оп-ределяется по формуле:

$$В = 22{,}5 \cdot \frac{12}{Т},$$

где В - календарная повторяемость несчастных случаев; Т - число несчастных случаев за отчетный период.

г) коэффициент средней повторяемости - показывает на сколько человекодней приходится один несчастный случай, определяется по формуле:

$$B_{ср} = 22{,}5 \cdot 12 \cdot \frac{P_c}{T},$$

где Вср - коэффициент средней повторяемости несчастных случаев; Рс - среднесписочное число работающих за отчетный период; Т - число несчастных случаев за отчетный период.

д) коэффициент опасности работ - характеризуется тяжестью и частотой несчастных случаев, определяется по формуле:

$$О_р = К_Т \cdot Т_х \cdot \frac{100}{Р_с \cdot М \cdot 22{,}5},$$

где Ор - коэффициент опасности работ; Кт - коэффициент тяжести травматизма ; Т - количество учтенных несчастных случаев; Рс - среднесписочное число работающих; М - число месяцев в отчетном периоде.

Таблица 5.0

Исходные данные для расчета показателей травматизма

Показатели	Варианты									
										0
Отчетный период, мес. (М)				2				2		

Число несчастных случаев (Т)				0				1		
Число дней нетрудоспособности (Д)	80	00	80	20	00	50	70	20	60	00
Среднесписочное числоработающих (Рс)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Экономический метод анализа производственного травматизма позволяет оценить эффективность финансовых затрат на профилактику травматизма с расходами на органи-зационные и технические мероприятия. Для более полной и глубокой характеристики травматизма экономический метод часто используют в сочетании с монографическим методом.

Монографический метод анализа травматизма состоит в углубленном и всестороннем изучении отдельного производства, цеха или участка. Он включает описание технологического процесса, оборудования и особенностей технологического регламента, описание опасных зон на рабочих местах, также санитарно-гигиенические условия труда. При этом обращается внимание на наличие защитных приспособлений, ограждений и травмоопасных ситуаций

Монографический метод анализа травматизма характеризуется полнотой, но трудоемок. Этот метод позволяет выявить потенциальную опасность не только в действующих производствах, но и на этапе проектирования, тем самым исключить причины травматизма.

Топографический метод анализа травматизма проводится по месту происшествия. При этом все несчастные случаи условными знаками наносятся на план производственного участка или схему механизма в тех местах, где они произошли. В результате этого выявляются опасные зоны, требующие соответствующих защитных мер и особого внимания.

Контрольные вопросы к пунктам 1 и 2

1. Что такое несчастный случай?

2. Что такое опасный производственный фактор?

3. Что такое вредный производственный фактор?

4. На какие группы подразделяются опасные и вредные производственные факторы?

5. Какие различают разновидности производственных травм?

6. Какие выделяют категории производственных травм?

7. Каковы основные причины возникновения производственных травм?

8. Какие существуют методы анализа производственного травматизма ?

9. В чем заключается статистический метод анализа производственного травматизма?

10. Как определяется коэффициент частоты травматизма?

11. Как определяется коэффициент тяжести травматизма?

12. Как определяется коэффициент календарной повторяемости несчастных случаев?

13. Как определяется коэффициент средней повторяемости несчастных случаев?

14. Как определяется коэффициент опасности работ?

15. В чем заключается экономический метод анализа производственного травматизма?

16. В чем заключается монографический метод анализа производственного травматизма?

17. В чем заключается топографический метод анализа производственного травматизма?

Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях

Расследование и учет несчастных случаев на производстве проводят в соответствии с “Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях”, утвержденного

Постановлением Министерства труда и социального раз-вития Российской Федерации от 24 октября 2002г. №73, а также статьями 227-231 Трудового кодекса РФ (ТК РФ).

Несчастный случай на производстве - это случай, происшедший с работающим вследствие воздействия опасного производственного фактора (для застрахованного – это страховой случай).

Несчастные случаи в зависимости от причин, места и времени происшествия делятся на две группы: несчастные случаи, связанные с работой и несчастные случаи, не связанные с работой (бытовые травмы).

Несчастные случаи, не связанные с производством, но происшедшие на производстве - это несчастные случаи, происшедшие при изготовлении предметов в личных целях, самовольном использовании транспорта предприятия, участии в спортивных мероприятиях на территории предприятия, при хищении имущества предприятия.

Бытовые несчастные случаи - это несчастные случаи, происшедшие в быту (дома) или при нахождении на предприятии вне рабочего времени.

Расследование несчастных случаев на производстве выполняется в соответствии с Трудовым кодексом РФ и «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях», утверждённым постановлением Минтруда России № 73 от 24 октября 2002 года. Этим же постановлением утверждены формы документов, необходимых для расследования и учёта несчастных случаев на производстве.

Расследование несчастного случая может быть достаточно сложным процессом, поскольку интересы пострадавшего и работодателя часто не совпадают.

Действие нормативных актов по расследованию и учёту несчастных случаев на производстве распространяется на:

- работодателей - физических лиц, вступивших в трудовые отношения с работниками;
- уполномоченных работодателем лиц (представители работодателя);

- физических лиц, осуществляющих руководство организацией (руководители организации);
- физических лиц, состоящих в трудовых отношениях с работодателем;
- других лиц, участвующих с ведома работодателя в его производственной деятельности своим личным трудом, правоотношения которых не предполагают заключения трудовых договоров.

Расследованию подлежат травмы, в том числе причиненные другими лицами, включая:

- тепловой удар, ожог, обморожение;
- утопление; поражение электрическим током или молнией;
- укусы, нанесенные животными и насекомыми;
- повреждения, полученные в результате взрывов, аварий и т.п.

Расследованию и учёту подлежат несчастные случаи происшедшие:

- при исполнении трудовых обязанностей, в том числе во время коман-дировки, при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- на территории организации, в течение рабочего времени, в том числе во время следования на работу и с работы, а также в течение вре-мени, необходимого для приведения в порядок рабочего места;
- при следовании на работу или с работы на транспортном средстве работодателя, а также на личном транспортном средстве при использовании его в производственных целях;
- во время служебных поездок на общественном транспорте, а также при следовании по заданию работодателя к месту выполнения работ и обратно, в том числе пешком;
- при следовании к месту служебной командировки и обратно;
- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха;
- во время междусменного отдыха при работе вахтовым методом;
- при привлечении к участию в ликвидации последствий

чрезвычайных ситуаций.

Работники организации обязаны незамедлительно извещать руководство о каждом происшедшем несчастном случае, об ухудшении состояния своего здоровья в связи с проявлениями признаков острого заболевания.

О каждом страховом случае работодатель в течение суток обязан сообщить страховщику (фонд социального страхования).

О групповом несчастном случае (пострадало два и более человек), тяжёлом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом, работодатель в течение суток обязан направить извещение соответственно:

1) о несчастном случае, происшедшем в организации:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая;
- в федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
- в организацию, направившую работника, с которым произошел несчастный случай;
- в территориальные объединения организаций профсоюзов;
- в территориальный орган государственного надзора, если несчастный случай произошел в организации (объекте), подконтрольной этому органу;
- страховщику.

2) о несчастном случае, происшедшем у работодателя - физического лица:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту нахождения работодателя - физического лица;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
- в территориальный орган государственного надзора, если

несчастный случай произошел на объекте, подконтрольном этому органу;

- страховщику.

О групповых несчастных случаях, тяжелых несчастных случаях и несчастных случаях со смертельным исходом также информируется Федеральная инспекция труда Минтруда России.

Если указанные несчастные случаи, произошли в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты, то соответствующим образом информируются специально уполномоченные органы государственного надзора.

Для расследования несчастного случая на производстве в организации работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее трех человек. Во всех случаях состав комиссии должен состоять из нечетного числа членов.

В состав комиссии включаются специалист по охране труда организации, представители работодателя, представители профсоюзного органа (коллектива), уполномоченный (доверенный) по охране труда. Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченный им представитель. Состав комиссии утверждается приказом работодателя. Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке, где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.

В расследовании несчастного случая на производстве у работодателя - физического лица принимают участие указанный работодатель или уполномоченный его представитель, доверенное лицо пострадавшего, специалист по охране труда, который может привлекаться к расследованию несчастного случая и на договорной основе.

Несчастный случай на производстве, происшедший с лицом, направленным для выполнения работ к другому работодателю, расследуется комиссией, образованной работодателем, у которого произошел несчастный случай. В состав данной комиссии входит уполномоченный представитель работодателя, направившего это лицо.

Несчастные случаи, происшедшие на территории организации с работниками сторонних организаций при исполнении ими задания направившего их работодателя, расследуются комиссией, формируемой этим работодателем.

Несчастные случаи, происшедшие с работниками при выполнении работы по совместительству, расследуются комиссией, формируемой работодателем, у которого фактически производилась работа по совместительству.

Расследование несчастных случаев со студентами, проходящими произ-водственную практику (выполняющими работу под руководством работодателя), проводится комиссиями, формируемыми и возглавляемыми этим работодателем. В состав комиссии включаются представители образовательного учреждения.

Для расследования группового несчастного случая, тяжёлого несчастного случая и несчастного случая со смертельным исходом в комиссию дополнительно включаются:

- государственный инспектор труда, представители органа исполнительной власти субъекта РФ или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения профсоюзов. Возглавляет комиссию государственный инспектор труда;
- по требованию пострадавшего (или его родственников) в расследовании несчастного случая может принимать участие его доверенное лицо;
- в случае острого отравления или радиационного воздействия, превысившего установленные нормы, в состав комиссии включается также представитель территориального центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- при несчастном случае, происшедшем в организациях на объектах, подконтрольных территориальным органам Федерального горного и промышленного надзора России, состав комиссии утверждается руководителем

соответствующего территориального органа и возглавляет комиссию представитель этого органа;

- при групповом несчастном случае с числом погибших 5 и более человек в состав комиссии включаются также представители Федеральной инспекции труда, федерального органа исполнительной власти по ведомственной принадлежности и общероссийского объединения профсоюзов. Председателем комиссии является главный государственный инспектор труда по субъекту Российской Федерации, а на объектах, подконтрольных территориальному органу Федерального горного и промышленного надзора России, - руководитель этого территориального органа.

При крупных авариях с человеческими жертвами 15 и более человек расследование проводится комиссией, назначаемой Правительством России.

Расследование несчастных случаев (в том числе групповых), в результате которых пострадавшие получили повреждения, отнесенные в соответствии с установленными квалифицирующими признаками к категории легких, проводится в течение трех дней.

Расследование иных несчастных случаев проводится в течение 15 дней. В некоторых случаях председатель комиссии может продлить срок расследования, но не более чем на 15 дней. Несчастные случаи, о которых не было своевременно сообщено работодателю или в результате которых нетрудоспособность наступила не сразу, расследуются по заявлению пострадавшего в течение месяца.

Тяжелые несчастные случаи и несчастные случаи со смертельным исходом, происшедшие с лицами, выполнявшими работу на основе договора гражданско-правового характера, расследуются в установленном порядке государственными инспекторами труда на основании заявления пострадавшего (доверенного лица, членов его семьи).

В ходе расследования несчастного случая комиссия производит осмотр места происшествия, выявляет и опрашивает очевидцев несчастного случая и должностных лиц, знакомится с действующими в организации нормативными и

распорядительными документами, по возможности получает объяснения от пострадавшего.

Расследуются в установленном порядке и по решению комиссии могут квалифицироваться как не связанные с производством:

- смерть вследствие общего заболевания или самоубийства;
- смерть или иное повреждение здоровья, единственной причиной которых явилось алкогольное, наркотическое или иное токсическое опьянение (отравление) работника;
- несчастный случай, происшедший при совершении пострадавшим действий, квалифицированных правоохранительными органами как уголовное правонарушение.

При поступлении жалобы пострадавшего, выявлении сокрытого несчастного случая, установления нарушений порядка расследования и в некоторых иных случаях, государственный инспектор труда, независимо от срока давности несчастного случая, проводит дополнительное расследование.

Несчастные случаи, квалифицированные, как несчастные случаи на производстве, подлежат оформлению актом о несчастном случае на производстве по форме Н-1*.

Акт формы Н-1 составляется комиссией в двух экземплярах. При несчастном случае на производстве с застрахованным работником составляется дополнительный экземпляр акта формы Н-1.

При групповом несчастном случае на производстве акты формы Н-1 составляются на каждого пострадавшего отдельно.

В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного работника, содействовавшей возникновению или увеличению размера вреда, причиненного его здоровью, в акте расследования указывается степень его вины в процентах, с учетом заключения профсоюзного или иного уполномоченного застрахованным представительного органа данной организации (не более 25%).

По результатам расследования каждого группового несчастного случая,

тяжелого несчастного случая или несчастного случая со смертельным исхо-дом составляется соответствующий акт в двух экземплярах.

Работодатель в трехдневный срок после завершения расследования несчастного случая на производстве обязан выдать пострадавшему один экземпляр утвержденного им и заверенного печатью акта формы Н-1. Вторые экземпляры акта с копиями материалов расследования хранятся в течение 45 лет работодателем.

При страховых случаях третий экземпляр утвержденного и заверенного печатью акта формы Н-1 работодатель направляет страховщику.

Каждый оформленный в установленном порядке несчастный случай на производстве регистрируются работодателем в журнале регистрации несчастных случаев на производстве и включаются в годовую форму федерального государственного статистического наблюдения за травматизмом на производстве.

В случае ликвидации организации или прекращения работодателем - физическим лицом предпринимательской деятельности оригиналы актов о расследовании несчастных случаев на производстве подлежат передаче на хранение правопреемнику, а при его отсутствии - соответствующему государственному органу.

Государственный надзор и контроль за соблюдением установленного порядка расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве осуществляется органами Федеральной инспекции труда.

Контрольные вопросы к пункту 3

1. Какие несчастные случаи считаются связанными с производством и подлежат расследованию и учету?
2. На кого распространяется действие Положения о порядке расследования и учета несчастных случаев?
3. Как должен действовать работодатель при возникновении несчастного случая на предприятии?
4. Что необходимо сделать сразу же после свершения несчастного

случая на произ-водстве?

5. Куда должен сообщить работодатель и в какие сроки о групповом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом?

6. Кто несет ответственность за организацию и своевременное расследование и уче-та несчастных случаев?

7. Кто входит в комиссию по расследованию несчастных случаев, каковы ее обязанности?

8. В какие сроки должно быть проведено расследование несчастного случая?

9. Какие несчастные случаи квалифицируются как не связанные с производством?

10. Что делают при установлении грубой неосторожности пострадавшего?

11. В какие сроки и комиссией какого состава расследуются групповые несчастные случаи или со смертельным исходом?

12. Какие условия должен обеспечить работодатель для работы комиссии, проводя-щей расследование несчастного случая?

13. Каким документом оформляются несчастные случаи на производстве?

14. Какой организацией учитывается акт о несчастном случае?

15. В какие сроки и куда должны быть отправлены материалы расследования групповых несчастных случаев?

16. Какие организации и должностные лица разбирают разногласия при оформлении актов по форме Н - 1 ?

17. Каковы полномочия государственного инспектора по охране труда в случае нарушения порядка расследования несчастного случая?

Форма Н-1

Один экземпляр направляется
пострадавшему или его
доверенному лицу

УТВЕРЖДАЮ

_____
(подпись, фамилия, инициалы
работодателя
(его представителя))
"__" _____ 200_ г.

Печать

АКТ N ____
О НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

1. Дата и время несчастного случая _____
_____
(число, месяц, год и время происшествия
несчастного случая,
_____
количество полных часов от начала работы)
2. Организация (работодатель), работником которой является
(являлся) пострадавший _____
(наименование, место нахождения,
юридический адрес, ведомственная
и отраслевая
_____
принадлежность (ОКОНХ основного вида деятельности);
фамилия, инициалы работодателя -
_____
физического лица)
Наименование структурного подразделения _____
_____
3. Организация, направившая работника _____
_____
(наименование, место нахождения, юридический адрес,
отраслевая принадлежность)
4. Лица, проводившие расследование несчастного случая:
_____
(фамилия, инициалы, должности и место работы)
_____
5. Сведения о пострадавшем:
фамилия, имя, отчество _____
пол (мужской, женский) _____
дата рождения _____
профессиональный статус _____
профессия (должность) _____
стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай
_____,
(число полных лет и месяцев)
в том числе в данной организации _____
(число полных лет и месяцев)
6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда
Вводный инструктаж _____
(число, месяц, год)
Инструктаж на рабочем месте (первичный, повторный, внеплановый,

---------- -------
(нужное подчеркнуть)
целевой)

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____
(число, месяц, год)
Стажировка: с "__" _____ 200_ г. по "__" _____ 200_ г.
_____
(если не проводилась - указать)
Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с "__" _____ 200_ г. по "__" _____ 200_ г. _____
(если не проводилось - указать)
Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____
(число, месяц, год, N протокола)
7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай
_____
(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных
_____
факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)
_____
Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю
_____
(наименование, тип, марка, год выпуска, организация - изготовитель)
8. Обстоятельства несчастного случая
_____
(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю, описание событий
_____
и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие сведения,
_____
установленные в ходе расследования)
_____
_____
_____
8.1. Вид происшествия _____
_____
8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья
_____
8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения _____
(нет, да - указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением по
_____
результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)
8.4. Очевидцы несчастного случая _____
_____
(фамилия, инициалы, постоянное место жительства,

домашний телефон)
9. Причины несчастного случая _____
(указать основную
и сопутствующие причины
_____
несчастного случая со ссылками на нарушенные требования
законодательных и иных
_____
нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)
_____
_____
_____
_____
10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда:
_____
(фамилия, инициалы, должность (профессия) с указанием
требований законодательных,
_____
иных нормативных правовых и локальных нормативных актов,
предусматривающих их
_____
ответственность за нарушения, явившиеся причинами
несчастного случая, указанными в п. 9
_____
настоящего акта; при установлении факта грубой
неосторожности пострадавшего указать
_____
степень его вины в процентах)
_____
Организация (работодатель), работниками которой являются данные
лица
_____
(наименование, адрес)
11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Подписи лиц, проводивших
расследование несчастного случая _____
(фамилии, инициалы, дата)
_____

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.О.ОО2 - 8О. Термины и определения.
2. Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях
3. И.М.Чижевский, Г.Б.Куликов, Ю.А.Сидорин. Охран труда в полиграфии. М., 1988.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Цель работы – ознакомиться со средствами защиты органов ды- хания и получить практические навыки их использования.

Теоретические положения

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты человека от попадания внутрь организма, на кожные покровы и повседневную одежду радиоактивных веществ (РВ), отравляющих веществ (ОВ) и бактериальных средств (БС).

По принципу применения средства индивидуальной защиты делятся:

– на средства защиты повседневного применения (промышленные СИЗ);

– средства защиты эпизодического применения (СИЗ для аварийных работ и пострадавших в очагах ЧС).

По объектам защиты средства индивидуальной защиты делятся:

– на средства защиты органов дыхания;

– средства защиты кожи.

По принципу действия средства индивидуальной защиты делятся:

– на фильтрующие (принцип фильтрации состоит в том, что воздух, необходимый для поддержания жизнедеятельности организма человека, очищается от вредных примесей при прохождении через средство защиты);

– изолирующие (средства защиты изолирующего типа полностью изолируют организм человека от окружающей среды с помощью материалов, непроницаемых для воздуха и вредных примесей).

По способу подачи воздуха различают средства индивидуальной

защиты делятся:

– с принудительной подачей воздуха;

– самовсасывающие.

По кратности использования средства индивидуальной защиты

- на СИЗ многократного использования;

- СИЗ однократного использования.

По способу изготовления средства индивидуальной защиты делятся:

- на средства, изготовленные промышленностью;

- простейшие средства, изготовленные из подручных материалов. Кроме средств индивидуальной защиты существуют медицинские средства защиты [1].

Средства защиты органов дыхания.

Фильтрующий противогаз.

Фильтрующий противогаз предназначен для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица от воздействия ОВ, РВ, БС, (АХОВ), а также различных вредных примесей, присутствующих в воздухе.

В настоящее время имеются фильтрующие гражданские противогазы различной модификации и промышленные противогазы.

Для защиты населения наибольшее распространение получили фильтрующие противогазы: для взрослого населения – ГП-5 (ГП-5М), ГП-7 (ГП-7В); для детей – ПДФ-Ш, ПДФ-Д, ПДФ-2Ш, ПДФ-2Д, КЗД.

Гражданский противогаз (ГП-5). В состав комплекта входят два основных элемента: фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5 и лицевая часть ШМ-62у. Шлем-маска имеет 5 ростов (0, 1, 2, 3, 4). Кроме того, противогаз комплектуется сумкой, наружными утеплительными манжетами (НМУ-1) и коробкой с незапотевающими пленками (рис. 9.1) [2]. У него нет соединительной трубки.

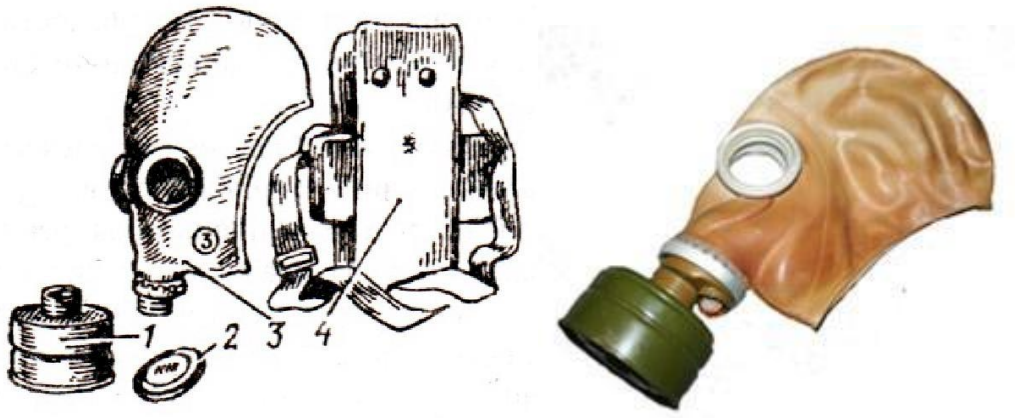


Рис. 7.1 Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-5):

1 – фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5; 2 - коробка с незапотевающими пленками; 3 – лицевая часть ШМ-62у; 4 – сумка

Внутри фильтрующе-поглощающей коробки ГП-5 расположены противоаэрозольный фильтр и шихта. Лицевая часть ШМ-62у представляет собой шлем-маску, изготовленную на основе резины из натурального или синтетического каучука. В шлем-маску вмонтированы очковый узел и клапанная коробка. Клапанная коробка имеет один вдыхательный и два выдыхательных клапана и служит для распределения потоков воздуха. Незапотевающие пленки изготавливаются из целлюлозы и бывают односторонние (НП) и двусторонние (НПН). Они устанавливаются с внутренней стороны стекол противогаза желатиновым покрытием к глазам и фиксируются прижимными кольцами. Желатин равномерно впитывает конденсированную влагу, тем самым сохраняя прозрачность пленки.

Комплект из 6 пленок упакован в металлическую коробку. Утеплительные манжеты используются только зимой при температуре ниже – 10 ^{o}С. Манжета надевается на обойму очков с внешней стороны. Пространство между стеклами манжет и очков предохраняет очки шлем- маски от замерзания.

Гражданский противогаз (ГП-5М). В комплект противогаза входит шлем-маска (ШМ-66Му) с мембранной коробкой для переговорного устройства. В лицевой части сделаны сквозные вырезы для ушных раковин, что обеспечивает нормальную слышимость.

Подгонка противогаза начинается с определения требуемого роста лицевой части. Рост лицевой части типа ШМ-62у, ШМ-66Му определяется по величине вертикального обхвата головы путем ее измерения по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляют до 0,5 см. До 63 см берут нулевой рост, от 63,5 до 65,5 см – первый, от 66 до 68 см – второй, от 68,5 до 70,5 см – третий, от 71 см и более – четвертый.

Перед применением противогаз следует проверить на исправность и герметичность. Осматривая лицевую часть, следует определить ее целостность, обратив внимание на стекла очкового узла. После этого нуж- но проверить клапанную коробку, состояние клапанов. Они не должны быть покороблены, засорены или порваны. На фильтрующе-поглощающей коробке не должно быть вмятин, проколов, в горловине – повреждений. Обращается внимание на то, чтобы в коробке не пересыпались зерна поглотителя.

Наиболее совершенными в настоящее время являются противогазы ГП-7 и ГП-7В. Их основными отличиями являются: более совершенная конструкция и форма шлем-маски, обеспечивающая возможность безопасного приема воды, жидких лекарств, других жидкостей в зараженной зоне без снятия маски. Наличие в комплекте фильтрующе-поглощающих коробок обеспечивает защиту от конкретных видов твердых химических веществ (ТХВ), а также увеличенные сроки работоспособности. Ростовка лицевой части предусматривает три размера. Как и другие типы противогазов, они состоят из фильтрующе- поглощающей коробки и лицевой части.

Гражданский противогаз (ГП-7). В комплект противогаза входят фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к, лицевая часть в виде маски МГП, сумка, защитный трикотажный чехол, коробка с незапотевающими пленками, утеплительные манжеты. Его масса в комплекте без сумки – около 900 г (фильтрующе-поглощающая коробка – 250 г, лицевая часть – 600 г).

Фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к по конструкции аналогична коробке ГП-5, но с улучшенными характеристиками, уменьшено ее сопротивление, что облегчает дыхание. Лицевая часть МГП представляет собой маску объемного типа с «независимым» обтюратором, с наголовником (предназначен для закрепления лицевой части) в виде резиновой пластины с пятью лямками (лобная, две височные, две щечные), с очковым узлом, переговорным устройством (мембраной), узлами клапана вдоха и выдоха, прижимными кольцами для закрепления незапотевающих пленок (рис. 9.2) [2]. «Независимый» обтюратор представляет собой полосу тонкой резины и служит для создания надежной герметизации лицевой части на голове. При этом механическое воздействие лицевой части на голову очень незначительно. На каждой лямке с интервалом в 1 см нанесены упоры ступенчатого типа, которые предназначены для надежного закрепления их в пряжках. У каждого упора имеется цифра, указывающая его порядковый номер. Это позволяет точно фиксировать нужное положение лямок при подгонке маски. Нумерация цифр идет от свободного конца лямки к затылочной пластине. Гидрофобный трикотажный чехол надевается на фильтрующе-поглощающую коробку и предохраняет ее от заражения, снега, пыли и влаги.

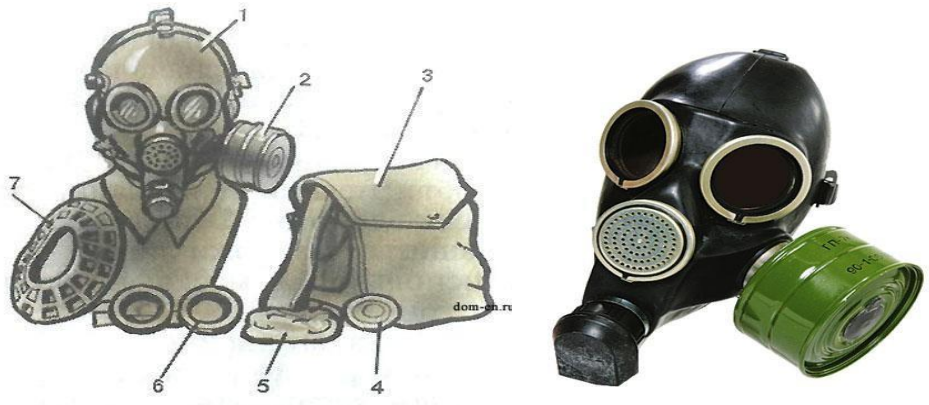


Рис. 7.2. Противогаз ГП-7:

1 – лицевая часть; *2* – фильтрующе-поглощающая коробка; *3* – сумка; *4* – коробка с незапотевающими пленками; *5* – трикотажный чехол; *6* – утеплительные манжеты

Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ) – это одна из самых последних и совершенных моделей противогазов для населения. В реальных условиях он обеспечивают высокую защиту от паров отравляющих веществ нервнопаралитического действия (типа зарин, зоман и др.), общеядовитого действия (хлорциан, синильная кислота и др.), радиоактивных веществ (радионуклидов йода и его органических соедине- ний (типа йодистый метил и др.)); от капель отравляющих веществ кожно- нарывного действия (иприт и др.), бактериальных, аварийных химически опасных веществ (АХОВ). ГП-7 имеет малое сопротивление дыханию, обеспечивает надежную герметизацию и небольшое давление лицевой час- ти на голову. Благодаря этому им могут пользоваться люди старше 60 лет и больные с легочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основа- нии результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы.

Правила определения размера противогаза.

Для определения размера противогаза нужно знать горизонталь- ный и вертикальный обхват головы. Горизонтальный обхват измеряется по замкнутой линии, которая проходит спереди по надбровным дугам, сбоку чуть выше (на 2–3 см) ушной раковины и сзади по наиболее выступающей части головы. А вертикальный обхват можно определить посредством из- мерения длины вертикальной линии, проходящей через подбородок, щеки и макушку. Полученные измерения следует округлить так, чтобы послед- няя цифра была 0 или 5. Затем нужно сложить оба результата и посмот- реть, какой размер противогаза вам нужен [3]:

- менее 1190 мм – первый размер;
- от 1195 до 1210 мм – второй размер;
- от 1215 до 1235 мм – третий размер;
- от 1240 до 1260 мм – четвертый размер;
- от 1265 до 1285 мм – пятый размер;

- от 1290 до 1310 мм – шестой размер.

Надевается противогаз после сигнала «Химическая тревога» по команде «Газы», либо по своей инициативе. Вынув противогаз из специальной сумки, следует взять шлем-маску за его нижнюю часть так, чтобы большие пальцы рук находились снаружи, а остальные были внутри. Далее нужно приложить нижнюю часть шлема-маски под подбородок и натянуть его на голову резким движением рук вверх.

Учитывая то, что операции, которые описаны выше, придется проводить вслепую, нужно достаточно долго тренироваться. Хотя все зависит от человека и степени его обучаемости. Хорошо попрактиковавшись, можно приблизиться к армейским нормативам на надевание противогаза – около 7–10 с. Наличие у противогаза переговорного устройства (мембра- ны) обеспечивает четкое понимание передаваемой речи, значительно облегчает пользование средствами связи (телефон, радио).

Гражданские противогазы ГП-7В, ГП-7ВМ, УЗС-ВК, КЗД-6, фильтр ДОТ, фильтр ВК, ДПГ-3 (рис. 7.3). ГП-7В отличается от ГП-7 тем, что в нем лицевая часть МГП-В имеет устройство для приема воды, пред- ставляющее собой резиновую трубку с мундштуком и ниппелем.

ГП-7ВМ отличается от ГП-7В тем, что маска М-80 имеет очковый узел в виде трапециевидных изогнутых стекол, обеспечивающих возможность работы с оптическими приборами.

Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7 обеспечивает защиту органов дыхания, глаз и кожи лица человека от вредных веществ и приме- сей, находящихся в воздухе. Это проверенная временем и надежная модель противогаза для гражданского населения.






а *б* *в* *г*



д *е* *ж*

Рис. 7.3. Гражданские противогазы:

а – ГП-7(В, ВМ); *б* – УЗС-ВК; *в* – ПДФ-2; г – КЗД-6; *д* – фильтр ДОТ; *е* – фильтр ВК; *ж* – ДПГ-3;

Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основании результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы. Горизонтальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей спереди по надбровным дугам, сбоку на 2–3 см выше края ушной раковины и сзади через наиболее выступающую точку головы. Вертикальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляются с точностью до 5 мм. По сумме двух измерений устанавливают нужный типоразмер (табл. 7.0). [4].

Правильно подобранная шлем-маска (маска) должна плотно прилегать к лицу и исключать возможность проникновения наружного воздуха в органы дыхания, минуя фильтрующе-поглощающую коробку.

Таблица 7.0

Типоразмеры противогазов

Рост лицевой части		1		2		3		
Положение упоров лямок	ГП-7, ГП-7В	4-8-8	3-7-8	3-7-8	3-6-7	3-6-7	3-5-6	3-4-5
	ГП-7ВМ	4-8-6	3-7-6	3-7-6	3-6-5	3-6-5	3-5-4	3-4-3
Сумма горизонтального и вертикального обхвата головы		До 1185	1190–1210	121–1235	1240–1260	1265–1285	1290–1310	1310 и более

*Примечание. П*оложение лямок наголовника устанавливают при подгонке противогаза.

Противогаз УЗС-ВК – аварийно-спасательное средство многоразового действия, применяется для защиты органов дыхания человека от вредных веществ, может использоваться во всех климатических зонах.

Противогаз ПДФ-2 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и лица детей (старше 1,5 года) от отравляющих веществ (ОВ), опасных биологических веществ (ОБВ), радиоактивной пыли (РП).

Камера защитная детская (КЗД-6) предназначена для защиты детей в возрасте до 1,5 года от отравляющих веществ, радиоактивной пыли и бактериальных средств. Детская защитная камера похожа на обычную сумку, поэтому переносить ребенка в ней очень удобно.

Дополнительный патрон (ДПГ-3) предназначен для использования в комплекте с ГП-7, ГП-7В и детскими противогазами, для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека от сильнодействующих ядовитых веществ: аммиака, диметиламина, нитробензола.

Фильтр ДОТ соответствует новым ГОСТам, гармонизированным с европейскими стандартами EN141, EN143. Он значительно эффективнее по сравнению с противогазовыми коробками, выпускаемыми по старым ГОСТа, за счет уникальных поглотителей от отравляющих веществ, опас- ных биологических веществ, радиоактивной пыли, сильнодействующих ядовитых веществ.

Фильтр ВК предназначен для очистки вдыхаемого воздуха от органических газов и паров с температурой кипения выше 65 ^{o}С (циклогек- сан, бензол, ксилол, толуол, бензин, керосин, галоидоорганические соеди- нения (хлорпикрин, хлорацетофенон и т. п.), нитросоединения бензола).

Промышленные противогазы. Существует несколько марок промышленных фильтрующих противогазов, которые являются индивидуальным средством защиты органов дыхания и зрения рабочих различных отраслей промышленности, сельского хозяйства от воздействия

вредных веществ (газы, пары, пыль, дым и туман), присутствующих в воздухе.

Запрещается применять промышленные противогазы при недостатке кислорода в воздухе (менее 18 %), например при работах в емкостях, цистернах, колодцах и других изолированных помещениях.

Не допускается применение промышленных противогазов для защиты от низкокипящих жидкостей, плохо сорбирующихся органических веществ, например метана, этилена, ацетилена. Не рекомендуется работать в таких противогазах, если состав газов и паров вредных веществ неизвестен (Рис. 7.4).



ППФМ-92 ПФМГ-96 ПФСГ-98 ППФ-95

Рис. 7.4. Промышленные противогазы

Противогазы ППФМ-92, ПФМГ-96, ПФСГ-98 предназначены для защиты органов дыхания, глаз и лица человека от вредных газо- и парооб- разных веществ и аэрозолей, присутствующих в воздухе рабочей зоны. ППФ-95 предназначены для защиты органов дыхания, зрения и лица рабо- чих различных отраслей промышленности и сельского хозяйства от воз- действия вредных газов, паров, пыли, дыма и тумана, присутствующих в воздухе. Фильтрующие противогазы надежны в атмосфере, содержащей не менее 18 % кислорода.

Промышленный противогаз состоит из снаряженной коробки, лицевой части (шлем-маски) с соединительной трубкой и сумки. Фильтрующая коробка служит для очистки воздуха, вдыхаемого человеком, от ядовитых веществ и вредных примесей. В зависимости от состава этих примесей она может содержать один или несколько специальных поглотителей или сочетание поглотителя с аэрозольным фильтром. При этом коробки строго специализированы по составу поглотителей, а поэтому отличаются друг от

друга окраской и маркировкой. Шлем-маски промышленных противогазов изготавливаются пяти ростов – 0, 1, 2, 3, 4. Чтобы подобрать шлем-маску, надо мягкой сантиметровой линейкой произвести два измерения головы. Вначале определить длину круговой линии, проходящей по подбородку, щекам и через высшую точку головы (макушку). Затем измерить длину полуокружности, проходящей от отверстия одного уха к отверстию другого по лбу через надбровные дуги. Результаты двух обмеров суммируют и находят требуемый рост шлем-маски.

При сумме до 93 см размер нулевой, от 93 до 95 см – первый, от 95 до 99 см – второй, от 99 до 103 см – третий, от 103 и выше – четвертый [4].

Противогазы комплектуют коробками двух размеров (большая и малая) и трех типов: без аэрозольного фильтра, с аэрозольным фильтром (на коробке белая вертикальная полоса), без аэрозольного фильтра с уменьшенным сопротивлением дыханию (имеет индекс 8 в маркировке). В зависимости от вида вредного вещества выпускают коробки следующих марок: А, В, Г, Е, КД, СО, М (табл. 9.2) [5].

Коробки марок А, В, Г, Е, КД изготавливаются как с аэрозольными фильтрами, так и без них; коробка БКФ – только с аэрозольными фильтрами; коробки СО и М – без аэрозольных фильтров. Белая вертикальная полоса на коробке означает, что она оснащена аэрозольным фильтром.

Таблица 7.1

Характеристика промышленных противогазов

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
А	Коричневая	Пары органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сероуглерод, спирты, эфиры, галоидоорганические соединения, нитросоединения бензола и его гомологи, тетроэтилсвинец, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты)

Продолжение табл. 7.1

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
В	Желтая	Кислые газы и пары (диоксида серы, гидрид серы, хлор, циан гидрида, окислы азота, хлориды водорода, фосген), фосфор- и хлорорганические ядохимикаты
Г	Черно-желтая	Пары ртути и ртутьорганическе ядохимикаты на основе этилмеркурхлорида
Е	Черная	Гидрид мышьяка и гидрид фосфора
К	Зеленая	Аммиак, а также пыль, дым, туман
КД	Серая, с бе- лой поло- сой	Аммиак и сероводород
БКФ	Защитная, с белой полосой	Кислые газы и пары, пары органических веществ, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пыль, дым, туман
СО	Белая	Оксид углерода
М	Красная	Оксид углерода в присутствии паров органических ве- ществ, кислые газы, аммиак, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пары органических соединений (бензин, керо- син, ацетон, бензол, ксилол, сероуглерод, толуол, спирты, эфиры, анилин, соединения бензола и его гомологи)
П-2У	Красная с белой поло- сой	Пары карбонилов никеля и железа, оксид углерода и со-путствующие аэрозоли
Б	Синяя	Бороводороды: диборан, пентаборан, этилентаборан, ди-этилдекаборан и их аэрозоли
УМ	Защитная	Пары и аэрозоли гептила, амил, самин, нитромеланж, амидол
ГФ	Голубая	Газообразный гексафторид урана, фтор, фтористый водо- род, радиоактивные аэрозоли

Пользование противогазом. Подобрав шлем-маску, ее обязательно

примеряют. Новую лицевую часть предварительно необходимо протереть снаружи и внутри чистой тряпочкой или тампоном ваты, смоченным в воде, а клапаны выдоха продуть. Шлем-маску, бывшую в употреблении, следует отсоединить от коробки, протереть двухпроцентным раствором формалина или промыть водой с мылом и просушить.

При сборке противогаза шлем-маску берут в левую руку за клапанную коробку, а правой рукой ввинчивают до отказа фильтрующе- поглощающую коробку навинтованной горловиной в патрубок клапанной коробки шлем-маски.

При переводе противогаза в «боевое» положение необходимо:

– снять головной убор и зажать его между коленями или положить рядом;

– убрать волосы со лба и висков, женщинам следует гладко

– зачесать волосы назад, заколки и украшения снять (их попадание под обтюратор приведет к нарушению герметичности);

– вынуть шлем-маску из сумки, взять ее обеими руками за утолщенные края у нижней части так, чтобы большие пальцы рук были с наружной стороны, а остальные – внутри. Подвести шлем-маску к подбородку и резким движением рук вверх и назад натянуть ее на голову так, чтобы не было складок, а очки пришлись против глаз (ГП-5, ГП-5М);

– для правильного надевания ГП-7 надо взять лицевую часть обеими руками за щечные лямки так, чтобы большие пальцы захватывали их изнутри. Задержать дыхание, закрыть глаза. Затем зафиксировать подбородок в нижнем углублении обтюратора и движением рук вверх и назад натянуть наголовник на голову и подтянуть до упора щечные лямки;

– сделать полный выдох (для удаления зараженного воздуха из-под шлем-маски, если он туда попал в момент надевания), открыть глаза и возобновить дыхание;

– надеть головной убор, застегнуть сумку и закрепить ее на туловище.

Дополнительные патроны

В результате развития химической и нефтехимической промышленности

в производстве увеличено применение химических веществ. Многие из них по своим свойствам вредны для здоровья людей. Их называют сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).

С целью расширения возможностей гражданских противогазов по защите от СДЯВ для них введены дополнительные патроны (ДПГ-1 и ДПГ-3).

ДПГ-1 в комплекте с противогазом защищает от двуокиси азота, метила хлористого, окиси углерода и окиси этилена. ДПГ-3 в комплекте с противогазом защищает от аммиака, хлора, диметиламина, нитробензола, сероводорода, сероуглерода, синильной кислоты, тетраэтилсвинца, фенола, фурфурола, хлористого водорода.

Внутри патрона ДПГ-1 два слоя шихты – специальный поглотитель и гопкалит. В ДПГ-3 только один слой поглотителя. Чтобы защитить шихту от увлажнения при хранении, горловины должны быть постоянно закрытыми: наружная – с навинченным колпачком с прокладкой, внутренняя – с ввернутой заглушкой [6].

Изолирующие противогазы. Изолирующие противогазы (ИП) являются специальными средствами защиты органов дыхания, глаз и кожи лица от любых вредных примесей, находящихся в воздухе независимо от их свойств и концентраций. Они используются также в тех случаях, когда невозможно применение фильтрующих противогазов, например при наличии в воздухе очень высоких концентраций отравляющих веществ или любой вредной примеси, кислорода менее 16 %, а также при работе под водой на небольшой глубине. Виды противогазов представлены на Рис. 7.5.



ИП-4М ИП-6 ПДА-3М

Рис. 9.5. Изолирующие противогазы

Изолирующие противогазы используют в случае, когда фильтрующие противогазы не обеспечивают должной степени защиты, или когда в воздухе недостаточно кислорода. Источником кислорода в таком противогазе служит патрон, снаряженный специальным веществом. Для нужд населения выпускают ИП-4М, ИП-4МК, ИП-5, ИП-6, ИП-7, ПДА- 3М.

Действие изолирующих противогазов основано на использовании химически связанного кислорода. Они имеют замкнутую маятниковую схему дыхания: выдыхаемый воздух попадает в регенеративный патрон, вещество которое содержится в нем поглощает углекислый газ и влагу, а взамен выделяет необходимый для дыхания кислород. Затем дыхательная смесь попадает в дыхательный мешок. При вдохе газовая смесь из дыхательного мешка снова проходит через регенеративный патрон, дополнительно очищается и поступает для дыхания. Материалы, из которых изготовлены противогазы, не оказывают отрицательного воздействия на организм. Применение незапотевающих пленок, а при отрицательных температурах и утеплительных манжет сохраняет прозрачность стекол в течение всего времени работы в противогазе при любой физической нагрузке. Грантируется высокая эксплуатационная безопасность.

ИП-4М, ИП-4МК используют при авариях, стихийных бедствиях. ИП-5, ИП-6 предназначены для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека в непригодной для дыхания атмосфере независимо от состава и концентрации вредных веществ в воздухе, а также при недостатке или отсутствии кислорода. Портативный дыхательный аппарат (ПДА-3М) предназначен для экстренной защиты органов дыхания, зрения и кожи лица человека в непригодной для дыхания атмосфере при эвакуации из опасной зоны, выполнении аварийных работ, а также в ожидании помощи [5].

По принципу действия изолирующие противогазы делятся на две группы: ИП-5); КИП-8).

- противогазы на основе химически связанного кислорода (ИП-4,

- противогазы на основе сжатого кислорода или воздуха (КИП-7, Исходя из принципа защитного действия, основанного на полной изоляции органов дыхания от окружающей среды, время пребывания в изолирующем противогазе зависит не от физико-химических свойств ОВ,РВ, БС и их концентраций, а от запаса кислорода и характера выполняемой работы.

Противогазы шланговые изолирующие презназначены для защиты органов дыхания, глаз и кожи человека от любых вредных примесей в воздухе независимо от их концентрации, а также для работы в условиях недостатка кислорода в воздухе рабочей зоны. Комплектуются возду- ходводящим шлангом длиной 10 или 20 м на барабане или в сумке.

Респираторы.

Респираторы представляют собой облегченное средство защиты органов дыхания от вредных газов, паров, аэрозолей и пыли (рис. 7.6).

Респираторы делятся на два типа. Первый – это респираторы, у которых полумаска и фильтрующий элемент одновременно служат и лицевой частью. Второй – это респираторы, которые очищают вдыхаемый воздух в фильтрующих патронах, присоединяемых к полумаске.



Рис. 7.6. Респираторы:

а – «Кама»; б – «Снежок»; в – У-2к; г – РП-КМ; д – Ф-62Ш; е – «Ас- тра 2»; ж – РПГ-67; з – РУ-6 Ом

Респираторы по назначению делят на следующие виды [5]:

противоаэрозольные – для защиты органов дыхания от пыли, дыма, тумана, содержащих токсичные, бактериальные и другие опасные элементы, за счет пропускания вдыхаемого воздуха через фильтр из специального материала (респираторы «Лепесток», «Кама», «Снежок-П», У-2к, «Астра-2», Ф-62ш, РПА-1 и др.). Для фильтров в таких респираторах ис- пользуют материалы типа ФП (фильтр Петрянова), обладающие высокой эластичностью, механической прочностью, большой пылеемкостью, стой- костью к химическим агрессивным веществам и прекрасными фильтрую- щими свойствами;

противогазовые – для защиты от паров и газов за счет фильтрования вдыхаемого воздуха через фильтрпатроны различных марок, различающихся составом адсорбирующего материала. При этом фильтр-патрон каждой марки защищает от газов только определенного вида (РПГ-67);

универсальные – одновременно защищают от аэрозолей и отдель- ных видов газов и паров. Респираторы имеют противоаэрозольный фильтр и сменные противогазовые патроны разных марок (РУ-60м) или противо- газовые фильтры из ионообменного волокнистого материала («Снежок- ГП», «Лепесток-Г»).

По конструктивному оформлению различают респираторы двух типов:

фильтрующие маски – их фильтрующий элемент одновременно служит лицевой частью;

патронные – самостоятельно выполненные лицевая часть и фильтрующий элемент.

По характеру вентилирования подмасочного пространства респи- раторы делят на бесклапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух прохо- дит через фильтрующий элемент) и клапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух движется по различным каналам благодаря системе клапанов вдоха и выдоха).

В зависимости от срока службы различают респираторы одноразо- вого (типа «Лепесток», «Кама», У-2к и т. п.) и многоразового пользования, в которых предусмотрена возможность замены фильтров или их много- кратная регенерация (Ф-62ш, «Астра-2», РУ-60м и др.).

Респираторы ШБ-1, «Лепесток-5», «Лепесток-40» и «Лепесток-200» одинаковы и представляют собой сплошную легкую полумаску- фильтр из материала ФПП (фильтрующее полотно Петрянова). В нерабо- чем состоянии респиратор имеет вид круга. Каркасность его в рабочем со- стоянии обеспечивают пластмассовая распорка и алюминиевая пластина. Плотное прилегание респиратора к лицу достигается при помощи резино- вого шнура, вшитого в периметр круга, а также благодаря электростатиче- скому заряду материала ФПП, который образует полосу обтюрации. На го- лове респиратор крепят четырьмя шнурами.

Противоаэрозольные респираторы. В качестве фильтров в респираторах используют тонковолокнистые фильтровальные материалы. Наибольшее распространение получили полимерные фильтровальные материалы типа ФП (фильтр Петрянова) благодаря их хорошей эластичности, большой пылеемкости, а главное, высоким фильтрующим свойствам. Важной отличительной особенностью материалов ФП, изготовленных из перхлорвинила и других полимеров, обладающих изоляционными свойствами, является то, что они несут электростатические заряды, которые резко повышают эффективность улавливания аэрозолей и пыли.

Респиратор противопылевый У-2К (в гражданской обороне Р-2) обеспечивает защиту органов дыхания от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, радиоактивной и другой пыли, от некоторых бактериальных средств, дустов и порошкообразных удобрений, не выделяющих токсичные газы и пары. Использовать респиратор целесообразно при кратковременных работах небольшой интенсивности и запыленности воздуха. Не рекомендуется применять, когда в атмосфере сильная влага.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, наружный фильтр которой изготовлен из полиуретанового поропласта зеленого цвета, а внутренняя его часть – из тонкой воздухонепроницаемой полиэтиленовой пленки, в которую вмонтированы два клапана вдоха (рис. 9.7). Клапан выдоха размещен в передней части полумаски и защищен экраном. Между поропластом и полиэтиленовой пленкой расположен второй фильтрующий слой из материала ФП. Для плотного прилегания респиратора к лицу в области переносицы имеется носовой зажим – фигурная алюминиевая пластина. Респиратор крепится при помощи регулируемого оголовья.



Рис. 7.7. Респираторы У-2К (Р-2)

Респираторы У-2К изготавливаются трех ростов, которые обозначаются на внутренней подбородочной части полумаски. Определение роста производится путем измерения высоты лица человека, т. е. расстояния между точкой наибольшего углубления переносицы и самой нижней точкой подбородка. При величине измерения от 99 до 109 мм берут первый рост, от 109 до 119 мм – второй, от 119 и выше – третий.

Принцип действия респиратора основан на том, что при вдохе воздух последовательно проходит через фильтрующий полиуретановый слой маски, где очищается от грубодисперсной пыли, а затем через фильтрующий полимерный материал (ФП), в котором происходит очистка воздуха от тонкодисперсной пыли. После очистки вдыхаемый воздух через клапаны вдоха попадает в подмасочное пространство и в органы дыхания.

При выдохе воздух из подмасочного пространства выходит через клапан выдоха наружу.

Чтобы подогнать респиратор У-2К (Р-2), нужно:

- вынуть его из полиэтиленового мешочка и проверить его исправность, надеть полумаску на лицо так, чтобы подбородок и нос разместились внутри нее, одна нерастягивающаяся тесьма оголовья располагалась бы на теменной части головы, а другая – на затылочной;
- с помощью пряжек, имеющихся на тесемках, отрегулировать их длину (для чего следует снять полумаску) таким образом, чтобы надетая полумаска плотно прилегала к лицу;
- на подогнанной надетой полумаске прижать концы носового зажима к носу.

Для проверки плотности прилегания респиратора к лицу необходимо плотно закрыть отверстия предохранительного экрана клапана выдоха ладо- нью и сделать легкий выдох. Если при этом по линии прилегания полумаски к лицу воздух не выходит, а лишь несколько раздувает респиратор, значит, он надет герметично. Если воздух проходит в области носа, то надо плотнее прижать концы носового зажима.

После снятия респиратора необходимо удалить пыль с наружной части полумаски с помощью щетки или вытряхиванием. Внутреннюю поверхность необходимо протереть и просушить, после чего респиратор необходимо вложить в полиэтиленовый пакет, который закрывается кольцом. Противоаэрозольный респиратор Ф-62Ш (однопатронный) – это средство индивидуальной защиты органов дыхания человека от различных видов промышленных пылей, он не защищает от газов, паров вредных ве- ществ, аэрозолей органических соединений. Предназначен для защиты от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, табачной пыли, пыли порошкообразных удобрений и интоксицидов, а также других видов пыли, не выделяющих токсичных газов. Широко применяется шахтерами. Респиратор противоаэрозольный ФА-2002

предназначен для защиты лица, глаз, органов дыхания от аэрозолей различной природы (пыль, дым, туман) при их суммарной концентрации не более 15 ПДК и при концентрации кислорода не менее 17 % (Рис. 7.8).



Ф-62Ш



ФА-2002

Рис. 7.8. Респираторы противоаэрозольные Ф-62Ш и ФА-2002

Универсальные респираторы

Газопылезащитные респираторы занимают как бы промежуточное положение между респираторами противопылевыми и противогазами. Они легче, проще и удобнее в использовании, чем противогаз. Однако защищают только органы дыхания при концентрации вредных веществ не более 10–15 ПДК. Глаза, лицо остаются открытыми. Вместе с тем такие респираторы во многих случаях довольно надежно предохраняют человека в газовой и пылегазовой среде.

Респиратор газопылезащитный РУ-60М (рис. 7.9) защищает органы дыхания от воздействия вредных веществ, присутствующих в воздухе одновременно в виде паров, газов и аэрозолей (пыли, дыма, тумана).



Рис. 7.9. Респиратор газопылезащитный (РУ-60М)

Запрещается применять эти респираторы для защиты от высокотоксичных веществ типа синильной кислоты, мышьяковистого, фосфористого, цианистого водорода, тетраэтилсвинца, низкомолекулярных углеводородов (метан, этан), а также от веществ, которые в парогазообразном состоянии могут проникнуть в организм через неповрежденную

кожу. Респиратор РУ-60М состоит из резиновой полумаски, обтюратора, поглощающих патронов (марки А, В, КД, Г), пластмассовых манжет с клапанами вдоха, клапана выдоха с предохранительным экраном и оголовья. С этими респираторами разрешается работать в средах, где концентрация пыли не более 100 мг/м^3.

Противогазовые респираторы. Респиратор противогазовый (РПГ-

67) – это средство индивидуальной защиты, применяется на предприятиях химической, металлургической и в других отраслях производства при концентрациях вредных веществ, не превышаю-

щих 10–15 ПДК.

Газодымозащитный комплект. Статистика показывает, что пожары с большим количеством человеческих жертв чаще всего встречаются в гостиницах, театрах, универсамах, ресторанах, вечерних клубах, учебных заведениях, на предприятиях, использующих легковоспламеняю- щиеся материалы.

Помещения быстро заполняются окисью углерода и другими токсическими газами. Люди гибнут от отравлений. Чтобы защитить органы дыхания и глаза от ядовитых газов, а голову человека от огня при выходе из горящего помещения, создан специальный газодымозащитный комплект (Рис. 9.10).



Рис. 9.10 Газодымозащитный комплект

Газодымозащитный комплект (ГДЗК) состоит из огнестойкого капюшона с прозрачной смотровой пленкой. В нижней части расположена эластичная манжета.

Внутри капюшона находится резиновая полумаска, в которой закреплен фильтрующе-сорбирующий патрон с клапаном вдоха. ГДЗК имеет регулируемое оголовье. При надевании следует широко растянуть эластичную манжету и накинуть капюшон на голову так, чтобы

манжета плотно облегала шею, при этом длинные волосы заправляются под капюшон. Очки можно не снимать. ГДЗК обеспечивает защиту от окиси углерода и цианистого водорода не менее 15 мин. Сопротивление при вдохе при 30 л/мин – не более 149 Па (15 мм вод. ст). Масса 800 г. Комплект хранится в картонной коробке в пакете из трехслойной полиэтиленовой пленки.

Капюшон «Феникс» предназначен для самостоятельной эвакуации из мест возможного отравления химически опасными и вредными вещест- вами. Защищает от продуктов горения, аэрозолей, паров и газов, опасных химических веществ, образующихся при аварийных ситуациях (Рис. 9.11).

Самоспасатели СИП-1, СПИ-20, СПФ, «Экстремал ПРО» (Рис. 9.11) предназначены для индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от вредного воздействия непригодной для дыхания, токсичной и задымленной газовой среды. Применяются при экстренной эвакуации людей в случае террористических актов, а также с мест пожара в общественных зданиях, на транспорте, из жилых домов и т. п.



а *б* *в* *г*

Рис. 9.11. Самоспасатели:

а – СИП-1; б – СПИ-20; в – СПФ; г – капюшон «Феникс»; д – «Экстремал ПРО».

Самоспасатель противопожарный СИП-1 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и головы при самостоятельной эвакуации из помещений (гостиниц, высотных зданий, вагонов) во время пожара или при других аварийных ситуациях, от любых вредных веществ независимо от их концентрации и при недостатке кислорода в воздухе.

Порядок выполнения работы

1. Записать название и цель работы.
2. Законспектировать виды и назначение противогазов в виде табл. 7.3.

Таблица 7.3

Виды и назначение противогазов

Наименование и марка	Назначение, вид веществ, от которых защищает	Комплектация	Примечание*
Фильтрующие противогазы			
Гражданские			
ГП-5			
…			

… т. д.			

*В примечании указать, для каких возрастных групп предназначен, особенности мар- ки и т. п.

3. Указать правила пользования противогазами.

4. Измерить при помощи гибкого сантиметра лицевую часть головы и подобрать для себя размер противогаза ГП-5 (ГП-7) по росту.

5. Измерить при помощи гибкого сантиметра высоту своего лица и подобрать размер респиратора У-2К.

6. Показать отчет преподавателю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / С. В. Белов [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – М.: Высш. шк., 2009. – 616 с.

2. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера : учеб. пособие для вузов / В. А. Акимов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2008. – 592 с.

3. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрез- вычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов / Я. Д. Вишняков [и др.]. – М. : Академия, 2008. – 304 с.

4. Емельянов В. М., Коханов В. Н., Некрасов П. А. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов. – М. : Академический проект : Трикста, 2005. – 480 с.

5. Вознесенский В. В. Средства защиты органов дыхания и кожи. Противога- зы, респираторы и защитная одежда, основы их эксплуатации : учеб. пособие. – М. : Воен. знания, 2010. – 80 с.

6. Семенов С. Н., Лысенко В. П. Проведение занятий по гражданской обороне : метод. пособие. – М. : Высш. шк., 1990. – 96 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. ИНЖЕНЕРНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА. ВИДЫ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ В НИХ

Наименование работы: Действия населения при ЧС военного характера.

Цель: изучить действия населения при ЧС военного характера при угрозе применения радиационного, химического или биологического оружия, определить применяемые средства индивидуальной защиты, обосновать выбор защитных сооружений.

Время: 4 часа

Материально-техническое обеспечение: инструкционная карта, ручка, противогаз, респиратор, ватно-марлевая повязка

Методика выполнения

Задание:

1. Изучить индивидуальные средства защиты населения.

2. Изучить виды укрытий и правила поведения в убежищах и укрытиях.

3. Изучить применение СИЗ при угрозе применения химического и биологического оружия.

4. Отчет о работе оформить в виде плана-конспекта.

5. Заполнить таблицу.

№	ЧС	Опасность	Поражающие факторы	Основные средства защиты

Ядерное оружие – самое страшное оружие современности. Поражение людей при его применении зависит от того, где они находились в момент ядерного взрыва. Наиболее эффективным средством защиты от всех поражающих факторов ядерного оружия являются убежища (укрытия). Находясь в убежищах (укрытиях), необходимо постоянно держать в готовности к немедленному использованию средства индивидуальной защиты. Средства

индивидуальной защиты подразделяют на средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), средства индивидуальной защиты глаз (СИЗГ), средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК). К средствам защиты органов дыхания человека относятся противогазы (фильтрующие (рис.8.1.) и изолирующие (рис.2.)) и респираторы (рис.3.), а также простейшие средства защиты – противопыльные тканевые маски (ПТМ-1) (рис.4.) и ватно-марлевые повязки (рис.5.), изготовляемые обычно силами самого населения.

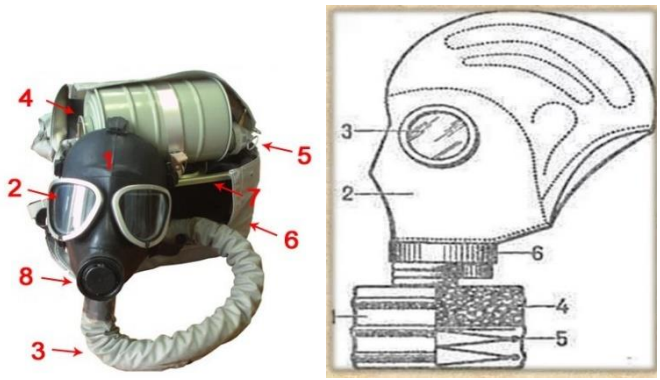


Рис. 8.1 Фильтрующий противогаз

1-фильтрующе-поглощающая коробка; 2-лицевая часть противогаза; 3-очковой узел; 4-шихга (обеспечивает поглощение паров и газов, и токсичных в-в); 5-ПАФ (противоаэрозольный фильтр); 6-клапанная коробка.



Рис.8.2. Изолирующий противогаз

1-лицевая часть, 2-очковый узел, 3-соеденительная трубка, 4-регенераторный патрон, 5-пусковое устройство патрона, 6-дыхательный мешок, 7-каркас, 8-устройство для переговоров.

Порядок надевания противогаза:

1. По команде «Газы!» задержите дыхание, не вдыхая воздух.

2. Закрыть глаза.

3. Достать противогаз из противогазной сумки, левой рукой доставая противогаз, а правой держа сумку снизу.

4. Вынуть пробку-заглушку из противогазной коробки.

5. Перед надеванием противогаза расположить большие пальцы рук снаружи, а остальные внутри.

6. Приложить нижнюю часть шлем-маски на подбородок.

7. Резко натянуть противогаз на голову снизу-вверх.

8. Выдохнуть.

9. Необходимо, чтобы после не образовалось складок, очковый узел должен быть расположен на уровне глаз.

10. Перевести сумку на бок.

Снятие:

1. По команде «Отбой!» брать за фильтровальную коробку и, потянув сверху-вниз, снять его.

2. Убрать противогаз в противогазную сумку.

3. Застегнуть пуговицы.

Таблица 8.0

Подбор размера противогаза

Обхват головы	Размер противогаза
До 63	0
63,5-65,5	1
66-68	2
68,5-70,5	3
71 и более	4

В качестве защиты органов дыхания от радиоактивной пыли и различных вредных аэрозолей могут быть использованы респираторы. Они просты в применении, малогабаритны и рассчитаны на массовое применение. Широко используются при выполнении работ, связанных с пылеобразованием.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, снабженную двумя клапанами вдоха, клапаном выхода (с предохранительным экраном),

оголовьем, состоящим из эластичных растягивающихся (и не растягивающихся) тесемок, и носовым зажимом. Работать в нем можно до 12 ч

Респираторы Р-2 изготовляются трех ростов -1,2 и 3-го, которые обозначаются внутренней подбородочной части полумаски.

Простейшими средствами защиты органов дыхания человека от радиоактивной пыли и биологических средств (при действиях во вторичном облаке) являются противопыльная тканевая маска ПТМ-1 (рис.8.3).



Рис.8.3. Противопыльная тканевая маска

1-корпус маски, 2-смотровые отверстия, 3-крепления, 4-резиновая тесьма, 5-поперечная резинка, 6-завязки.

И ватно-марлевая повязка (рис.8.4.) От ОВ (отравляющих веществ) они не защищают. Их изготавливает преимущественно само население. Маска состоит из корпуса и крепления. Корпус шьется из двух одинаковых по форме тканевых фильтрующих половинок, собранных на 4-5 слоев. На нем имеются смотровые отверстия со вставленными стеклами. Крепится маска на голове при помощи вставленной резинки и двух завязок.

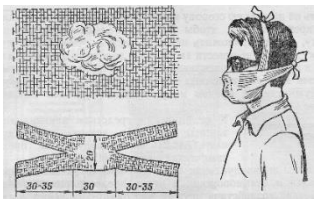


Рис.8.4. Ватно-марлевая повязка

Ватно-марлевая повязка изготовляется из куска марли размером 100 х50 см и ваты. На марлю накладывают слой ваты толщиной 2-3 см, длинной 30 см, шириной 20 см. Марлю с обеих сторон загибают и накладывают на вату. Концы марли разрезают на 30-35 см с каждой стороны, чтобы образовались две пары завязок. Марлевые повязки делают из 10-12 слоев марли. Они шьются также в

виде маски, закрывающей лицо или только подбородок, нос и рот. Для защиты глаз используются противопыльные очки.



Рис.8.5.Защитные очки

К средствам индивидуальной защиты глаз (СИЗГ), в первую очередь, относятся защитные очки, предохраняющие от пыли, твердых частиц, химически неагрессивных жидкостей и газов, от слепящего яркого света, ультрафиолетового, инфракрасного излучения и от сочетания излучений указанных видов с воздействия летящих твердых частиц, а так же очкизащищающие от лазерного излучения и других опасных факторов.

К **средствам индивидуальной защиты кожи (СИЗК)** относят защитную одежду фильтрующего и изолирующего типа. К изолирующим средствам защиты кожи относятся общевойсковой комплексный защитный костюм (ОКЗК), общевойсковой защитный комплекс (ОЗК) (рис.8.6.), легкий защитный костюм (Л-1) , защитный комбинезон или костюм.

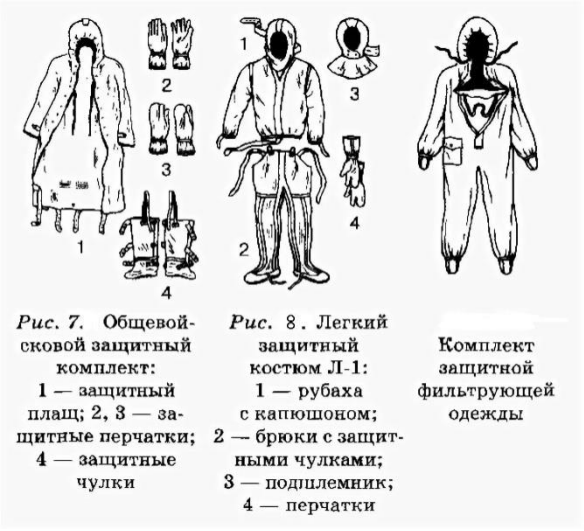


Рис. 7. Общевойсковой защитный комплект: 1 — защитный плащ; 2, 3 — защитные перчатки; 4 — защитные чулки

Рис. 8. Легкий защитный костюм Л-1: 1 — рубаха с капюшоном; 2 — брюки с защитными чулками; 3 — подшлемник; 4 — перчатки

Комплект защитной фильтрующей одежды

Рис. 8.6 Защитный костюм

Общевойсковой комплексный защитный костюм (ОЗК) предназначен для комплексной защиты от светового излучения и радиоактивной пыли, паров и аэрозолей ОВ и биологических аэрозолей. Он состоит из пропитанных специальным составом куртки, брюк, защитного белья, головного убора, подшлемника.

Простейшие средства защиты кожи применяются при отсутствии табельных средств. Может быть использована прежде всего производственная одежда (спецовка) – куртка и брюки, комбинезоны, халаты с капюшоном, сшитые из брезента, огнезащитной или прорезиненной ткани, грубого сукна. Они способны не только защищать от попадания на кожу людей радиоактивных веществ и биологических средств, но и не пропускать в течение некоторого времени капельножидких отравляющих веществ.

Обычная одежда, обработанная специальной пропиткой, может защищать и от паров отравляющих веществ. В качестве пропитки используют моющие средства или мыльно-масляную эмульсию. Основные представители неионогенных моющих средств – ОП-7 и ОП-10 (ОП-7иОП-10 - вспомогательные вещества, представляющие собой продукты обработки смеси моно- и диалкилфенолов окисью этилена. Вспомогательные вещества ОП-7 и ОП-10 относятся к неионогенным поверхностно-активным веществам. Применяются в качестве смачивающих, эмульсирующих, стабилизирующих поверхностно-активных веществ. Хорошо растворимы в воде). Синтетические моющие средства в чистом виде используются редко и служат исходным материалом для приготовления моющих средств, которые состоят из моющего вещества, активных добавок (соли фосфорной кислоты, сульфат натрия, метасиликат натрия и др.) и веществ, предохраняющих кожу (карбоксиметилцеллюлоза, дермоланы – высокомолекулярные циклические соединения, содержащие группы SO_2,NH_4,далгоны – конденсированные фосфаты).

Придать повседневной одежде защитные от отравляющих веществ свойства можно, пропитав ее раствором, который может быть приготовлен в домашних условиях. 2,5-3 л раствора, необходимого для пропитки одного комплекта одежды, можно получить если растворить 250-300 г измельченного хозяйственного мыла в 2-3 л горячей воды (60-70 ° С), добавить в раствор 0,5 л минерального (машинного) и другого масла и, подогревая,перемешивать раствор до получения однородной мыльно-масляной эмульсии. Одежду помещают в большую емкость (бак, ведро) и заливают раствором. Пропитанная одежда отжимается и просушивается (утюжке не подлежит).

В летную жаркую погоду необходимо соблюдать установленные сроки работы в защитной одежде. Зимой для предупреждения обмораживания следует надевать ее на ватник, использовать подшлемник, теплые портянки, в резиновые сапоги подкладывать теплые стельки, защитные перчатки одевать поверх обычных шерстяных или фланелевых. Обычно длительность пребывания людей в убежищах зависит от степени радиоактивного заражения местности. Если убежище находится в зоне заражения с уровнями радиации от 8 до 80 Р/ччерез один час после ядерного взрыва, то время пребывания в нем укрываемых людей составит от нескольких часов до одних суток (рис.8.7) .



Рис.8. 7. Ватно-марлевая повязка

В зоне заражения с уровнями радиации от 80 до 240 Р/ч нахождение людей в защитном сооружении увеличивается до 3 сут. В зоне заражения с уровнем радиации 240 Р/ч и выше это время составит 3 сут. и более. По истечении указанных сроков из убежищ (укрытий) можно перейти в жилые помещения. В течение последующих 1-4 сут. (в зависимости от уровней радиации в зонах

заражения) из таких помещений можно периодически выходить наружу, но не более чем на 3-4 ч в сутки.

В условиях сухой и ветреной погоды, когда возможно пылеобразование, при выходе из помещений следует использовать СИЗОД. Чтобы благополучно пережить указанные сроки пребывания в убежищах, необходимо иметь запасы продуктов питания (не менее чем на 4 сут. (крупы, сахар и соль, галеты, сухари, консервы, макаронные изделия, мука, сухофрукты, шоколад, подсолнечное масло, мед, варенье. уксус, вода)), питьевой воды (из расчета 3 л на человека в сутки), а также предметы первой необходимости и медикаменты.

Если в результате ядерного взрыва убежище (укрытие) окажется поврежденным, принимают меры к быстрому выходу из него, надев СИЗОД. Если основным и ли запасным выходом воспользоваться невозможно, приступают к расчистке одного из заваленных выходов или к проделыванию выхода. После выхода из очага ядерного поражения (зоны радиоактивного заражения) необходимо провести частичную дезактивацию и санитарную обработку, т.е. удалить радиоактивную пыль. При частичной дезактивации следует осторожно снять одежду, ни в коем случае не снимая СИЗОД. Встав спиной к ветру, вытряхнуть ее, развесить одежду на перекладине или веревке и обмести с нее пыль сверху вниз с помощью щетки или веника. Одежду можно выколачивать и палкой.

После этого следует продезактивировать обувь: протереть тряпками и ветошью, смоченными водой, очистить веником или щеткой. Резиновую обувь можно мыть. Противогаз дезактивируют в особой последовательности. Фильтрующе-поглощающую коробку вынимают из сумки, сумку тщательно вытряхивают. Затем тампоном, смоченным мыльной воде, моющим раствором или жидкостью из противохимического пакета обрабатывают фильтрующе-поглощающую коробку, соединительную трубку и наружную поверхность шлема-маски (маски). Лишь после этого противогаз снимают.

Противопыльные тканевые маски при дезактивации тщательно вытряхивают, чистят щетками, при возможности полощут или стирают в воде. Зараженные ватно-марлевые повязки сжигают. При частичной санитарной обработке открытые участки тела: руки, лицо, шею, глаза обмывают незараженной водой. Нос, рот и горло полощут. Важно, чтобы при обмывке лица зараженная вода не попала в глаза, рот и нос. При недостатке воды обработку проводят путем многократного протирания участков тела тампонами из марли (ваты, пакли, ветоши), смоченными незараженной водой. Протирание следует проводить сверху вниз. каждый раз переворачивая тампон чистой стороной. Зимой может использоваться незараженный снег.

Летом санитарную обработку можно организовать в реке или другом проточном водоеме. Частичная дезактивация и санитарная обработка, проводимые в одноразовом порядке, не всегда гарантируют полное удаление радиоактивной пыли. Потому после их проведения обязательно проводится дозиметрический контроль. Если заражение одежды и тела окажется выше допустимой нормы, частичные дезактивацию и санитарную обработку повторяют. В необходимых случаях проводится полная санитарная обработка. Своевременно проведенные частичные дезактивация и санитарная обработка могут полностью предотвратить или сильно снизить степень поражения людей радиоактивными веществами.

Если люди во время ядерного взрыва находятся вне убежища укрытия, следует использовать естественные ближайшие укрытия (рис.10). Если таких укрытий нет, надо повернуться к взрыву спиной, лечь на землю лицом вниз, руки спрятать под себя. Через 15-20 с. после взрыва, когда пройдет ударная волна, следует встать и немедленно надеть противогаз, респиратор или какое-либо другое СИЗОД. В случае отсутствия специальных средств следует закрыть рот и нос платком, шарфом или плотным материалом.

Задача состоит в том, чтобы исключить попадание внутрь организма радиоактивных веществ. Их поражающее действие бывает значительным в

течение длительного времени, поскольку выведение их из организма происходит медленно. Далее необходимо стряхнуть осевшую на одежду и обувь пыль, надеть имеющиеся средства защиты кожи.

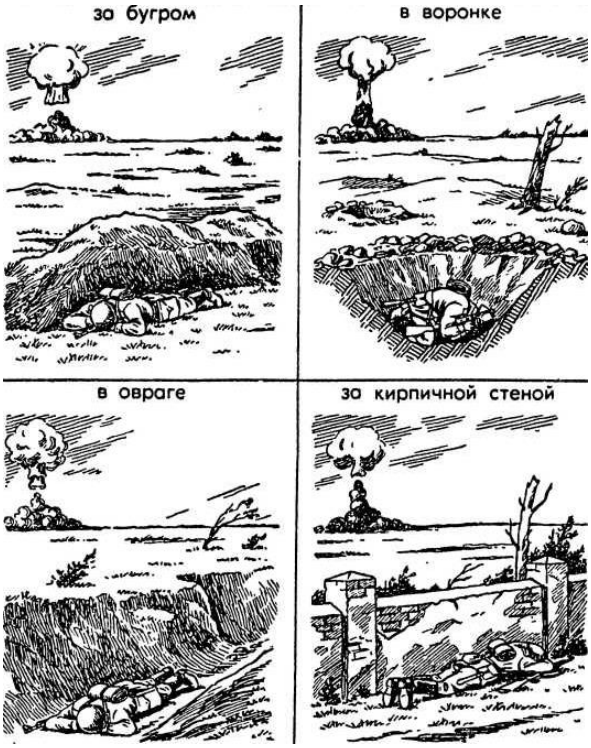


Рис 8.8 Естественные укрытия при внезапном ядерном взрыве

Для этого можно использовать имеющиеся одежду и обувь. Затем следует побыстрее покинуть очаг поражения или укрыться в ближайшем защитном сооружении.

Оставаться на зараженной радиоактивными веществами местности вне убежищ (укрытий), несмотря на использование средств индивидуальной защиты, опасно. Это сопряжено с возможностью облучения и, как следствие, развития лучевой болезни. В целях уменьшения возможности поражения радиоактивными веществами в зонах заражения запрещается принимать пищу, пить и курить. Приготовление пиши должно вестись на незараженной местности или, в крайнем случае, на местности, где уровень радиации не превышает 1 Р/ч. При выходе из очага поражения необходимо учитывать, что в результате ядерных взрывов разрушаются здания, сети коммунального хозяйства. При этом отдельные элементы зданий могут обрушиться через

некоторое время после взрыва. Продвигаться надо посередине улицы, стараясь возможно быстрее попасть в безопасное место. Нельзя трогать электропровода. Направление движения из очага поражения следует выбирать, ориентируясь на знаки ограждения, расставленные разведкой гражданской обороны. Они ведут всторону снижения уровней радиации. Двигаясь по зараженной территории, надо стараться не поднимать пыли, обходить лужи, не создавать брызг.

В результате применения химического оружия возникают очаги химического поражения-территории, в пределах которой в результате воздействия химического оружия произошли массовые поражения людей и сельскохозяйственных животных. Размеры очага зависят от масштаба и способа применения БТХВ (боевые токсичные химические вещества - это химические соединения, которые способны поражать людей и животных на больших площадях, проникать в различные сооружения, заражать местность и водоемы), его типа метеорологических условий, рельефа местности. Особенно опасны стойкие БТХВ нервнопаралитического действия. Их пары распространяются по ветру на довольно большое расстояние (15-25 км и более). Поэтому люди и животные могут быть поражены ими не только в районе применения химических боеприпасов, но и далеко за его пределами. Длительность поражающего действия БТХВ тем меньше, чем сильнее ветер и восходящие потоки воздуха. В лесах, парках, оврагах, на узких улицах они сохраняются дольше, чем на открытой местности. Современные отравляющие вещества обладают чрезвычайно высокой токсичностью.

При обнаружении признаков применения противником отравляющих веществ, далее ОВ (по сигналу «Химическая тревога») надо срочно надеть противогаз, а в случае необходимости - средства защиты кожи. Если поблизости имеется убежище, нужно укрыться в нем. Перед тем как войти в убежище, следует снять использованные средства защиты кожи и верхнюю одежду и оставить их в тамбуре убежища. Эта мера предосторожности исключает занос ОВ в убежище. Противогаз снимают после входа в убежище.

При пользовании укрытием, например, подвалом, не следует забывать, что оно м служить защитой лишь от попадания на кожные покровы и одежду капельножидких ОВ. Однако оно не защищает от паров или аэрозолей отравляющих веществ, находящихся в воздухе. Находясь в таких укрытиях, при наружном заражении обязательно надо воспользоваться противогазом. Находиться в убежище (укрытии) следует до получения распоряжения на выход из него. Когда такое распоряжение поступит, необходимо надеть требуемые средства индивидуальной защиты - противогазы и средства защиты кожи и выйти за пределы очага поражения по направлениям, обозначенным специальными указателями. Если нет ни указателей, ни постов, то двигаться следует перпендикулярно направлению ветра.

На зараженной ОВ территории надо двигаться быстро, но не пыль (брызги). Нельзя прислоняться к зданиям и прикасаться к окружающим предметам. Не следует наступать на видимые капли и мазки ОВ. На зараженной территории запрещается снимать противогазы и другие средства защиты. Особо осторожно нужно двигаться через парки, сады, огороды и поля. На листьях и ветках растений могут находиться осевшие капли ОВ, при прикосновении к ним можно заразить одежду и обувь, что может привести к поражению.

По возможности следует избегать движения оврагами и лощинами, через луга и болота, в этих местах возможен длительный застой паров ОВ. В городах пары ОВ могут застаиваться в замкнутых кварталах, парках, а также в подъездах и на чердаках домов. Зараженное облако в городе распространяется на наибольшие расстояния по улицам,тоннелям, трубопроводам.

ОВ на кожных покровах, одежде, обуви или средствах индивидуальной защиты необходимо немедленно снять их тампонами из марли или ваты; если таких тампонов нет, капли ОВ можно снять тампонами из бумаги или ветоши. Пораженные места следует обработать раствором из противохимического пакета или тщательно промыть теплой водой с мылом. После выхода из очага

химического поражения немедленно проводится полная санитарная обработка. Если это невозможно, проводятся частичные дегазация и санитарная обработка.

Очагом биологического поражения считаются территорииподвергшиеся непосредственному воздействию бактериальных (биологических) средств, создающих источник распространения инфекционных заболеваний. Заражение людей и животных происходит в результате вдыхания зараженного воздуха, попадания микробов или токсинов на слизистую оболочку и поврежденную кожу, употребления в пищу зараженных продуктов питания и воды.

Причиной заражения могут быть укусы зараженных насекомых и клещей, соприкосновения с зараженными предметами, ранения осколками боеприпасов, снаряженных БС (биологические средства поражения - общее название болезнетворных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, предназначенных для использования в системах биологического оружия с целью поражения людей, животных и растений). Заражение возможно также в результате непосредственного общения с больными людьми (животными). Ряд заболеваний быстро передается от больных людей к здоровым и вызывает эпидемии (чума, холера, тиф, грипп и др.). К основным средствам защиты населения от биологического оружия относятся вакциносывороточные препараты, антибиотики, сульфамидные и другие лекарственные вещества, используемые для специальной и экстренной профилактики инфекционных болезней.

Употребимы такие средства индивидуальной и коллективной защиты. Своевременное и правильное применение средств индивидуальной защиты и защитных сооружений предохранит от попадания БС в органы дыхания, на кожные покровы и одежду. Необходимо строгое соблюдение правил личной гигиены и санитарно-гигиенических требований к питанию и водоснабжению населения. Приготовление и прием питии должны исключать возможность ее заражения бактериальными средствами. Посуду необходимо мыть дезинфицирующими растворами или обрабатывать кипячением. В случае

применения противником биологического оружия возможно возникновение значительного количества инфекционных заболеваний.

Основными формами борьбы с эпидемиями являются обсервация и карантин. Делается это в тех случаях, когда примененные возбудители болезней относятся к особо опасным (чума, холера и др.). Карантинный режим предусматривает полную изоляцию очага поражения от окружающего населения. Это наиболее эффективный способ противодействия распространению инфекционных заболеваний. На внешних границах зоны карантина устанавливается вооруженная охрана, выход людей, вывод животных и вывоз имущества запрещаются. Транзитный проезд транспорта через очаги поражения запрещается. Объекты экономики переходят на особый режим работы со строгим выполнением противоэпидемических требований. Рабочие смены разбиваются на отдельные группы как можно более малочисленные по составу. Контакт между ними сокращается до минимума. Питание и отдых рабочих и служащих организуются по группам в специально отведенных для этого помещениях. Работа учебных заведений, зрелищных учреждений, рынков и т.д. прекращается. Людям не разрешается без крайней необходимости выходить их своих квартир. Продукты питания, вода и предметы первой необходимости доставляются им специальными командами.

При выполнении срочных работ вне зданий люди должны быть обязательно в средствах индивидуальной защиты. Если установленный вид возбудителя не относится к группе особо опасных, вместо карантина применяется обсервация. Она предусматривает медицинское наблюдение за очагом поражения и проведение необходимых лечебно-профилактических мероприятий. Изоляционно-ограничительные меры при обсервации менее строгие: организуются дезинфекция, дезинсекция и дератизация.

Дезинфекция имеет целью обеззараживание объектов внешней среды, которые необходимы для нормальной деятельности и безопасного нахождения людей. Для дезинфекции применяются растворы хлорной извести и хлорамина,

лизол, формалин, могут использоваться горячая вода (с мылом или содой) и пар.

Дезинсекция и дератизация-это мероприятия, связанные соответственно с уничтожением насекомых и истреблением грызунов, которые являются переносчиками инфекционных заболеваний. Для уничтожения насекомых применяют физические (кипячение, проглаживание накаленным утюгом и др.), химические (применение дезинсектирующих средств) и комбинированные способы.

Истребление грызунов в большинстве случаев проводят с помощью механических приспособлений (ловушек различных типов) и химических препаратов. После проведения дезинфекции, дезинсекции и дератизации проводится полная санитарная обработка лиц, принимавших участие в осуществлении названных мероприятий. При необходимости организуется санитарная обработка и остального населения.

Контрольные вопросы

1. Перечислите СИЗОД.

2. Перечислите СИЗ кожи.

3. Назовите порядок изготовления ВМП.

4. При каких опасностях используются индивидуальные средства защиты?

5. Что является основным средством защиты при угрозе применения ядерного оружия?

6. Что относится к основным средством защиты населения от биологического оружия?

7.Какие индивидуальные средства защиты применяются при химической угрозе?

8. Какие действия предполагает санитарная обработка?

9. В чем отличие дезинфекции от дезинсекции?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.Косолапова Н.В. Основы безопасности жизнедеятельности: учебник / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. – 3-е изд., стереот., - М.: Академия, 2013. – 320 с.: ил.

2. Безопасности жизнедеятельности: учебник / Е.А. Арустамов. – 9-е изд., стереот., - М.: Академия, 2013 с.: ис.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

по дисциплине

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Авторы: Кузнецов А.М., Тетерев Н.А.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Безопасности горного производства	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Елохин В.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 17.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ВОЗДУХООБМЕНА

Цель практического занятия — закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Человек и среда обитания: воздействия негативных факторов окружающей среды на человека», и формирование практических навыков расчета воздухообмена в производственных помещениях необходимого для очистки воздуха от вредностей: для удаления вредных веществ (выделяющихся вредных газов, паров и пыли); для удаления излишних водяных паров; для удаления избыточного тепла.

Общие сведения. Среда обитания — это окружающая человека среда, осуществляющая через совокупность факторов (физических, биологических, химических и социальных) прямое или косвенное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье, трудоспособность и потомство. В жизненном цикле человек и окружающая среда обитания непрерывно взаимодействуют и образуют постоянно действующую систему «человек — среда обитания», в которой человек реализует свои физиологические и социальные потребности. В составе окружающей среды выделяют природную, техногенную, производственную и бытовую среду. Каждая среда может представлять опасность для человека. В данной работе рассматривается расчет потребного воздухообмена (L м^3/ч), для очистки воздуха от вредных газов и паров и для удаления избыточного тепла с помощью механической общеобменной вентиляции.

Задание. В помещении объемом V работают n человек со средней производительностью a каждый. Они производят покраску и шпаклевку изделий нитро- (на основе ацетона) красками, эмалями и шпаклевками, для чего используется ручное и механизированное оборудование. В этом же помещении производится пайка N контактов припоем ПОС-60. Источники тепловыделения

– оборудование мощностью Рном и осветительная сеть мощностью Роев из люминесцентных ламп. Расчеты вести для холодного периода года. Помещение имеет *К* окон направленных на север размерами 2,5х1,75 м с двойным остеклением и деревянными рамами. Категория работ – III (тяжелая).

Рассчитать потребный воздухообмен и определить кратность воздухообмена для: 1) испарений растворителей и лаков; 2) при пайке припоем ПОС-60; 3) удаления выделяемой людьми углекислоты; 4) удаления избыточного тепла.

Методика и порядок расчета воздухообмена для очистки воздуха.

Потребный воздухообмен определяется по формуле

$$L = \frac{G \times 1000}{x_н - x_в}, \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad (1.1)$$

где *L*, м^3/ч – потребный воздухообмен; *G*, г/ч – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения; $x_в$, мг/м^3 – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно ГОСТ 12.1.005-88 [1]; $x_н$, мг/м^3 – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338- 03) .

Применяется также понятие кратности воздухообмена (n), которая показывает сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении. Значение n может быть достигнуто естественным воздухообменом без устройства механической вентиляции.

Кратность воздухообмена определяется по формуле

$$n = \frac{L}{V_n}, \text{ ч}^{-1}, \qquad (1.2)$$

где n, раз/ч – кратность воздухообмена; *L*, м^3/ч – потребный воздухообмен; V_n – внутренний объем помещения, м^3.

Согласно СП 2.2.1.1312-03, кратность воздухообмена n > 10 недопустима.

Так как $x_н$ определяется по табл. 1.1 прил.1, а $x_в$ по табл. 1.2 прил.1, то для расчета потребного воздухообмена необходимо в каждом случае определять количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения.

Таблица 1.0

Исходные данные для расчёта потребного воздухообмена

№ вар.	*a*, м²/ч	Материал	*n* чел.	*V* м3	*N* шт/час	Местность	$P_{ном.}$ кВт	$P_{осв.}$ кВт	*m* окон
1	2	Бесцветный аэролак, окраска кистью	1	100	40	Сельские населенные пункты	10	0,5	2
2	1,5		2	200	35		20	0,5	3
3	1		3	300	400		30	1	4
4	2		4	400	45	Малые города	40	1	5
5	3	Цветной аэролак, окраска механизир.	1	500	305		200	1	6
6	4		1	600	48		150	1,5	6
7	3,5		1	700	450	Большие города	200	1	6
8	5		1	800	480		100	2	8
9	0,2	Шпаклевка кистью	3	80	325		10	0,5	2
10	0,3		4	200	420	Сельские населенные пункты	20	1	4
11	1,5	Шпаклевка механизир,	1	200	250		30	1	3
12	1		2	300	450		40	1,5	4
13	0,8	Бесцветный аэролак, окраска кистью	1	150	300	Малые города	50	0,6	2
14	1		2	150	48		60	0,8	3
15	1,2		1	120	335		70	1	2
16	0,7		2	200	400	Большие города	80	1,2	4
17	2	Цветной аэролак, окраска механизир.	1	200	280		90	0,6	4
18	2,5		2	400	480		100	0,8	6
19	2,2		1	400	290	Сельские населенные пункты	150	1,2	8
20	1,8		2	600	300		200	1,5	8
21	0,3	Шпаклевка кистью	1	80	200		250	0,5	I
22	0,4		2	100	250	Малые города	300	0,6	2
23	1	Шпаклевка механизир.	1	150	242		60	1	2
24	1		2	400	440	Большие города	80	1	3
25	1,5	Шпаклевка кистью	1	100	270		100	1,2	4
26	2		3	200	180		150	0,5	6

Рассмотрим отдельные характерные случаи выделения вредных веществ в воздух помещения и определения потребного воздухообмена.

1.1. Определение воздухообмена при испарении растворителей и лаков

Испарение растворителей и лаков обычно происходит при покраске различных изделий. Количество летучих растворителей, выделяющихся в воздухе помещений можно определить по следующей формуле

$$G = \frac{a \times A \times m \times n}{100}, \text{ г/ч}, \qquad (1.3)$$

где a, м^2/ч – средняя производительность по покраске одного рабочего (при ручной покраске кистью – 12 м^2/ч, пульверизатором – 50 м^2/ч); A, г/м^2 – расход лакокрасочных материалов; m, % – процент летучих растворителей, содержащихся в лакокрасочных материалах; n – число рабочих, одновременно занятых на покраске.

Численные значения величин A и m определяются по табл. 1.3 прил. 1.

Пример. Определить количество выделяющихся в воздух помещения летучих растворителей.

Решение:

По табл. 3 прил. 1 для цветного аэролака при окраске распылением находим, что A = 180 г/м^2, m = 75 %, тогда G = 50·180·75·2/100 = 13500 г/ч. Далее определяем потребный воздухообмен в помещении по формуле (1.3). Находим для ацетона из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1, что $x_в$ = 200 мг/м^3, $x_н$ = 0,35 мг/м^3, тогда L = 13500·1000/(200 - 0,35) = 67500 м^3/ч.

Ответ: L = 67500 м^3/ч.

1.2. Определение потребного воздухообмена при пайке электронных схем

Пайка осуществляется свинцово-оловянным припоем ПОС-60, который

содержит C = 0,4 доли объема свинца и 60 % олова. Наиболее ядовиты аэрозоли (пары) свинца.

В процессе пайки из припоя испаряется до B = 0,1 % свинца, а на 1 пайку расходуется 10 мг припоя. При числе паек – N, количество выделяемых паров свинца определяется по формуле

$$G = C \times B \times N, \text{ мг/ч}, \qquad (1.4)$$

где G, г/ч – количество выделяемых паров свинца; C – содержание свинца; B – % свинца; N – число паек.

Пример. В помещении объемом $V_п$ = 1050 м^3 три человека осуществляют пайку припоем ПОС-40 с производительностью по 100 контактов в час. Найти требуемую кратность воздухообмена.

Решение:

По формуле (1.4) определяем количество аэрозолей свинца, выделяемых в воздух: G = 0,6·0,001·10·100·3 = 1,8 мг/ч. Далее определяем потребный воздухообмен по формуле (1.1). Находим из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1 для свинца и его соединений $x_в$ = 0,01 мг/м^3; $x_н$ = 0,001 мг/м^3. Тогда L = 1,8 / (0,01- 0,001) = 200,0 м^3/ч.

Ответ: L = 185,5 м^3/ч.

1.3. Определение воздухообмена в жилых и общественных помещениях

В жилых и общественных помещениях постоянным вредным выделением является выдыхаемая людьми углекислота (CO_2). Определение потребного воздухообмена производится по количеству углекислоты, выделяемой человеком и по допустимой концентрации её.

Количество углекислоты в зависимости от возраста человека и выполняемой работы, а также допустимые концентрации углекислоты для различных помещений приведены в табл. 1.4 и 1.5 прил. 1.

Содержание углекислоты в атмосферном воздухе можно определить по химическому составу воздуха. Однако, учитывая повышенное содержание углекислоты в атмосфере населенных пунктов, следует принимать при расчете содержания CO_2 следующие значения: для сельских населенных пунктов – 0,33 л/м^3, для малых городов (до 300 тыс. жителей) – 0,4 л/м^3, для больших городов (свыше 300 тыс. жителей) – 0,5 л/м^3.

Пример. Определить потребную кратность воздухообмена в помещении, где работают 3 человека.

Решение:

По табл. 1.4 прил.1 определяем количество CO_2, выделяемой одним человеком g = 23 л/ч. По табл. 1.5 прил. 1 определяем допустимую концентрацию CO_2. Тогда $x_в$ = 1 л/м3 и содержание CO_2 в наружном воздухе для больших городов $x_н$ = 0,5 л/м^3 .Определяем потребный воздухообмен по формуле (1.1) $L = 23 \cdot 3/(1- 0,5) = 138$ м$^{3/}$ч. Ответ: L = 138 м^3/ч.

1.4. Определение потребного воздухообмена при выделении газов (паров) через неплотности аппаратуры, находящейся под давлением

Производственная аппаратура, работающая под давлением, как правило, не является вполне герметичной. Степень герметичности аппаратуры уменьшается по мере ее износа. Считая, что просачивание газов через неплотности подчиняется тем же законам, что и истечение через небольшие отверстия, и, предполагая, что истечение происходит адиабатически, количество газов, просочившихся через неплотности, можно определить по формуле

$$G = k \times c \times \sqrt[v]{\frac{M}{T}}, \text{ кг/ч,} \qquad (1.5)$$

где k – коэффициент, учитывающий повышение утечки от износа оборудования

(k = 1–2); c – коэффициент, учитывающий влияние давление газа в аппарате; v – внутренний объем аппаратуры и трубопроводов, находящихся под давлением, м^3; M – молекулярный вес газов, находящихся в аппаратуре; T – абсолютная температура газов в аппаратуре, К.

Таблица 1.2

Коэффициент, учитывающий влияние давление газа в аппарате

Давление p, атм	до 2	2	7	17	41	161
c	0,121	0,166	0,182	0,189	0,25	0,29

Пример. Система, состоящая из аппаратов и трубопроводов, заполнена сероводородом. Рабочее давление в аппаратуре p_a = 3 атм, а в проводящих трубопроводах p_a=4 атм. Внутренний объем аппаратуры v_a = 5 м^3, объём трубопроводов, $v_{тр}$ = 1,2 м^3. Температура газа в аппаратуре – t_a = 120 °С, в трубопроводе – $t_{тр}$ = 25 °С. Определить потребный воздухообмен в помещении.

Решение:

Определяем величины утечек сероводорода (H_2S) из аппаратуры и трубопроводов. Принимаем k = 1,5; c = 0,169 (по табл. 1.2); M = 34, для H_2S; Утечка газа из аппаратуры составляет:

$$G_а = 1{,}5 \times 0{,}169 \times \sqrt[5]{\frac{34}{393}} = 0{,}372$$

Утечка газа из трубопроводов составляет:

$$G_{ТР} = 1{,}5 \times 0{,}172 \times 1{,}2 = 0{,}104$$

$$G = G_а + G_{ТР} = 0{,}372 + 0{,}104 = 0{,}476, кг/ч$$

Используя данные табл. 1.1 прил. 1, находим, что для сероводорода $x_в$ =10 мг/м^3; $x_н$ = 0,008 мг/м^3. Потребный воздухообмен равен

$$L = \frac{4761000}{(10 - 0{,}008)} = 47638{,}1\ м^3/ч$$

Ответ: L = 47638,1 м^3/ч

Вывод: В воздух помещения одновременно могут выделяться несколько вредных веществ. По действию на организм человека они могут быть однонаправленными и разнонаправленными. Для однонаправленных веществ расчетные значения потребного воздухообмена суммируются, а для разнонаправленных веществ выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Пример. Для первой вредности в воздухе рабочей зоны – вредных (токсичны) веществ в рассмотренных примерах все относятся к веществам разнонаправленного действия, поэтому принимаем к дальнейшему расчету максимальное из полученных значений, т. е. L = 67500 м^3/ч (потребный воздухообмен для паров растворителей при окраске).

Для проверки соответствия требованиям устройства вентиляции определим кратность воздухообмена n = 67500/4800 = 14,1 ч$^{-1}$. Данное значение превышает установленную величину – 10 ч$^{-1}$, поэтому необходимо принять дополнительное решение по устройству вентиляции в помещении. Например, таким решением может быть исключение распространения от двух мест окраски растворителей по всему помещению за счет применения местной вытяжной вентиляции.

Расчет объёма воздуха удаляемого местной вентиляцией определяется по формуле

$$L_{МВ} = F \times v \times 3600, {}^{м^3}/_{ч}\,, \qquad (1.6)$$

где F – площадь сечения всасывающих отверстий, м^2; v – скорость воздуха в сечении вытяжной вентиляции, м/с. Рекомендуется принимать значение скорости в интервале 0,8-1,5 м/с.

Таким образом, потребный воздухообмен для оставшихся вредных

веществ принимаем для выделений сероводорода: L = 47638,1 м^3/ч.

Проверка:

$$n = 47638,\ 1/4800 = 9,\ 9\ \text{ч}^{-1}.$$

1.5. Расчёт потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла

Расчет потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла производится по формуле

$$L = \frac{Q_{изб}}{\gamma_B \times c\Delta t},\ \text{м}^3/\text{ч}, \qquad (1.7)$$

где L, м^3/ч – потребный воздухообмен; $Q_{изб}$, ккал/ч – избыточное тепло; $\gamma_в$ = 1,206 кг/м^3 – удельная масса приточного воздуха; $c_в$ = 0,24 ккал/кг□град – теплоемкость воздуха;

$$\Delta t = t_{вых} - t_{пр},\ ^oC \qquad (1.8)$$

где $t_{вых}$, ^{o}C – температура удаляемого воздуха; $t_{пр}$, ^{o}C – температура приточного воздуха.

Величина Δt при расчетах выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха – $Q_н$: при $Q_н \le 20$ ккал/м^3·ч Δt = 6 ^{o}C; при $Q_н > 20$ ккал/м^3·ч Δt = 8 ^{o}C;

$$Q_н = \frac{Q_{изб}}{V_п},\ \text{ккал/ м}^3\cdot\text{ч}, \qquad (1.9)$$

где $V_п$, м^3 – внутренний объем помещения.

Таким образом, для определения потребного воздухообмена необходимо определить количество избыточного тепла по формуле

$$Q_{изб} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_л + Q_р - Q_{отд},\ \text{ккал/ч}, \qquad (1.10)$$

где $Q_{об}$, ккал/ч – тепло, выделяемое оборудованием; $Q_{осв}$, ккал/ч – тепло, выделяемое системой освещения; $Q_л$, ккал/ч – тепло, выделяемое людьми в помещении; $Q_р$, ккал/ч – тепло, вносимое за счет солнечной радиации; $Q_{отд}$,

ккал/ч – теплоотдача естественным путем.

Определяем количество тепла, выделяемого оборудованием

$$Q_{об} = 860 \times P_{об} \times y_1, \text{ ккал/ч} \quad (1.11)$$

где Y_1 – коэффициент перехода тепла в помещение, зависящий от вида оборудования; $P_{об}$, кВт – мощность, потребляемая оборудованием;

$$P_{об} = P_{ном} \times y_2 \times y_3 \times y_4, \text{ кВт,} \quad (1.12)$$

где $P_{ном}$, кВт – номинальная (установленная) мощность электрооборудования помещения; Y_2 – коэффициент использования установленной мощности, учитывающий превышение номинальной мощности над фактически необходимой; Y_3 – коэффициент загрузки, т.е. отношение величины среднего потребления мощности (во времени) к максимально необходимой; Y_4 – коэффициент одновременности работы оборудования.

При ориентировочных расчетах произведение всех четырех коэффициентов можно принимать равным:

$$y_1 \times y_2 \times y_3 \times y_4 = 0{,}25 \quad (1.13)$$

Определяем количество тепла, выделяемого системой освещения

$$Q_{осв} = 860 \times P_{осв} \times \alpha\beta \times \cos(\varphi), \quad (1.14)$$

где α – коэф. перевода электрической энергии в тепловую для лампы накаливания α = 0,92 – 0,97, люминесцентной лампы α = 0,46 – 0,48; b – коэффициент одновременности работы (при работе всех светильников b = 1); cos (φ) = 0,7 – 0,8 – коэффициент мощности; $P_{осв}$, кВт – мощность осветительной установки.

Определяем количество тепла, выделяемого находящимися в помещении людьми

$$Q_л = N \times q_л, \quad (1.15)$$

где N – количество людей в помещении; $q_л$, ккал/ч – тепловыделения одного человека табл. 1.6 прил. 1.

Определяем количество тепла, вносимого за счет солнечной радиации

$$Q_p = K \times S \times q_{ост}\,, \qquad (1.16)$$

где K – количество окон; S, м^2 – площадь одного окна; $q_{ост}$, ккал/ч – солнечная радиация через остекленную поверхность табл. 1.7 прил. 1.

Определяем теплоотдачу, происходящую естественным путем. Если нет дополнительных условий, то можно считать ориентировочно, что $Q_{отд}$ = $Q_р$ для холодного и переходного периодов года (среднесуточная температура наружного воздуха ниже +10 ºС). Для теплого периода года (среднесуточная температура воздуха выше +10 ºС) принимаем $Q_{отд}$ = 0.

Общий вывод: Среди полученных расчетных значений потребного воздухообмена для вредных веществ и удаления избыточного тепла выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Приложение 1

Таблица 1.1

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03)

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м^3	ПДКс.с., мг/м^3	Агрегатн состояние
Азота диоксид	0,085	0,04	п
Азота оксид	0,6	0,06	п
Акролеин	0,03	0,03	п
Амилацетат	0,10	0,10	п
Аммиак	0,2	0,04	п
Ацетон	0,35	0,35	п
Бензин (углеводороды)	5,0	1,5	п
Бензол	1,5	0,1	п
Бутан	200	-	п
Бутилацетат	0,1	0,1	п
Винилацетат	0,15	0,15	п
Дихлорэтан	3,0	1,0	п
Ксилол	0,2	0,2	п
Марганец и его соединения	0,01	0,001	а
Метилацетат	0,07	0,07	п
Мышьяк и его неорг. соединения	-	0,003	а
Озон	0,16	0,03	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	0,15	0,05	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	0,5	0,15	а
Ртути хлорид (сулема)	-	0,0003	а
Сажа	0,15	0,05	а
Свинец и его соединения	0,001	0,0003	а
Сернистый ангидрид	0,5	0,15	п
Серная кислота	0,3	0,1	а

Продолжение табл. 1.1

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м^3	ПДКс.с., мг/м^3	Агрегатн состояние
Сероводород	0,008	-	п
Сероуглерод	0,03	0,005	п
Спирт бутиловый	0,16	-	п
Спирт изобутиловый	0,1	0,1	п
Спирт метиловый	1,0	0,5	п
Спирт этиловый	5	5	п
Стирол	0,04	0,002	п
Толуол	0,6	0,6	п
Углерода оксид	5,0	3,0	п
Фенол	0,01	0,003	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,02	0,005	п
Хлор	0,1	0,03	п
Хлористый водород	0,2	0,2	п
Этилацетат	0,1	0,1	п

Примечание: п – пары и/или газы; а – аэрозоль

Таблица 1.2

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухерабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88)

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м^3	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Азота диоксид	2,0	3	п
Азота оксиды	5,0	3	п
Акролеин	0,2	2	п
Амилацетат	100	4	п
Аммиак	20	4	п
Ацетон	200	4	п
Бензин (углеводороды)	100	4	п
Бензол	15/5	2	п
Бутан	300	4	п
Бутилацетат	200	4	п
Винилацетат	10,0	4	п
Дихлорэтан	10,0	2	п
Ксилол	50,0	3	п
Марганец и его соединения (от 2-30 %)	0,1	2	а
Метилацетат	100	4	п
Мышьяк и его неорг. соединения	0,04/0,01	2	а
Озон	0,1	1	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	1,5	4	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	4,0	4	а
Ртути хлорид (сулема)	0,2/0,05	1	а
Сажа	4,0	3	а
Свинец и его соединения	0,01/0,005	1	а
Серная кислота	1,0	2	а
Сернистый ангидрид	10	3	п
Сероводород	10,0	3	п

Продолжение табл. 1.2

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м^3	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Сероуглерод	1,0	3	п
Спирт бутиловый	10,0	3	п
Спирт изобутиловый	10,0	3	п
Спирт метиловый	5,0	3	п
Спирт этиловый	1000	4	п
Стирол	30/10	3	п
Толуол	50	3	п
Углерода оксид	20	4	п
Фенол	0,3	2	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,5/0,1	2	п
Хлор	1,0	2	п
Хлористый водород	5,0	1	п
Этилацетат	200	4	п

Примечание: значение в числителе – максимально разовые; в знаменателе – среднесменные

Таблица 1.3

Расходы лакокрасочных материалов на один слой покрытия изделий и содержание в них летучих растворителей

Наименование лакокрасочных материалов/способ нанесения краски	Расход лакокрасочных материалов, *A*, г/м^2	Содержание летучей час- ти, *m*, %
Нитролаки и краски		
Бесцветный аэролак /кистью	200	92
Цветные аэролаки/распыление пульверизатором	180	75
Нитрошпаклевка /кистью	100-180	10-35
Нитроклей /кистью	160	80-85
Масляные лаки и эмали		
Окраска распылением	60-90	35

Таблица 1.4

Количество углекислоты, выделяемой человеком при разной работе

Возраст человека и характер работы	Количество CO_2	
	в л/ч	в г/ч
Взрослые:		
при физической работе	45	68
при легкой работе (в учреждениях)	23	35
в состоянии покоя	23	35
Дети до 12 лет	12	18

Таблица 1.5

Предельно-допустимые концентрации углекислоты

Наименование помещений	Количество CO_2	
	в л/ч	в г/кг
Для постоянного пребывания людей (жилые ком.)	1	1,5
Для пребывания детей и больных	0,7	1
Для учреждений	1,25	1,75
Для кратковременного пребывания людей	2	3

Таблица 1.6

Количество тепловыделений одним человеком при различной работе

Категория тяжести работы		Количество тепловыделений $q_л$, ккал/ч в зависимости от окружающей температуры воздуха			
		15 ºС	20 ºС	25 ºС	30 ºС
Легкая	I	100	70	50	30
Средней тяжести	II-а	100	70	60	30
Средней тяжести	II-б	110	80	70	35
Тяжелая	III	110	80	80	35

Таблица 1.7

Солнечная радиация через остекленную поверхность

	Солнечная радиация, $q_{ост}$, ккал/ч от стороны света и широты, град.														
	ЮГ			ЮГО-ВОСТОК ЮГО-ЗАПАД				ВОСТОК ЗАПАД				СЕВЕР, СЕВЕР. ВОСТОК СЕВЕРО-ЗАПАД			
	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
Окна с двойным остеклением и деревянными рамами	125	125	145	85	110	125	145	125	125	145	145	65	65	65	60
Окна с двойным остеклением и металлическими рамами	160	160	180	110	140	160	180	160	160	180	180	80	80	80	70
Фо- нарь с двойным остеклением и металлическими переплет.	130	160	170	110	140	170	170	160	160	180	180	85	85	85	70

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1982. – 342 с.

2. Каменев П.Н. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. – М.: Издательство литературы по строительству, 1966. – 289 с.

3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

4. ГН2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. ОЦЕНКА РИСКА

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Основы теории безопасности: системный анализ безопасности», и формирование практических навыков расчета индивидуального и группового (социального) риска в конкретных ситуациях.

Общие сведения. Опасность – одно из центральных понятий безопасности жизнедеятельности (БЖД).

Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики (параметры), несоответствующие условиям жизнедеятельности человека. Можно сказать, что опасность – это риск неблагоприятного воздействия.

Практика свидетельствует, что абсолютная безопасность недостижима. Стремление к абсолютной безопасности часто вступает в антагонистические противоречия с законами техносферы.

В сентябре 1990 г. в г. Кельне состоялся первый Всемирный конгресс по безопасности жизнедеятельности человека как научной дисциплине. Девиз конгресса: «Жизнь в безопасности». Участники конгресса постоянно оперировали понятием «риск».

Возможны следующие определения риска:

1. Это количественная оценка опасности, вероятность реализации опасности;

2. При наличии статистических данных, это частота реализации опасностей.

Различают опасности реальные и потенциальные. В качестве аксиомы принимаются, что любая деятельность человека потенциально опасна. Реализация потенциальной опасности происходит через ПРИЧИНЫ и приводит к НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫМ ПОСЛЕДСТВИЯМ.

Сейчас перед специалистами ставится задача – не исключение до нуля безопасности (что в принципе невозможно). А достижение заранее заданной величины риска реализации опасности. При этом сопоставлять затраты и получаемую от снижения риска выгоду. Во многих западных странах для более объективной оценки риска и получаемых при этом затрат и выгод, вводят финансовую меру человеческой жизни. Заметим, что такой подход имеет противников, их довод – человеческая жизнь свята, бесценна и какие-то финансовые оценки недопустимы. Тем не менее, по зарубежным исследованиям, человеческая жизнь оценивается, что позволяет более объективно рассчитывать ставки страховых тарифов при страховании и обосновывать суммы выплат.

Поскольку абсолютная безопасность (нулевой риск) невозможна, современный мир пришел к концепции приемлемого (допустимого) риска.

Суть концепции заключается в стремлении к такой безопасности, которую принимает общество в данное время. При этом учитывается уровень технического развития, экономические, социальные, политические и др. возможности. Приемлемый риск – это компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения. Это можно рассмотреть в следующей ситуации. После крупной аварии на Чернобыльской АЭС, правительство СССР решило повысить надежность всех ядерных реакторов. Средства были взяты из госбюджета и, следовательно, уменьшилось финансирование социальных программ здравоохранения, образования и культуры, что в свою очередь привело к увеличению социально-экономического риска. Поэтому следует всесторонне оценивать ситуацию и находить компромисс – между затратами и величиной риска.

Переход к «риску» дает дополнительные возможности повышения безопасности техносферы. К техническим, организационным, административным добавляются и экономические методы управления риском (страхование, денежные компенсации ущерба, платежи за риск и

др.). Есть здравый смысл в том, чтобы законодательно ввести квоты за риск. При этом возникает проблема расчета риска: статистический, вероятностный, моделирование, экспертных оценок, социологических опросов и др. Все эти методы дают приблизительную оценку, поэтому целесообразно создавать базы и банки данных по рискам в условиях предприятий, регионов и т.д.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с общими сведениями. Записать определения.
2. Выполнить практические задачи.

Практические задачи

Задача 1. В таблице 2.0 приведен ряд профессий по степени индивидуального риска фатального исхода в год. Используя данные табл.1 методом экспертных оценок охарактеризуйте вашу настоящую деятельность и условия вашей будущей работы.

Таблица 2.0

Классификация профессиональной безопасности

Категория	Условия профессиональной деятельности	Риск смерти (на человека в год)	Профессия
1	Безопасные	$1 \cdot 10^{-4}$	Текстильщики, обувщики, работники лесной промышленности, бумажного производства и др.
2	Относительно безопасные	$1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$	Шахтеры, металлурги, судостроители и др.
3	Опасные	$1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2}$	Рыбопромысловики, верхолазы, трактористы и др.
4	Особо опасные	больше $1 \cdot 10^{-2}$	Летчики-испытатели, летчики реактивных самолетов.

После обсуждения письменно сформулируйте свою оценку.

Для решения следующих задач используйте формулу определения индивидуального риска

$$P = \frac{h}{H}, \qquad (2.1)$$

где Р – индивидуальный риск (травмы, гибели, болезни и пр.); h – количество реализации опасности с нежелательными последствиями за определенный период времени (день, год и т.д.); Н – общее число участников (людей, приборов и пр.), на которых распространяется опасность.

Пример решения задачи по формуле (2.1).

Пример. Задача 1. Ежегодно неестественной смертью гибнет 250 тыс. человек. Определить индивидуальный риск гибели жителя страны при населении в 150 млн. человек.

Решение.

Рж = $2{,}5 \cdot 10^5 / 1{,}5 \cdot 10^8 = 1{,}7 \cdot 10^{-3}$

Или будет 0,0017. Иначе можно сказать, что ежегодно примерно 17 человек 10000 погибает неестественной смертью. Если пофантазировать и предположить, что срок биологической жизни человека равен 1000 лет, то по нашим данным оказывается, что уже через 588 лет (1:0,0017) вероятность гибели человека неестественной смертью близка к 1 (или 100%).

Примечание. Здесь и в задачах №2,3 данные приближены к России.

Задача 2. Опасность гибели человека на производстве реализуется в год 7 тыс. раз. Определить индивидуальный риск погибших на производстве при условии, что всего работающих 60 млн. человек. Сравните полученный результат с вашей экспертной оценкой из задачи 1.

Задача 3. Определить риск погибших в дорожно-транспортном происшествии (ДТП), если известно, что ежегодно гибнет в ДТП 40 тыс. человек при населении 150 млн. человек.

Задача 4. Используя данные индивидуального риска фатального

исхода в год для населения США (данных по России нет), определите свой индивидуальный риск фатального исхода на конкретный год. При этом можно субъективно менять коэффициенты и набор опасностей.

Таблица 2.1

Индивидуальный иск гибели в год

Причина	Риск	Причина	Риск
Автомобильный транспорт	$3 \cdot 10^{-4}$	Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
Падения	$9 \cdot 10^{-5}$	Падающие предметы	$6 \cdot 10^{-6}$
Пожар и ожог	$4 \cdot 10^{-5}$	Электрический ток	$6 \cdot 10^{-6}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$	Железная дорога	$4 \cdot 10^{-6}$
Отравление	$2 \cdot 10^{-5}$	Молния	$5 \cdot 10^{-7}$
Огнестрельное оружие	$1 \cdot 10^{-5}$	Все прочие	$4 \cdot 10^{-5}$
Станочное оборудование	$1 \cdot 10^{-5}$	Ядерная энергетика	$2 \cdot 10^{-10}$
Водный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$	(пренебрегаемо мал. риск)	

Риск общий для американца: $P_{общ} = 6 \cdot 10^{-4}$

Сравнить полученный результат с результатом примера решения.

Задачи на риск гибели неестественной смертью в России и с риском гибели в год для американца ($P_{общ}$).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Русак О.Н. Труд без опасности. Л. «Лениздат», 1986, 191 с.

2. Береговой Г.Т. и др. Безопасность космических полетов. М., «Машиностроение», 1977, 320 с.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Цель практического занятия :закрепление теоретических знаний, полученных при изучении раздела “Гелиофизические и метеорологические фактора: микроклимат производственных помещений”, и формирование практических навыков расчета метеорологических условий в производственном помещении и гигиенической оценки параметров микроклимата.

Общие сведения:

Одним из основных условий эффективной производственной деятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях. Параметры микроклимата оказывают существенное влияние на терморегуляцию организма человека и могут привести кпереохлаждение или перегреву тела

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды этих помещений, определяемый действующими на организм человека факторами: сочетанием температуры воздуха, относительной влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового облучения, температуры поверхности ограждающих конструкций (стены, пол, потолок, технологическое оборудование и т.д

Под рабочей зоной понимается пространство высотой до 2м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

Причиной ряда заболеваний является местное и общее охлаждение. Переохлаждение организма ведет к простудным заболеваниям: ангине, катару верхних дыхательных путей, пневмонии. Установлено, что при

переохлаждении ног и туловища возникает спазм сосудов слизистых оболочек дыхательного тракта.

Перегревание возникает при избыточном накоплении тепла в организме, которое возникает при действии повышенных температур. Основными признаками перегревания являются повышение температуры тела до 38°Си более, обильное потоотделение, слабость, головная боль, учащение дыхания и пульса, изменение артериального давления и состав крови, шум в ушах, искажение цветового восприятия

Тепловой удар – это быстрое повышение температуры тела 40°С и выше. В этом случае падает артериальное давление, потоотделение прекращается, человек теряет сознание.

Организм человека обладает свойством терморегуляции – поддержание температуры тела в определенных границах (36,1…37,2°С) Терморегуляция обеспечивает равновесие между количеством тепла, непрерывно образующегося в организме человека в процессе обмена веществ, теплопродукцией и излишком тепла, непрерывно выделяемого в окружающую среду, - теплоотдачей, т.е сохраняет тепловой баланс организма человека. Количество выделившейся теплоты меняется от 8Вт до 50 Вт.

Теплопродукция. Тепло вырабатывается всем организмом, но в наибольшей степени в мышцах и печени. В процессе работы в организме происходят различные биохимические процессы, связанные с деятельностью мышечного аппарата и нервной системы. Энергозатраты человека, выполняющего различную работу, могут быть классифицированы на категории.

Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма: легкие физические работы, средние физические работы, тяжелые физические работы.

К категории 1а относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

К категории 1б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 140…174 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (в полиграфической промышленности, на часовом, швейном производствах, в сфере управления)

К категории 2а относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233…232 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, перемещением мелких изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

К категории 2б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233…290 Вт, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

К категории 3 относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 290 Вт, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

Теплоотдача. Количество тепла, отдаваемого организмом человека, зависит от температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Теплоотдача осуществляется путем радиации, конвекции, испарения пота и дыхания. Для человека, находящегося в состояние покоя и одетого в обычную комнатную одежду, соотношение составляющих теплоотдачи имеет следующие распределения, % радиацией – 45, конвекцией – 30, испарением и дыханием – 25.

Основное значение имеет регулирование теплоотдачи, так как она является наиболее изменчивой и управляемой. Комфортные тепло ощущения у человека возникают при наличии теплового баланса организма, а также при условии его некоторого нарушения. Это обеспечивается тем, что в организме человека имеется некоторый резерв тепла, который используется им в случае охлаждения. Этот потенциальный запас тепла составляет в среднем 8360 кДж и находится главным образом во внешних слоях тканей организма на глубине 2-3

см от кожи. При известном уменьшении запаса тепла у человека появляются субъективно ощущения «прохлады», которые, если охлаждение продолжается, сменяются ощущениями «холодно», «очень холодно»

Действующими нормативными документами, регламентирующими метеорологические условия производственной среды, являются ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» Этими документами установлены влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений с учетом избытков явного тепла, тяжести выполняемой работы и сезонов года.

В соответствии с вышеуказанным стандартом теплым периодом года считается сезон, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха +10 °С.

Допустимыми считаются такие параметры микроклимата, которые при длительном воздействии могут вызывать напряжения реакции терморегуляции человека, но к нарушению состояния здоровья не приводят.

Оптимальными являются такие микроклиматические параметры, которые не вызывают напряжения реакций терморегуляции и обеспечивают высокую работоспособность человека.

Расчет показателей микроклимата базируются на опытных данных о давлении, температуре и скорости движения воздуха на рабочем месте полученных при замерах на нем с помощью соответствующих приборов

Показатели микроклимата вычисляются в следующей последовательности:

1. Атмосферное давление В, Па, на рабочем месте, измеренное с помощью барометра-анероида БАММ-1

$$B = B_п + B_ш + B_т + B_д , \quad (3.1)$$

где В– исправленное значение замеренного давления, Па; Вп – отсчет по прибору, Па; Вш – шкаловая поправка;Вт – температурная поправка, равная произведению температуры прибора на удельную температуру поправки прибора; Вд – добавочная поправка, Па.



Рис. 3.1 Барометр-анероид «БААМ-1»

Барометр-анероид «БААМ-1» измеряет атмосферное давление в наземных условиях в диапазоне температур от 0 до +40 С° и при относительной влажности воздуха более 80%

2. Температура воздушной среды измеряется с помощью ртутных или спиртовых термометров, а также с помощью термографов, обеспечивающих непрерывную запись температуры на ленте за определенный период времени. Температуру воздушной среды можно измерить также с помощью психрометров и термометров

3. Влажность воздуха – абсолютная и относительная определяется с помощью психрометров. Психрометр состоит из сухого и влажного термометров. Резервуар влажного термометра покрыт тканью, которая опущена в мензурку с водой. Испаряясь, вода охлаждает влажный термометр, поэтому его показания всегда ниже показания сухого.

Психрометры бывают типа Августа (Рис 3.2) и переносными, типа Ассмана (Рис 3.3). Психрометр Ассмана является более совершенным и точным прибором по сравнению с психрометром Августа. Принцип его устройства тот же, но термометры заключены в металлическую оправу, шарики термометра находятся в двойных металлических гильзах, а в головке прибора помещается вентилятор с постоянно скоростью 4 м/с.

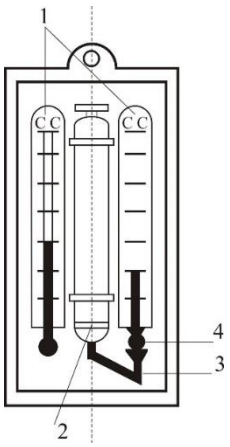


Рис. 3.2 Психрометры Августа

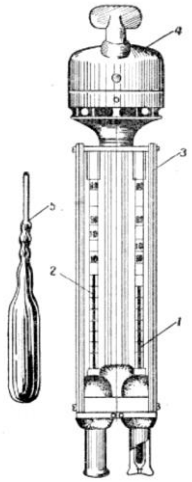


Рис. 3.3 Психрометр Ассмана

Влажность воздуха может быть рассчитана: 1) по давлению водяного пара, находящегося в воздухе или 2) по плотности водяного пара

При первом способе сначала определяется давление водяного параЮ находящегося в воздухе при данной температуре

$$P_{в.п} = P_{н.в} - c(T_c - T_B)B \quad (3.2)$$

где Рн.в– давление насыщенного водяного пара при температуре tв, зафиксированной влажным термометром, Па;с–коэффициент психрометра, зависящий от скорости движения воздуха около шарика мокрого термометра (при скорости движения воздуха до 4 м/с принимают с = 0.00074, свыше 4 м/с – 0,00066) tc и tв – температура сухого и влажного термометра,В–

барометрическое давление воздуха в момент измерения температур психрометром, Па

Определив порациональнее давление водяного пара, находят относительную влажность воздуха

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

где $P_{н.с}$– давление насыщенного водяного пара при температуре t_c, зафиксированной влажным термометром,

При расчете влажности воздуха по плотности водяного пара определяются:

а) абсолютная влажность воздуха (масса водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре)

$$F = \frac{(1000 * P_{в.п})}{(461{,}5(273 + t_c))}, \quad (3.4)$$

где 461,5 – удельная газовая постоянная водяного пара Дж/(кг *К);

б) максимальная абсолютная влажность воздуха

$$A_{max} = \frac{1000 * P_{н.с}}{461{,}5 * (273 + t_c)}, \quad (3.5)$$

в) относительная влажность воздуха φ

$$\varphi = \frac{A}{A_{max}} * 100, \quad (3.6)$$

Таблица 3.0

Давление насыщенного водяного пара Р, Па при температуре воздуха

t, С	Р, Па	t, С	Р, Па	t, С	Р, Па	t, С	Р, Па
0	611	10	1228	20	2328	30	4242
1	657	11	1312	21	2486	31	4493
2	705	12	1403	22	2644	32	4754
3	759	13	1497	23	2809	33	5030
4	813	14	1599	24	2894	34	5320
5	872	15	1705	25	3168	35	5624
6	935	16	1817	26	3361	36	5941

7	1001	17	1937	27	3565	37	6275
8	1073	18	2064	28	3780	38	6625
9	1148	19	2197	29	4005	39	6991

Значение относительной влажности φ, найденного описанными способами, может быть проверено по данным психометрической таблицы

4. Скорость движения воздуха измеряется с помощью крыльчатых или чашечных анемометров (Рис 3.4). Крыльчатый анемометр принимается для измерения скорости воздуха до 10 м/с, а чашечный – до 30м/с. Принцип действия анемометров обоих типов основан на том, что частоты вращения крыльчатки тем больше, чем больше скорость движения воздуха. Вращение крыльчатки передается на счетный механизм. Разница в показаниях до и после измерения, деленная на время наблюдения, показывает число делений в 1 с. Специальный тарировочный паспорт, предлагаемый к каждому прибору позволяет по вычисленной величине делений определить скорость движения воздуха.



Рис 3.4 Чашечный анемометр

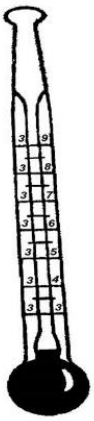


Рис. 3.5 Кататермометр

Скорость движения воздуха в интервале величин от 0.1 до 0.5 м/с можно определить с помощью кататермометра (Рис.3.5). Шаровой кататермометр представляет собой стартовый термометр с двумя резервуарами: шаровым внизу и цилиндрическим вверху. Шкала кататермометра имеет давление от 31 до 41 градуса. Для работы с этим прибором его предварительно нагревают на водяной бане, затем вытирают насухо и помещают в исследуемое место. По величине падения столба спирта в единицу времени на кататермометре при его охлаждении судят о скорости движения воздуха. Для измерения малых скоростей (от 0.03 до 5 м/с) при температуре в производственных помещениях не ниже 10С применяется термоанемометр. Это электрический прибор на полупроводниках, принцип его действия основан на измерении величины сопротивления датчика при изменении температуры и скорости движения воздуха.

Таблица 3.1

Значения относительной влажности

t_c °C	Разность показаний сухого и влажного термометров t_c - t_b °C									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Относительная влажность φ, %									
0	100	81	63	45	28	11				

1	100	83	65	48	32	16				
2	100	84	68	51	35	20				
3	100	84	69	54	39	24	10			
4	100	85	70	56	42	28	14			
5	100	86	72	58	45	32	19	6		
6	100	86	73	60	47	35	23	10		
7	100	87	74	61	49	37	26	14		
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7	
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11	
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5

Продолжение табл. 3.1

11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41

28	100	93	85	78	71	65	59	52	48	42
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44

Скорость движения воздуха V, м/с , при замере ее анемометром АСО-3 подсчитывается по формуле

$$V = an + b, \quad (3.7)$$

где n число делений в 1 с; $n = \frac{n_к - n_н}{t_{зам}}$; $n_н$ и $n_к$ – начальный и конечный отсчеты по анемометру; t зам – продолжительность замера по прибору.

При выполнении настоящего практического занятия рекомендуется использовать формулу:

$$V = 0{,}45n + 0{,}01$$

5. Гигиеническая оценка результатов расчета параметров микроклимата: производится по санитарным нормам, приведенным в ГОСТ 12.1.005-88.

Таблица 3.2

Оптимальные нормы температуры, относительно влажности и скорости движения воздуха по рабочей зоне производственных помещений

Период Года	Категория Работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха м/с не более
Холодный (температура наружного воздуха ниже +10°С)	Легкая – 1	22-24	40-60	0,1
	Легкая – 1б	21-23	40-60	0,1
	Средней тяжести – Па	18-20	40-60	0,2
		17-19	40-60	0,2
	Средней тяжести – Пб	16-18	40-60	0,3
	Тяжелая – III			

Теплый (температура наружного воздуха +10°С и выше)	Легкая – 1а	23-25	40-60	0,1
	Легкая – 1б	22-24	40-60	0,2
	Средней тяжести – Па	21-23	40-60	0,3
	Средней тяжести – Пб	20-22	40-60	0,3
	Тяжелая - III	18-20	40-60	0,4

Пример расчета:

Исходный данные: B_n= 87937 Па,$B_ш$ = -50 Па, t_c = 22 °С, t_c = 16 °С, $\Delta t = -\frac{10Па}{°С}$, $B_д$= +100 Па, $n_н$=6000, t зам= 200с, период года – теплый.

Решение:

1. Атмосферное давление на рабочем месте (при температурной поправке)

$$B_т = t_c * \Delta t = 22(-10) = -220\ Па$$

$$B = B_n + B_ш + B_т + B_д = 87837 - 50 - 220 + 110 = 87667\ Па.$$

2. Скорость движения воздуха по исходным данным, полученным при помощи анемометра АСО-3. При числе давлений в 1с

$$n = \frac{n_к - n_н}{t_{зам}} = 6040 - \frac{6000}{200} = 0{,}2\ дел/с$$

Скорость движения воздуха составляет;

$$V=0{,}45n + 0{,}01 = 0{,}45 * 0{,}2 + 0{,}01 = 0{,}10\ м/с$$

3. Относительная влажность воздуха по давлению водяного пара. При давлении насыщенного водяного пара при температуре сухого термометра Рн.с = 2644 Па и температуре влажного термометра Р н.в = 1817 Па и парциальном давлении водяного пара в воздухе:

$$P_{в.п} = P_{н.в} - C(t_c - t_в) * B = 1817 - 0{,}00074 * (22 - 16) * 87837 = 1427\ Па$$

относительная влажность воздуха:

$$\varphi = \frac{P_{в.п}}{P_{н.с}} 100 = \frac{1427}{2644} 100 = 54\%$$

3б. Относительная влажность воздуха по плотности (массе) водяного пара. При абсолютной влажности воздуха:

$$A = \frac{1000 * P_{в.п}}{461{,}5(273 + t_c)} = \frac{1000 * 1527}{461{,}5(273 + 22)} = 10{,}48 \text{ г/м}^3$$

И максимальной влажности воздуха:

$A_{max} = \frac{1000 * P_{н.с}}{461{,}5(273+t_c)} = \frac{1000*2644}{461{,}5(273+22)} = 19{,}42 \text{ г/м}^3$относительная влажность воздуха равна:

$$\varphi = \frac{A}{A_{max}} 100 = \frac{10{,}48}{19{,}42} 100 = 54\%$$

3в. Правильность произведенных подсчетов φ подтверждают данные таблицы. При разности показаний сухого и влажного термометров Тс – Тв = 22 – 16 = 6 ℃ относительная влажность воздуха φравна 54%

Варианты заданий

Для выполнения задания даются следующие показатели: отсчет по барометру Вп Температура воздуха по сухому (Тс) и влажному (Тв) термометрам психрометра, начальный (Nн) и конечный (Nк) отсчеты по анемометру, продолжительность замера скорости движения воздуха Тзам, период года (холодный, теплый) Для отсчета скорости движения воздуха использовать формулу

$$V = 0{,}45n + 0{,}01$$

Интенсивность теплового излучения на рабочем месте полагать равной 50 Вт/м^2. Числовые значения исходных данных приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Числовые значения поправок к барометру

вариант	Вв, Па	Вш, Па	$\Delta t, Па/°С$	Ва, Па	Тс, °С	Тв,°С	Nн	Nк	Т зам, °С	Период года
1	110146	-100	-10	+100	23	18	6000	6246	140	Холодный
2	105752	-100	-10	+100	22	16	6107	6138	155	То же
3	97989	+75	-10	+100	18	13	6357	6407	160	То же
4	90498	+25	-10	+100	17	11	6841	6909	170	То же
5	94232	+150	-10	+100	16	11	6944	7051	200	То же
6	103379	-50	-10	+100	24	17	6107	6387	150	Теплый
7	107509	-100	-10	+100	23	17	6305	6696	187	То же
8	89371	0	-10	+100	22	15	6421	6501	190	То же
9	94263	+150	-10	+100	20	15	6725	6830	175	То же
10	96946	+100	-10	+100	19	12	6100	6176	11	То же

Порядок выполнения работы

1. Расчет и оформление практической работы провести в соответствии с примером расчета. Варианты заданий определяются пр-ем.

2. Результаты расчетов микроклимата на рабочем месте в производственном помещении занести в таблицу.

Таблица 3.4

Пример заполнения таблицы

Температура воздуха		Относительная влажность %		Скорость движения воздуха	
Фактическая данная	Оптимальная по нормам	Фактическая рассчитанная	Оптимальная по нормам	Фактическая рассчитанная	Оптимальная по нормам

3. На основании полученных результатов определить категорию работ, в соответствии с периодом года.

4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под микроклиматом производственных помещений?
2. Опишите характер действия климатических факторов на организм человека.
3. В чем состоит нормирование воздействий климатических факторов на человека?
4. Как определяют давление, температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха?
5. Назовите способы и средства нормализации микроклимата на рабочих местах.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ И БОРЬБА С ИЗБЫТОЧНЫМ ТЕПЛОМ В ШАХТАХ

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Комфортные условия жизнедеятельности», и овладение методикой расчета тепловыделений в выработки глубоких шахт и выбора технических решений по борьбе с избыточным теплом.

Общие сведения. Климатические условия в подземных выработках, особенно в глубоких шахтах, как правило, отличаются от климатических условий на земной поверхности. Микроклимат горных выработок (т. е. действующее в них на организм человека сочетание температуры, влажности, скорости движения воздуха, его давления и температуры окружающих поверхностей) в значительной степени зависит от теплообменных процессов, происходящих на пути движения воздуха. Под воздействием этих процессов температура шахтного воздуха в выработках существенно повышается с увеличением глубины ведения горных работ.

Нагревание воздуха, движущегося по горным выработкам, происходит в результате:

- теплообмена между потоком шахтного воздуха и окружающим выработки массивом горных пород, т. е. охлаждения пород;
- естественного адиабатического сжатия воздуха при движении его вниз по вертикальным и наклонным выработкам;
- изменения содержания влаги в воздухе;
- теплообмена между воздухом и подземной водой, текущей по выработкам;
- окисления угля, угольной пыли, сульфидных руд, крепежного леса и некоторых других веществ;
- охлаждения отбитых и транспортируемых масс угля и породы;
- работы горных машин и механизмов;
- выделения тепла осветительными установками, электрическими кабелями, трубопроводами сжатого воздуха, телом человека, а также действия других второстепенных факторов.
- Вызванное перечисленными факторами приращение температуры шахтного воздуха (оС = К), может быть определено из выражения

$$\Delta t = \frac{\Sigma Q_i}{C_p \rho V}, \qquad (4.1)$$

где $\sum Q_i$ - суммарное количество теплоты, идущее на нагревание воздуха, кДж/ч; C_p - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м^3; V - объемный расход воздуха, м^3/ч.

Шахтный воздух уже при температуре свыше 25 °С оказывает отрицательное тепловое воздействие на физиологию и гигиену труда подземных рабочих. При задержке отдачи телом человека накопившегося в нем тепла возникает перегрев организма, осложняющий протекание жизненных процессов. Чрезмерный перегрев организма вызывает ухудшение самочувствия человека, приводит к серьезным заболеваниям (в наиболее тяжелых случаях - к

тепловому удару, или стрессу, или даже к смерти), увеличивает вероятность травматизма, снижает производительность труда.

Изменение температуры воздуха (и других параметров микроклимата) в подземных выработках оказывает влияние также на физико-механические свойства горных пород и на безопасное состояние сооружений и выработок.

Расчет выделения теплоты в выработки глубоких шахт ведется по следующим зависимостям.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород. Количество теплоты $Q_{охл}$, кДж/ч, выделяющееся вследствие охлаждения окружающих выработку горных пород, описывается уравнением Ньютона для конвективного теплообмена

$$Q_{охл} = K_{\tau} P l (t_{п} - t_{в}), \qquad (4.2)$$

где K_{τ} - коэффициент нестационарного теплообмена между массивом горных пород и воздухом, кДж/(м^2·ч·К) (рассчитывается по формуле, приводимой ниже); P и l - периметр и длина выработки, м; $t_{п}$ - естественная температура неохлажденных пород на данной глубине, (°С = K, расчет приводится ниже); $t_{в}$= $t_{пб}$ - допустимая температура воздуха в выработке, °С (принимается согласно Правилам безопасности).

Коэффициент K_{τ}, кДж/(м^2·ч·К) определяется по формуле

$$K_{\tau} = \frac{\lambda}{1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 R_э}} \cdot \left[\frac{1}{2R_э} + \frac{1}{\sqrt{\pi a \tau (1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 R_э})}} \right], \qquad (4.5)$$

где λ - коэффициент теплопроводности породы, кДж/(м·ч·К) (принимается по табл. 3.1); α_0 - суммарный коэффициент теплоотдачи от стен шахтной выработки к воздуху, кДж/(м^2·ч·К) (расчет ниже); $R_э$ - эквивалентный радиус выработки, м: $R_э = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 0.564\sqrt{S}$, a - коэффициент температуропроводности

породы, м^2/ч: $\alpha = \frac{\lambda}{c_п \cdot \rho_п}$ (принимается по табл. 3.1); $c_п$ - удельная теплоемкость породы, кДж/(кг·К) (принимается по табл. 3.1); $\rho_п$ - плотность породы, кг/м^3 (принимается по табл. 3.1); τ - расчетное время процесса теполообмена, ч (например, при длительности процесса теплообмена 4 года значение τ = 4·365·24 = = 35040 ч).

Таблица 4.0

Тепловая характеристика пород

Порода	ρ, кг/м^3	$c_п$, кДж/(кг·К)	λ, кДж/(м·ч·К)	a, м^2/ч
Песчаник (Центральный Донбасс)	2475	0,854	9,211	0,00436
Глинистые и песчанистые сланцы (там же)	2450	0,904	6,363	0,00287
Уголь (там же)	1225	1,184	1,051	0,00073
Бурый уголь (Челябинский бассейн)	1210	1,130	0,913	0,00067
Каменный уголь (Карагандинский бассейн)	1275	1,055	0,963	0,00072
Углистый сланец	1765	1,021	3,006	0,00167
Глинистый сланец	2433	0,992	3,354	0.00139
Змеевик	2690	0,950	5,694	0,00223
Гранит	2722	0,917	7,972	0.00319
Серный колчедан (Дегтярское месторождение)	4620	0,908	15,010	0,00358
Медный колчедан (там же)	4716	0,862	15,165	0,00373

Суммарный коэффициент теплоотдачи с поверхности горной выработки α_0, кДж/(м^2·ч·К), находится их выражения

$$\alpha_0 = \alpha_к + \alpha_и,$$

где $\alpha_к$ - конвективный коэффициент теплоотдачи от стен выработки к воздуху, кДж/(м^2·ч·К)

$$\alpha_к = 2{,}9 \cdot 4{,}1868 \frac{V^{0.8}}{Д_э^{0,2}} = 12{,}14 \frac{V^{0.8}}{Д_э^{0,2}}$$

где v - скорость движения воздуха в выработке, м/с; $Д_э$ - эквивалентный диаметр выработки, м: $Д_э = \frac{4S}{P}$; $\alpha_и$ - коэффициент, учитывающий испарения влаги с мокрых стен выработки, кДж/(м^2·ч·К)

$\alpha_и = 1{,}3\beta \cdot r$,

где β - коэффициент массоотдачи (коэффициент испарения), кг/(м^2·ч·К), принимается равным 0,01 - для стволов, 0,15 - для капитальных выработок, 0,03 - для лав; r - теплота парообразования воды, принимается r = 2256 кДж/кг.

Температура горных пород в массиве $t_п$, ºС, на заданной глубине H, м, от земной поверхности определяется по формулам:

$$t_п = h \cdot t_н + \frac{H - H_0}{Г_{ст}} \text{ или } t_п = h \cdot t_н + (H - H_0)\delta, \qquad (4.6)$$

где $t_п$ - температура пород нейтрального слоя (зоны с постоянной температурой пород) в данной местности; принимается примерно равной среднегодовой температуре воздуха на земной поверхности в данном районе, ºС; $t_н$ = 8,5; 2,5; 2,5; 3,0 °С для условий соответственно Донбасса, Кузбасса, Караганды и Мосбасса; H_0 - глубина (толщина) нейтрального слоя, м: H_0 = 20-40 м; $Г_{ст}$ - геотермическая ступень данного района, м/ºС: в среднем $Г_{ст}$ составляет для угольных месторождений 30–40 м/ ºС, рудных 50-140 м/ ºС, нефтяных 15-20 м/ ºС; δ - геотермический градиент, ºС/м.

2. Тепловыделение при сжатии воздуха. Количество теплоты $Q_{сж}$, кДж/ч, выделяющееся при движении воздуха вниз по вертикальным и наклонным выработкам, определяется выражением

$$Q_{сж} = 9{,}81 \cdot \rho \frac{V_в \cdot H}{1000} = 0{,}00981 \cdot \rho \cdot V_в \cdot H, \qquad (4.7)$$

где ρ - плотность воздуха, кг/м^3; $V_в$ - количество воздуха, проходящего по выработке (объемный часовой расход воздуха), м^3/ч: $V_в = 3600 \cdot v \cdot S$;

v - скорость движения воздуха в выработке, м/с; S - площадь поперечного сечения выработки, м^2; H - глубина расположения выработки, м; для наклонной выработки

$$H = l_н \cdot sin\,\psi, \tag{4.8}$$

где $l_н$ - длина наклонной выработки; ψ - угол наклона выработки, град.

3. Тепловыделение при окислительных процессах. Количество теплоты $Q_{ок}$, кДж/ч, образующееся при окислении угля, угленосных сланцев, сульфидных руд и древесины, подсчитывается по формуле А. Ф. Воропаева

$$Q_{ок} = q_{ок} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l, \tag{4.9}$$

где $q_{ок}$ - тепловыделение в результате окислительных процессов, приведенное к скорости движения воздуха в выработке, V = 1 м/с, кДж/(м^2·ч); $q_{ок}$ можно принимать равным 12-21 кДж/(м^2·ч).

4. Тепловыделение от местных источников. К местным источникам теплоты относят электродвигатели, трансформаторы, светильники, электрические кабели, трубопроводы сжатого воздуха, пневматические двигатели, другие тепловыделяющие машины, механизмы и устройства, а также работы, производимые с применением бетона на участке выработки или в призабойной зоне, когда тепло выделяется при его отвердении.

Расчетные формулы для определения количества теплоты от местных источников имеют следующий вид:

4.1. Тепловыделение при работе ***электродвигателей*** горных машин и освещения $Q_{эд}$, кДж/ч

$$Q_{эд} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot k_з}{\eta_э}, \tag{4.10}$$

где $N_{потр}$ - потребляемая мощность электродвигателей и осветительных установок, кВт; $k_з$ - коэффициент загрузки оборудования во времени: $k_з$ = 0,8; $\eta_э$ - к. п. д. электродвигателя: $\eta_э$ = 0,95.

4.2. Тепловыделение в выработку (ствол, уклон, бремсберг и др.) при эксплуатации ***лебедок*** $Q_л$, кДж/ч:

- при подъеме груза лебедкой $Q_{лп} = 3600 \cdot N_л \cdot k_з(1 - \eta_м)$;

- при спуске груза лебедкой $Q_{лс} = 3600 \cdot N_л \cdot k_з$.

где $N_л$ - установленная мощность электродвигателя лебедки, кВт; $\eta_м$ - механический к. п. д.: $\eta_м = 0,8$.

4.3. Тепловыделение при работе ***трансформатора*** $Q_{тр}$, кДж/ч

$$Q_{тр} = 3600 \cdot N_{тр} \cdot p_{тр}, \quad (4.11)$$

где $N_{тр}$ - мощность трансформатора, кВт; $p_{тр}$ - тепловые потери трансформатора: $p_{тр} = 0,04 \div 0,05$.

4.4. Тепловыделение при затвердевании монолитной ***бетонной крепи*** $Q_б$, кДж/ч

$$Q_б = q_б \cdot P \cdot l_ц, \quad (4.12)$$

где $q_б$ - удельное выделение теплоты при отвердевании бетона, кДж/(м^2·ч); принимается $q_б = 200 \div 400$ кДж/(м^2/ч); P - периметр выработки, м; $l_ц$ - длина участка бетонирования, контактирующего с вентиляционной струей за один цикл проходки, м.

4.5. Тепловыделение при ***взрыве ВВ***. В выработке большого сечения при использовании более 100 кт ВВ тепловыделение при взрыве $Q_{взр}$, кДж/ч, рассчитывается по формуле

$$Q_{взр} = 0,8 \cdot q_{взр} \cdot m_з, \quad (4.13)$$

где $q_{взр}$ - удельное тепловыделение при взрыве 1 кг ВВ, кДж/кт; $m_з$ - масса заряда, кг.

Таблица 4.1

Рекомендуемые значения $q_{взр}$ для применяемых ВВ

Аммонит ПЖВ-20	3360		Аммонит АП-5ЖВ	3780

Угленит Э-6	2570		Аммонит скальный №1	5400
Победит ВП-4	3810		Аммонит № 6 ЖВ	4290
Аммонит АП-4ЖВ	3560		Игданит	3790

4.6. Тепловыделение при работе шахтных ***вентиляторов*** происходит в результате работы электродвигателя, внутренних потерь энергии в вентиляторе и аэродинамического сжатия воздуха. Количество теплоты $Q_{вен}$, кДж/ч, поступающее в выработку при работе вентилятора, выражается формулой

$$Q_{вен} = 3600 \cdot V_{вс} \frac{h_в}{1000\eta_{ву}} = 3{,}6 \cdot V_{вс} \frac{h_в}{\eta_{ву}}, \quad (4.14)$$

где $V_{вс}$ - количество воздуха, проходящего по выработке (секундный расход), м^3/с; $h_в$ - депрессия выработки, Па;

$$h_в = \alpha_в \cdot P \cdot l \frac{v^2}{S}, \quad (4.15)$$

где $\alpha_в$ - коэффициент аэродинамического сопротивления трения выработки, Н·с^2/м^4 = Па· с^2/м^2; P, l, S - периметр, длина и площадь поперечного сечения выработки, м, м, м^2; v - средняя скорость движения воздуха по выработке, м/с;

$$\eta_{ву} = \eta_в \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_п, \quad (4.16)$$

$\eta_в$ = 0,6÷0,8; $\eta_{дв}$ = 0,85÷0,95 и $\eta_п$ - к. п. д. соответственно вентиляторной установки, вентилятора, двигателя и редукторной ($\eta_п$ = 1) или ременной ($\eta_п$ = = 0,9÷0,95) передач.

Подставляя (4.15) в (4.16) и учитывая, что

$$V_{вс} = v \cdot S \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.17)$$

получим (кДж/ч)

$$Q_{вен} = 3{,}6 \cdot \alpha_в \cdot P \cdot l \frac{v^3}{\eta_{ву}}. \quad (4.18)$$

4.7. Тепловыделение при работе ***людей*** $Q_л$, кДж/ч

$$Q_л = q_л \cdot n_л, \quad (4.19)$$

где $q_л$ - количество теплоты, выделяемое работающим человеком, кДж/ч·чел $q_л$ = 1050÷2500 кДж/ч·чел.; $n_л$ - число одновременно работающих людей в выработке.

5. Общее тепловыделение в выработку $Q_{общ}$, кДж/ч, находится суммированием всех частных выделений теплоты

$$Q_{общ} = \sum_{i=1}^{n} Q_i \quad (4.20)$$

Способы искусственного охлаждения шахтного воздуха

Целью искусственного охлаждения шахтного воздуха является отвод определенного («излишнего») количества теплоты от него при помощи охлаждающего вещества. Тепло от воздуха можно отвести путем соприкосновения последнего с какой-либо холодной поверхностью или путем смешения его с газообразной струей, имеющей температуру ниже температуры воздуха.

Борьба с избыточным выделением теплоты в горные выработки ведется по нескольким направлениям:

- предохранение воздуха от нагревания при его движении к местам потребления;
- охлаждение воздуха без применения специальных холодильных машин;
- охлаждение воздуха с применением холодильных машин (кондиционирование).

Способы предупреждения нагревания шахтного воздуха включают в себя следующее:

- увеличение количества подаваемого в выработки воздуха путем повышения мощности вентиляторных установок, увеличения скорости движения воздуха, расширения сечений воздухоподающих выработок;

- замена машин с электроприводам машинами с пневматическим приводом;
- тепло- и гидроизоляция стен выработок;
- теплоизоляция и тщательное уплотнение воздухоподающих трубопроводов;
- предупреждение возникновения интенсивных окислительных процессов;
- сокращение пути движения воздуха к местам потребления путем выбора соответствующей схемы проветривания, проведения дополнительных выработок и скважин;
- подача воздуха к местам потребления по специально пройденным выработкам, где скорость движения воздуха может быть существенно увеличена;
- замена восходящего проветривания очистных выработок нисходящим проветриванием (при соблюдении соответствующих требований ПБ).

Для предотвращения нагревания воздуха без применения холодильных машин используются следующие способы:

- осушение воздуха сорбентами, т. е. веществами, способными поглощать влагу из воздуха (например, хлористым кальцием);
- охлаждение воздуха льдом;
- охлаждение воздуха жидким воздухам, при испарении которого поглощается значительное количество теплоты;
- охлаждение воздуха сжатым воздухам (например, от пневмо-кондиционеров);
- охлаждение воздуха водой: путем непосредственного соприкосновения охлаждающей воды с воздухом либо через поверхность труб, где воздух охлаждается в специальных теплообменниках;

- пропускание воздуха через тепловыравнивающие каналы путем подвода воздуха к стволу по горизонтальным выработкам, пройденным на глубине среднегодовой температуры.

Наиболее эффективным является искусственное охлаждение воздуха в системах кондиционирования: в компрессорных и абсорбционных холодильных установках. Холодильные установки бывают передвижные и стационарные. Передвижные установки предназначены для охлаждения воздуха в тупиковых выработках или в отдаленных очистных забоях. Стационарные установки располагаются как на земной поверхности, так и в подземных условиях.

Хладопроизводительность (холодильная мощность) **отечественных шахтных холодильных агрегатов и кондиционеров составляет:**

- передвижных кондиционеров ВК-230 - 230 кВт, КПШ-3 – 105 кВт, КПШ-40 - 47 кВт, КПШ-40П с пневмоприводом - 52 кВт;
- турбокомпрессионных холодильных машин ШХТМ-1300 - 1500 кВт, ХТМФ-235М-2000 - 2325 кВт, ХТМФ-248-4000 - 4650 кВт;
- поршневой холодильной машины МФ-220-1РШ - 255 кВт;
- абсорбционной холодильной машины АБХА-2500-2В – 2800 кВт.

Для стационарной работы на поверхности используются машины ХТМФ-235-2000, ХТМФ-248-4000, АБХА-2500-2В, а машины ШХТМ-1300 и МФ-220-1РШ устанавливаются на глубоких горизонтах.

Охлаждение шахтного воздуха с применением холодильных машин становится необходимым, когда общее тепловыделение в выработку $Q_{общ}$ превышает тепловыделение в нее, допускаемое Правилами безопасности, $Q_{пб}$, т. е. при условии

$$Q_{общ} > Q_{пб}.$$

Поскольку эти количества теплоты описываются формулами:

$Q_{общ} = c_р \cdot \rho \cdot V_{теп} \cdot (t_{пб} - t_н)$ и $Q_{пб} = c_р \cdot \rho \cdot V_в \cdot (t_{пб} - t_н)$,

то критерий необходимости кондиционирования воздуха в выработке может быть записан в виде соотношения

$$V_{теп} > V_в,$$

где $V_{теп}$ - количество воздуха, которое необходимо подать в выработку по тепловому фактору без охлаждения воздуха, м^3/ч;

$$V_{теп} = \frac{Q_{общ}}{c_р \cdot \rho \cdot \Delta t'} \quad (4.21)$$

где $c_р$ - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К) $c_р$ = 0,241 ккал/(кг·К)·4,1868 кДж/ккал = 1,009 кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м^3; Δt - перепад температур между выходящим (отработанным) и входящим (свежим) воздухам, проходящим по выработке, К (°С):

для стволов $\Delta t = t_в - t_н$, для подземных выработок $\Delta t = t_п - t_в$.

При необходимости кондиционирования воздуха следует выбрать тип кондиционера, рассчитать потребное количество кондиционеров и проверить правильность их установки.

Требуемая хладопроизводительность кондиционера $N_к'$, кВт, находится по формуле

$$N_к^/ = \frac{c_h \cdot \rho \cdot V_d (t_н - t_{пб})}{3600} \quad (4.22)$$

К установке принимают кондиционер хладопроизводительностью

$$N_К \geq N_К^/$$

При установке кондиционера в выработке (обычно одного) температура смеси за кондиционером $t_{см}$, °С (=К), определяется соотношением

$$t_{см} = t_п - 3600\frac{N_К}{C_р \cdot \rho \cdot V_в} \quad (4.23)$$

Достаточность установки кондиционера проверяется по условию

$$t_{см} < t_в$$

Если $t_{см} > t_в$, то необходимо установить более мощный кондиционер.

Пример расчета. Исходные данные:

выработка - ствол шахты,

$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 38{,}5$ м^2,

$r_э = 3{,}5$ м,

$d = d_э = 7$ м,

$P = \pi \cdot d = 22$ м,

$l = H = 1200$ м,

$\alpha = 0^o$,

$H_0 = 20$ м,

$\delta = \frac{1}{\Gamma_{ст}} = 0{,}035$ м/^{o}C,

порода - песчаник,

$\rho_п = 2400$ кг/м^3,

$c_п = 0{,}858$ кДж/(кг·К),

$\lambda = 9{,}21$ кДж/(м·ч·К),

$a = \frac{\lambda}{c_п \cdot \rho_п} = 0{,}00477$ м^2/ч,

v = 2 м/с,

$\tau = 7$ лет $= 7 \cdot 365 \cdot 24 = 61320$ ч,

$t_н = 8{,}5$ ^{o}C,

$t_в = t_{пб} = 24$ ^{o}C,

$N_{потр} = 100$ кВт,

$N_п = 90$ кВт,

$\alpha_б = 0{,}0040$ кгс·с^2/м^4 =

$= 0{,}0392$ Па· с^2/м^2,

$N_{тр} = 100$ кВт,

$n = 7$ человек.

Для обеспечения возможности выполнения расчета тепловыделений по приведенным выше формулам принимаем дополнительно следующие данные (параметры):

$\beta = 0{,}01$ кг/(м^2·ч·К),

$r = 2256$ кДж/кг,

$\rho = 1{,}25$ кг/м^3,

$q_{ок} = 16$ кДж/(м^2·ч),

$\kappa_з = 0{,}8$,

$\eta_{дв} = 0{,}95$,

$P_{тр} = 0{,}05$,

$q_б = 200$ кДж/(м^2·ч),

$l_ц = 5$ м,

$q_п = 2000$ кДж/(ч·чел),

$\eta_{ву} = \eta_у \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_п = 0{,}7 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}95 = 0{,}56$,

$c_р = 1{,}009$ кДж/(кг·К).

Подсчитываем количества теплоты, выделяющиеся в выработку.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород

$$\alpha_k = 12.4 \cdot \frac{V^{0.8}}{d_э{}^{0.2}} = 12.4 \cdot \frac{2^{0.8}}{7^{0.2}} = 14.32, \text{кДж/(м}^2\text{·ч·К;}$$

$$\alpha_и = 1.3 \cdot \beta \cdot r = 1{,}3 \cdot 0{,}001 \cdot 2256 = 29{,}33, \text{ кДж/(м}^2\text{·ч·К);}$$

$$\alpha_0 = \alpha_k + \alpha_и = 14{,}32 + 29{,}33 = 43{,}65, \text{ кДж/(м}^2\text{·ч·К);}$$

$$K_т = \frac{\frac{\lambda}{1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_э}}}{} \cdot \left[\frac{1}{2R_э} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot a \cdot \tau}\left(1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_э}\right)}\right] =$$

$$\frac{9{,}211}{1+\frac{9{,}211}{2 \cdot 43{,}65 \cdot 3{,}5}} \cdot \left[\frac{1}{2 \cdot 3{,}5} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot 0{,}00447 \cdot 61320}\left(1+\frac{9{,}211}{2 \cdot 43{,}65 \cdot 3{,}5}\right)}\right] = 1{,}57,$$

кДж/(м^2·ч·К);

$$t_п = t_Н + (H - H_0)\delta = 8{,}5 + (1200 - 20)0{,}035 = 50\ °C;$$

$$Q_{охл} = K_т \cdot P \cdot l(t_п - t_в) = 1{,}57 \cdot 22 \cdot 1200(50 - 24) = 107764 \text{ кДж/ч.}$$

2. Тепловыделение при сжатии шахтного воздуха

$$V_и = 3600 \cdot v \cdot S = 3600 \cdot 2 \cdot 38{,}5 = 277200 \text{ м}^3\text{/ч;}$$

$$Q_{сж} = 0{,}00981 \cdot \rho \cdot V_В \cdot H = 0{,}00981 \cdot 1.25 \cdot 277200 \cdot 1200 = 4078998$$

кДж/ч.

3. Тепловыделение при окислительных процессах

$$Q_{ок} = q_{ок} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l = 16 \cdot 2^{0,8} \cdot 22 \cdot 1200 = 735441 \text{ кДж/ч.}$$

4. Тепловыделение от местных источников:

- при работе электродвигателей горных машин и освещения

$$Q_{ЭД} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot K_з}{\eta_{ДВ}} = \frac{3600 \cdot 100 \cdot 0{,}8}{0{,}95} = 303158 \text{ кДж/ч;}$$

- при спуске груза лебедкой

$$Q_{ЛС} = 3600 \cdot N_п \cdot K_з = 3600 \cdot 90 \cdot 0{,}8 = 259200 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе трансформатора

$$Q_{ТР} = 3600 \cdot N_{ТР} \cdot P_{ТР} = 3600 \cdot 100 \cdot 0{,}5 = 18000 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе шахтных вентиляторов

$$Q_{ВБН} = 3{,}6 \cdot \alpha_В \cdot P \cdot l \frac{V^3}{\eta_{ВУ}} = 3{,}6 \cdot 0{,}0392 \cdot 22 \cdot 1200 \frac{2^3}{0{,}565} = 52751 \text{ кДж/ч;}$$

- при затвердевании монолитной бетонной крепи

$$Q_б = q_б \cdot P \cdot l_ц = 200 \cdot 22 \cdot 5 = 22000 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе людей

$$Q_Л = q_л \cdot n_л = 2000 \cdot 7 = 14000 \text{ кДж/ч.}$$

5. Общее тепловыделение в ствол

$$Q_{общ} = \sum_{i-1}^{n} Q_i = Q_{охл} + Q_{сж} + Q_{ок} + Q_{эд} + Q_{лс} + Q_{тр} + Q_{вен} + Q_б + Q_л = 1077648 + 4078998 + 735441 + 303158 + 259200 + 18000 + 52751 + 22000 + 14000 = 6561196$$

кДж/ч.

Находим количество воздуха, необходимое для проветривания выработки по тепловому фактору без охлаждения воздуха

$$V_{теп} = \frac{Q_{общ}}{C_р \cdot \rho (t_{пб} - t_Н)} = \frac{6561196}{1{,}009 \cdot 1{,}25(24-8{,}5)} = 335611 \text{ м}^3\text{/ч.}$$

Проверяем условие достаточности расхода воздуха по тепловому фактору $V_{теп} \langle V_в$.

В рассматриваемом случае это условие не выполняется, так как

$$V_{теп} = 335611 < V_В = 277200$$

Следовательно, требуется искусственное охлаждение воздуха при помощи холодильных машин.

Определяем требуемую хладопроизводительность холодильной машины

$$N_к = \frac{C_р \cdot \rho \cdot V_В (t_П - t_{пб})}{3600} = \frac{1{,}009 \cdot 1{,}25 \cdot 277200(50-24)}{3600} = 2525 \text{ кВт.}$$

Принимаем $N_к$ = 2550 кВт. Температура смеси теплого и охлажденного воздуха за кондиционером составит

$$t_{см} = t_п - \frac{3600 \cdot N_k}{c_р \cdot \rho \cdot V_В} = 50 - \frac{3600 \cdot 2550}{1{,}009 \cdot 1{,}25 \cdot 277200} = 23{,}7$$

что удовлетворяет требованиям ПБ.

Варианты заданий

Перечень вариантов заданий к расчету тепловыделений в горные выработки приведен в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Исходные данные для расчетов тепловыделений

	Величины	Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Выработка	Штрек		Уклон		Квершлаг		Бремберг		Ствол	
2	S, м^2	8	10	7	6	12	14	10	12	44,2	33,2
3	P, м	11,8	13,2	11,0	10,2	14,4	15,6	13,2	14,4	23,6	20,4
4	L, м	900	1000	300	500	700	600	1000	900	1100	1200
5	α, °	6	8	40	50	10	8	15	20	90	90
6	H, м	800	900	600	700	1000	800	1200	1500	1100	1200

Продолжение табл. 4.2

7	H_0, м	20	21	22	23	24	25	30	35	28	30
8	$\Gamma_{ст}$, м/°С	30	25	26	27	31	29	32	28	34	27
9	Порода	Бурый уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Песчаник	Песчаник	Каменный уголь	Каменный уголь	Глинистый и песчанистый сланец	Песчаник
10	V, м/с	0,5	0,75	1,0	1,5	1,0	2,0	1,5	2,0	1,0	0,5
11	τ, м/с	3	2	6	8	5	9	10	7	6	4
12	$t_н$, °С	8,5	2,5	3,0	2,5	7,5	8,3	7,9	4,2	8,0	7,5
13	$t_в = t_{пб}$, °С	24	23	20	25	23	25	24	26	24	23
14	$N_{потр}$, кВт	70	60	50	40	100	90	50	50	100	100
15	$N_л$, кВт	-	-	50	50	-	-	-	-	-	100

16	$N_{тр}$, кВт	5	10	-	-	5	5	5	5	10	10
17	$\alpha_в$, Па·с^2/м^2	0,017	0,019	0,018	0,016	0,015	0,014	0,013	0,020	0,049	0,049
18	$n_л$, чел.	7	6	3	3	6	5	6	6	5	8

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте климатические условия в горных выработках глубоких шахт.

2. Как осуществляется теплоотдача тела человека в окружающую среду?

3. Какой микроклимат в выработках глубоких шахт считается допустимым?

4. Перечислите виды (формы) нагревания воздуха, движущегося по горным выработкам.

5. Как выполняется тепловое кондиционирование воздуха в горных выработках?

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. ЦВЕТА СИГНАЛЬНЫЕ И ЗНАКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Цель работы – ривить практические навыки в применении сигнальных цветов и знаков безопасности; изучить назначение, характеристики и порядок применения сигнальных цветов и знаков безопасности.

Теоретические положения.

Для предупреждения многих несчастных случаев на производстве и в быту эффективным средством является цветовое оформление машин, приборов, помещений и рациональное применение сигнальных цветов и знаков безопасности, которые устанавливает ГОСТ Р 12.4.026–01 [1].

Различают прямое психологическое воздействие цвета на челове- ка, вызывающее, например, чувство радости или печали, создающее впе- чатление легкости или тяжести какого-либо предмета, удаленности или близости его, и вторичное воздействие, связанное с ассоциациями. Напри- мер, красный, оранжевый и желтый цвета ассоциируются с огнем, солн- цем, т. е. теплом. Такие цвета создают впечатление тепла и называются те- плыми цветами. Белый, голубой, зеленый и некоторые другие цвета ассо- циируются с холодом и называются холодными цветами.

Сигнальные цвета применяются для окраски поверхностей конст- рукций, приспособлений и элементов производственного оборудования, которые могут служить источником опасности для работающих.

ГОСТом установлены красный, желтый, зеленый и синий сигналь- ные цвета. Для усиления контраста сигнальных цветов они применяются на фоне контрастных цветов. Контрастные цвета применяются также для выполнения символов и поясняющих надписей.

Красный сигнальный цвет применяется: для запрещающих знаков; надписей и символов на знаках пожарной безопасности, обозначений от-

ключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных; внутренних поверхностей открывающихся кожухов и корпусов, ограждающих движущиеся элементы механизмов и машин и их крышек; рукояток кранов аварийного сброса давления; корпусов масляных выключателей, находя- щихся в рабочем состоянии под напряжением, и обозначения пожарной техники.

Желтый сигнальный цвет используется: для предупреждающих знаков элементов строительных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм (низкие балки, выступы и перепады в полости пола, малозаметные ступени, пандусы), мест, в которых существует опасность падения, сужений проездов, колонн, стоянок и опор производствен- ного оборудования (открытые движущиеся части оборудования); кромок штампов, прессов, ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте, и т. п. элементов внутрицехового и межцехового транспорта, подъемно-транспортного оборудования и строительно-дорожных машин, кабин и ограждений кранов, боковых поверхностей электрокаров, погрузчиков, тележек и постоянных и временных ограждений или элементов ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, у проемов, ям, котлованов, выносных площадок, постоянных и временных ограждений лестниц, перекрытий строящихся зданий; балконов и других мест, где возможно падение с высоты, емкостей, содержащих вещества с опасными и вредными свойствами, на которые предупреждающую окраску наносят в виде полосы шириной 50–100 мм в зависимости от размещения емкости; границ подходов к эвакуационным или запасным выходам.

Зеленый сигнальный цвет применяется для предписывающих знаков дверей и светового табло эвакуационных или запасных выходов, сигнальных ламп.

Синий сигнальный цвет используется для указательных знаков. Символ на знаках безопасности – это простое, всем понятное изображение характера опасности, мер предосторожности, инструктивных указаний или информации

по безопасности. Знаки должны быть установлены в местах, пребывание в которых связано с возможной опасностью для работающих, а также на производственном оборудовании, являющемся источником такой опасности. Знаки безопасности, устанавливаемые на воротах и входных дверях помещений, обозначают, что зона их действия – все помещение. При необходимости ограничения зоны действия знака приводятся соответствующие указания с вышеуказанным ГОСТом. Они контрастно выделются на окружающем их фоне и находятся в поле зрения людей, для которых предназначены. На местах и участках, являющихся временно опасными, устанавливаются переносные знаки и временные ограждения, окрашенные в сигнальный цвет. Всего предусмотрено четыре группы знаков безопасности:

1 запрещающий (в виде круга);

2 предупреждающий (в виде треугольника);

3 предписывающий (в виде квадрата);

4 указательный (в виде вертикального прямоугольника).

Для более полного усвоения формы символов на знаках и мест их установки следует дополнительно изучить раздел 3 ГОСТ Р 12.4.026-01 [1]. Для этого ниже дается необходимая выдержка из данного ГОСТа.

Стандарт не распространяется:

- на цвета, применяемые для световой сигнализации всех видов транспорта, транспортных средств и дорожного движения;
- цвета, знаки и маркировочные щитки баллонов, трубопроводов, емкостей для хранения и транспортирования газов и жидкостей;
- дорожные знаки и разметку, путевые и сигнальные знаки железных дорог, знаки для обеспечения безопасности движения всех видов транспорта (кроме знаков безопасности для подъемно-транспортных меха- низмов, внутризаводского, пассажирского и общественного транспорта);
- знаки и маркировку опасных грузов, грузовых единиц, требующих специальных условий транспортирования и хранения;

- знаки для электротехники.

Назначение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки состоит в обеспечении однозначного понимания определенных требований, касающихся безопасности, сохранения жизни и здоровья людей, снижения материального ущерба без применения слов или с их минимальным количеством.

Сигнальные цвета, знаки безопасности и сигнальную разметку следует применять для привлечения внимания людей, находящихся на производственных, общественных объектах и в иных местах, к опасности, опасной ситуации, предостережения в целях избегания опасности, сообщения о возможном исходе в случае пренебрежения опасностью, предписания или требования определенных действий, а также для сообщения необходимой информации.

Применение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки на производственных, общественных объектах и в иных местах не заменяет необходимости проведения организационных и технических мероприятий по обеспечению условий безопасности, использования средств индивидуальной и коллективной защиты, обучения и инструктажа по технике безопасности.

Размещение (установку) знаков безопасности на оборудовании, машинах, механизмах должна проводить организация-изготовитель. При необходимости дополнительное размещение (установку) знаков безопасности на оборудовании, машинах, механизмах, находящихся в эксплуатации, проводит эксплуатирующая их организация.

Графические символы и поясняющие надписи на знаках безопасности отраслевого назначения, не предусмотренные настоящим стандартом, необходимо устанавливать в отраслевых стандартах, нормах, правилах с соблюдением требований настоящего стандарта.

Назначение и правила применения сигнальных цветов.

Стандарт устанавливает следующие сигнальные цвета: красный, желтый, зеленый, синий. Для усиления зрительного восприятия цветографических изображений знаков безопасности и сигнальной разметки сигнальные цвета следует применять в сочетании с контрастными цветами – белым или черным. Контрастные цвета необходимо использовать для выполнения графических символов и поясняющих надписей.

Сигнальные цвета необходимо применять:

- для обозначения поверхностей, конструкций (или элементов конструкций), приспособлений, узлов и элементов оборудования, машин, механизмов и т. п., которые могут служить источниками опасности для лю- дей, поверхности ограждений и других защитных устройств, систем бло- кировок и т. п.;
- обозначения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов;
- знаков безопасности, сигнальной разметки, планов эвакуации и других визуальных средств обеспечения безопасности;
- светящихся (световых) средств безопасности (сигнальные лампы, табло и др.);
- обозначения пути эвакуации.

Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета установлены в табл. 5.0.

Красный сигнальный цвет следует применять:

- для обозначения отключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных;
- внутренних поверхностей крышек (дверец) шкафов с открытыми токоведущими элементами оборудования, машин, механизмов и т. п. (если оборудование, машины, механизмы имеют красный цвет, то внутренние поверхности крышек (дверец) должны быть окрашены лакокрасочными

материалами желтого сигнального цвета);

- рукояток кранов аварийного сброса давления;

- корпусов масляных выключателей, находящихся в рабочем состоянии под напряжением;

- обозначения различных видов пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов, требующих оперативного опознания (пожарные машины, наземные части гидрант-колонок, огнетушители, баллоны, устройства ручного пуска систем (установок) пожарной автоматики, средств оповещения, телефоны прямой связи с пожарной охраной, насосы, пожарные стенды, бочки для воды, ящики для песка, а также ведра, лопа- ты, топоры и т. п.);

- окантовки пожарных щитов белого цвета для крепления пожарного инструмента и огнетушителей. Ширина окантовки – 30–100 мм (допускается выполнять окантовку пожарных щитов в виде чередующихся наклонных под углом 45–60° полос красного сигнального и белого контра- стного цветов);

- орнаментовки элементов строительных конструкций (стены, колонны) в виде отрезка горизонтально расположенной полосы для обозначения мест нахождения огнетушителя, установки пожаротушения с ручным пуском, кнопки пожарной сигнализации и т. п. Ширина полос – 150–300 мм. Полосы должны располагаться в верхней части стен и колонн на высоте, удобной для зрительного восприятия с рабочих мест, проходов и т. п. В состав орнаментовки, как правило, следует включать знак пожарной безопасности с соответствующим графическим символом средства противопожарной защиты;

- сигнальных ламп и табло с информацией, извещающей о нару- шении технологического процесса или нарушении условий безопасности:

«Тревога», «Неисправность» и др.;

- обозначения захватных устройств промышленных установок и промышленных роботов;

Таблица 5.0

Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета

Сигнальный цвет	Смысловое значение	Область применения	Контрастный цвет
Красный	Непосредственная опасность Аварийная или опасная ситуация Пожарная техника, средства противо-пож. защиты, их элементы	Запрещение опасного поведения или действия.Обозначение непо-средственной опасности Сообщение об аварийном отключении или аварийном состоянии оборудования (техноло- гического процесса) Обозначение и определение мест нахождения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов	Белый
Желтый	Возможная опас-ность	Обозначение возможной опасно- сти, опасной ситуации. Преду- преждение о возможной опасно-сти	Черный
Зеленый	Безопасность, безопасные усло-вия	Сообщение о нормальной работе оборудования, нормальном со- стоянии технологического про-цесса	Белый
	Помощь, спасение	Обозначение пути эвакуации, аптечек, кабинетов, средств по оказанию первой медицинской помощи	
Синий	Предписание во избежание опасно-сти	Требование обязательных дейст- вий в целях обеспечения безо-пасности	Белый
	Указание	Разрешение определенных дей-ствий	

- обозначения временных ограждений или элементов временных ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, участков, территорий, ям, котлованов, временных ограждений мест химического, бактериологического и радиационного загрязнения, а также ограждений других мест, зон, участков, вход на которые временно запрещен.

Поверхность временных ограждений должна быть целиком окра- шена красным сигнальным цветом или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы красного сигнального и белого контрастного цветов. Ширина полос – 20–300 мм при соотношении ширины полос крас- ного и белого цветов от 1:1 до 1,5:1,0;

- запрещающих знаков безопасности и знаков пожарной безопасности.

Не допускается использовать красный сигнальный цвет:

- для обозначения стационарно устанавливаемых средств противопожарной защиты (их элементов), не требующих оперативного опознания (пожарные извещатели, пожарные трубопроводы, оросители установок пожаротушения и т. п.);

- на пути эвакуации во избежание путаницы и замешательства (кроме запрещающих знаков безопасности и знаков пожарной безопасности).

Желтый сигнальный цвет следует применять:

а) для обозначения элементов строительных и иных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм работающими: низких балок, выступов и перепадов в плоскости пола, малозаметных ступеней, пандусов, мест, в которых существует опасность падения (кромки погрузочных платформ, грузовых поддонов, неогражденных площадок, люков, проемов и т. д.), сужений проездов, малозаметных распорок, узлов, колонн, стоек и опор в местах интенсивного движения внутризаводского транспорта и т. д.;

б) обозначения узлов и элементов оборудования, машин и механизмов, неосторожное обращение с которыми представляет опасность для людей:

открытых движущихся узлов, кромок оградительных устройств, не полностью закрывающих движущиеся элементы (шлифовальные круги, фрезы, зубчатые колеса, приводные ремни, цепи и т. п.), ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте, а также постоянно подвешенных к потолку или стенам технологической арматуры и механизмов, выступающих в рабочее пространство;

в) обозначения опасных при эксплуатации элементов транспортных средств, подъемно-транспортного оборудования и строительно-дорожных машин, площадок грузоподъемников, бамперов и боковых поверхностей электрокаров, погрузчиков, тележек, поворотных платформ и боковых поверхностей стрел экскаваторов, захватов и площадок автопогрузчиков, рабочих органов сельскохозяйственных машин, элементов грузоподъемных кранов, обойм грузовых крюков и др.;

г) подвижных монтажных устройств, их элементов и элементов грузозахватных приспособлений, подвижных частей кантователей, траверс, подъемников, подвижных частей монтажных вышек и лестниц;

д) внутренних поверхностей крышек, дверец, кожухов и других ограждений, закрывающих места расположения движущихся узлов и элементов оборудования, машин, механизмов, требующих периодического доступа для контроля, ремонта, регулировки и т. п.

Если указанные узлы и элементы закрыты съемными ограждениями, то окрашиванию лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета подлежат сами движущиеся узлы, элементы и (или) поверхности смежных с ними неподвижных деталей, закрываемые ограждениями;

е) постоянных ограждений или элементов ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, участков, территорий: у проемов, ям, котлованов, выносных площадок, постоянных ограждений лестниц, балконов, перекрытий и других мест, в которых возможно падение с высоты.

Поверхность ограждения должна быть целиком окрашена

лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов.

Ширина полос – 20–300 мм при соотношении ширины полос желтого и черного цвета от 1:1 до 1,5:1,0;

ж) обозначения емкостей и технологического оборудования, содержащих опасные или вредные вещества.

Поверхность емкости должна быть целиком окрашена лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов.

Ширина полос – 50–300 мм в зависимости от размера емкости при соотношении ширины полос желтого и черного цвета от 1:1 до 1,5:1,0;

з) обозначения площадей, которые должны быть всегда свободными на случай эвакуации (площадки у эвакуационных выходов и подходы к ним, возле мест подачи пожарной тревоги, возле мест подхода к средствам противопожарной защиты, средствам оповещения, пунктам оказания первой медицинской помощи, пожарным лестницам и др.).

Границы этих площадей должны быть обозначены сплошными линиями желтого сигнального цвета, а сами площади – чередующимися наклонными под углом 45–60° полосами желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина линий и полос – 50 – 100 мм;

и) предупреждающих знаков безопасности.

На поверхность объектов и элементов, перечисленных в а) и в), допускается наносить чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина полос – 50– 300 мм в зависимости от размера объекта и расстояния, с которого должно быть видно предупреждение.

Если оборудование, машины и механизмы окрашены лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета, то перечисления б) и д), их узлы и

элементы должны быть обозначены чередующимися наклонными под углом 45–60° полосами желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина полос – 20–300 мм в зависимости от размера узла (элемента) оборудования при соотношении ширины полос желтого и черного цветов от 1:1 до 1,5:1,0.

Для строительно-дорожных машин и подъемно-транспортного оборудования, которые могут находиться на проезжей части, допускается применять предупреждающую окраску в виде чередующихся красных и белых полос.

Синий сигнальный цвет следует применять:

- для окрашивания светящихся (световых) сигнальных индикаторов и других сигнальных устройств указательного или разрешающего назначения;
- предписывающих и указательных знаков безопасности.

Зеленый сигнальный цвет следует применять:

- для обозначения безопасности (безопасных мест, зон безопасного состояния);
- сигнальных ламп, извещающих о нормальном режиме работы оборудования, нормальном состоянии технологических процессов и т. п.;
- обозначения пути эвакуации;
- эвакуационных знаков безопасности и знаков безопасности медицинского и санитарного назначения.

Характеристики сигнальных и контрастных цветов.

Знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в поле зрения людей, для которых они предназначены.

Знаки безопасности должны быть расположены таким образом, чтобы они были хорошо видны, не отвлекали внимания и не создавали неудобств при выполнении людьми своей профессиональной или иной деятельности, не загораживали проход, проезд, не препятствовали перемещению грузов.

Знаки безопасности, размещенные на воротах и на (над) входных(ми) дверях(ми) помещений, означают, что зона действия этих знаков

распространяется на всю территорию и площадь за воротами и дверями.

Размещение знаков безопасности на воротах и дверях следует выполнять таким образом, чтобы зрительное восприятие знака не зависело от положения ворот или дверей (открыто, закрыто). Эвакуационные знаки безопасности Е 22 «Выход» и Е 23 «Запасный выход» должны размещаться только над дверями, ведущими к выходу.

Знаки безопасности, установленные у въезда (входа) на объект (участок), означают, что их действие распространяется на объект (участок) в целом.

При необходимости ограничить зону действия знака безопасности соответствующее указание следует приводить в поясняющей надписи на дополнительном знаке.

Знаки безопасности, изготовленные на основе несветящихся материалов, следует применять в условиях хорошего и достаточного освеще- ния.

Знаки безопасности с внешним или внутренним освещением следует применять в условиях отсутствия или недостаточного освещения.

Световозвращающие знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в местах, где отсутствует освещение или имеется низкий уровень фонового освещения (менее 20 лк по СНиП 23-05-95): при проведении работ с использованием индивидуальных источников света, фонарей (например, в туннелях, шахтах и т. п.), а также для обеспечения безопасности при проведении работ на дорогах, автомобильных трассах, в аэропортах и т. п.

Фотолюминесцентные знаки безопасности следует применять там, где возможно аварийное отключение источников света, а также в качестве элементов фотолюминесцентных эвакуационных систем для обеспечения самостоятельного выхода людей из опасных зон в случае возникновения аварий, пожара или других чрезвычайных ситуаций.

Для возбуждения фотолюминесцентного свечения знаков безопасности необходимо наличие в помещении, где они установлены, искусст- венного или естественного освещения.

Освещенность поверхности фотолюминесцентных знаков безопасности источниками света должна быть не менее 25 лк.

Основные и дополнительные знаки безопасности.

Основные знаки безопасности необходимо разделять на следующие группы: запрещающие знаки; предупреждающие знаки; знаки пожарной безопасности; предписывающие знаки; эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения; указательные знаки.

Геометрическая форма, сигнальный цвет, смысловое значение основных знаков безопасности должны соответствовать приведенным в табл. 5.1

Таблица 5.1

Геометрическая форма, сигнальный цвет, смысловое значение основных знаков безопасности

Группа	Геометрическая форма <*>	Сигнальный цвет	Смысловое значение
Запрещающие знаки	Круг с поперечной полосой	Красный	Запрещение опасного пове- дения или действия
Предупреждающие знаки	Треугольник	Желтый	Предупреждение о возмож- ной опасности. Осторож- ность. Внимание
Предписывающие знаки	Круг	Синий	Предписание обязательных действий во избежание опасности
Знаки пожарной безопасности <**>	Квадрат или прямоугольник	Красный	Обозначение и указание мест нахождения средств проти- вопожарной защиты, их эле- ментов
Эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения	Квадрат или прямоугольник	Зеленый	Обозначение направления движения при эвакуации. Спасение, первая помощь при авариях или пожарах. Надпись, информация для обеспечения безопасности
Указательные знаки	Квадрат или прямоугольник	Синий	Разрешение. Указание. Над- пись или информация

Примечание: <*> Рисунки не приводятся. <**> К знакам пожарной безопасности относят также:

- запрещающие знаки: P 01 «Запрещается курить», P 02 «Запрещается пользо- ваться открытым огнем», P 04 «Запрещается тушить водой», P 12 «Запрещается загромождать проходы (или) складировать» (табл. 5.2);

- предупреждающие знаки: W 01 «Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся ве- щества», W 02 «Взрывоопасно», W 11

«Пожароопасно. Окислитель» (табл. 5.3).

Таблица 5.2

Запрещающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 01		Запрещается курить	Использовать, когда курение мо- жет стать причиной пожара. На дверях и стенах помещений, уча- стках, где имеются горючие и лег- ковоспламеняющиеся вещества, или в помещениях, где курить за- прещается
Р 02		Запрещается пользоваться от- крытым огнем и курить	Использовать, когда открытый огонь и курение могут стать при- чиной пожара. На входных дверях, стенах помещений, участках, ра- бочих местах, емкостях, производ- ственной таре
Р 03		Проход запрещен	У входа в опасные зоны, помеще- ния, участки и др.
Р 04		Запрещается тушить водой	В местах расположения электро- оборудования, складах и других местах, где нельзя применять воду при тушении горения или пожара
Р 05		Запрещается использовать в качестве питьевой воды	На техническом водопроводе и емкостях с технической водой, не- пригодной для питья и бытовых нужд
Р 06		Доступ посторонним запрещен	На дверях помещений, у входа на объекты, участки и т. п. для обо- значения запрета на вход (проход) в опасные зоны или для обозначе- ния служебного входа (прохода)

Продолжение таблицы 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 07		Запрещается движение средств наполь- ного транспорта	В местах, где запрещается применять средства напольного транс- порта (например, погрузчики или напольные транспортеры)
Р 08		Запрещается прикасаться. Опасно	На оборудовании (узлах оборудо- вания), дверцах, щитах или других поверхностях, прикосновение к которым опасно
Р 09		Запрещается прикасаться. Корпус под на- пряжением	На поверхности корпусов, щитов и т. п., где есть возможность пора- жения электрическим током
Р 10		Не включать!	На пультах управления и включе- ния оборудования или механизмов при ремонтных и пусконаладоч- ных работах
Р 11		Запрещается работа (присутствие) людей со стимуляторами сердечной деятельности	В местах и на оборудовании, где запрещено работать или находить- ся людям с вживленными стиму- ляторами сердечной деятельности
Р 12		Запрещается за- громождать про- ходы и (или) складировать	На пути эвакуации, у выходов, в местах размещения средств про- тивопожарной защиты, аптечек первой медицинской помощи и других местах
Р 13		Запрещается подъем (спуск) людей по шахтному стволу (запрещается транспортировка пассажиров)	На дверях грузовых лифтов и дру- гих подъемных механизмов

Продолжение табл. 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 14		Запрещается вход (проход) с животными	На воротах и дверях зданий, со- оружений, помещений, объектов, территорий и т. п., где не должны находиться животные, где запре- щен вход (проход) вместе с жи- вотными
Р 16		Запрещается работа (присутствие) людей, имеющих металлические имплантанты	На местах, участках и оборудова- нии, где запрещено работать или находиться людям с вживленными металлическими имплантантами
Р 17		Запрещается разбрызгивать воду	На местах и участках, где запре- щено разбрызгивать воду
Р 18		Запрещается пользоваться мобильным (сотовым) телефоном или переносной рацией	На дверях помещений, у входа на объекты, где запрещено пользоваться средствами связи, имею- щими собственные радиочастот- ные электромагнитные поля
Р 21		Запрещение (прочие опасности или опасные действия)	Применять для обозначения опасности, не предусмотренной настоящим стандартом. Знак необходимо использовать вместе с поясняющей надписью или с дополнительным знаком безопасности с поясняющей надписью
Р 27		Запрещается иметь при (на) себе металлические предметы (часы и т. п.)	При входе на объекты, на рабочих местах, оборудовании, приборах и т. п. Область применения знака может быть расширена
Р 30		Запрещается принимать пищу	На местах и участках работ с вредными для здоровья веществами, а также в местах, где прием пищи запрещен. Область применения знака может быть расшире- на

Окончание табл. 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 32		Запрещается подходить к элементам оборудования с маховыми движениями большой амплитуды	На оборудовании и рабочих местах по обслуживанию оборудования с элементами, выполняющими маховые движения большой амплитуды
Р 33		Запрещается брать руками. Сыпучая масса (непрочная упа- ковка)	На производственной таре, в складах и иных местах, где используют сыпучие материалы
Р 34		Запрещается пользоваться лифтом для подъема (спуска) людей	На дверях грузовых лифтов и других подъемных механизмах. Знак входит в состав группового знака безопасности «При пожаре лифтом не пользоваться, выходить по лестнице»

Таблица 5.3

Предупреждающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 01		Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся ве- щества	Использовать для привлечения внимания к помещениям с легковоспламеняющимися веществами. На входных дверях, дверцах шкафов, емкостях и т. д.

Продолжение табл.5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 02		Взрывоопасно	Использовать для привлечения внимания к взрыво- опасным веществам, а так- же к помещениям и участ- кам. На входных дверях, стенах помещений, дверцах шкафов и т. д.
W 03		Опасно. Ядовитые ве- щества	В местах хранения, выделения, производства и применения ядовитых веществ
W 04		Опасно. Едкие и корро- зионные вещества	В местах хранения, выде- ления, производства и применения едких и корро- зионных веществ
W 05		Опасно. Радиоактивные вещества или ионизи- рующее излучение	На дверях помещений, дверцах шкафов и в других местах, где находятся и применяются радиоактивные вещества или имеется ионизирующее излучение. Допускается применять знак радиационной опасно- сти по ГОСТ 17925
W 06		Опасно. Возможно падение груза	Вблизи опасных зон, где используется подъемно-транспортное оборудование
W 07		Внимание. Автопогруз- чик	В помещениях и на участках, где проводятся погрузочно-разгрузочные работы

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 08		Опасность поражения электрическим током	На опорах линий электропередачи, электрооборудовании и приборах, дверцах силовых щитков, на элек-тротехнических панелях и шкафах, а также на ограж- дениях токоведущих частей оборудования, механизмов, приборов
W 09		Внимание. Опасность (прочие опасности)	Применять для привлече- ния внимания к прочим ви- дам опасности, не обозна- ченной настоящим стан- дартом. Знак необходимо использовать вместе с дополнительным знаком безопасности с поясняю- щей надписью
W 10		Опасно. Лазерное излу- чение	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где имеет- ся лазерное излучение
W 11		Пожароопасно. Окисли- тель	На дверях помещений, дверцах шкафов для привлечения внимания на наличие окислителя

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 12		Внимание. Электромагнитное поле	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где действуют электромагнитные поля
W 13		Внимание. Магнитное поле	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где действуют магнитные поля
W 14		Осторожно. Малозаметное препятствие	В местах, где имеются малозаметные препятствия, о которые можно споткнуться
W 15		Осторожно. Возможность падения с высоты	Перед входом на опасные участки и в местах, где возможно падение с высоты
W 16		Осторожно. Биологическая опасность (инфекционные вещества)	В местах хранения, производства или применения вредных для здоровья биологических веществ
W 17		Осторожно. Холод	На дверцах холодильников и морозильных камер, компрессорных агрегатах и других холодильных аппаратах
W 18		Осторожно. Вредные для здоровья аллергические (раздражающие) вещества	В местах хранения, произ- водства или применения вредных для здоровья аллергических (раздражающих) веществ

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 19		Газовый баллон	На газовых баллонах, скла- дах и участках хранения и применения сжатых или сжиженных газов. Цвет баллона черный или белый, выбирается по ГОСТ 19433
W 20		Осторожно. Аккумуля- торные батареи	В помещениях и на участках изготовления, хранения и применения аккумуля- торных батарей
W 22		Осторожно. Режущие валы	На участках работ и оборудовании, имеющем незащищенные режущие валы
W 23		Внимание. Опасность зажима	На дверцах турникетов и шлагбаумах
W 24		Осторожно. Возможно опрокидывание	На дорогах, рампах, складах, участках, где возможно опрокидывание внутризаводского транспорта
W 25		Внимание. Автоматическое включение (запуск) оборудования	На рабочих местах, оборудовании или отдельных узлах оборудования с автоматическим включением
W 26		Осторожно. Горячая поверхность	На рабочих местах и обо-рудовании, имеющем на-гретые поверхности

Окончание табл.5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 27		Осторожно. Возможно травмирование рук	На оборудовании, узлах оборудования, крышках и дверцах, где возможно получить травму рук
W 28		Осторожно. Скользко	На территории и участках, где имеются скользкие места
29		Осторожно. Возможно затягивание между вращающимися элемен- тами	На рабочих местах и обо- рудовании, имеющем вра- щающиеся элементы, на- пример на валковых мель- ницах
W 30		Осторожно. Сужение проезда (прохода)	На территориях, участках, в цехах и складах, где имеются сужения прохода (проезда) или присутствуют выступающие конструкции, затрудняющие проход (проезд)

Таблица 5.4

Предписывающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по при- менению
M 01		Работать в защитных очках	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов зрения

Продолжение табл. 5.4

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 02		Работать в защитной каске (шлеме)	На рабочих местах и участках, где требуется защита головы
М 03		Работать в защитных наушниках	На рабочих местах и участках с повышенным уровнем шума
М 04		Работать в средствах индивидуальной защиты органов дыхания	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов дыхания
М 05		Работать в защитной обуви	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной защиты
М 06		Работать в защитных перчатках	На рабочих местах и участках работ, где требуется защита рук от воздействия вредных или агрессивных сред, защита от возможного поражения электрическим током
М07		Работать в защитной одежде	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной зашиты
М 08		Работать в защитном щитке	На рабочих местах и участках, где необходима защита лица и органов зрения

Продолжение табл. 5.4

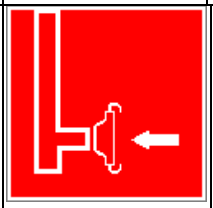
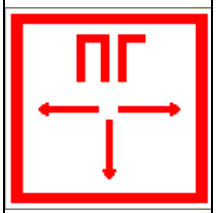
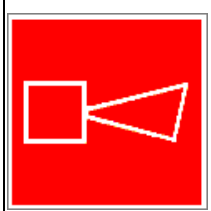
Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 09		Работать в предохранительном (страховочном) поясе	На рабочих местах и участках, где для безопасной работы требуется применение предохранительных (страховочных) поясов
М 10		Проход здесь	На территориях и участках, где разрешается проход
М 11		Общий предписывающий знак (прочие предписания)	Для предписаний, не обозначенных настоящим стандартом. Знак необходимо применять вместе с поясняющей надписью на дополнительном знаке безопасности
М 12		Переходить по надземному переходу	На участках и территориях, где установлены надземные переходы
М 13		Отключить штепсельную вилку	На рабочих местах и оборудовании, где требуется отключение от электросети при наладке или остановке электрооборудования и в других случаях
М 14		Отключить перед работой	На рабочих местах и оборудовании при проведении ремонтных или пусконаладочных работ
М 15		Курить здесь	Используется для обозначения места курения на производственных объектах

Таблица 5.5

Знаки пожарной безопасности

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по применению
F 01-01		Направляющая стрелка	Использовать только вместе с другими знаками пожар- ной безопасности для указания направления движе- ния к месту нахождения (размещения) средства противопожарной зашиты
F 01-02		Направляющая стрелка под углом 45°	Использовать только вместе с другими знаками пожарной безопасности для указания направления движения к месту нахождения (размещения) средства противопожарной защиты
F 02		Пожарный кран	В местах нахождения комплекта пожарного крана с пожарным рукавом и стволом
F 03		Пожарная лестница	В местах нахождения пожарной лестницы
F 04		Огнетушитель	В местах размещения огнетушителя
F 05		Телефон для использования при пожаре	В местах размещения телефона, по которому мож- но вызвать пожарную охрану

Продолжение табл. 5.5

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по применению
F 06		Место размещения нескольких средств противопожарной защиты	В местах одновременного нахождения (размещения) нескольких средств противопожарной защиты
F 07		Пожарный водоисточник	В местах нахождения пожарного водоема или пир- са для пожарных машин
F 08		Пожарный сухотрубный стояк	В местах нахождения пожарного сухотрубного стояка
F 09		Пожарный гидрант	У мест нахождения подземных пожарных гидран- тов. На знаке должны быть цифры, обозначающие расстояние от знака до гидранта в метрах
F 10		Кнопка включения установок (систем) пожарной автоматики	В местах ручного пуска установок пожарной сигна- лизации, пожаротушения и (или) систем противодым- ной защиты. В местах (пунктах) подачи сигнала пожарной тревоги
F 11		Звуковой оповещатель пожарной тревоги	В местах нахождения зву- кового оповещателя или совместно со знаком F 10 «Кнопка включения установок (систем) пожарной автоматики»

К знакам пожарной безопасности относят также:

- запрещающие знаки: Р 01 «Запрещается курить», Р 02 «Запрещается пользоваться открытым огнем», Р 04 «Запрещается тушить водой», Р 12 «Запрещается загромождать проходы и (или) складировать»;
- предупреждающие знаки: W 01 «Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся вещества», W 02 «Взрывоопасно», W 11 «Пожароопасно. Окислитель»;
- эвакуационные знаки;

Таблица 5.6

Эвакуационные знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 01-01		Выход здесь (левосторонний)	Над дверями (или на дверях) эвакуационных выходов, открывающихся с левой стороны. На стенах помещений вместе с направляющей стрелкой для указания направления движения к эвакуа- ционному выходу
Е 01-02		Выход здесь (правосторонний)	Над дверями (или на дверях) эвакуационных выходов, открывающихся с правой стороны. На стенах помещений вместе с направляющей стрелкой для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 02-01		Направляющая стрелка	Использовать только вместе с другими эвакуационными знаками для указания направления движения

Продолжение табл.5.6

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 02-02		Направляющая стрелка под углом 45°	Использовать только вместе с другими эвакуационными знаками для указания направления движения
Е 03		Направление к эвакуационному выходу на- право	На стенах помещений для указаниянаправления движения к эвакуационному выходу
Е 04		Направление к эвакуационному выходу налево	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 05		Направление к эвакуационному выходу направо вверх	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 06		Направление к эвакуационному выходу нале- во вверх	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плос- кости
Е 07		Направление к эвакуационному выходу на- право вниз	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 08		Направление к эвакуационному выходу налево вниз	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 09		Указатель двери эвакуа- ционного выхода	Над дверями эвакуацион- ных выходов

Продолжение табл. 5.6.

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 10		Указатель двери эвакуационного выхода (левосторонний)	Над дверями эвакуационных выходов
Е 11		Направление к эвакуационному выходу прямо	Над проходами, проемами, в помещениях большой площади. Размещается на верхнем уровне или под- вешивается к потолку
Е 12		Направление к эвакуационному выходу прямо	Над проходами, проемами, в помещениях большой площади. Размещается на верхнем уровне или подвешивается к потолку
Е 13		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вниз	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 14		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вниз	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 15		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вверх	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 16		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вверх	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 17		Для доступа вскрыть здесь	На дверях, стенах помеще- ний и в других местах, где для доступа в помещение или выхода необходимо вскрыть определенную кон- струкцию, например раз- бить стеклянную панель

Продолжение табл. 5.6.

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 18		Открывать движением от себя	На дверях помещений для указания направления от- крывания дверей
Е 19		Открывать движением на себя	На дверях помещений для указания направления от- крывания дверей
Е 20		Для открывания сдви- нуть	На дверях помещений для обозначения действий по открыванию сдвижных две- рей
Е 21		Пункт (место) сбора	На дверях, стенах помеще- ний и в других местах для обозначения заранее преду- смотренных пунктов (мест) сбора людей в случае воз- никновения пожара, аварии или другой чрезвычайной ситуации
Е 22		Указатель выхода	Над дверями эвакуацион- ного выхода или в составе комбинированных знаков безопасности для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 23		Указатель запасного выхода	Над дверями запасного выхода

Эвакуационные знаки следует устанавливать в положениях, соответствующих направлению движения к эвакуационному выходу.

Изображение графического символа фигуры человека в дверном проеме на эвакуационных знаках Е 01-01 и Е 01-02 смыслового значения

«Выход здесь» должно совпадать с направлением движения к эвакуационному выходу».

Таблица 5.7

Знаки медицинского и санитарного назначения

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по при-менению
ЕС 01		Аптечка первой медицинской помощи	На стенах, дверях помещений для обозначения мест размещения аптечек первой медицинской помощи
ЕС 02		Средства выноса (эвакуации) пораженных	На дверях и стенах помещений в местах размеще- ния средств выноса (эва- куации) пораженных
ЕС 03		Пункт приема гигиенических процедур (душевые)	На дверях и стенах помещений в местах расположения душевых и т. п.
ЕС 04		Пункт обработки глаз	На дверях и стенах поме- щений в местах располо- жения пункта обработки глаз
ЕС 05		Медицинский кабинет	На дверях медицинских кабинетов
ЕС 06		Телефон связи с медицинским пунктом (скорой медицинской помощью)	В местах установки телефонов

Таблица 5.8.

Указательные знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по при- менению
D 01		Пункт(место) приема пищи	На дверях комнат приема пищи, буфетах, столовых, бытовых помещениях и в других местах, где разре- шается прием пиши
D 02		Питьевая вода	На дверях бытовых помещений и в местах распо- ложения кранов с водой, пригодной для питья и бы- товых нужд (туалеты, душевые, пункты приема пищи и т. д.)
D 03		Место курения	Используется для обозначения места курения на общественных объектах

Порядок выполнения работы

1. Изучить выдержку из ГОСТ Р 12.4.026–01.

2. Проверить усвоение материала, ответив на контрольные вопросы:

В какой цвет окрашено поле предупреждающего знака?

Какой размер имеет сторона треугольника предупреждающего знака № 4, наносимого на тару и оборудование?

Какой цвет имеет символическое изображение на запрещающем знаке?

Какую форму имеет предписывающий знак?

Какую форму имеет запрещающий знак?

Расстояние от наблюдателя до знака составляет 45 м. Какой размер должен иметь внешний диаметр круга запрещающего знака, мм?

Какой цвет имеют символические изображения или поясняю- щие надписи, наносимые на указательные знаки?

Расстояние от наблюдателя до знака составляет 60 м. Какие размеры

(стороны прямоугольника) должен иметь указательный знак, мм?

Какой цвет имеет квадрат, помещенный внутри указательного знака?

Какой размер имеет внешний диаметр круга запрещающего знака № 5, наносимого на производственное оборудование и тару?

3. Составить отчет. Отчет должен включать:

- цель практической работы;
- ответы на вопросы задания;
- зарисовку формы знаков (запрещающего, предупреждающего, предписывающего, указательного) с указанием цвета поля, символов, надпи- сей.

4. Показать отчет преподавателю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 12.4.026–01. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение, правила применения. Общие технические требования и реко- мендации. Методы испытания [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-поисковой системы «Техэксперт».

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6. РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель задания - ознакомиться с понятием и причинами возникновения несчастных случаев, порядком их расследования и учет на производстве, также с методами анализа травматизма.

Порядок выполнения задания:

а) изучить и законспектировать общие сведения по пункту 1;

б) изучить методы анализа и рассчитать по вариантам показатели травматизма по пункту 2 (см контр. вопросы к пунктам 1 и 2);

в)изучить «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях» и законспектировать ответы на контрольные вопросы к пункту 3.

Общие сведения о несчастных случаях.

Несчастным случаем на производстве называют случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении работающим трудовых обязанностей или заданий руководителя работы [1].

Повреждение здоровья в результате несчастного случая называют **травмой**. Травма, полученная работающим на производстве, называется **производственной**.

Опасным называют производственный фактор, воздействие которого при определенных условиях на работающего приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

Вредным называют производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к заболеваниям или снижению его трудоспособности. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ) по природе

действия подразделяют на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Производственные травмы в зависимости от характера воздействующих факторов подразделяются на:

а) механические повреждения (ушибы, ранения, вывихи, переломы, сотрясения мозга);

б) поражение электрическим током (электроудар, электротравма);

в) термические повреждения (ожоги пламенем, нагретыми частями оборудования, горячей водой и пр.);

г) химические повреждения (ожоги, острые отравления);

д) комбинированные повреждения (сочетание нескольких опасных факторов).

Производственные травмы по тяжести подразделяются на 6 категорий:

- микротравма (после оказания помощи можно продолжать работу).
- легкая травма (потеря трудоспособности на 1 или несколько дней).
- травма средней тяжести (многодневная потеря трудоспособности);
- тяжелая травма (когда требуется длительное лечение);
- травма, приводящая к инвалидности (частичная или полная утрата трудоспособно-сти);
- смертельная травма.

Причины возникновения производственных травм:

- организационные (нарушение технологического процесса и требований техники безопасности (ТБ), неправильная организация рабочего места и режима труда);
- технические (техническое несовершенство оборудования, неисправность механизмов, отсутствие или не использование защитных средств);
- санитарно-гигиенические (несоответствие условий труда требованиям КЗоТ, системе стандартов по безопасности труда (ССБТ), санитарным нормам(СН), строительным нормам и правилам (СНиП) и др.

- психофизиологические (неудовлетворительное состояние здоровья, переутомление, стресс, опьянение и др.).

Методы анализа показателей травматизма

Разработке мероприятий по улучшению условий труда предшествует необходимый этап - исследование и анализ причин травматизма. Для анализа состояния производственного травматизма применяют методы: статистический, экономический, монографический и топографический.

Статистический метод позволяет количественно оценить повторяемость несчастных случаев по ряду относительных коэффициентов. В результате сравнения полученных коэффициентов за отчетный период с предшествующим периодом можно оценить эффективность профилактических мер. Обычно при этом методе анализа несчастные случаи группируются по однородным признакам: профессиям, видам работ, возрасту, стажу работ, причинам, вызвавшим травму. Простота и наглядность являются несомненным достоинством этого метода. Однако у него есть и недостаток - он не выявляет опасные произ-водственные факторы. Среди основных показателей травматизма, используемых при статистическом методе анализа, являются:

а) коэффициент частоты травматизма - число пострадавших при несчастных случаях за отчетный период на 1ООО работающих, определяется по формуле:

$$K_{\text{ч}} = T_x \cdot \frac{1000}{P_c},$$

где Кч - коэффициент частоты травматизма; Т - число учтенных травм с потерей трудоспособности; Рс - среднесписочное число работающих за отчетный период.

б) коэффициент тяжести травматизма - число человеко-дней нетрудоспособно-сти, которое приходится на один несчастный случай и определяется по формуле:

$$\text{К}_\text{Т} = \frac{\text{Д}}{\text{Т}},$$

где Кт - коэффициент тяжести травматизма; Д - общее количество дней

нетрудоспособности за отчетный период; Т - количество учтенных травм.

в) коэффициент календарной повторяемости несчастных случаев

- показывает через сколько рабочих дней в среднем повторяются несчастные случаи и оп-ределяется по формуле:

$$В = 22{,}5 \cdot \frac{12}{Т},$$

где В - календарная повторяемость несчастных случаев; Т - число несчастных случаев за отчетный период.

г) коэффициент средней повторяемости - показывает на сколько человекодней приходится один несчастный случай, определяется по формуле:

$$B_{ср} = 22{,}5 \cdot 12 \cdot \frac{P_c}{T},$$

где Вср - коэффициент средней повторяемости несчастных случаев; Рс - среднесписочное число работающих за отчетный период; Т - число несчастных случаев за отчетный период.

д) коэффициент опасности работ - характеризуется тяжестью и частотой несчастных случаев, определяется по формуле:

$$О_р = К_Т \cdot Т_х \cdot \frac{100}{Р_с \cdot М \cdot 22{,}5},$$

где Ор - коэффициент опасности работ; Кт - коэффициент тяжести травматизма ; Т - количество учтенных несчастных случаев; Рс - среднесписочное число работающих; М - число месяцев в отчетном периоде.

Таблица 5.0

Исходные данные для расчета показателей травматизма

Показатели	Варианты									
										0
Отчетный период, мес. (М)				2				2		

Число несчастных случаев (Т)				0				1		
Число дней нетрудоспособности (Д)	80	00	80	20	00	50	70	20	60	00
Среднесписочное числоработающих (Рс)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Экономический метод анализа производственного травматизма позволяет оценить эффективность финансовых затрат на профилактику травматизма с расходами на органи-зационные и технические мероприятия. Для более полной и глубокой характеристики травматизма экономический метод часто используют в сочетании с монографическим методом.

Монографический метод анализа травматизма состоит в углубленном и всестороннем изучении отдельного производства, цеха или участка. Он включает описание технологического процесса, оборудования и особенностей технологического регламента, описание опасных зон на рабочих местах, также санитарно-гигиенические условия труда. При этом обращается внимание на наличие защитных приспособлений, ограждений и травмоопасных ситуаций

Монографический метод анализа травматизма характеризуется полнотой, но трудоемок. Этот метод позволяет выявить потенциальную опасность не только в действующих производствах, но и на этапе проектирования, тем самым исключить причины травматизма.

Топографический метод анализа травматизма проводится по месту происшествия. При этом все несчастные случаи условными знаками наносятся на план производственного участка или схему механизма в тех местах, где они произошли. В результате этого выявляются опасные зоны, требующие соответствующих защитных мер и особого внимания.

Контрольные вопросы к пунктам 1 и 2

1. Что такое несчастный случай?

2. Что такое опасный производственный фактор?

3. Что такое вредный производственный фактор?

4. На какие группы подразделяются опасные и вредные производственные факторы?

5. Какие различают разновидности производственных травм?

6. Какие выделяют категории производственных травм?

7. Каковы основные причины возникновения производственных травм?

8. Какие существуют методы анализа производственного травматизма ?

9. В чем заключается статистический метод анализа производственного травматизма?

10. Как определяется коэффициент частоты травматизма?

11. Как определяется коэффициент тяжести травматизма?

12. Как определяется коэффициент календарной повторяемости несчастных случаев?

13. Как определяется коэффициент средней повторяемости несчастных случаев?

14. Как определяется коэффициент опасности работ?

15. В чем заключается экономический метод анализа производственного травматизма?

16. В чем заключается монографический метод анализа производственного травматизма?

17. В чем заключается топографический метод анализа производственного травматизма?

Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях

Расследование и учет несчастных случаев на производстве проводят в соответствии с “Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях”, утвержденного

Постановлением Министерства труда и социального раз-вития Российской Федерации от 24 октября 2002г. №73, а также статьями 227-231 Трудового кодекса РФ (ТК РФ).

Несчастный случай на производстве - это случай, происшедший с работающим вследствие воздействия опасного производственного фактора (для застрахованного – это страховой случай).

Несчастные случаи в зависимости от причин, места и времени происшествия делятся на две группы: несчастные случаи, связанные с работой и несчастные случаи, не связанные с работой (бытовые травмы).

Несчастные случаи, не связанные с производством, но происшедшие на производстве - это несчастные случаи, происшедшие при изготовлении предметов в личных целях, самовольном использовании транспорта предприятия, участии в спортивных мероприятиях на территории предприятия, при хищении имущества предприятия.

Бытовые несчастные случаи - это несчастные случаи, происшедшие в быту (дома) или при нахождении на предприятии вне рабочего времени.

Расследование несчастных случаев на производстве выполняется в соответствии с Трудовым кодексом РФ и «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях», утверждённым постановлением Минтруда России № 73 от 24 октября 2002 года. Этим же постановлением утверждены формы документов, необходимых для расследования и учёта несчастных случаев на производстве.

Расследование несчастного случая может быть достаточно сложным процессом, поскольку интересы пострадавшего и работодателя часто не совпадают.

Действие нормативных актов по расследованию и учёту несчастных случаев на производстве распространяется на:

- работодателей - физических лиц, вступивших в трудовые отношения с работниками;
- уполномоченных работодателем лиц (представители работодателя);

- физических лиц, осуществляющих руководство организацией (руководители организации);
- физических лиц, состоящих в трудовых отношениях с работодателем;
- других лиц, участвующих с ведома работодателя в его производственной деятельности своим личным трудом, правоотношения которых не предполагают заключения трудовых договоров.

Расследованию подлежат травмы, в том числе причиненные другими лицами, включая:

- тепловой удар, ожог, обморожение;
- утопление; поражение электрическим током или молнией;
- укусы, нанесенные животными и насекомыми;
- повреждения, полученные в результате взрывов, аварий и т.п.

Расследованию и учёту подлежат несчастные случаи происшедшие:

- при исполнении трудовых обязанностей, в том числе во время коман-дировки, при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- на территории организации, в течение рабочего времени, в том числе во время следования на работу и с работы, а также в течение вре-мени, необходимого для приведения в порядок рабочего места;
- при следовании на работу или с работы на транспортном средстве работодателя, а также на личном транспортном средстве при использовании его в производственных целях;
- во время служебных поездок на общественном транспорте, а также при следовании по заданию работодателя к месту выполнения работ и обратно, в том числе пешком;
- при следовании к месту служебной командировки и обратно;
- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха;
- во время междусменного отдыха при работе вахтовым методом;
- при привлечении к участию в ликвидации последствий

чрезвычайных ситуаций.

Работники организации обязаны незамедлительно извещать руководство о каждом происшедшем несчастном случае, об ухудшении состояния своего здоровья в связи с проявлениями признаков острого заболевания.

О каждом страховом случае работодатель в течение суток обязан сообщить страховщику (фонд социального страхования).

О групповом несчастном случае (пострадало два и более человек), тяжёлом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом, работодатель в течение суток обязан направить извещение соответственно:

1) о несчастном случае, происшедшем в организации:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая;
- в федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
- в организацию, направившую работника, с которым произошел несчастный случай;
- в территориальные объединения организаций профсоюзов;
- в территориальный орган государственного надзора, если несчастный случай произошел в организации (объекте), подконтрольной этому органу;
- страховщику.

2) о несчастном случае, происшедшем у работодателя - физического лица:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту нахождения работодателя - физического лица;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
- в территориальный орган государственного надзора, если

несчастный случай произошел на объекте, подконтрольном этому органу;

- страховщику.

О групповых несчастных случаях, тяжелых несчастных случаях и несчастных случаях со смертельным исходом также информируется Федеральная инспекция труда Минтруда России.

Если указанные несчастные случаи, произошли в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты, то соответствующим образом информируются специально уполномоченные органы государственного надзора.

Для расследования несчастного случая на производстве в организации работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее трех человек. Во всех случаях состав комиссии должен состоять из нечетного числа членов.

В состав комиссии включаются специалист по охране труда организации, представители работодателя, представители профсоюзного органа (коллектива), уполномоченный (доверенный) по охране труда. Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченный им представитель. Состав комиссии утверждается приказом работодателя. Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке, где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.

В расследовании несчастного случая на производстве у работодателя - физического лица принимают участие указанный работодатель или уполномоченный его представитель, доверенное лицо пострадавшего, специалист по охране труда, который может привлекаться к расследованию несчастного случая и на договорной основе.

Несчастный случай на производстве, происшедший с лицом, направленным для выполнения работ к другому работодателю, расследуется комиссией, образованной работодателем, у которого произошел несчастный случай. В состав данной комиссии входит уполномоченный представитель работодателя, направившего это лицо.

Несчастные случаи, происшедшие на территории организации с работниками сторонних организаций при исполнении ими задания направившего их работодателя, расследуются комиссией, формируемой этим работодателем.

Несчастные случаи, происшедшие с работниками при выполнении работы по совместительству, расследуются комиссией, формируемой работодателем, у которого фактически производилась работа по совместительству.

Расследование несчастных случаев со студентами, проходящими произ-водственную практику (выполняющими работу под руководством работодателя), проводится комиссиями, формируемыми и возглавляемыми этим работодателем. В состав комиссии включаются представители образовательного учреждения.

Для расследования группового несчастного случая, тяжёлого несчастного случая и несчастного случая со смертельным исходом в комиссию дополнительно включаются:

- государственный инспектор труда, представители органа исполнительной власти субъекта РФ или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения профсоюзов. Возглавляет комиссию государственный инспектор труда;
- по требованию пострадавшего (или его родственников) в расследовании несчастного случая может принимать участие его доверенное лицо;
- в случае острого отравления или радиационного воздействия, превысившего установленные нормы, в состав комиссии включается также представитель территориального центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- при несчастном случае, происшедшем в организациях на объектах, подконтрольных территориальным органам Федерального горного и промышленного надзора России, состав комиссии утверждается руководителем

соответствующего территориального органа и возглавляет комиссию представитель этого органа;

- при групповом несчастном случае с числом погибших 5 и более человек в состав комиссии включаются также представители Федеральной инспекции труда, федерального органа исполнительной власти по ведомственной принадлежности и общероссийского объединения профсоюзов. Председателем комиссии является главный государственный инспектор труда по субъекту Российской Федерации, а на объектах, подконтрольных территориальному органу Федерального горного и промышленного надзора России, - руководитель этого территориального органа.

При крупных авариях с человеческими жертвами 15 и более человек расследование проводится комиссией, назначаемой Правительством России.

Расследование несчастных случаев (в том числе групповых), в результате которых пострадавшие получили повреждения, отнесенные в соответствии с установленными квалифицирующими признаками к категории легких, проводится в течение трех дней.

Расследование иных несчастных случаев проводится в течение 15 дней. В некоторых случаях председатель комиссии может продлить срок расследования, но не более чем на 15 дней. Несчастные случаи, о которых не было своевременно сообщено работодателю или в результате которых нетрудоспособность наступила не сразу, расследуются по заявлению пострадавшего в течение месяца.

Тяжелые несчастные случаи и несчастные случаи со смертельным исходом, происшедшие с лицами, выполнявшими работу на основе договора гражданско-правового характера, расследуются в установленном порядке государственными инспекторами труда на основании заявления пострадавшего (доверенного лица, членов его семьи).

В ходе расследования несчастного случая комиссия производит осмотр места происшествия, выявляет и опрашивает очевидцев несчастного случая и должностных лиц, знакомится с действующими в организации нормативными и

распорядительными документами, по возможности получает объяснения от пострадавшего.

Расследуются в установленном порядке и по решению комиссии могут квалифицироваться как не связанные с производством:

- смерть вследствие общего заболевания или самоубийства;
- смерть или иное повреждение здоровья, единственной причиной которых явилось алкогольное, наркотическое или иное токсическое опьянение (отравление) работника;
- несчастный случай, происшедший при совершении пострадавшим действий, квалифицированных правоохранительными органами как уголовное правонарушение.

При поступлении жалобы пострадавшего, выявлении сокрытого несчастного случая, установления нарушений порядка расследования и в некоторых иных случаях, государственный инспектор труда, независимо от срока давности несчастного случая, проводит дополнительное расследование.

Несчастные случаи, квалифицированные, как несчастные случаи на производстве, подлежат оформлению актом о несчастном случае на производстве по форме Н-1*.

Акт формы Н-1 составляется комиссией в двух экземплярах. При несчастном случае на производстве с застрахованным работником составляется дополнительный экземпляр акта формы Н-1.

При групповом несчастном случае на производстве акты формы Н-1 составляются на каждого пострадавшего отдельно.

В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного работника, содействовавшей возникновению или увеличению размера вреда, причиненного его здоровью, в акте расследования указывается степень его вины в процентах, с учетом заключения профсоюзного или иного уполномоченного застрахованным представительного органа данной организации (не более 25%).

По результатам расследования каждого группового несчастного случая,

тяжелого несчастного случая или несчастного случая со смертельным исхо-дом составляется соответствующий акт в двух экземплярах.

Работодатель в трехдневный срок после завершения расследования несчастного случая на производстве обязан выдать пострадавшему один экземпляр утвержденного им и заверенного печатью акта формы Н-1. Вторые экземпляры акта с копиями материалов расследования хранятся в течение 45 лет работодателем.

При страховых случаях третий экземпляр утвержденного и заверенного печатью акта формы Н-1 работодатель направляет страховщику.

Каждый оформленный в установленном порядке несчастный случай на производстве регистрируются работодателем в журнале регистрации несчастных случаев на производстве и включаются в годовую форму федерального государственного статистического наблюдения за травматизмом на производстве.

В случае ликвидации организации или прекращения работодателем - физическим лицом предпринимательской деятельности оригиналы актов о расследовании несчастных случаев на производстве подлежат передаче на хранение правопреемнику, а при его отсутствии - соответствующему государственному органу.

Государственный надзор и контроль за соблюдением установленного порядка расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве осуществляется органами Федеральной инспекции труда.

Контрольные вопросы к пункту 3

1. Какие несчастные случаи считаются связанными с производством и подлежат расследованию и учету?
2. На кого распространяется действие Положения о порядке расследования и учета несчастных случаев?
3. Как должен действовать работодатель при возникновении несчастного случая на предприятии?
4. Что необходимо сделать сразу же после свершения несчастного

случая на произ-водстве?

5. Куда должен сообщить работодатель и в какие сроки о групповом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом?

6. Кто несет ответственность за организацию и своевременное расследование и уче-та несчастных случаев?

7. Кто входит в комиссию по расследованию несчастных случаев, каковы ее обязанности?

8. В какие сроки должно быть проведено расследование несчастного случая?

9. Какие несчастные случаи квалифицируются как не связанные с производством?

10. Что делают при установлении грубой неосторожности пострадавшего?

11. В какие сроки и комиссией какого состава расследуются групповые несчастные случаи или со смертельным исходом?

12. Какие условия должен обеспечить работодатель для работы комиссии, проводя-щей расследование несчастного случая?

13. Каким документом оформляются несчастные случаи на производстве?

14. Какой организацией учитывается акт о несчастном случае?

15. В какие сроки и куда должны быть отправлены материалы расследования групповых несчастных случаев?

16. Какие организации и должностные лица разбирают разногласия при оформлении актов по форме Н - 1 ?

17. Каковы полномочия государственного инспектора по охране труда в случае нарушения порядка расследования несчастного случая?

Форма Н-1

Один экземпляр направляется
пострадавшему или его
доверенному лицу

УТВЕРЖДАЮ

_____
(подпись, фамилия, инициалы
работодателя
(его представителя))
"__" _____ 200_ г.

Печать

АКТ N ____
О НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

1. Дата и время несчастного случая _____
_____
(число, месяц, год и время происшествия
несчастного случая,
_____
количество полных часов от начала работы)
2. Организация (работодатель), работником которой является
(являлся) пострадавший _____
(наименование, место нахождения,
юридический адрес, ведомственная
и отраслевая
_____
принадлежность (ОКОНХ основного вида деятельности);
фамилия, инициалы работодателя -
_____
физического лица)
Наименование структурного подразделения _____
_____
3. Организация, направившая работника _____
_____
(наименование, место нахождения, юридический адрес,
отраслевая принадлежность)
4. Лица, проводившие расследование несчастного случая:
_____
(фамилия, инициалы, должности и место работы)
_____
5. Сведения о пострадавшем:
фамилия, имя, отчество _____
пол (мужской, женский) _____
дата рождения _____
профессиональный статус _____
профессия (должность) _____
стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай
_____,
(число полных лет и месяцев)
в том числе в данной организации _____
(число полных лет и месяцев)
6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда
Вводный инструктаж _____
(число, месяц, год)
Инструктаж на рабочем месте (первичный, повторный, внеплановый,

---------- -------
(нужное подчеркнуть)
целевой)

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____
(число, месяц, год)
Стажировка: с "__" _____ 200_ г. по "__" _____ 200_ г.
_____
(если не проводилась - указать)
Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с "__" _____ 200_ г. по "__" _____ 200_ г. _____
(если не проводилось - указать)
Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____
(число, месяц, год, N протокола)
7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай
_____
(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных
_____
факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)
_____
Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю
_____
(наименование, тип, марка, год выпуска, организация - изготовитель)
8. Обстоятельства несчастного случая
_____
(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю, описание событий
_____
и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие сведения,
_____
установленные в ходе расследования)
_____
_____
_____
8.1. Вид происшествия _____
_____
8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья
_____
8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения _____
(нет, да - указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением по
_____
результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)
8.4. Очевидцы несчастного случая _____
_____
(фамилия, инициалы, постоянное место жительства,

домашний телефон)
9. Причины несчастного случая _____
(указать основную
и сопутствующие причины
_____
несчастного случая со ссылками на нарушенные требования
законодательных и иных
_____
нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)
_____
_____
_____
_____
10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда:
_____
(фамилия, инициалы, должность (профессия) с указанием
требований законодательных,
_____
иных нормативных правовых и локальных нормативных актов,
предусматривающих их
_____
ответственность за нарушения, явившиеся причинами
несчастного случая, указанными в п. 9
_____
настоящего акта; при установлении факта грубой
неосторожности пострадавшего указать
_____
степень его вины в процентах)
_____
Организация (работодатель), работниками которой являются данные
лица
_____
(наименование, адрес)
11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Подписи лиц, проводивших
расследование несчастного случая _____
(фамилии, инициалы, дата)
_____

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.О.ОО2 - 8О. Термины и определения.

2. Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях

3. И.М.Чижевский, Г.Б.Куликов, Ю.А.Сидорин. Охран труда в полиграфии. М., 1988.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Цель работы – ознакомиться со средствами защиты органов ды- хания и получить практические навыки их использования.

Теоретические положения

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты человека от попадания внутрь организма, на кожные покровы и повседневную одежду радиоактивных веществ (РВ), отравляющих веществ (ОВ) и бактериальных средств (БС).

По принципу применения средства индивидуальной защиты делятся:

– на средства защиты повседневного применения (промышленные СИЗ);

– средства защиты эпизодического применения (СИЗ для аварийных работ и пострадавших в очагах ЧС).

По объектам защиты средства индивидуальной защиты делятся:

– на средства защиты органов дыхания;

– средства защиты кожи.

По принципу действия средства индивидуальной защиты делятся:

– на фильтрующие (принцип фильтрации состоит в том, что воздух, необходимый для поддержания жизнедеятельности организма человека, очищается от вредных примесей при прохождении через средство защиты);

– изолирующие (средства защиты изолирующего типа полностью изолируют организм человека от окружающей среды с помощью материалов, непроницаемых для воздуха и вредных примесей).

По способу подачи воздуха различают средства индивидуальной

защиты делятся:

– с принудительной подачей воздуха;

– самовсасывающие.

По кратности использования средства индивидуальной защиты

- на СИЗ многократного использования;

- СИЗ однократного использования.

По способу изготовления средства индивидуальной защиты делятся:

- на средства, изготовленные промышленностью;

- простейшие средства, изготовленные из подручных материалов. Кроме средств индивидуальной защиты существуют медицинские средства защиты [1].

Средства защиты органов дыхания.

Фильтрующий противогаз.

Фильтрующий противогаз предназначен для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица от воздействия ОВ, РВ, БС, (АХОВ), а также различных вредных примесей, присутствующих в воздухе.

В настоящее время имеются фильтрующие гражданские противогазы различной модификации и промышленные противогазы.

Для защиты населения наибольшее распространение получили фильтрующие противогазы: для взрослого населения – ГП-5 (ГП-5М), ГП-7 (ГП-7В); для детей – ПДФ-Ш, ПДФ-Д, ПДФ-2Ш, ПДФ-2Д, КЗД.

Гражданский противогаз (ГП-5). В состав комплекта входят два основных элемента: фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5 и лицевая часть ШМ-62у. Шлем-маска имеет 5 ростов (0, 1, 2, 3, 4). Кроме того, противогаз комплектуется сумкой, наружными утеплительными манжетами (НМУ-1) и коробкой с незапотевающими пленками (рис. 9.1) [2]. У него нет соединительной трубки.

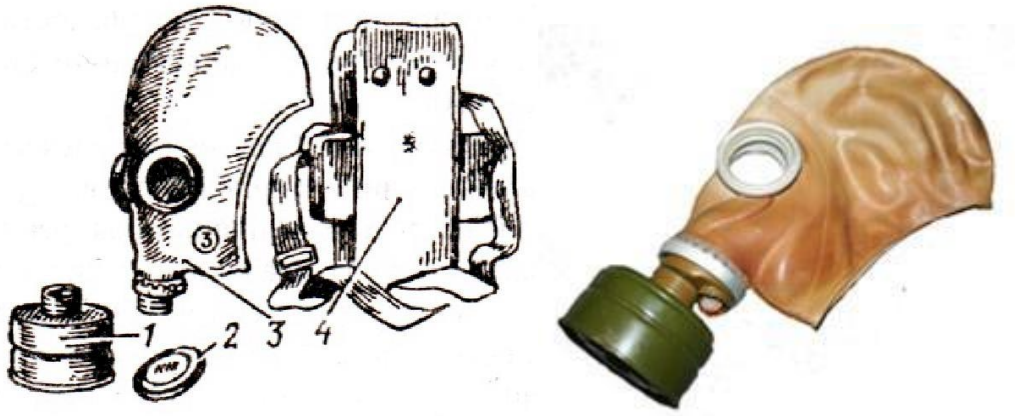


Рис. 7.1 Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-5):

1 – фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5; 2 - коробка с незапотевающими пленками; 3 – лицевая часть ШМ-62у; 4 – сумка

Внутри фильтрующе-поглощающей коробки ГП-5 расположены противоаэрозольный фильтр и шихта. Лицевая часть ШМ-62у представляет собой шлем-маску, изготовленную на основе резины из натурального или синтетического каучука. В шлем-маску вмонтированы очковый узел и клапанная коробка. Клапанная коробка имеет один вдыхательный и два выдыхательных клапана и служит для распределения потоков воздуха. Незапотевающие пленки изготавливаются из целлюлозы и бывают односторонние (НП) и двусторонние (НПН). Они устанавливаются с внутренней стороны стекол противогаза желатиновым покрытием к глазам и фиксируются прижимными кольцами. Желатин равномерно впитывает конденсированную влагу, тем самым сохраняя прозрачность пленки.

Комплект из 6 пленок упакован в металлическую коробку. Утеплительные манжеты используются только зимой при температуре ниже – 10 ^{o}С. Манжета надевается на обойму очков с внешней стороны. Пространство между стеклами манжет и очков предохраняет очки шлем- маски от замерзания.

Гражданский противогаз (ГП-5М). В комплект противогаза входит шлем-маска (ШМ-66Му) с мембранной коробкой для переговорного устройства. В лицевой части сделаны сквозные вырезы для ушных раковин, что обеспечивает нормальную слышимость.

Подгонка противогаза начинается с определения требуемого роста лицевой части. Рост лицевой части типа ШМ-62у, ШМ-66Му определяется по величине вертикального обхвата головы путем ее измерения по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляют до 0,5 см. До 63 см берут нулевой рост, от 63,5 до 65,5 см – первый, от 66 до 68 см – второй, от 68,5 до 70,5 см – третий, от 71 см и более – четвертый.

Перед применением противогаз следует проверить на исправность и герметичность. Осматривая лицевую часть, следует определить ее целостность, обратив внимание на стекла очкового узла. После этого нуж- но проверить клапанную коробку, состояние клапанов. Они не должны быть покороблены, засорены или порваны. На фильтрующе-поглощающей коробке не должно быть вмятин, проколов, в горловине – повреждений. Обращается внимание на то, чтобы в коробке не пересыпались зерна поглотителя.

Наиболее совершенными в настоящее время являются противогазы ГП-7 и ГП-7В. Их основными отличиями являются: более совершенная конструкция и форма шлем-маски, обеспечивающая возможность безопасного приема воды, жидких лекарств, других жидкостей в зараженной зоне без снятия маски. Наличие в комплекте фильтрующе-поглощающих коробок обеспечивает защиту от конкретных видов твердых химических веществ (ТХВ), а также увеличенные сроки работоспособности. Ростовка лицевой части предусматривает три размера. Как и другие типы противогазов, они состоят из фильтрующе- поглощающей коробки и лицевой части.

Гражданский противогаз (ГП-7). В комплект противогаза входят фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к, лицевая часть в виде маски МГП, сумка, защитный трикотажный чехол, коробка с незапотевающими пленками, утеплительные манжеты. Его масса в комплекте без сумки – около 900 г (фильтрующе-поглощающая коробка – 250 г, лицевая часть – 600 г).

Фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к по конструкции аналогична коробке ГП-5, но с улучшенными характеристиками, уменьшено ее сопротивление, что облегчает дыхание. Лицевая часть МГП представляет собой маску объемного типа с «независимым» обтюратором, с наголовником (предназначен для закрепления лицевой части) в виде резиновой пластины с пятью лямками (лобная, две височные, две щечные), с очковым узлом, переговорным устройством (мембраной), узлами клапана вдоха и выдоха, прижимными кольцами для закрепления незапотевающих пленок (рис. 9.2) [2]. «Независимый» обтюратор представляет собой полосу тонкой резины и служит для создания надежной герметизации лицевой части на голове. При этом механическое воздействие лицевой части на голову очень незначительно. На каждой лямке с интервалом в 1 см нанесены упоры ступенчатого типа, которые предназначены для надежного закрепления их в пряжках. У каждого упора имеется цифра, указывающая его порядковый номер. Это позволяет точно фиксировать нужное положение лямок при подгонке маски. Нумерация цифр идет от свободного конца лямки к затылочной пластине. Гидрофобный трикотажный чехол надевается на фильтрующе-поглощающую коробку и предохраняет ее от заражения, снега, пыли и влаги.

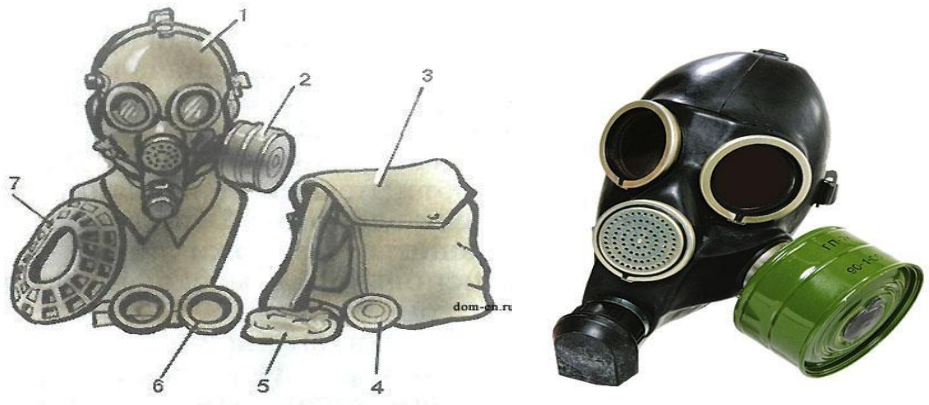


Рис. 7.2. Противогаз ГП-7:

1 – лицевая часть; *2* – фильтрующе-поглощающая коробка; *3* – сумка; *4* – коробка с незапотевающими пленками; *5* – трикотажный чехол; *6* – утеплительные манжеты

Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ) – это одна из самых последних и совершенных моделей противогазов для населения. В реальных условиях он обеспечивают высокую защиту от паров отравляющих веществ нервнопаралитического действия (типа зарин, зоман и др.), общеядовитого действия (хлорциан, синильная кислота и др.), радиоактивных веществ (радионуклидов йода и его органических соедине- ний (типа йодистый метил и др.)); от капель отравляющих веществ кожно- нарывного действия (иприт и др.), бактериальных, аварийных химически опасных веществ (АХОВ). ГП-7 имеет малое сопротивление дыханию, обеспечивает надежную герметизацию и небольшое давление лицевой час- ти на голову. Благодаря этому им могут пользоваться люди старше 60 лет и больные с легочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основа- нии результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы.

Правила определения размера противогаза.

Для определения размера противогаза нужно знать горизонталь- ный и вертикальный обхват головы. Горизонтальный обхват измеряется по замкнутой линии, которая проходит спереди по надбровным дугам, сбоку чуть выше (на 2–3 см) ушной раковины и сзади по наиболее выступающей части головы. А вертикальный обхват можно определить посредством из- мерения длины вертикальной линии, проходящей через подбородок, щеки и макушку. Полученные измерения следует округлить так, чтобы послед- няя цифра была 0 или 5. Затем нужно сложить оба результата и посмот- реть, какой размер противогаза вам нужен [3]:

- менее 1190 мм – первый размер;
- от 1195 до 1210 мм – второй размер;
- от 1215 до 1235 мм – третий размер;
- от 1240 до 1260 мм – четвертый размер;
- от 1265 до 1285 мм – пятый размер;

- от 1290 до 1310 мм – шестой размер.

Надевается противогаз после сигнала «Химическая тревога» по команде «Газы», либо по своей инициативе. Вынув противогаз из специальной сумки, следует взять шлем-маску за его нижнюю часть так, чтобы большие пальцы рук находились снаружи, а остальные были внутри. Далее нужно приложить нижнюю часть шлема-маски под подбородок и натянуть его на голову резким движением рук вверх.

Учитывая то, что операции, которые описаны выше, придется проводить вслепую, нужно достаточно долго тренироваться. Хотя все зависит от человека и степени его обучаемости. Хорошо попрактиковавшись, можно приблизиться к армейским нормативам на надевание противогаза – около 7–10 с. Наличие у противогаза переговорного устройства (мембра- ны) обеспечивает четкое понимание передаваемой речи, значительно облегчает пользование средствами связи (телефон, радио).

Гражданские противогазы ГП-7В, ГП-7ВМ, УЗС-ВК, КЗД-6, фильтр ДОТ, фильтр ВК, ДПГ-3 (рис. 7.3). ГП-7В отличается от ГП-7 тем, что в нем лицевая часть МГП-В имеет устройство для приема воды, пред- ставляющее собой резиновую трубку с мундштуком и ниппелем.

ГП-7ВМ отличается от ГП-7В тем, что маска М-80 имеет очковый узел в виде трапециевидных изогнутых стекол, обеспечивающих возможность работы с оптическими приборами.

Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7 обеспечивает защиту органов дыхания, глаз и кожи лица человека от вредных веществ и приме- сей, находящихся в воздухе. Это проверенная временем и надежная модель противогаза для гражданского населения.






а *б* *в* *г*







д *е* *ж*

Рис. 7.3. Гражданские противогазы:

а – ГП-7(В, ВМ); *б* – УЗС-ВК; *в* – ПДФ-2; г – КЗД-6; *д* – фильтр ДОТ; *е* – фильтр ВК; *ж* – ДПГ-3;

Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основании результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы. Горизонтальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей спереди по надбровным дугам, сбоку на 2–3 см выше края ушной раковины и сзади через наиболее выступающую точку головы. Вертикальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляются с точностью до 5 мм. По сумме двух измерений устанавливают нужный типоразмер (табл. 7.0). [4].

Правильно подобранная шлем-маска (маска) должна плотно прилегать к лицу и исключать возможность проникновения наружного воздуха в органы дыхания, минуя фильтрующе-поглощающую коробку.

Таблица 7.0

Типоразмеры противогазов

Рост лицевой части		1		2		3		
Положение упоров лямок	ГП-7, ГП-7В	4-8-8	3-7-8	3-7-8	3-6-7	3-6-7	3-5-6	3-4-5
	ГП-7ВМ	4-8-6	3-7-6	3-7-6	3-6-5	3-6-5	3-5-4	3-4-3
Сумма горизонтального и вертикального обхвата головы		До 1185	1190–1210	121–1235	1240–1260	1265–1285	1290–1310	1310 и более

*Примечание. П*оложение лямок наголовника устанавливают при подгонке противогаза.

Противогаз УЗС-ВК – аварийно-спасательное средство многоразового действия, применяется для защиты органов дыхания человека от вредных веществ, может использоваться во всех климатических зонах.

Противогаз ПДФ-2 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и лица детей (старше 1,5 года) от отравляющих веществ (ОВ), опасных биологических веществ (ОБВ), радиоактивной пыли (РП).

Камера защитная детская (КЗД-6) предназначена для защиты детей в возрасте до 1,5 года от отравляющих веществ, радиоактивной пыли и бактериальных средств. Детская защитная камера похожа на обычную сумку, поэтому переносить ребенка в ней очень удобно.

Дополнительный патрон (ДПГ-3) предназначен для использования в комплекте с ГП-7, ГП-7В и детскими противогазами, для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека от сильнодействующих ядовитых веществ: аммиака, диметиламина, нитробензола.

Фильтр ДОТ соответствует новым ГОСТам, гармонизированным с европейскими стандартами EN141, EN143. Он значительно эффективнее по сравнению с противогазовыми коробками, выпускаемыми по старым ГОСТа, за счет уникальных поглотителей от отравляющих веществ, опас- ных биологических веществ, радиоактивной пыли, сильнодействующих ядовитых веществ.

Фильтр ВК предназначен для очистки вдыхаемого воздуха от органических газов и паров с температурой кипения выше 65 ^{o}C (циклогек- сан, бензол, ксилол, толуол, бензин, керосин, галоидоорганические соеди- нения (хлорпикрин, хлорацетофенон и т. п.), нитросоединения бензола).

Промышленные противогазы. Существует несколько марок промышленных фильтрующих противогазов, которые являются индивидуальным средством защиты органов дыхания и зрения рабочих различных отраслей промышленности, сельского хозяйства от воздействия

вредных веществ (газы, пары, пыль, дым и туман), присутствующих в воздухе.

Запрещается применять промышленные противогазы при недостатке кислорода в воздухе (менее 18 %), например при работах в емкостях, цистернах, колодцах и других изолированных помещениях.

Не допускается применение промышленных противогазов для защиты от низкокипящих жидкостей, плохо сорбирующихся органических веществ, например метана, этилена, ацетилена. Не рекомендуется работать в таких противогазах, если состав газов и паров вредных веществ неизвестен (Рис. 7.4).



ППФМ-92 ПФМГ-96 ПФСГ-98 ППФ-95

Рис. 7.4. Промышленные противогазы

Противогазы ППФМ-92, ПФМГ-96, ПФСГ-98 предназначены для защиты органов дыхания, глаз и лица человека от вредных газо- и парооб- разных веществ и аэрозолей, присутствующих в воздухе рабочей зоны. ППФ-95 предназначены для защиты органов дыхания, зрения и лица рабо- чих различных отраслей промышленности и сельского хозяйства от воз- действия вредных газов, паров, пыли, дыма и тумана, присутствующих в воздухе. Фильтрующие противогазы надежны в атмосфере, содержащей не менее 18 % кислорода.

Промышленный противогаз состоит из снаряженной коробки, лицевой части (шлем-маски) с соединительной трубкой и сумки. Фильтрующая коробка служит для очистки воздуха, вдыхаемого человеком, от ядовитых веществ и вредных примесей. В зависимости от состава этих примесей она может содержать один или несколько специальных поглотителей или сочетание поглотителя с аэрозольным фильтром. При этом коробки строго специализированы по составу поглотителей, а поэтому отличаются друг от

друга окраской и маркировкой. Шлем-маски промышленных противогазов изготавливаются пяти ростов – 0, 1, 2, 3, 4. Чтобы подобрать шлем-маску, надо мягкой сантиметровой линейкой произвести два измерения головы. Вначале определить длину круговой линии, проходящей по подбородку, щекам и через высшую точку головы (макушку). Затем измерить длину полуокружности, проходящей от отверстия одного уха к отверстию другого по лбу через надбровные дуги. Результаты двух обмеров суммируют и находят требуемый рост шлем-маски.

При сумме до 93 см размер нулевой, от 93 до 95 см – первый, от 95 до 99 см – второй, от 99 до 103 см – третий, от 103 и выше – четвертый [4].

Противогазы комплектуют коробками двух размеров (большая и малая) и трех типов: без аэрозольного фильтра, с аэрозольным фильтром (на коробке белая вертикальная полоса), без аэрозольного фильтра с уменьшенным сопротивлением дыханию (имеет индекс 8 в маркировке). В зависимости от вида вредного вещества выпускают коробки следующих марок: А, В, Г, Е, КД, СО, М (табл. 9.2) [5].

Коробки марок А, В, Г, Е, КД изготавливаются как с аэрозольными фильтрами, так и без них; коробка БКФ – только с аэрозольными фильтрами; коробки СО и М – без аэрозольных фильтров. Белая вертикальная полоса на коробке означает, что она оснащена аэрозольным фильтром.

Таблица 7.1

Характеристика промышленных противогазов

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
А	Коричневая	Пары органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сероуглерод, спирты, эфиры, галоидоорганические соединения, нитросоединения бензола и его гомологи, тетроэтилсвинец, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты)

Продолжение табл. 7.1

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
В	Желтая	Кислые газы и пары (диоксида серы, гидрид серы, хлор, циан гидрида, окислы азота, хлориды водорода, фосген), фосфор- и хлорорганические ядохимикаты
Г	Черно-желтая	Пары ртути и ртутьорганическе ядохимикаты на основе этилмеркурхлорида
Е	Черная	Гидрид мышьяка и гидрид фосфора
К	Зеленая	Аммиак, а также пыль, дым, туман
КД	Серая, с бе- лой поло- сой	Аммиак и сероводород
БКФ	Защитная, с белой полосой	Кислые газы и пары, пары органических веществ, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пыль, дым, туман
СО	Белая	Оксид углерода
М	Красная	Оксид углерода в присутствии паров органических ве- ществ, кислые газы, аммиак, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пары органических соединений (бензин, керо- син, ацетон, бензол, ксилол, сероуглерод, толуол, спирты, эфиры, анилин, соединения бензола и его гомологи)
П-2У	Красная с белой поло- сой	Пары карбонилов никеля и железа, оксид углерода и со-путствующие аэрозоли
Б	Синяя	Бороводороды: диборан, пентаборан, этилентаборан, ди-этилдекаборан и их аэрозоли
УМ	Защитная	Пары и аэрозоли гептила, амил, самин, нитромеланж, амидол
ГФ	Голубая	Газообразный гексафторид урана, фтор, фтористый водо- род, радиоактивные аэрозоли

Пользование противогазом. Подобрав шлем-маску, ее обязательно

примеряют. Новую лицевую часть предварительно необходимо протереть снаружи и внутри чистой тряпочкой или тампоном ваты, смоченным в воде, а клапаны выдоха продуть. Шлем-маску, бывшую в употреблении, следует отсоединить от коробки, протереть двухпроцентным раствором формалина или промыть водой с мылом и просушить.

При сборке противогаза шлем-маску берут в левую руку за клапанную коробку, а правой рукой ввинчивают до отказа фильтрующе- поглощающую коробку навинтованной горловиной в патрубок клапанной коробки шлем-маски.

При переводе противогаза в «боевое» положение необходимо:

– снять головной убор и зажать его между коленями или положить рядом;

– убрать волосы со лба и висков, женщинам следует гладко

– зачесать волосы назад, заколки и украшения снять (их попадание под обтюратор приведет к нарушению герметичности);

– вынуть шлем-маску из сумки, взять ее обеими руками за утолщенные края у нижней части так, чтобы большие пальцы рук были с наружной стороны, а остальные – внутри. Подвести шлем-маску к подбородку и резким движением рук вверх и назад натянуть ее на голову так, чтобы не было складок, а очки пришлись против глаз (ГП-5, ГП-5М);

– для правильного надевания ГП-7 надо взять лицевую часть обеими руками за щечные лямки так, чтобы большие пальцы захватывали их изнутри. Задержать дыхание, закрыть глаза. Затем зафиксировать подбородок в нижнем углублении обтюратора и движением рук вверх и назад натянуть наголовник на голову и подтянуть до упора щечные лямки;

– сделать полный выдох (для удаления зараженного воздуха из-под шлем-маски, если он туда попал в момент надевания), открыть глаза и возобновить дыхание;

– надеть головной убор, застегнуть сумку и закрепить ее на туловище.

Дополнительные патроны

В результате развития химической и нефтехимической промышленности

в производстве увеличено применение химических веществ. Многие из них по своим свойствам вредны для здоровья людей. Их называют сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).

С целью расширения возможностей гражданских противогазов по защите от СДЯВ для них введены дополнительные патроны (ДПГ-1 и ДПГ-3).

ДПГ-1 в комплекте с противогазом защищает от двуокиси азота, метила хлористого, окиси углерода и окиси этилена. ДПГ-3 в комплекте с противогазом защищает от аммиака, хлора, диметиламина, нитробензола, сероводорода, сероуглерода, синильной кислоты, тетраэтилсвинца, фенола, фурфурола, хлористого водорода.

Внутри патрона ДПГ-1 два слоя шихты – специальный поглотитель и гопкалит. В ДПГ-3 только один слой поглотителя. Чтобы защитить шихту от увлажнения при хранении, горловины должны быть постоянно закрытыми: наружная – с навинченным колпачком с прокладкой, внутренняя – с ввернутой заглушкой [6].

Изолирующие противогазы. Изолирующие противогазы (ИП) являются специальными средствами защиты органов дыхания, глаз и кожи лица от любых вредных примесей, находящихся в воздухе независимо от их свойств и концентраций. Они используются также в тех случаях, когда невозможно применение фильтрующих противогазов, например при наличии в воздухе очень высоких концентраций отравляющих веществ или любой вредной примеси, кислорода менее 16 %, а также при работе под водой на небольшой глубине. Виды противогазов представлены на Рис. 7.5.



ИП-4М ИП-6 ПДА-3М

Рис. 9.5. Изолирующие противогазы

Изолирующие противогазы используют в случае, когда фильтрующие противогазы не обеспечивают должной степени защиты, или когда в воздухе недостаточно кислорода. Источником кислорода в таком противогазе служит патрон, снаряженный специальным веществом. Для нужд населения выпускают ИП-4М, ИП-4МК, ИП-5, ИП-6, ИП-7, ПДА- 3М.

Действие изолирующих противогазов основано на использовании химически связанного кислорода. Они имеют замкнутую маятниковую схему дыхания: выдыхаемый воздух попадает в регенеративный патрон, вещество которое содержится в нем поглощает углекислый газ и влагу, а взамен выделяет необходимый для дыхания кислород. Затем дыхательная смесь попадает в дыхательный мешок. При вдохе газовая смесь из дыхательного мешка снова проходит через регенеративный патрон, дополнительно очищается и поступает для дыхания. Материалы, из которых изготовлены противогазы, не оказывают отрицательного воздействия на организм. Применение незапотевающих пленок, а при отрицательных температурах и утеплительных манжет сохраняет прозрачность стекол в течение всего времени работы в противогазе при любой физической нагрузке. Грантируется высокая эксплуатационная безопасность.

ИП-4М, ИП-4МК используют при авариях, стихийных бедствиях. ИП-5, ИП-6 предназначены для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека в непригодной для дыхания атмосфере независимо от состава и концентрации вредных веществ в воздухе, а также при недостатке или отсутствии кислорода. Портативный дыхательный аппарат (ПДА-3М) предназначен для экстренной защиты органов дыхания, зрения и кожи лица человека в непригодной для дыхания атмосфере при эвакуации из опасной зоны, выполнении аварийных работ, а также в ожидании помощи [5].

По принципу действия изолирующие противогазы делятся на две группы: ИП-5); КИП-8).

- противогазы на основе химически связанного кислорода (ИП-4,

- противогазы на основе сжатого кислорода или воздуха (КИП-7, Исходя из принципа защитного действия, основанного на полной изоляции органов дыхания от окружающей среды, время пребывания в изолирующем противогазе зависит не от физико-химических свойств ОВ,РВ, БС и их концентраций, а от запаса кислорода и характера выполняемой работы.

Противогазы шланговые изолирующие презназначены для защиты органов дыхания, глаз и кожи человека от любых вредных примесей в воздухе независимо от их концентрации, а также для работы в условиях недостатка кислорода в воздухе рабочей зоны. Комплектуются возду- ходводящим шлангом длиной 10 или 20 м на барабане или в сумке.

Респираторы.

Респираторы представляют собой облегченное средство защиты органов дыхания от вредных газов, паров, аэрозолей и пыли (рис. 7.6).

Респираторы делятся на два типа. Первый – это респираторы, у которых полумаска и фильтрующий элемент одновременно служат и лицевой частью. Второй – это респираторы, которые очищают вдыхаемый воздух в фильтрующих патронах, присоединяемых к полумаске.



Рис. 7.6. Респираторы:

а – «Кама»; б – «Снежок»; в – У-2к; г – РП-КМ; д – Ф-62Ш; е – «Ас- тра 2»; ж – РПГ-67; з – РУ-6 Ом

Респираторы по назначению делят на следующие виды [5]:

противоаэрозольные – для защиты органов дыхания от пыли, дыма, тумана, содержащих токсичные, бактериальные и другие опасные элементы, за счет пропускания вдыхаемого воздуха через фильтр из специального материала (респираторы «Лепесток», «Кама», «Снежок-П», У-2к, «Астра-2», Ф-62ш, РПА-1 и др.). Для фильтров в таких респираторах ис- пользуют материалы типа ФП (фильтр Петрянова), обладающие высокой эластичностью, механической прочностью, большой пылеемкостью, стой- костью к химическим агрессивным веществам и прекрасными фильтрую- щими свойствами;

противогазовые – для защиты от паров и газов за счет фильтрования вдыхаемого воздуха через фильтрпатроны различных марок, различающихся составом адсорбирующего материала. При этом фильтр-патрон каждой марки защищает от газов только определенного вида (РПГ-67);

универсальные – одновременно защищают от аэрозолей и отдель- ных видов газов и паров. Респираторы имеют противоаэрозольный фильтр и сменные противогазовые патроны разных марок (РУ-60м) или противо- газовые фильтры из ионообменного волокнистого материала («Снежок- ГП», «Лепесток-Г»).

По конструктивному оформлению различают респираторы двух типов:

фильтрующие маски – их фильтрующий элемент одновременно служит лицевой частью;

патронные – самостоятельно выполненные лицевая часть и фильтрующий элемент.

По характеру вентилирования подмасочного пространства респи- раторы делят на бесклапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух прохо- дит через фильтрующий элемент) и клапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух движется по различным каналам благодаря системе клапанов вдоха и выдоха).

В зависимости от срока службы различают респираторы одноразо- вого (типа «Лепесток», «Кама», У-2к и т. п.) и многоразового пользования, в которых предусмотрена возможность замены фильтров или их много- кратная регенерация (Ф-62ш, «Астра-2», РУ-60м и др.).

Респираторы ШБ-1, «Лепесток-5», «Лепесток-40» и «Лепесток-200» одинаковы и представляют собой сплошную легкую полумаску- фильтр из материала ФПП (фильтрующее полотно Петрянова). В нерабо- чем состоянии респиратор имеет вид круга. Каркасность его в рабочем со- стоянии обеспечивают пластмассовая распорка и алюминиевая пластина. Плотное прилегание респиратора к лицу достигается при помощи резино- вого шнура, вшитого в периметр круга, а также благодаря электростатиче- скому заряду материала ФПП, который образует полосу обтюрации. На го- лове респиратор крепят четырьмя шнурами.

Противоаэрозольные респираторы. В качестве фильтров в респираторах используют тонковолокнистые фильтровальные материалы. Наибольшее распространение получили полимерные фильтровальные материалы типа ФП (фильтр Петрянова) благодаря их хорошей эластичности, большой пылеемкости, а главное, высоким фильтрующим свойствам. Важной отличительной особенностью материалов ФП, изготовленных из перхлорвинила и других полимеров, обладающих изоляционными свойствами, является то, что они несут электростатические заряды, которые резко повышают эффективность улавливания аэрозолей и пыли.

Респиратор противопылевый У-2К (в гражданской обороне Р-2) обеспечивает защиту органов дыхания от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, радиоактивной и другой пыли, от некоторых бактериальных средств, дустов и порошкообразных удобрений, не выделяющих токсичные газы и пары. Использовать респиратор целесообразно при кратковременных работах небольшой интенсивности и запыленности воздуха. Не рекомендуется применять, когда в атмосфере сильная влага.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, наружный фильтр которой изготовлен из полиуретанового поропласта зеленого цвета, а внутренняя его часть – из тонкой воздухонепроницаемой полиэтиленовой пленки, в которую вмонтированы два клапана вдоха (рис. 9.7). Клапан выдоха размещен в передней части полумаски и защищен экраном. Между поропластом и полиэтиленовой пленкой расположен второй фильтрующий слой из материала ФП. Для плотного прилегания респиратора к лицу в области переносицы имеется носовой зажим – фигурная алюминиевая пластина. Респиратор крепится при помощи регулируемого оголовья.



Рис. 7.7. Респираторы У-2К (Р-2)

Респираторы У-2К изготавливаются трех ростов, которые обозначаются на внутренней подбородочной части полумаски. Определение роста производится путем измерения высоты лица человека, т. е. расстояния между точкой наибольшего углубления переносицы и самой нижней точкой подбородка. При величине измерения от 99 до 109 мм берут первый рост, от 109 до 119 мм – второй, от 119 и выше – третий.

Принцип действия респиратора основан на том, что при вдохе воздух последовательно проходит через фильтрующий полиуретановый слой маски, где очищается от грубодисперсной пыли, а затем через фильтрующий полимерный материал (ФП), в котором происходит очистка воздуха от тонкодисперсной пыли. После очистки вдыхаемый воздух через клапаны вдоха попадает в подмасочное пространство и в органы дыхания.

При выдохе воздух из подмасочного пространства выходит через клапан выдоха наружу.

Чтобы подогнать респиратор У-2К (Р-2), нужно:

- вынуть его из полиэтиленового мешочка и проверить его исправность, надеть полумаску на лицо так, чтобы подбородок и нос разместились внутри нее, одна нерастягивающаяся тесьма оголовья располагалась бы на теменной части головы, а другая – на затылочной;
- с помощью пряжек, имеющихся на тесемках, отрегулировать их длину (для чего следует снять полумаску) таким образом, чтобы надетая полумаска плотно прилегала к лицу;
- на подогнанной надетой полумаске прижать концы носового зажима к носу.

Для проверки плотности прилегания респиратора к лицу необходимо плотно закрыть отверстия предохранительного экрана клапана выдоха ладо- нью и сделать легкий выдох. Если при этом по линии прилегания полумаски к лицу воздух не выходит, а лишь несколько раздувает респиратор, значит, он надет герметично. Если воздух проходит в области носа, то надо плотнее прижать концы носового зажима.

После снятия респиратора необходимо удалить пыль с наружной части полумаски с помощью щетки или вытряхиванием. Внутреннюю поверхность необходимо протереть и просушить, после чего респиратор необходимо вложить в полиэтиленовый пакет, который закрывается кольцом. Противоаэрозольный респиратор Ф-62Ш (однопатронный) – это средство индивидуальной защиты органов дыхания человека от различных видов промышленных пылей, он не защищает от газов, паров вредных ве- ществ, аэрозолей органических соединений. Предназначен для защиты от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, табачной пыли, пыли порошкообразных удобрений и интоксицидов, а также других видов пыли, не выделяющих токсичных газов. Широко применяется шахтерами. Респиратор противоаэрозольный ФА-2002

предназначен для защиты лица, глаз, органов дыхания от аэрозолей различной природы (пыль, дым, туман) при их суммарной концентрации не более 15 ПДК и при концентрации кислорода не менее 17 % (Рис. 7.8).



Ф-62Ш



ФА-2002

Рис. 7.8. Респираторы противоаэрозольные Ф-62Ш и ФА-2002

Универсальные респираторы

Газопылезащитные респираторы занимают как бы промежуточное положение между респираторами противопылевыми и противогазами. Они легче, проще и удобнее в использовании, чем противогаз. Однако защищают только органы дыхания при концентрации вредных веществ не более 10–15 ПДК. Глаза, лицо остаются открытыми. Вместе с тем такие респираторы во многих случаях довольно надежно предохраняют человека в газовой и пылегазовой среде.

Респиратор газопылезащитный РУ-60М (рис. 7.9) защищает органы дыхания от воздействия вредных веществ, присутствующих в воздухе одновременно в виде паров, газов и аэрозолей (пыли, дыма, тумана).



Рис. 7.9. Респиратор газопылезащитный (РУ-60М)

Запрещается применять эти респираторы для защиты от высокотоксичных веществ типа синильной кислоты, мышьяковистого, фосфористого, цианистого водорода, тетраэтилсвинца, низкомолекулярных углеводородов (метан, этан), а также от веществ, которые в парогазообразном состоянии могут проникнуть в организм через неповрежденную

кожу. Респиратор РУ-60М состоит из резиновой полумаски, обтюратора, поглощающих патронов (марки А, В, КД, Г), пластмассовых манжет с клапанами вдоха, клапана выдоха с предохранительным экраном и оголовья. С этими респираторами разрешается работать в средах, где концентрация пыли не более 100 мг/м^3.

Противогазовые респираторы. Респиратор противогазовый (РПГ-

67) – это средство индивидуальной защиты, применяется на предприятиях химической, металлургической и в других отраслях производства при концентрациях вредных веществ, не превышаю-

щих 10–15 ПДК.

Газодымозащитный комплект. Статистика показывает, что пожары с большим количеством человеческих жертв чаще всего встречаются в гостиницах, театрах, универсамах, ресторанах, вечерних клубах, учебных заведениях, на предприятиях, использующих легковоспламеняю- щиеся материалы.

Помещения быстро заполняются окисью углерода и другими токсическими газами. Люди гибнут от отравлений. Чтобы защитить органы дыхания и глаза от ядовитых газов, а голову человека от огня при выходе из горящего помещения, создан специальный газодымозащитный комплект (Рис. 9.10).



Рис. 9.10 Газодымозащитный комплект

Газодымозащитный комплект (ГДЗК) состоит из огнестойкого капюшона с прозрачной смотровой пленкой. В нижней части расположена эластичная манжета.

Внутри капюшона находится резиновая полумаска, в которой закреплен фильтрующе-сорбирующий патрон с клапаном вдоха. ГДЗК имеет регулируемое оголовье. При надевании следует широко растянуть эластичную манжету и накинуть капюшон на голову так, чтобы

манжета плотно облегала шею, при этом длинные волосы заправляются под капюшон. Очки можно не снимать. ГДЗК обеспечивает защиту от окиси углерода и цианистого водорода не менее 15 мин. Сопротивление при вдохе при 30 л/мин – не более 149 Па (15 мм вод. ст). Масса 800 г. Комплект хранится в картонной коробке в пакете из трехслойной полиэтиленовой пленки.

Капюшон «Феникс» предназначен для самостоятельной эвакуации из мест возможного отравления химически опасными и вредными вещест- вами. Защищает от продуктов горения, аэрозолей, паров и газов, опасных химических веществ, образующихся при аварийных ситуациях (Рис. 9.11).

Самоспасатели СИП-1, СПИ-20, СПФ, «Экстремал ПРО» (Рис. 9.11) предназначены для индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от вредного воздействия непригодной для дыхания, токсичной и задымленной газовой среды. Применяются при экстренной эвакуации людей в случае террористических актов, а также с мест пожара в общественных зданиях, на транспорте, из жилых домов и т. п.



а *б* *в* *г*

Рис. 9.11. Самоспасатели:

а – СИП-1; б – СПИ-20; в – СПФ; г – капюшон «Феникс»; д – «Экстремал ПРО».

Самоспасатель противопожарный СИП-1 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и головы при самостоятельной эвакуации из помещений (гостиниц, высотных зданий, вагонов) во время пожара или при других аварийных ситуациях, от любых вредных веществ независимо от их концентрации и при недостатке кислорода в воздухе.

Порядок выполнения работы

1. Записать название и цель работы.
2. Законспектировать виды и назначение противогазов в виде табл. 7.3.

Таблица 7.3

Виды и назначение противогазов

Наименование и марка	Назначение, вид веществ, от которых защищает	Комплектация	Примечание*
Фильтрующие противогазы			
Гражданские			
ГП-5			
…			

… т. д.			

*В примечании указать, для каких возрастных групп предназначен, особенности мар- ки и т. п.

3. Указать правила пользования противогазами.

4. Измерить при помощи гибкого сантиметра лицевую часть головы и подобрать для себя размер противогаза ГП-5 (ГП-7) по росту.

5. Измерить при помощи гибкого сантиметра высоту своего лица и подобрать размер респиратора У-2К.

6. Показать отчет преподавателю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / С. В. Белов [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – М.: Высш. шк., 2009. – 616 с.

2. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера : учеб. пособие для вузов / В. А. Акимов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2008. – 592 с.

3. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрез- вычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов / Я. Д. Вишняков [и др.]. – М. : Академия, 2008. – 304 с.

4. Емельянов В. М., Коханов В. Н., Некрасов П. А. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов. – М. : Академический проект : Трикста, 2005. – 480 с.

5. Вознесенский В. В. Средства защиты органов дыхания и кожи. Противога- зы, респираторы и защитная одежда, основы их эксплуатации : учеб. пособие. – М. : Воен. знания, 2010. – 80 с.

6. Семенов С. Н., Лысенко В. П. Проведение занятий по гражданской обороне : метод. пособие. – М. : Высш. шк., 1990. – 96 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. ИНЖЕНЕРНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА. ВИДЫ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ В НИХ

Наименование работы: Действия населения при ЧС военного характера.

Цель: изучить действия населения при ЧС военного характера при угрозе применения радиационного, химического или биологического оружия, определить применяемые средства индивидуальной защиты, обосновать выбор защитных сооружений.

Время: 4 часа

Материально-техническое обеспечение: инструкционная карта, ручка, противогаз, респиратор, ватно-марлевая повязка

Методика выполнения

Задание:

1. Изучить индивидуальные средства защиты населения.

2. Изучить виды укрытий и правила поведения в убежищах и укрытиях.

3. Изучить применение СИЗ при угрозе применения химического и биологического оружия.

4. Отчет о работе оформить в виде плана-конспекта.

5. Заполнить таблицу.

№	ЧС	Опасность	Поражающие факторы	Основные средства защиты

Ядерное оружие – самое страшное оружие современности. Поражение людей при его применении зависит от того, где они находились в момент ядерного взрыва. Наиболее эффективным средством защиты от всех поражающих факторов ядерного оружия являются убежища (укрытия). Находясь в убежищах (укрытиях), необходимо постоянно держать в готовности к немедленному использованию средства индивидуальной защиты. Средства

индивидуальной защиты подразделяют на средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), средства индивидуальной защиты глаз (СИЗГ), средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК). К средствам защиты органов дыхания человека относятся противогазы (фильтрующие (рис.8.1.) и изолирующие (рис.2.)) и респираторы (рис.3.), а также простейшие средства защиты – противопыльные тканевые маски (ПТМ-1) (рис.4.) и ватно-марлевые повязки (рис.5.), изготовляемые обычно силами самого населения.

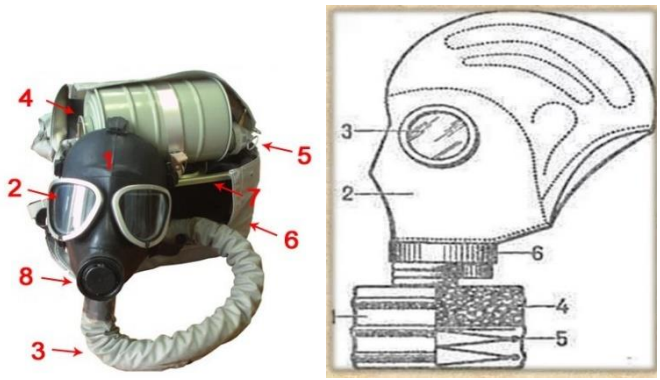


Рис. 8.1 Фильтрующий противогаз

1-фильтрующе-поглощающая коробка; 2-лицевая часть противогаза; 3-очковой узел; 4-шихга (обеспечивает поглощение паров и газов, и токсичных в-в); 5-ПАФ (противоаэрозольный фильтр); 6-клапанная коробка.



Рис.8.2. Изолирующий противогаз

1-лицевая часть, 2-очковый узел, 3-соеденительная трубка, 4-регенераторный патрон, 5-пусковое устройство патрона, 6-дыхательный мешок, 7-каркас, 8-устройство для переговоров.

Порядок надевания противогаза:

1. По команде «Газы!» задержите дыхание, не вдыхая воздух.

2. Закрыть глаза.

3. Достать противогаз из противогазной сумки, левой рукой доставая противогаз, а правой держа сумку снизу.

4. Вынуть пробку-заглушку из противогазной коробки.

5. Перед надеванием противогаза расположить большие пальцы рук снаружи, а остальные внутри.

6. Приложить нижнюю часть шлем-маски на подбородок.

7. Резко натянуть противогаз на голову снизу-вверх.

8. Выдохнуть.

9. Необходимо, чтобы после не образовалось складок, очковый узел должен быть расположен на уровне глаз.

10. Перевести сумку на бок.

Снятие:

1. По команде «Отбой!» брать за фильтровальную коробку и, потянув сверху-вниз, снять его.

2. Убрать противогаз в противогазную сумку.

3. Застегнуть пуговицы.

Таблица 8.0

Подбор размера противогаза

Обхват головы	Размер противогаза
До 63	0
63,5-65,5	1
66-68	2
68,5-70,5	3
71 и более	4

В качестве защиты органов дыхания от радиоактивной пыли и различных вредных аэрозолей могут быть использованы респираторы. Они просты в применении, малогабаритны и рассчитаны на массовое применение. Широко используются при выполнении работ, связанных с пылеобразованием.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, снабженную двумя клапанами вдоха, клапаном выхода (с предохранительным экраном),

оголовьем, состоящим из эластичных растягивающихся (и не растягивающихся) тесемок, и носовым зажимом. Работать в нем можно до 12 ч

Респираторы Р-2 изготовляются трех ростов -1,2 и 3-го, которые обозначаются внутренней подбородочной части полумаски.

Простейшими средствами защиты органов дыхания человека от радиоактивной пыли и биологических средств (при действиях во вторичном облаке) являются противопыльная тканевая маска ПТМ-1 (рис.8.3).

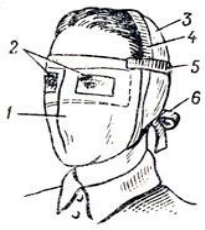


Рис.8.3. Противопыльная тканевая маска

1-корпус маски, 2-смотровые отверстия, 3-крепления, 4-резиновая тесьма, 5-поперечная резинка, 6-завязки.

И ватно-марлевая повязка (рис.8.4.) От ОВ (отравляющих веществ) они не защищают. Их изготавливает преимущественно само население. Маска состоит из корпуса и крепления. Корпус шьется из двух одинаковых по форме тканевых фильтрующих половинок, собранных на 4-5 слоев. На нем имеются смотровые отверстия со вставленными стеклами. Крепится маска на голове при помощи вставленной резинки и двух завязок.

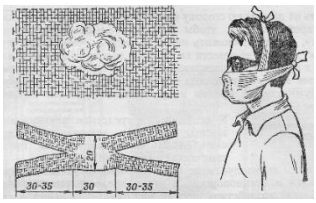


Рис.8.4. Ватно-марлевая повязка

Ватно-марлевая повязка изготовляется из куска марли размером 100 х50 см и ваты. На марлю накладывают слой ваты толщиной 2-3 см, длинной 30 см, шириной 20 см. Марлю с обеих сторон загибают и накладывают на вату. Концы марли разрезают на 30-35 см с каждой стороны, чтобы образовались две пары завязок. Марлевые повязки делают из 10-12 слоев марли. Они шьются также в

виде маски, закрывающей лицо или только подбородок, нос и рот. Для защиты глаз используются противопыльные очки.



Рис.8.5.Защитные очки

К средствам индивидуальной защиты глаз (СИЗГ), в первую очередь, относятся защитные очки, предохраняющие от пыли, твердых частиц, химически неагрессивных жидкостей и газов, от слепящего яркого света, ультрафиолетового, инфракрасного излучения и от сочетания излучений указанных видов с воздействия летящих твердых частиц, а так же очкизащищающие от лазерного излучения и других опасных факторов.

К **средствам индивидуальной защиты кожи (СИЗК)** относят защитную одежду фильтрующего и изолирующего типа. К изолирующим средствам защиты кожи относятся общевойсковой комплексный защитный костюм (ОКЗК), общевойсковой защитный комплекс (ОЗК) (рис.8.6.), легкий защитный костюм (Л-1) , защитный комбинезон или костюм.

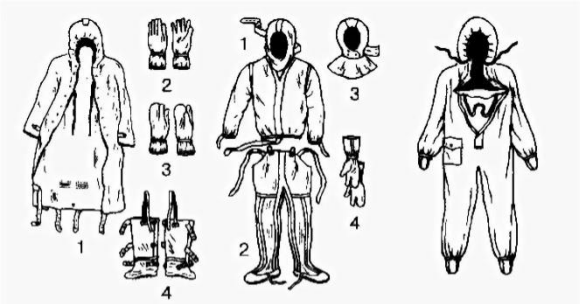


Рис. 7. Общевойсковой защитный комплект: 1 — защитный плащ; 2, 3 — защитные перчатки; 4 — защитные чулки

Рис. 8. Легкий защитный костюм Л-1: 1 — рубаха с капюшоном; 2 — брюки с защитными чулками; 3 — подшлемник; 4 — перчатки

Комплект защитной фильтрующей одежды

Рис. 8.6 Защитный костюм

Общевойсковой комплексный защитный костюм (ОЗК) предназначен для комплексной защиты от светового излучения и радиоактивной пыли, паров и аэрозолей ОВ и биологических аэрозолей. Он состоит из пропитанных специальным составом куртки, брюк, защитного белья, головного убора, подшлемника.

Простейшие средства защиты кожи применяются при отсутствии табельных средств. Может быть использована прежде всего производственная одежда (спецовка) – куртка и брюки, комбинезоны, халаты с капюшоном, сшитые из брезента, огнезащитной или прорезиненной ткани, грубого сукна. Они способны не только защищать от попадания на кожу людей радиоактивных веществ и биологических средств, но и не пропускать в течение некоторого времени капельножидких отравляющих веществ.

Обычная одежда, обработанная специальной пропиткой, может защищать и от паров отравляющих веществ. В качестве пропитки используют моющие средства или мыльно-масляную эмульсию. Основные представители неионогенных моющих средств – ОП-7 и ОП-10 (ОП-7иОП-10 - вспомогательные вещества, представляющие собой продукты обработки смеси моно- и диалкилфенолов окисью этилена. Вспомогательные вещества ОП-7 и ОП-10 относятся к неионогенным поверхностно-активным веществам. Применяются в качестве смачивающих, эмульсирующих, стабилизирующих поверхностно-активных веществ. Хорошо растворимы в воде). Синтетические моющие средства в чистом виде используются редко и служат исходным материалом для приготовления моющих средств, которые состоят из моющего вещества, активных добавок (соли фосфорной кислоты, сульфат натрия, метасиликат натрия и др.) и веществ, предохраняющих кожу (карбоксиметилцеллюлоза, дермоланы – высокомолекулярные циклические соединения, содержащие группы SO_2,NH_4,далгоны – конденсированные фосфаты).

Придать повседневной одежде защитные от отравляющих веществ свойства можно, пропитав ее раствором, который может быть приготовлен в домашних условиях. 2,5-3 л раствора, необходимого для пропитки одного комплекта одежды, можно получить если растворить 250-300 г измельченного хозяйственного мыла в 2-3 л горячей воды (60-70 ° С), добавить в раствор 0,5 л минерального (машинного) и другого масла и, подогревая,перемешивать раствор до получения однородной мыльно-масляной эмульсии. Одежду помещают в большую емкость (бак, ведро) и заливают раствором. Пропитанная одежда отжимается и просушивается (утюжке не подлежит).

В летную жаркую погоду необходимо соблюдать установленные сроки работы в защитной одежде. Зимой для предупреждения обмораживания следует надевать ее на ватник, использовать подшлемник, теплые портянки, в резиновые сапоги подкладывать теплые стельки, защитные перчатки одевать поверх обычных шерстяных или фланелевых. Обычно длительность пребывания людей в убежищах зависит от степени радиоактивного заражения местности. Если убежище находится в зоне заражения с уровнями радиации от 8 до 80 Р/ччерез один час после ядерного взрыва, то время пребывания в нем укрываемых людей составит от нескольких часов до одних суток (рис.8.7) .



Рис.8. 7. Ватно-марлевая повязка

В зоне заражения с уровнями радиации от 80 до 240 Р/ч нахождение людей в защитном сооружении увеличивается до 3 сут. В зоне заражения с уровнем радиации 240 Р/ч и выше это время составит 3 сут. и более. По истечении указанных сроков из убежищ (укрытий) можно перейти в жилые помещения. В течение последующих 1-4 сут. (в зависимости от уровней радиации в зонах

заражения) из таких помещений можно периодически выходить наружу, но не более чем на 3-4 ч в сутки.

В условиях сухой и ветреной погоды, когда возможно пылеобразование, при выходе из помещений следует использовать СИЗОД. Чтобы благополучно пережить указанные сроки пребывания в убежищах, необходимо иметь запасы продуктов питания (не менее чем на 4 сут. (крупы, сахар и соль, галеты, сухари, консервы, макаронные изделия, мука, сухофрукты, шоколад, подсолнечное масло, мед, варенье. уксус, вода)), питьевой воды (из расчета 3 л на человека в сутки), а также предметы первой необходимости и медикаменты.

Если в результате ядерного взрыва убежище (укрытие) окажется поврежденным, принимают меры к быстрому выходу из него, надев СИЗОД. Если основным и ли запасным выходом воспользоваться невозможно, приступают к расчистке одного из заваленных выходов или к проделыванию выхода. После выхода из очага ядерного поражения (зоны радиоактивного заражения) необходимо провести частичную дезактивацию и санитарную обработку, т.е. удалить радиоактивную пыль. При частичной дезактивации следует осторожно снять одежду, ни в коем случае не снимая СИЗОД. Встав спиной к ветру, вытряхнуть ее, развесить одежду на перекладине или веревке и обмести с нее пыль сверху вниз с помощью щетки или веника. Одежду можно выколачивать и палкой.

После этого следует продезактивировать обувь: протереть тряпками и ветошью, смоченными водой, очистить веником или щеткой. Резиновую обувь можно мыть. Противогаз дезактивируют в особой последовательности. Фильтрующе-поглощающую коробку вынимают из сумки, сумку тщательно вытряхивают. Затем тампоном, смоченным мыльной воде, моющим раствором или жидкостью из противохимического пакета обрабатывают фильтрующе-поглощающую коробку, соединительную трубку и наружную поверхность шлема-маски (маски). Лишь после этого противогаз снимают.

Противопыльные тканевые маски при дезактивации тщательно вытряхивают, чистят щетками, при возможности полощут или стирают в воде. Зараженные ватно-марлевые повязки сжигают. При частичной санитарной обработке открытые участки тела: руки, лицо, шею, глаза обмывают незараженной водой. Нос, рот и горло полощут. Важно, чтобы при обмывке лица зараженная вода не попала в глаза, рот и нос. При недостатке воды обработку проводят путем многократного протирания участков тела тампонами из марли (ваты, пакли, ветоши), смоченными незараженной водой. Протирание следует проводить сверху вниз. каждый раз переворачивая тампон чистой стороной. Зимой может использоваться незараженный снег.

Летом санитарную обработку можно организовать в реке или другом проточном водоеме. Частичная дезактивация и санитарная обработка, проводимые в одноразовом порядке, не всегда гарантируют полное удаление радиоактивной пыли. Потому после их проведения обязательно проводится дозиметрический контроль. Если заражение одежды и тела окажется выше допустимой нормы, частичные дезактивацию и санитарную обработку повторяют. В необходимых случаях проводится полная санитарная обработка. Своевременно проведенные частичные дезактивация и санитарная обработка могут полностью предотвратить или сильно снизить степень поражения людей радиоактивными веществами.

Если люди во время ядерного взрыва находятся вне убежища укрытия, следует использовать естественные ближайшие укрытия (рис.10). Если таких укрытий нет, надо повернуться к взрыву спиной, лечь на землю лицом вниз, руки спрятать под себя. Через 15-20 с. после взрыва, когда пройдет ударная волна, следует встать и немедленно надеть противогаз, респиратор или какое-либо другое СИЗОД. В случае отсутствия специальных средств следует закрыть рот и нос платком, шарфом или плотным материалом.

Задача состоит в том, чтобы исключить попадание внутрь организма радиоактивных веществ. Их поражающее действие бывает значительным в

течение длительного времени, поскольку выведение их из организма происходит медленно. Далее необходимо стряхнуть осевшую на одежду и обувь пыль, надеть имеющиеся средства защиты кожи.

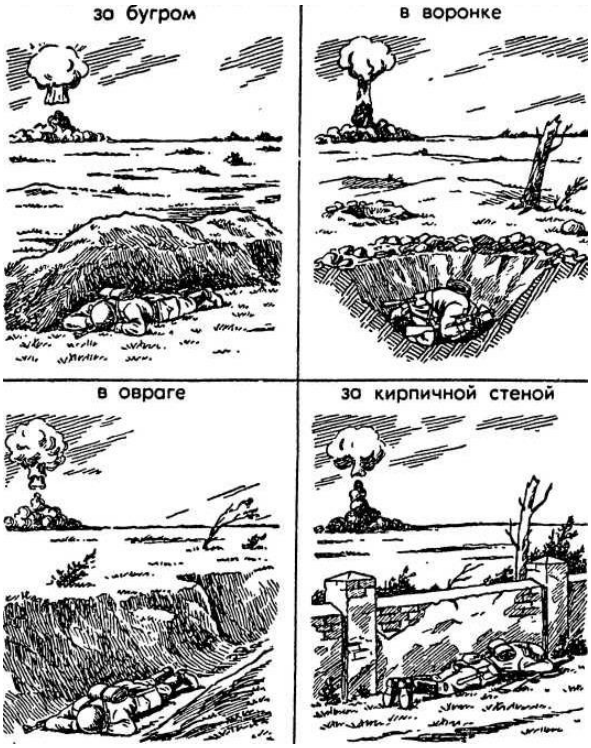


Рис 8.8 Естественные укрытия при внезапном ядерном взрыве

Для этого можно использовать имеющиеся одежду и обувь. Затем следует побыстрее покинуть очаг поражения или укрыться в ближайшем защитном сооружении.

Оставаться на зараженной радиоактивными веществами местности вне убежищ (укрытий), несмотря на использование средств индивидуальной защиты, опасно. Это сопряжено с возможностью облучения и, как следствие, развития лучевой болезни. В целях уменьшения возможности поражения радиоактивными веществами в зонах заражения запрещается принимать пищу, пить и курить. Приготовление пиши должно вестись на незараженной местности или, в крайнем случае, на местности, где уровень радиации не превышает 1 Р/ч. При выходе из очага поражения необходимо учитывать, что в результате ядерных взрывов разрушаются здания, сети коммунального хозяйства. При этом отдельные элементы зданий могут обрушиться через

некоторое время после взрыва. Продвигаться надо посередине улицы, стараясь возможно быстрее попасть в безопасное место. Нельзя трогать электропровода. Направление движения из очага поражения следует выбирать, ориентируясь на знаки ограждения, расставленные разведкой гражданской обороны. Они ведут всторону снижения уровней радиации. Двигаясь по зараженной территории, надо стараться не поднимать пыли, обходить лужи, не создавать брызг.

В результате применения химического оружия возникают очаги химического поражения-территории, в пределах которой в результате воздействия химического оружия произошли массовые поражения людей и сельскохозяйственных животных. Размеры очага зависят от масштаба и способа применения БТХВ (боевые токсичные химические вещества - это химические соединения, которые способны поражать людей и животных на больших площадях, проникать в различные сооружения, заражать местность и водоемы), его типа метеорологических условий, рельефа местности. Особенно опасны стойкие БТХВ нервнопаралитического действия. Их пары распространяются по ветру на довольно большое расстояние (15-25 км и более). Поэтому люди и животные могут быть поражены ими не только в районе применения химических боеприпасов, но и далеко за его пределами. Длительность поражающего действия БТХВ тем меньше, чем сильнее ветер и восходящие потоки воздуха. В лесах, парках, оврагах, на узких улицах они сохраняются дольше, чем на открытой местности. Современные отравляющие вещества обладают чрезвычайно высокой токсичностью.

При обнаружении признаков применения противником отравляющих веществ, далее ОВ (по сигналу «Химическая тревога») надо срочно надеть противогаз, а в случае необходимости - средства защиты кожи. Если поблизости имеется убежище, нужно укрыться в нем. Перед тем как войти в убежище, следует снять использованные средства защиты кожи и верхнюю одежду и оставить их в тамбуре убежища. Эта мера предосторожности исключает занос ОВ в убежище. Противогаз снимают после входа в убежище.

При пользовании укрытием, например, подвалом, не следует забывать, что оно м служить защитой лишь от попадания на кожные покровы и одежду капельножидких ОВ. Однако оно не защищает от паров или аэрозолей отравляющих веществ, находящихся в воздухе. Находясь в таких укрытиях, при наружном заражении обязательно надо воспользоваться противогазом. Находиться в убежище (укрытии) следует до получения распоряжения на выход из него. Когда такое распоряжение поступит, необходимо надеть требуемые средства индивидуальной защиты - противогазы и средства защиты кожи и выйти за пределы очага поражения по направлениям, обозначенным специальными указателями. Если нет ни указателей, ни постов, то двигаться следует перпендикулярно направлению ветра.

На зараженной ОВ территории надо двигаться быстро, но не пыль (брызги). Нельзя прислоняться к зданиям и прикасаться к окружающим предметам. Не следует наступать на видимые капли и мазки ОВ. На зараженной территории запрещается снимать противогазы и другие средства защиты. Особо осторожно нужно двигаться через парки, сады, огороды и поля. На листьях и ветках растений могут находиться осевшие капли ОВ, при прикосновении к ним можно заразить одежду и обувь, что может привести к поражению.

По возможности следует избегать движения оврагами и лощинами, через луга и болота, в этих местах возможен длительный застой паров ОВ. В городах пары ОВ могут застаиваться в замкнутых кварталах, парках, а также в подъездах и на чердаках домов. Зараженное облако в городе распространяется на наибольшие расстояния по улицам,тоннелям, трубопроводам.

ОВ на кожных покровах, одежде, обуви или средствах индивидуальной защиты необходимо немедленно снять их тампонами из марли или ваты; если таких тампонов нет, капли ОВ можно снять тампонами из бумаги или ветоши. Пораженные места следует обработать раствором из противохимического пакета или тщательно промыть теплой водой с мылом. После выхода из очага

химического поражения немедленно проводится полная санитарная обработка. Если это невозможно, проводятся частичные дегазация и санитарная обработка.

Очагом биологического поражения считаются территорииподвергшиеся непосредственному воздействию бактериальных (биологических) средств, создающих источник распространения инфекционных заболеваний. Заражение людей и животных происходит в результате вдыхания зараженного воздуха, попадания микробов или токсинов на слизистую оболочку и поврежденную кожу, употребления в пищу зараженных продуктов питания и воды.

Причиной заражения могут быть укусы зараженных насекомых и клещей, соприкосновения с зараженными предметами, ранения осколками боеприпасов, снаряженных БС (биологические средства поражения - общее название болезнетворных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, предназначенных для использования в системах биологического оружия с целью поражения людей, животных и растений). Заражение возможно также в результате непосредственного общения с больными людьми (животными). Ряд заболеваний быстро передается от больных людей к здоровым и вызывает эпидемии (чума, холера, тиф, грипп и др.). К основным средствам защиты населения от биологического оружия относятся вакциносывороточные препараты, антибиотики, сульфамидные и другие лекарственные вещества, используемые для специальной и экстренной профилактики инфекционных болезней.

Употребимы такие средства индивидуальной и коллективной защиты. Своевременное и правильное применение средств индивидуальной защиты и защитных сооружений предохранит от попадания БС в органы дыхания, на кожные покровы и одежду. Необходимо строгое соблюдение правил личной гигиены и санитарно-гигиенических требований к питанию и водоснабжению населения. Приготовление и прием питии должны исключать возможность ее заражения бактериальными средствами. Посуду необходимо мыть дезинфицирующими растворами или обрабатывать кипячением. В случае

применения противником биологического оружия возможно возникновение значительного количества инфекционных заболеваний.

Основными формами борьбы с эпидемиями являются обсервация и карантин. Делается это в тех случаях, когда примененные возбудители болезней относятся к особо опасным (чума, холера и др.). Карантинный режим предусматривает полную изоляцию очага поражения от окружающего населения. Это наиболее эффективный способ противодействия распространению инфекционных заболеваний. На внешних границах зоны карантина устанавливается вооруженная охрана, выход людей, вывод животных и вывоз имущества запрещаются. Транзитный проезд транспорта через очаги поражения запрещается. Объекты экономики переходят на особый режим работы со строгим выполнением противоэпидемических требований. Рабочие смены разбиваются на отдельные группы как можно более малочисленные по составу. Контакт между ними сокращается до минимума. Питание и отдых рабочих и служащих организуются по группам в специально отведенных для этого помещениях. Работа учебных заведений, зрелищных учреждений, рынков и т.д. прекращается. Людям не разрешается без крайней необходимости выходить их своих квартир. Продукты питания, вода и предметы первой необходимости доставляются им специальными командами.

При выполнении срочных работ вне зданий люди должны быть обязательно в средствах индивидуальной защиты. Если установленный вид возбудителя не относится к группе особо опасных, вместо карантина применяется обсервация. Она предусматривает медицинское наблюдение за очагом поражения и проведение необходимых лечебно-профилактических мероприятий. Изоляционно-ограничительные меры при обсервации менее строгие: организуются дезинфекция, дезинсекция и дератизация.

Дезинфекция имеет целью обеззараживание объектов внешней среды, которые необходимы для нормальной деятельности и безопасного нахождения людей. Для дезинфекции применяются растворы хлорной извести и хлорамина,

лизол, формалин, могут использоваться горячая вода (с мылом или содой) и пар.

Дезинсекция и дератизация-это мероприятия, связанные соответственно с уничтожением насекомых и истреблением грызунов, которые являются переносчиками инфекционных заболеваний. Для уничтожения насекомых применяют физические (кипячение, проглаживание накаленным утюгом и др.), химические (применение дезинсектирующих средств) и комбинированные способы.

Истребление грызунов в большинстве случаев проводят с помощью механических приспособлений (ловушек различных типов) и химических препаратов. После проведения дезинфекции, дезинсекции и дератизации проводится полная санитарная обработка лиц, принимавших участие в осуществлении названных мероприятий. При необходимости организуется санитарная обработка и остального населения.

Контрольные вопросы

1. Перечислите СИЗОД.

2. Перечислите СИЗ кожи.

3. Назовите порядок изготовления ВМП.

4. При каких опасностях используются индивидуальные средства защиты?

5. Что является основным средством защиты при угрозе применения ядерного оружия?

6. Что относится к основным средством защиты населения от биологического оружия?

7.Какие индивидуальные средства защиты применяются при химической угрозе?

8. Какие действия предполагает санитарная обработка?

9. В чем отличие дезинфекции от дезинсекции?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.Косолапова Н.В. Основы безопасности жизнедеятельности: учебник / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. – 3-е изд., стереот., - М.: Академия, 2013. – 320 с.: ил.

2. Безопасности жизнедеятельности: учебник / Е.А. Арустамов. – 9-е изд., стереот., - М.: Академия, 2013 с.: ис.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

по дисциплине

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Авторы: Кузнецов А.М., Тетерев Н.А.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Безопасности горного производства	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Елохин В.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 17.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……3

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА……..…..4
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ……..……....….5
ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ……...……..5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ……...5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ……...……..5
ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ…….5
УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ…….5
СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ…….,……..5
НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА……. ……..5
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА…….…… ……..6
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ…….…….,,,,,……7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….,,…..11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…….,,..12

ВВЕДЕНИЕ

Современный человек живет в мире различного рода опасностей, т.е. явлений, процессов, объектов, постоянно угрожающих его здоровью и самой жизни. Не проходит и дня, чтобы газеты, радио и телевидение не принесли тревожные сообщения об очередной аварии, катастрофе, стихийном бедствии, социальном конфликте или криминальном происшествии, повлекших за собой гибель людей и громадный материальный ущерб.

По мнению специалистов, одной из причин создавшейся ситуации является недостаточный уровень образования – обучения и воспитания – человека в области обеспечения безопасной деятельности. Только постоянное формирование в людях разумного отношения к опасностям, пропаганда обязательности выполнения требований безопасности может гарантировать им нормальные условия жизни и деятельности.

В курсе БЖД излагаются теория и практика защиты человека от опасных и вредных факторов природного и антропогенного происхождения в сфере деятельности.

Данный курс предназначен для формирования у будущих специалистов сознательного и ответственного отношения к вопросам безопасности, для привития им теоретических знаний и практических навыков, необходимых для создания безопасных и безвредных условий деятельности в системе «человек – среда», проектирования новой безопасной техники и безопасных технологий, прогнозирования и принятия грамотных решений в условиях нормальных и чрезвычайных ситуаций.

В процессе изучения курса БЖД студенту предстоит решить следующие задачи: усвоить теоретические основы БЖД; ознакомиться с естественной системой защиты человека от опасностей; изучить систему искусственной защиты в условиях нормальных (штатных) и чрезвычайных (экстремальных) ситуаций; ознакомиться с проблемами заболеваемости и травматизма на производстве; изучить вопросы управления безопасностью деятельности.

Успешное изучение курса студентами возможно при наличии соответствующей учебной литературы. Предлагаемое вниманию студентов и преподавателей учебное пособие подготовлено в соответствии с учебной программой курса БЖД для студентов всех направлений и специальностей.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Она содержит названия разделов с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов на зачет. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература. При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.

2. По учебникам освойте каждый структурный элемент темы.

3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.

4. Ответьте на контрольные вопросы. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.

5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы и упражнения.

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные понятия и определения. Характеристика форм трудовой деятельности. Опасности среды обитания. Основные положения теории риска. Системный анализ безопасности. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности.

ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ

Анатомо-физиологическая характеристика человека. Анализаторы человека. Защитные механизмы организма.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

Гелиофизические и метеорологические факторы. Производственная пыль. Механические опасности. Опасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Механические колебания и волны. Электробезопасность. Электромагнитные излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Химические опасности. Биологические опасности. Психологические опасности. Экологические опасности. Социальные опасности. Санитарно-гигиенические требования к устройству и содержанию предприятий.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Общая характеристика чрезвычайных ситуаций. Стихийные бедствия. Аварии на особо опасных объектах экономики. Аварии на объектах горной промышленности и подземных геологоразведочных работ. Чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения. Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Заболеваемость. Травматизм. Методы анализа травматизма.

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Правовые основы обеспечения безопасности деятельности. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда. Время отдыха. Подготовка работников к безопасному труду. Система управления охраной труда на предприятии. Экономические аспекты охраны труда.

СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ

НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА

• КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные термины теории безопасности деятельности, дайте их определения.
2. Охарактеризуйте основные формы трудовой деятельности.
3. Что понимают под опасностью среды обитания? Как классифицируют опасности?
4. Сформулируйте аксиому о потенциальной опасности деятельности.
5. В чем состоит идентификация (распознавание) опасности?
6. Что такое квантификация опасностей?
7. Назовите методы анализа безопасности деятельности.
8. Приведите примеры расчета производственного риска.
9. В чем заключается концепция приемлемого риска?
10. Что такое управление риском?
11. Охарактеризуйте системный анализ безопасности деятельности.
12. Перечислите принципы, методы и средства обеспечения безопасности.
13. Изложите сущность естественной системы защиты человека от опасностей.
14. Дайте анатомо-физиологическую характеристику человека.
15. Какова роль анализаторов человека в обеспечении безопасности его деятельности?
16. Опишите зрительный, слуховой и обонятельный анализаторы.
17. Опишите вестибулярный, кинестетический и кожный анализаторы.
18. Что понимают под защитными механизмами человеческого организма?
19. Охарактеризуйте действие гелиофизических и метеорологических факторов на человека.
20. Какое действие оказывают высокие и низкие температуры, повышенная и пониженная влажность на организм человека?
21. Как действуют на организм человека вредные газы и пары?
22. В чем заключается вредное действие производственной пыли на организм? Как ведется борьба с пылью?
23. Назовите средства индивидуальной защиты работающих от пыли.
24. Как классифицируют механические опасности?
25. Перечислите методы и средства защиты от механических опасностей.
26. Укажите, как обеспечивается безопасность при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
27. Охарактеризуйте действие инфразвука и ультразвука на организм и меры защиты от них.
28. Объясните действие шума на организм. Перечислите методы и средства коллективной и индивидуальной защиты от шума.

29. Как борются с вибрацией на горных предприятиях?
30. Объясните действие электрического тока на организм человека.
31. Укажите опасности, связанные с применением электрического тока на горных предприятиях.
32. Назовите основные меры безопасности при эксплуатации электроустановок.
33. Перечислите средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током.
34. В чем состоит молниезащита зданий и сооружений?
35. Назовите способы защиты работающих от воздействия электрических и электромагнитных полей.
36. Укажите меры защиты от инфракрасного, ультрафиолетового и лазерного излучений.
37. Как влияет освещение на условия труда? Перечислите виды освещения.
38. Укажите средства нормализации освещения производственных помещений, рабочих мест и горных выработок.
39. Охарактеризуйте виды ионизирующих излучений.
40. Назовите общие принципы защиты от ионизирующих излучений.
41. Охарактеризуйте методы и средства защиты от ионизирующих излучений.
42. Перечислите химические опасности (вредные вещества) и укажите меры защиты от них.
43. Назовите биологические опасности и меры защиты от них.
44. Что понимают под психологическими опасностями?
45. Какие естественные факторы воздействуют на биосферу Земли?
46. В чем заключается антропогенное воздействие на природу?
47. Назовите методы и средства обеспечения экологической безопасности на горных предприятиях.
48. Какие санитарно-гигиенические требования предъявляются к устройству и содержанию предприятий?
49. Что такое чрезвычайная ситуация?
50. Перечислите признаки, характеризующие чрезвычайные ситуации.
51. Как классифицируют чрезвычайные ситуации по причинам возникновения?
52. Охарактеризуйте стихийные бедствия. Укажите мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий.
53. Перечислите виды аварий на особо опасных объектах экономики (народного хозяйства). В чем заключается профилактика возникновения аварий на таких объектах?
54. Какие аварии происходят на объектах горной промышленности? Укажите методы профилактики и ликвидации таких аварий.
55. Охарактеризуйте чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения.

56. Перечислите основные принципы и способы защиты населения от чрезвычайных ситуаций.
57. Какие действия надлежит выполнить населению при стихийных бедствиях и авариях?
58. Укажите действия населения при возникновении угрозы нападения противника.
59. Какие действия должно выполнять население в очагах поражения и после выхода из них?
60. Какие факторы влияют на устойчивость функционирования объектов экономики?
61. Перечислите основные мероприятия по повышению устойчивости функционирования объектов экономики.
62. Назовите принципы организации и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.
63. Какие приемы и способы проведения АСиДНР используются в очагах поражения?
64. Перечислите меры безопасности при проведении АСиДНР.
65. По каким признакам классифицируют травмы и несчастные случаи на производстве?
66. Перечислите причины травматизма.
67. Укажите причины несчастных случаев на шахтах.
68. Опишите порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве.
69. В чем заключается профилактика травматизма?
70. Какие методы используются при анализе травматизма?
71. Как расследуются профессиональные заболевания?
72. Кто назначает комиссию по расследованию профессионального заболевания?
73. Каким образом определяется окончательный диагноз острого профессионального заболевания?
74. Назовите меры профилактики профессиональных заболеваний.
75. Назовите меры профилактики производственного травматизма.
76. Изложите правовые основы обеспечения безопасности деятельности.
77. Какие обязанности возложены на администрацию предприятия по обеспечению охраны труда?
78. Перечислите виды подготовки работников к безопасному труду.
79. Что понимают под системой управления охраной труда на предприятиях?
80. Назовите основные нормативные документы, обеспечивающие безопасность деятельности.
81. Какова продолжительность ежедневной работы?
82. Какова профессиональная подготовка работников к безопасному труду?

83. Опишите систему управления охраной труда.
84. Назовите фонды охраны труда.
85. Чем обусловливается эффективность мероприятий по охране труда?
86. Опишите медицинское обслуживание работников.
87. Какие существуют льготы и компенсации за вредные и опасные условия труда?
88. Поясните суть обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
89. Назовите обязательные принципы обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.
90. Кто имеет право на получение страховых выплат в случае смерти застрахованного?
91. Как осуществляются страховые выплаты по социальному страхованию?
92. Как начисляется пособие по временной нетрудоспособности?
93. Каков порядок привлечения к дисциплинарной ответственности?
94. Кто может привлекать к дисциплинарной ответственности.
95. Кто может привлекать к административной ответственности?
96. В каких случаях привлекают к уголовной ответственности?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среде обитания человека постоянно присутствуют естественные, техногенные и антропогенные опасности.

Полностью устранить негативное влияние естественных опасностей человечеству до настоящего времени не удается. Реальные успехи в защите человека от стихийных явлений сводятся к определению наиболее вероятных зон их действия и ликвидации возникающих последствий.

Мир техногенных опасностей вполне познаваем, и у человека есть достаточно способов и средств для защиты.

Антропогенные опасности во многом обусловлены недостаточным вниманием человека к проблеме безопасности, склонностью к риску и пренебрежению опасностью. Часто это связано с ограниченными знаниями человека о мире опасностей и негативных последствиях их проявления. Воздействие антропогенных опасностей может быть сведено к минимуму за счет обучения населения и работающих основам безопасности жизнедеятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебное пособие / В.В. Токмаков, Ю.Ф. Килин, А.М. Кузнецов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный горный университет. - 4-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 272 с.

Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / В.А. Подюков, В.В. Токмаков, В.М. Куликов ; под ред. В.В. Токмакова ; Уральский государственный горный уни-верситет. - 3-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург : УГГУ, 2007. - 314 с.

Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник. 5-е изд., исправл. и доп. – М.: Изд-во «Юрай», 2015. – 702с.

Безопасность жизнедеятельности: энциклопедический словарь / под ред. проф. Русака О. Н. – СПб.: Инф-изд. агент «Лик», 2003.

Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / К. З. Ушаков, Н. О. Каледина, Б. Ф. Кирин, М. А. Сребный / под ред. К. З. Ушакова. – М.: Изд-во МГГУ, 2000. – 430 с.

Воронов Е. Т., Резник Ю. Н., Бондарь И. А. Безопасность жизнедеятельности. Теоретические основы БЖД. Охрана труда: учебное пособие. – Чита: Изд-во ЧитГУ, 2010. – 390 с.

Занько Н. К., Малаян К. Р., Русак О. Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – М.: Лань, 2012. – 672 с.

Субботин А. И. Управление безопасностью труда: учебное пособие. – М.: Изд-во МГГУ, 2014. – 266 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
Подземная разработка пластовых месторождений

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Физической культуры	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Шулиманов Д.Ф.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 14 от 03.04.2019 г.	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….....3
Место дисциплины в структуре основной образовательной программы …….3
Требования к оформлению контрольной работы ……..……..3
Содержание контрольной работы…….....3
Выполнение работы над ошибками……...……....9
Критерии оценивания контрольной работы ……9
Образец титульного листа ……..……...10

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

Задачи:

- формирование осознания социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- изучение научно-биологических, педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом;

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Физическая культура и спорт» относится к разделу «Блок 1. Базовая часть».

3. Требования к оформлению контрольной работы

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «физическая культура и спорт» представлен 1 вариант контрольной работы.

Содержание контрольной работы

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Физическая культура представляет собой:	А) учебный предмет в школе Б) выполнение физических упражнений В) процесс совершенствования возможностей человека Г) часть общей культуры общества
2	Физическая подготовленность, приобретаемая в процессе физической подготовки к трудовой или иной деятельности, характеризуется:	А) высокой устойчивостью к стрессовым ситуациям, воздействию неблагоприятных условий внешней среды и различным заболеваниям Б) уровнем работоспособности и запасом двигательных умений и навыков В) хорошим развитием систем дыхания, кровообращением, достаточным запасом надежности, эффективности и экономичности Г) высокими результатами в учебной, трудовой и спортивной деятельности
3	Под физическим развитием понимается:	А) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни Б) размеры мускулатуры, формы тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность

		В) процесс совершенствования физических качеств при выполнении физических упражнений Г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом
4	Физическая культура ориентирована на совершенствование	А) физических и психических качеств людей Б) техники двигательных действий В) работоспособности человека Г) природных физических свойств человека
5	Отличительным признаком физической культуры является:	А) развитие физических качеств и обучение двигательным действиям Б) физическое совершенство В) выполнение физических упражнений Г) занятия в форме уроков
6	В иерархии принципов в системе физического воспитания принцип всестороннего развития личности следует отнести к:	А) общим социальным принципам воспитательной стратегии общества Б) общим принципам образования и воспитания В) принципам, регламентирующим процесс физического воспитания Г) принципам обучения
7	Физическими упражнениями называются:	А) двигательные действия, с помощью которых развивают физические качества и укрепляют здоровье Б) двигательные действия, дозируемые по величине нагрузки и продолжительности выполнения В) движения, выполняемые на уроках физической культуры и во время утренней гимнастики Г) формы двигательных действий, способствующие решению задач физического воспитания
8	Нагрузка физических упражнений характеризуется:	А) подготовленностью занимающихся в соответствии с их возрастом, состоянием здоровья, самочувствием во время занятия Б) величиной их воздействия на организм В) временем и количеством повторений двигательных действий Г) напряжением отдельных мышечных групп
9	Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:	А) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий Б) степенью преодолеваемых при их выполнении трудностей В) утомлением, возникающим при их выполнении Г) частотой сердечных сокращений
10	Если ЧСС после выполнения упражнения восстанавливается за 60 сек до уровня, который был в начале урока, то это свидетельствует о том, что нагрузка	А) мала и ее следует увеличить Б) переносится организмом относительно легко В) достаточно большая и ее можно повторить Г) чрезмерная и ее нужно уменьшить
11	Интенсивность выполнения упражнений можно определить по ЧСС. Укажите, какую частоту пульса вызывает большая интенсивность упражнений	А) 120-130 уд/мин Б) 130-140 уд/мин В) 140-150 уд/мин Г) свыше 150 уд/мин
12	Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:	А) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости Б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации В) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения.

		Г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнить большой объем физической работы за отведенный отрезок времени.
13	Что понимают под закаливанием:	А) купание в холодной воде и хождение босиком Б) приспособление организма к воздействию внешней среды В) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми Г) укрепление здоровья
14	Во время индивидуальных занятий закаливающими процедурами следует соблюдать ряд правил. Укажите, какой из перечисленных ниже рекомендаций придерживаться не стоит:	А) чем ниже температура воздуха, тем интенсивней надо выполнять упражнение, т.к. нельзя допускать переохлаждения Б) чем выше температура воздуха, тем короче должны быть занятия, т.к. нельзя допускать перегревания организма В) не рекомендуется тренироваться при активном солнечном излучении Г) после занятия надо принять холодный душ
15	Правильное дыхание характеризуется:	А) более продолжительным выдохом Б) более продолжительным вдохом В) вдохом через нос и выдохом через рот Г) ровной продолжительностью вдоха и выдоха
16	При выполнении упражнений вдох не следует делать во время:	А) вращений и поворотов тела Б) наклонах туловища назад В) возвращение в исходное положение после наклона Г) дыхание во время упражнений должно быть свободным, рекомендации относительно времени вдоха и выдоха не нужны
17	Что называется осанкой?	А) качество позвоночника, обеспечивающее хорошее самочувствие и настроение Б) пружинные характеристики позвоночника и стоп В) привычная поза человека в вертикальном положении Г) силуэт человека
18	Правильной осанкой можно считать, если вы, стоя у стены, касаетесь ее:	А) затылком, ягодицами, пятками Б) лопатками, ягодицами, пятками В) затылком, спиной, пятками Г) затылком, лопатками, ягодицами, пятками
19	Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому, что:	А) он обеспечивает ритмичность работы организма Б) он позволяет правильно планировать дела в течение дня В) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня Г) он позволяет избегать неоправданных физических напряжений
20	Замена одних видов деятельности другими, регулируема режимом дня, позволяет поддержать работоспособность в течение дня, потому что:	А) это положительно сказывается на физическом и психическом состоянии человека Б) снимает утомление нервных клеток организма В) ритмическое чередование работы с отдыхом предупреждает возникновение перенапряжения Г) притупляется чувство общей усталости и повышает тонус организма

21	Систематические и грамотно организованные занятия физическими упражнениями укрепляют здоровье, так как	А) хорошая циркуляция крови во время упражнений обеспечивает поступление питательных веществ к органам и системам организма Б) повышается возможность дыхательной системы, благодаря чему в организм поступает большее количество кислорода, необходимого для образования энергии В) занятия способствуют повышению резервных возможностей организма Г) при достаточном энергообеспечении организм легче противостоит простудным и инфекционным заболеваниям
22	Почему на уроках физической культуры выделяют подготовительную, основную и заключительную части?	А) так учителю удобнее распределять различные по характеру упражнения Б) это обусловлено необходимость управлять динамикой работоспособности занимающихся. В) выделение частей в уроке требует Министерство образовании России Г) потому, что перед уроком, как правило, ставятся задачи, и каждая часть урока предназначена для решения одной из них
23	Укажите, в какой последовательности должны выполняться в комплексе утренней гимнастикой перечисленные упражнения: 1. Дыхательные. 2. На укрепление мышц и повышение гибкости. 3. Потягивания. 4 бег с переходом на ходьбу. 5. Ходьба с постепенным повышение частоты шагов. 6. Прыжки. 7.Поочередное напряжение и расслабление мышц. 8. Бег в спокойном темпе.	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Б) 7, 5, 8, 6, 2, 3, 2, 1, 4 В) 3, 7, 5, 8, 1, 2, 6, 4 Г) 3, 1, 2, 4, 7, 6, 8, 4
24	Под силой как физическим качеством понимается:	А) способность поднимать тяжелые предметы Б) свойство человека противодействовать внешним силам за счет мышечных напряжений В) свойство человека воздействовать на внешние силы за счет внешних сопротивлений Г) комплекс свойств организма, позволяющих преодолевать внешнее сопротивление либо противодействовать ему.
25	Выберите правильное распределение перечисленных ниже упражнений в занятии по общей физической подготовке. 1. Ходьба или спокойный бег в чередовании с дыхательными упражнениями. 2. Упражнения, постепенно включающие в работу все большее количество мышечных групп. 3. Упражнения на развитие выносливости. 4. Упражнения на развитие быстроты и гибкости. 5. упражнения на развитие силы. 6. Дыхательные упражнения.	А) 1, 2, 5, 4, 3, 6 Б) 6, 2, 3, 1, 4, 5 В) 2, 6, 4, 5, 3, 1 Г) 2,1, 3, 4, 5, 6
26	Основная часть урока по общей физической подготовке отводится развитию физических качеств. Укажите, какая последовательность воздействий на физические качества наиболее эффективна. 1. Выносливость. 2. Гибкость. 3. быстрота. 4. Сила.	А) 1, 2, 3, 4 Б) 2,3,1,4 В) 3, 2, 4, 1 Г) 4,2 ,3, 1
27	Какие упражнения неэффективны при формировании телосложения	А) упражнения, способствующие увеличению мышечной массы

		Б) упражнения, способствующие снижению массы тела В) упражнения, объединенные в форме круговой тренировки Г) упражнения, способствующие повышению быстроты движений
28	И для увеличения мышечной массы, и для снижения веса тела можно применять упражнения с отягощением. Но при составлении комплексов упражнений для увеличения мышечной массы рекомендуется:	А) полностью проработать одну группу мышц и только затем переходит к упражнениям, нагружающим другую группу мышц Б) чередовать серии упражнений, включающие в работу разные мышечные группы В) использовать упражнения с относительно небольшим отягощением и большим количеством повторений Г) планировать большое количество подходов и ограничивать количество повторений в одном подходе
29	Под быстротой как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, позволяющих передвигаться с большой скоростью Б) комплекс свойств, позволяющий выполнять работу в минимальный отрезок времени В) способность быстро набирать скорость Г) комплекс свойств, позволяющий быстро реагировать на сигналы и выполнять движения с большой частотой
30	Для развития быстроты используют:	А) подвижные и спортивные игры Б) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции В) упражнения на быстроту реакции и частоту движений Г) двигательные действия, выполняемые с максимальной скоростью
31	Лучшие условия для развития быстроты реакции создаются во время:	А) подвижных и спортивных игр Б) челночного бега В) прыжков в высоту Г) метаний
32	Под гибкостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс морфофункциональных свойств опорно-двигательного аппарата, определяющий глубину наклона Б) способность выполнять упражнения с большой амплитудой за счет мышечных сокращений. В) комплекс свойств двигательного аппарата, определяющих подвижность его звеньев Г) эластичность мышц и связок
33	Как дозируются упражнения на развитие гибкости, т.е. сколько движений следует делать в одной серии:	А) Упражнение выполняется до тех пор, пока не начнет уменьшаться амплитуда движений Б) выполняются 12-16 циклов движения В) упражнения выполняются до появления пота Г) упражнения выполняются до появления болевых ощущений
34	Для повышения скорости бега в самостоятельном занятии после разминки рекомендуется выполнять перечисленные ниже упражнения. Укажите их целесообразную последовательность: 1. Дыхательные упражнения. 2. Легкий продолжительный бег. 3. Прыжковые	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Б) 7, 5, 4, 3, 2, 6, 1 В) 2, 1, 3, 7, 4, 5, 6 Г) 3, 6, 2, 7, 5, 4, 1

	упражнения с отягощением и без них. 4. дыхательные упражнения в интервалах отдыха. 5. Повторный бег на короткие дистанции. 6.Ходьба. 7. Упражнения на частоту движений.	
35	При развитии гибкости следует стремиться	А) гармоничному увеличению подвижности в основных суставах Б) достижению максимальной амплитуды движений в основных суставах В) оптимальной амплитуде движений в плечевом, тазобедренном, коленом суставах Г) восстановлению нормальной амплитуды движений суставов
36	Под выносливостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, обуславливающий возможность выполнять разнообразные физические нагрузки Б) комплекс свойств, определяющих способность противостоять утомлению В) способность длительно совершать физическую работу, практически не утомляясь Г) способность сохранять заданные параметры работы
37	Выносливость человека не зависит от:	А) функциональных возможностей систем энергообеспечения Б) быстроты двигательной реакции В) настойчивости, выдержки, мужественности, умения терпеть Г) силы мышц
38	При развитии выносливости не применяются упражнения, характерными признаками которых являются:	А) максимальная активность систем энергообеспечения Б) умеренная интенсивность В) максимальная интенсивность Г) активная работа большинства звеньев опорно-двигательного аппарата
39	Техникой физических упражнений принято называть	А) способ целесообразного решения двигательной задачи Б) способ организации движений при выполнении упражнений В) состав и последовательность движений при выполнении упражнений Г) рациональную организацию двигательных действий
40	При анализе техники принято выделять основу, ведущее звено и детали техники. Что понимают под основой (ведущим звеном и деталями техники).	А) набор элементов, характеризующий индивидуальные особенности выполнения целостного двигательного действия Б) состав и последовательность элементов, входящих в двигательное действие В) совокупность элементов, необходимых для решения двигательной задачи Г) наиболее важная часть определенного способа решения двигательной задачи
41	В процессе обучения двигательным действиям используют методы целостного или расчлененного упражнения. Выбор метода зависит от	А) возможности расчленения двигательного действия на относительно самостоятельные элементы Б) сложности основы техники В) количества элементов, составляющих двигательное действие Г) предпочтения учителя

42	Процесс обучения двигательному действию рекомендуется начинать с освоения	А) основы техники Б) ведущего звена техники В) подводящих упражнений Г) исходного положения
43	Физкультминутку, как одну из форм занятий физическими упражнениями следует отнести к:	А) урочным формам занятий физическими упражнениями Б) «малым» неурочным формам В) «крупным» неурочным формам Г) соревновательным формам
44	Какой раздел комплексной программы по физическому воспитанию для общеобразовательных школ не является типовым?	А) уроки физической культуры Б) внеклассная работа В) физкультурно-массовые и спортивные мероприятия Г) содержание и организация педагогической практики
45	Измерение ЧСС сразу после пробегания отрезка дистанции следует отнести к одному из видов контроля:	А) оперативному Б) текущему В) предварительному Г) итоговому

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 «зачтено», «не зачтено». Работа с оценкой «не зачтено» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

Критерии оценивания контрольной работы

Оценка за контрольную работу определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 2 балл. Максимум 90 баллов.

Результат контрольной работы

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

46-90 балла (50-100%) - оценка «зачтено»;

0-44 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»;

Образец оформления титульного листа



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Кафедра физической культуры

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа _____

Преподаватель: Петров Петр Петрович

Екатеринбург
2018

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
Подземная разработка пластовых месторождений

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Физической культуры	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Шулиманов Д.Ф.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 14 от 03.04.2019 г.	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….....3
Место дисциплины в структуре основной образовательной программы …….3
Требования к оформлению теста ……..…….....3
Содержание теста…….....3
Содержание опроса…….....9
Выполнение работы над ошибками……...……..11

Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

Задачи:

- формирование осознания социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- изучение научно-биологических, педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом;

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Физическая культура и спорт» относится к разделу «Блок 1. Базовая часть».

Требования к оформлению теста

Задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в тесте.

Выполненный тест необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если тест выполнен без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «физическая культура и спорт» представлен, тест, вопросы для проведения опроса.

Содержание теста

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Физическая культура представляет собой:	А) учебный предмет в школе Б) выполнение физических упражнений В) процесс совершенствования возможностей человека Г) часть общей культуры общества
2	Физическая подготовленность, приобретаемая в процессе физической подготовки к трудовой или иной деятельности, характеризуется:	А) высокой устойчивостью к стрессовым ситуациям, воздействию неблагоприятных условий внешней среды и различным заболеваниям Б) уровнем работоспособности и запасом двигательных умений и навыков В) хорошим развитием систем дыхания, кровообращением, достаточным запасом надежности, эффективности и экономичности Г) высокими результатами в учебной, трудовой и спортивной деятельности
3	Под физическим развитием понимается:	А) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни Б) размеры мускулатуры, формы тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность В) процесс совершенствования физических качеств при выполнении физических упражнений

		Г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом
4	Физическая культура ориентирована на совершенствование	А) физических и психических качеств людей Б) техники двигательных действий В) работоспособности человека Г) природных физических свойств человека
5	Отличительным признаком физической культуры является:	А) развитие физических качеств и обучение двигательным действиям Б) физическое совершенство В) выполнение физических упражнений Г) занятия в форме уроков
6	В иерархии принципов в системе физического воспитания принцип всестороннего развития личности следует отнести к:	А) общим социальным принципам воспитательной стратегии общества Б) общим принципам образования и воспитания В) принципам, регламентирующим процесс физического воспитания Г) принципам обучения
7	Физическими упражнениями называются:	А) двигательные действия, с помощью которых развивают физические качества и укрепляют здоровье Б) двигательные действия, дозируемые по величине нагрузки и продолжительности выполнения В) движения, выполняемые на уроках физической культуры и во время утренней гимнастики Г) формы двигательных действий, способствующие решению задач физического воспитания
8	Нагрузка физических упражнений характеризуется:	А) подготовленностью занимающихся в соответствии с их возрастом, состоянием здоровья, самочувствием во время занятия Б) величиной их воздействия на организм В) временем и количеством повторений двигательных действий Г) напряжением отдельных мышечных групп
9	Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:	А) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий Б) степенью преодолеваемых при их выполнении трудностей В) утомлением, возникающим при их выполнении Г) частотой сердечных сокращений
10	Если ЧСС после выполнения упражнения восстанавливается за 60 сек до уровня, который был в начале урока, то это свидетельствует о том, что нагрузка	А) мала и ее следует увеличить Б) переносится организмом относительно легко В) достаточно большая и ее можно повторить Г) чрезмерная и ее нужно уменьшить
11	Интенсивность выполнения упражнений можно определить по ЧСС. Укажите, какую частоту пульса вызывает большая интенсивность упражнений	А) 120-130 уд/мин Б) 130-140 уд/мин В) 140-150 уд/мин Г) свыше 150 уд/мин
12	Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:	А) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости Б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации В) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения.

		Г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнить большой объем физической работы за отведенный отрезок времени.
13	Что понимают под закаливанием:	А) купание в холодной воде и хождение босиком Б) приспособление организма к воздействию внешней среды В) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми Г) укрепление здоровья
14	Во время индивидуальных занятий закаливающими процедурами следует соблюдать ряд правил. Укажите, какой из перечисленных ниже рекомендаций придерживаться не стоит:	А) чем ниже температура воздуха, тем интенсивней надо выполнять упражнение, т.к. нельзя допускать переохлаждения Б) чем выше температура воздуха, тем короче должны быть занятия, т.к. нельзя допускать перегревания организма В) не рекомендуется тренироваться при активном солнечном излучении Г) после занятия надо принять холодный душ
15	Правильное дыхание характеризуется:	А) более продолжительным выдохом Б) более продолжительным вдохом В) вдохом через нос и выдохом через рот Г) ровной продолжительностью вдоха и выдоха
16	При выполнении упражнений вдох не следует делать во время:	А) вращений и поворотов тела Б) наклонах туловища назад В) возвращение в исходное положение после наклона Г) дыхание во время упражнений должно быть свободным, рекомендации относительно времени вдоха и выдоха не нужны
17	Что называется осанкой?	А) качество позвоночника, обеспечивающее хорошее самочувствие и настроение Б) пружинные характеристики позвоночника и стоп В) привычная поза человека в вертикальном положении Г) силуэт человека
18	Правильной осанкой можно считать, если вы, стоя у стены, касаетесь ее:	А) затылком, ягодицами, пятками Б) лопатками, ягодицами, пятками В) затылком, спиной, пятками Г) затылком, лопатками, ягодицами, пятками
19	Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому, что:	А) он обеспечивает ритмичность работы организма Б) он позволяет правильно планировать дела в течение дня В) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня Г) он позволяет избегать неоправданных физических напряжений
20	Замена одних видов деятельности другими, регулируема режимом дня, позволяет поддержать работоспособность в течение дня, потому что:	А) это положительно сказывается на физическом и психическом состоянии человека Б) снимает утомление нервных клеток организма В) ритмическое чередование работы с отдыхом предупреждает возникновение перенапряжения Г) притупляется чувство общей усталости и повышает тонус организма

21	Систематические и грамотно организованные занятия физическими упражнениями укрепляют здоровье, так как	А) хорошая циркуляция крови во время упражнений обеспечивает поступление питательных веществ к органам и системам организма Б) повышается возможность дыхательной системы, благодаря чему в организм поступает большее количество кислорода, необходимого для образования энергии В) занятия способствуют повышению резервных возможностей организма Г) при достаточном энергообеспечении организм легче противостоит простудным и инфекционным заболеваниям
22	Почему на уроках физической культуры выделяют подготовительную, основную и заключительную части?	А) так учителю удобнее распределять различные по характеру упражнения Б) это обусловлено необходимость управлять динамикой работоспособности занимающихся. В) выделение частей в уроке требует Министерство образовании России Г) потому, что перед уроком, как правило, ставятся задачи, и каждая часть урока предназначена для решения одной из них
23	Укажите, в какой последовательности должны выполняться в комплексе утренней гимнастикой перечисленные упражнения: 1. Дыхательные. 2. На укрепление мышц и повышение гибкости. 3. Потягивания. 4 бег с переходом на ходьбу. 5. Ходьба с постепенным повышение частоты шагов. 6. Прыжки. 7.Поочередное напряжение и расслабление мышц. 8. Бег в спокойном темпе.	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Б) 7, 5, 8, 6, 2, 3, 2, 1, 4 В) 3, 7, 5, 8, 1, 2, 6, 4 Г) 3, 1, 2, 4, 7, 6, 8, 4
24	Под силой как физическим качеством понимается:	А) способность поднимать тяжелые предметы Б) свойство человека противодействовать внешним силам за счет мышечных напряжений В) свойство человека воздействовать на внешние силы за счет внешних сопротивлений Г) комплекс свойств организма, позволяющих преодолевать внешнее сопротивление либо противодействовать ему.
25	Выберите правильное распределение перечисленных ниже упражнений в занятии по общей физической подготовке. 1. Ходьба или спокойный бег в чередовании с дыхательными упражнениями. 2. Упражнения, постепенно включающие в работу все большее количество мышечных групп. 3. Упражнения на развитие выносливости. 4. Упражнения на развитие быстроты и гибкости. 5. упражнения на развитие силы. 6. Дыхательные упражнения.	А) 1, 2, 5, 4, 3, 6 Б) 6, 2, 3, 1, 4, 5 В) 2, 6, 4, 5, 3, 1 Г) 2,1, 3, 4, 5, 6
26	Основная часть урока по общей физической подготовке отводится развитию физических качеств. Укажите, какая последовательность воздействий на физические качества наиболее эффективна. 1. Выносливость. 2. Гибкость. 3. быстрота. 4. Сила.	А) 1, 2, 3, 4 Б) 2,3,1,4 В) 3, 2, 4, 1 Г) 4,2 ,3, 1
27	Какие упражнения неэффективны при формировании телосложения	А) упражнения, способствующие увеличению мышечной массы

		Б) упражнения, способствующие снижению массы тела В) упражнения, объединенные в форме круговой тренировки Г) упражнения, способствующие повышению быстроты движений
28	И для увеличения мышечной массы, и для снижения веса тела можно применять упражнения с отягощением. Но при составлении комплексов упражнений для увеличения мышечной массы рекомендуется:	А) полностью проработать одну группу мышц и только затем переходит к упражнениям, нагружающим другую группу мышц Б) чередовать серии упражнений, включающие в работу разные мышечные группы В) использовать упражнения с относительно небольшим отягощением и большим количеством повторений Г) планировать большое количество подходов и ограничивать количество повторений в одном подходе
29	Под быстротой как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, позволяющих передвигаться с большой скоростью Б) комплекс свойств, позволяющий выполнять работу в минимальный отрезок времени В) способность быстро набирать скорость Г) комплекс свойств, позволяющий быстро реагировать на сигналы и выполнять движения с большой частотой
30	Для развития быстроты используют:	А) подвижные и спортивные игры Б) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции В) упражнения на быстроту реакции и частоту движений Г) двигательные действия, выполняемые с максимальной скоростью
31	Лучшие условия для развития быстроты реакции создаются во время:	А) подвижных и спортивных игр Б) челночного бега В) прыжков в высоту Г) метаний
32	Под гибкостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс морфофункциональных свойств опорно-двигательного аппарата, определяющий глубину наклона Б) способность выполнять упражнения с большой амплитудой за счет мышечных сокращений. В) комплекс свойств двигательного аппарата, определяющих подвижность его звеньев Г) эластичность мышц и связок
33	Как дозируются упражнения на развитие гибкости, т.е. сколько движений следует делать в одной серии:	А) Упражнение выполняется до тех пор, пока не начнет уменьшаться амплитуда движений Б) выполняются 12-16 циклов движения В) упражнения выполняются до появления пота Г) упражнения выполняются до появления болевых ощущений
34	Для повышения скорости бега в самостоятельном занятии после разминки рекомендуется выполнять перечисленные ниже упражнения. Укажите их целесообразную последовательность: 1. Дыхательные упражнения. 2. Легкий продолжительный бег. 3. Прыжковые	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Б) 7, 5, 4, 3, 2, 6, 1 В) 2, 1, 3, 7, 4, 5, 6 Г) 3, 6, 2, 7, 5, 4, 1

	упражнения с отягощением и без них. 4. дыхательные упражнения в интервалах отдыха. 5. Повторный бег на короткие дистанции. 6.Ходьба. 7. Упражнения на частоту движений.	
35	При развитии гибкости следует стремиться	А) гармоничному увеличению подвижности в основных суставах Б) достижению максимальной амплитуды движений в основных суставах В) оптимальной амплитуде движений в плечевом, тазобедренном, коленом суставах Г) восстановлению нормальной амплитуды движений суставов
36	Под выносливостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, обуславливающий возможность выполнять разнообразные физические нагрузки Б) комплекс свойств, определяющих способность противостоять утомлению В) способность длительно совершать физическую работу, практически не утомляясь Г) способность сохранять заданные параметры работы
37	Выносливость человека не зависит от:	А) функциональных возможностей систем энергообеспечения Б) быстроты двигательной реакции В) настойчивости, выдержки, мужественности, умения терпеть Г) силы мышц
38	При развитии выносливости не применяются упражнения, характерными признаками которых являются:	А) максимальная активность систем энергообеспечения Б) умеренная интенсивность В) максимальная интенсивность Г) активная работа большинства звеньев опорно-двигательного аппарата
39	Техникой физических упражнений принято называть	А) способ целесообразного решения двигательной задачи Б) способ организации движений при выполнении упражнений В) состав и последовательность движений при выполнении упражнений Г) рациональную организацию двигательных действий
40	При анализе техники принято выделять основу, ведущее звено и детали техники. Что понимают под основой (ведущим звеном и деталями техники).	А) набор элементов, характеризующий индивидуальные особенности выполнения целостного двигательного действия Б) состав и последовательность элементов, входящих в двигательное действие В) совокупность элементов, необходимых для решения двигательной задачи Г) наиболее важная часть определенного способа решения двигательной задачи
41	В процессе обучения двигательным действиям используют методы целостного или расчлененного упражнения. Выбор метода зависит от	А) возможности расчленения двигательного действия на относительно самостоятельные элементы Б) сложности основы техники В) количества элементов, составляющих двигательное действие Г) предпочтения учителя

42	Процесс обучения двигательному действию рекомендуется начинать с освоения	А) основы техники Б) ведущего звена техники В) подводящих упражнений Г) исходного положения
43	Физкультминутку, как одну из форм занятий физическими упражнениями следует отнести к:	А) урочным формам занятий физическими упражнениями Б) «малым» неурочным формам В) «крупным» неурочным формам Г) соревновательным формам
44	Какой раздел комплексной программы по физическому воспитанию для общеобразовательных школ не является типовым?	А) уроки физической культуры Б) внеклассная работа В) физкультурно-массовые и спортивные мероприятия Г) содержание и организация педагогической практики
45	Измерение ЧСС сразу после пробегания отрезка дистанции следует отнести к одному из видов контроля:	А) оперативному Б) текущему В) предварительному Г) итоговому

Критерии оценивания теста

Оценка за тест определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 2 балл. Максимум 90 баллов.

Результат теста

Тест оценивается на «зачтено», «не зачтено»:

46-90 балла (50-100%) - оценка «зачтено»;

0-44 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»;

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСА

1. Определение понятий в области физической культуры
2. Понятие «здоровье» и основные его компоненты
3. Факторы, определяющие здоровье человека.
4. Образ жизни и его составляющие.
5. Разумное чередование труда и отдыха, как компонент ЗОЖ.
6. Рациональное питание и ЗОЖ.
7. Отказ от вредных привычек и соблюдение правил личной и общественной гигиены.
8. Двигательная активность — как компонент ЗОЖ.
9. Выполнение мероприятий по закаливанию организма.
10. Физическое самовоспитание и самосовершенствование как необходимое условие реализации мероприятий ЗОЖ.
11. Врачебный контроль как обязательная процедура для занимающихся физической культурой.
12. Самоконтроль — необходимая форма контроля человека за физическим состоянием.
13. Методика самоконтроля физического развития.
14. Самостоятельное измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений.
15. Проведение функциональных проб для оценки деятельности сердечно-сосудистой системы.
16. Проведение функциональных проб для оценки деятельности дыхательной системы.
17. Самоконтроль уровня развития физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости, силы и выносливости
18. Ведение дневника самоконтроля.
19. Цель и задачи физического воспитания в вузе.
20. Специфические функции физической культуры.
21. Социальная роль и значение спорта.
22. Этапы становления физической культуры личности студента.
23. Понятия физическая культура, физическое воспитание, физическое развитие, физическое совершенство.

24. Реабилитационная физическая культура, виды, краткая характеристика.
25. Разделы учебной программы дисциплины «Физическая культура».
26. Комплектование учебных отделений студентов для организации и проведения занятий по физическому воспитанию.
27. Преимущества спортивно-ориентированной программы дисциплины «Физическая культура» для студентов.
28. Особенности комплектования студентов с различным характером заболеваний в специальном учебном отделении.
29. Зачетные требования по учебной дисциплине «Физическая культура».
30. Формирование двигательного навыка.
31. Устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов.
32. Мотивация и направленность самостоятельных занятий.
33. Утренняя гигиеническая гимнастика.
34. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
35. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
36. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
37. Особенности самостоятельных занятий женщин.
38. Мотивация и направленность самостоятельных занятий. Утренняя гигиеническая гимнастика.
39. Физические упражнения в течение учебного дня: физкультминутки, физкультпаузы.
40. Самостоятельные тренировочные занятия: структура, требования к организации и проведению.
41. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
42. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
43. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
44. Особенности самостоятельных занятий женщин.
45. Роль физической культуры в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста.
46. Производственная физическая культура, ее цели и задачи.
47. Методические основы производственной физической культуры.
48. Производственная физическая культура в рабочее время.
49. Физическая культура и спорт в свободное время.
50. Профилактика профессиональных заболеваний и травматизма средствами физической культуры.
51. Понятие ППФП, её цель, задачи. Прикладные знания, умения и навыки.
52. Прикладные психические качества.
53. Прикладные специальные качества.
54. Факторы, определяющие содержание ППФП: формы труда, условия труда.
55. Факторы, определяющие содержание ППФП: характер труда, режим труда и отдыха.
56. Дополнительные факторы, определяющие содержание ППФП.
57. Средства ППФП.
58. Организация и формы ППФП в вузе.
59. Понятия общей и специальной физической подготовки.
60. Отличия понятий спортивная подготовка и спортивная тренировка.
61. Стороны подготовки спортсмена.
62. Средства спортивной подготовки.
63. Структура отдельного тренировочного занятия.
64. Роль подготовительной части занятия в тренировочном процессе.
65. Понятие «физическая нагрузка», эффект ее воздействия на организм.
66. Внешние признаки утомления.
67. Виды и параметры физических нагрузок.
68. Интенсивность физических нагрузок.
69. Психофизиологическая характеристика умственной деятельности.
70. Работоспособность: понятие, факторы, периоды
71. Физические упражнения в течение учебного дня для поддержания работоспособности.
72. Бег как самое эффективное средство восстановления и повышения работоспособности.
73. Плавание и работоспособность.
74. Методические принципы физического воспитания, сущность и значение.
75. Принципы сознательности и активности, наглядности в процессе физического воспитания.
76. Принципы доступности и индивидуализации, систематичности и динамичности.
77. Средства физической культуры.
78. Общепедагогические методы физического воспитания.
79. Методы обучения технике двигательного действия.
80. Этапы обучения двигательного действия.
81. Методы развития физических качеств: равномерный, повторный, интервальный.
82. Метод круговой тренировки, игровой и соревновательный методы.
83. Сила как физическое качество, общая характеристика силовых упражнений.
84. Методы развития силы.
85. Выносливость — виды выносливости, особенности развития выносливости.

86. Развитие физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости.
87. Понятие «спорт». Его принципиальное отличие от других видов занятий физическими упражнениями.
88. Массовый спорт: понятие, цель, задачи.
89. Спорт высших достижений: понятие, цель, задачи.
90. Студенческий спорт, его организационные особенности.
91. Студенческие спортивные соревнования.
92. Студенческие спортивные организации.
93. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» (Готов к труду и обороне).

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенного теста необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данного теста. Тесты, тесты являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине
ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
Подземная разработка пластовых месторождений

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Физической культуры	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Шулиманов Д.Ф.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 14 от 03.04.2019 г.	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….....3
Место дисциплины в структуре основной образовательной программы …….3
Требования к оформлению контрольной работы ……..……..3
Содержание контрольной работы…….....3
Выполнение работы над ошибками……...……..10
Критерии оценивания контрольной работы ……...10
Образец титульного листа …….……...11

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

Задачи:

- формирование осознания социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- изучение научно-биологических, педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом;

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Элективные курсы по физической культуре и спорту» относится к разделу «Блок 1. Базовая часть».

3. Требования к оформлению контрольной работы

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «элективные курсы по физической культуре и спорту» представлено 2 варианта контрольной работы.

Содержание контрольной работы

Вопросы для групповой дискуссии

1 .Что можно отнести к средствам физического воспитания?
2. Влияние климатогеографического фактора на здоровье и работоспособность человека
3. Чем отличается спорт от физической культуры?
4. Что мы относим к материальным ценностям физической культуры, а что – к духовным?
5. В чем состоит взаимосвязь физической и умственной деятельности человека?
6. Причины возникновения таких явлений как гипокинезия и гиподинамия
7. Для чего нужна адаптивная физическая культура?
8. При выборе вида спорта на какие аспекты и характеристики необходимо обратить основное внимание.

Контрольная работа №1

Вариант 1

ДЕ-1: Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке обучающихся.

1. Часть общечеловеческой культуры, специфический процесс и результат человеческой деятельности, средство и способ физического совершенствования личности – это:

а) физическая культура; б) спорт; в) туризм; г) физическое развитие.

2. Физическое воспитание – это:

а) педагогический процесс, направленный на формирование физической культуры личности в результате педагогического воздействия и самовоспитания;

б) приобщение человека к физической культуре;
в) биологический процесс становления, изменения естественных морфологических и функциональных свойств организма в течение жизни человека;
г) процесс формирования определенных физических и психических качеств.

3. Чем спорт отличается от физической культуры:

а) наличием специального оборудования; б) присутствием зрителей; в) наличием соревновательного момента; г) большой физической нагрузкой.

4 Какой из ниже перечисленных принципов не относится к основным принципам физического воспитания:

а) сознательности и активности; б) наглядности; в) последовательности;
г) систематичности;

5 Под физическим развитием понимается:

а) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни;
б) размеры мускулатуры, форма тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность;
в) процесс совершенствования физических качеств, при выполнении физических упражнений;
г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом.

ДЕ-2: Основы здорового образа жизни обучающегося.

1. Определение понятия «Здоровье» Всемирной организации здравоохранения. Здоровье это:

а) естественное состояние организма без болезней и недомоганий;
б) состояние полного физического, умственного и социального благополучия;
в) состояние отсутствия каких-либо заболеваний;
г) все перечисленное.

2. Состояние здоровья обусловлено:

а) резервными возможностями организма; б) образом жизни;
в) уровнем здравоохранения; г) отсутствием болезней.

3. Что не относятся к внешним факторам, влияющим на человека:

а) природные факторы; б) факторы социальной среды; в) генетические факторы;
г) биологические факторы.

4. Сколько времени необходимо нормальному человеку для ночного сна:

а) 5 – 6 часов; б) 6 – 7 часов; в) 7 – 8 часов; г) 8 – 9 часов.

5. К активному отдыху относится:

а) сон; б) отдых сидя; в) занятия двигательной деятельностью; г) умственная деятельность.

ДЕ-3: Средства и методы физической культуры.

1. Физическими упражнениями называются:

а) двигательные действия, используемые для формирования техники движений;
б) двигательные действия, используемые для развития физических качеств и укрепления здоровья;
в) двигательные действия, выполняемые на занятиях по физической культуре и самостоятельно;
г) двигательные действия, направленные на реализацию задач физического воспитания.

2. Занятия физическими упражнениями отличаются от трудовых действий:

а) интенсивностью; б) задачами; в) местом проведения; г) все ответы верны.

3. Физические упражнения являются:

а) принципом физического воспитания; б) методом физического воспитания;
в) средством физического воспитания; г) функцией физического воспитания.

4. Что не относится к методам физического воспитания:

а) игровой; б) регламентированного упражнения; в) словесный и сенсорный;
г) самостоятельный.

5. Метод в физической культуре – это

а) основное положение, определяющее содержание учебного процесса по физической культуре;
б) руководящее положение, раскрывающее принципы физической культуры;
в) конкретная причина, заставляющая человека выполнять физические упражнения;
г) способ применения физических упражнений.

ДЕ-4: Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания.

1. Физическая подготовка – это:

а) педагогический процесс, направленный на формирование физической культуры личности в результате педагогического воздействия и самовоспитания;
б) приобщение человека к физической культуре, в процессе которой он овладевает системой знаний, ценностей, позволяющих ему осознанно и творчески развивать физические способности;
в) биологический процесс становления, изменения естественных морфологических и функциональных свойств организма в течение жизни человека;

г) процесс формирования определенных физических и психических качеств, умений и навыков человека посредством направленных занятий с применением средств физической культуры.

2. К основным физическим качествам относятся:

а) рост, вес, объем бицепсов, становая сила; б) бег, прыжки, метания, лазания;
в) сила, выносливость, быстрота, ловкость, гибкость; г) взрывная сила, прыгучесть, меткость.

3. Различают гибкость:

а) абсолютную и относительную; б) общую и специальную; в) активную и пассивную;
г) простую и сложную.

4. Какие виды спорта развивают преимущественно выносливость:

а) спортивные единоборства; б) циклические; в) спортивные игры; г) ациклические.

5. Скоростно-силовые качества преимущественно развиваются:

а) в тяжелой атлетике; б) в акробатике; в) в конькобежном спорте; г) в лыжном спорте.

Вариант 2

ДЕ-1: Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке обучающихся.

1. На что преимущественно влияют занятия по физической культуре:

а) на интеллектуальные способности;
б) на удовлетворение социальных потребностей;
в) на воспитание лидерских качеств;
г) на полноценное физическое развитие.

2. Физическая культура – это:

а) часть общечеловеческой культуры, специфический процесс и результат человеческой деятельности, средство и способ физического совершенствования личности;
б) часть наука о природе двигательной деятельности человека
в) вид воспитательного процесса, специфика которого заключена в обучении двигательным актам и управлением развитием и совершенствованием физических качеств человека;
г) процесс физического образования и воспитания, выражающий высокую степень развития индивидуальных физических способностей.

3. Что не относиться к компонентам физической культуры:

а) физическое развитие; б) спорт высших достижений; в) оздоровительно-реабилитационная физическая культура;
г) гигиеническая физическая культура.

4. Выбрать правильное определение термина «Физическое развитие»:

а) физическое развитие – это педагогический процесс, направленный на формирование физической культуры личности в результате педагогического воздействия и самовоспитания;
б) физическое развитие – это приобщение человека к физической культуре, в процессе которой он овладевает системой знаний, ценностей, позволяющих ему осознанно и творчески развивать физические способности;
в) физическое развитие – это биологический процесс становления, изменения естественных морфологических и функциональных свойств организма в течение жизни человека;
г) физическое развитие – это процесс формирования определенных физических и психических качеств, умений и навыков человека посредством направленных занятий с применением средств физической культуры.

5. Теоретический материал учебного предмета «Физическая культура и спорт» в высших учебных заведениях включает в себя:

а) фундаментальные знания общетеоретического характера;
б) инструктивно-методические знания;
в) знания о правилах выполнения двигательных действий;
г) все вышеперечисленное.

ДЕ-2: Основы здорового образа жизни обучающегося.

1. Что понимается под закаливанием:

а) купание в холодной воде и хождение босиком;
б) приспособление организма к воздействиям внешней среды;
в) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми;
г) укрепление здоровья.

2. Определение понятия «Здоровье» Всемирной организации здравоохранения. Здоровье это:

а) естественное состояние организма без болезней и недомоганий;
б) состояние полного физического, умственного и социального благополучия;
в) состояние отсутствия каких-либо заболеваний;
г) все перечисленное.

3. Какое понятие не относится к двигательной активности человека:

а) гипоксия; б) гиподинамия; в) гипокинезия; г) гипердинамия.

4. Какая из перечисленных функций не относится к функции кожи:

а) защита внутренней среды организма; б) теплорегуляция; в) выделение из организма продуктов обмена веществ; г) звукоизоляция.

5. Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому что:

а) обеспечивает ритмичность работы организма;
б) позволяет правильно планировать дела в течение дня;
в) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня;
г) позволяет избегать неоправданных физических напряжений.

ДЕ-3: Средства и методы физической культуры.

1. Физическое упражнение - это:

а) двигательные действия, используемые для формирования техники движений;
б) двигательные действия, используемые для развития физических качеств и укрепления здоровья;
в) двигательные действия, выполняемые на занятиях по физической культуре и самостоятельно;
г) двигательные действия, направленные на реализацию задач физического воспитания.

2. Положительное влияние физических упражнений на развитие функциональных возможностей организма будет зависеть:

а) от технической и физической подготовленности занимающихся;
б) от особенностей реакций систем организма в ответ на выполняемые упражнения;
г) от состояния здоровья и самочувствия занимающихся во время выполнения упражнений;
г) от величины физической нагрузки и степени напряжения в работе определенных мышечных групп.

3. Что не относиться к средствам физического воспитания:

а) физические упражнения;
б) подвижные игры;
в) соревнования;
в) спортивные игры.

4. Что относится к методическим принципам физического воспитания:

а) сознательность и активность;
б) наглядность и доступность;
в) систематичность и динамичность;
г) все вышеперечисленное.

5. Регулярные занятия физическими упражнениями способствует повышению работоспособности, потому что:

а) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости;
б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации;
в) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения;
г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнять больший объем физической работы за отведенный отрезок времени.

ДЕ-4: Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания.

1. Степень владения техникой действий, при которой повышена концентрация внимания на составные операции (части), наблюдается нестабильное решение двигательной задачи – это

а) двигательное умение; в) массовый спорт; в) двигательный навык;
г) спорт высших достижений.

2. Для воспитания быстроты используются:

а) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции;
б) подвижные и спортивные игры;
в) упражнения на быстроту реакции и частоту движений;
г) двигательные упражнения, выполняемые с максимальной скоростью.

3. Различают два вида выносливости:

а) абсолютная и относительная; б) общая и специальная; в) активная и пассивная;
г) динамическую и статическую.

4. Процесс воспитания физических качеств, обеспечивающих преимущественное развитие тех двигательных способностей, которые необходимы для конкретной спортивной дисциплины - это

а) общая физическая подготовка; б) двигательное умение; в) специальная физическая подготовка; г) двигательный навык.

5. Различают силу:

а) абсолютную и относительную; б) общую и специальную; в) активную и пассивную;
г) статическую и динамическую.

Контрольная работа №2

Вариант 1

ДЕ-1: Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.

1. В комплекс утренней гимнастики следует включать:

а) упражнения с отягощением; б) упражнения статического характера;
в) упражнения на гибкость и дыхательные упражнения; г) упражнения на выносливость.

2. К объективным показателям самоконтроля относится:

а) частота сердечных сокращений; б) самочувствие; в) аппетит; г) сон.

3. При нагрузке интенсивности выше средней частота пульса достигает:

а) 100 – 130 уд/мин; б) 130 – 150 уд/мин; в) 150 – 170 уд/мин; г) более 170 уд/мин.

4. Самостоятельные тренировочные занятия рекомендуется выполнять:

а) после приема пищи; б) после сна натощак; в) во второй половине дня, через 2-3 часа после обеда; г) перед сном.

ДЕ-2: Спорт. Индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений.

1. Регулярные занятия доступным видом спорта, участия в соревнованиях с целью укрепления здоровья, коррекции физического развития и телосложения, активного отдыха, достижение физического совершенствования – это:

а) спорт высших достижений;
б) лечебная физическая культура;
в) профессионально-прикладная физическая культура;
в) массовый спорт.

2. Какой вид спорта наиболее эффективно развивает гибкость и ловкость:

а) фехтование;
б) баскетбол;
в) фигурное катание;
г) художественная гимнастика.

3. Количество игроков одной команды в волейболе на площадке:

а) 7; б) 6; в) 5; г) 8.

4. Как осуществляется контроль за влиянием физических нагрузок на организм во время занятий физическими упражнениями:

а) по частоте дыхания;
б) по частоте сердечно-сосудистых сокращений;
в) по объему выполненной работы.

ДЕ-3: Особенности занятий избранным видом спорта или системой физических упражнений.

1. Степень владения техникой действия, при которой управление движением происходит автоматически, и действия отличаются надежностью – это:

а) двигательное умение;
б) массовый спорт;
в) двигательный навык;
г) спорт высших достижений.

2. Как дозируются упражнения на гибкость:

а) до появления пота;
б) до снижения амплитуды движений;
в) по 12-16 циклов движений;
г) до появления болевых ощущений.

3. При воспитании силы применяются специальные упражнения с отягощениями. Их отличительная особенность заключается в том, что:

а) в качестве отягощения используется собственный вес человека;
б) они выполняются до утомления;
в) они вызывают значительное напряжение мышц;
г) они выполняются медленно.

4. В каком из перечисленных видов спорта преимущественно развивается выносливость:

а) в фигурном катании;
б) в пауэрлифтинге;
в) в художественной гимнастике;
г) в лыжном спорте.

ДЕ-4: Самоконтроль занимающихся физическими упражнениями и спортом.

1. Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:

а) обеспечивают усиленную работу мышц;

б) обеспечивают выполнение большого объема мышечной работы с разной интенсивностью;
в) обеспечивают усиленную работу систем дыхания и кровообращения;
г) обеспечивают усиленную работу системы энергообеспечения.

2. Меры профилактики переутомления:

а) посидеть 3-4 минуты;
б) сменить вид деятельности;
в) прекратить выполнение действий, пройти обследование у врачей, выполнить их рекомендации;
г) достаточно 2 дней полноценного отдыха для восстановления.

3. При нагрузке средней интенсивности частота пульса достигает:

а) 100 – 130 уд/мин;
б) 130 – 150 уд/мин;
в) 150 – 170 уд/мин;
г) более 170 уд/мин

4. Что называется «разминкой», проводимой в подготовительной части занятия:

а) чередование легких и трудных общеразвивающих упражнений;
б) чередование беговых и общеразвивающих упражнений;
в) подготовка организма к предстоящей работе;
г) чередование беговых упражнений и ходьбы.

ДЕ-5: Профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП) обучающихся.

Специально направленное и избирательное использование средств физической культуры и спорта для подготовки человека к определенной профессиональной деятельности – это:

а) спорт высших достижений;
б) лечебная физическая культура;
в) производственная физическая культура;
г) массовый спорт.

1. ППФП строится на основе и в единстве с:

а) физической подготовкой; б) технической подготовкой; в) тактической подготовкой;
г) психологической подготовкой.

3. Какая из нижеперечисленных задач не является задачей ППФП:

а) развитие физических способностей, специфических для данной профессии;
б) формирование профессионально-прикладных сенсорных умений и навыков;
в) сообщение специальных знаний для успешного освоения практических навыков трудовой деятельности;
г) повышение функциональной устойчивости организма к неблагоприятному воздействию факторов окружающей среды.

4. Что не является формой занятий по ППФП:

а) спортивно-прикладные соревнования; б) учебные занятия; в) занятия в период учебной практики; г) рекреационные занятия.

Вариант 2

ДЕ-1: Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.

1. Определение повседневных изменений в подготовке занимающихся – это:

а) педагогический поэтапный контроль;
б) педагогический текущий контроль;
в) педагогический оперативный контроль;
г) педагогический двигательный контроль.

1. В комплекс утренней гимнастики не рекомендуется включать:

а) упражнения на гибкость;
б) дыхательные упражнения;
в) упражнения с отягощением;
г) упражнения для всех групп мышц.

2. Самостоятельные тренировочные занятия не рекомендуется выполнять:

а) за час до приема пищи;
б) после сна натощак;
в) во второй половине дня, через 2-3 часа после обеда;
г) за 3 часа до отхода ко сну.

4. Дневник самоконтроля нужен для:

а) коррекции содержания и методики занятий физическими упражнениями;
б) контроля родителей;
в) лично спортсмену;
г) лично тренеру.

ДЕ-2: Спорт. Индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений.

1. К циклическим видам спорта не относится:

а) волейбол;
б) стайерский бег;
в) плавание;
г) спортивная ходьба.

2. Какой из перечисленных видов спорта преимущественно развивает координацию движений:

а) спортивная гимнастика;
б) лыжный спорт;
в) триатлон;
г) атлетическая гимнастика.

3. Систематическая плановая многолетняя подготовка и участие в соревнованиях в избранном виде спорта с целью достижения максимальных спортивных результатов – это:

а) спорт высших достижений;
б) лечебная физическая культура;
в) профессионально-прикладная физическая культура;
в) массовый спорт.

4. Какие упражнения включаются в разминку почти во всех видах спорта:

а) упражнения на развитие выносливости;
б) упражнения на развитие гибкости и координации движений;
в) бег и общеразвивающие упражнения.

ДЕ-3: Особенности занятий избранным видом спорта или системой физических упражнений.

1. Какая из представленных способностей не относится к группе координационных:

а) способность сохранять равновесие;
б) способность точно дозировать величину мышечных усилий;
в) способность быстро реагировать на стартовый сигнал;
г) способность точно воспроизводить движения в пространстве.

2. Почему на занятиях по «физической культуре» выделяют подготовительную, основную и заключительную части:

а) так удобнее распределять различные по характеру упражнения;
б) выделение частей занятий связано с необходимостью управлять динамикой работоспособности занимающихся;
в) выделение частей в занятии требует Министерство науки и образования;
г) перед занятием, как правило, ставятся 3 задачи, и каждая часть предназначена для них.

3. Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:

а) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий;
б) степень преодолеваемых при их выполнении трудностей;
в) утомлением, возникающим в результате их выполнения;
г) частотой сердечных сокращений.

4. Назовите количество игроков на волейбольной площадке:

а) 4; б) 5; в) 6; г) 7.

ДЕ-4: Самоконтроль занимающихся физическими упражнениями и спортом.

1. К объективным показателям самоконтроля относится:

а) частота сердечных сокращений; б) самочувствие; в) аппетит; г) сон.

2. При нагрузке интенсивности выше средней частота пульса достигает:

а) 100 – 130 уд/мин; б) 130 – 150 уд/мин; в) 150 – 170 уд/мин; г) более 170 уд/мин.

3. Самостоятельные тренировочные занятия рекомендуется выполнять:

а) после приема пищи; б) после сна натощак; в) во второй половине дня, через 2-3 часа после обеда; г) перед сном.

4. Меры профилактики переутомления:

а) посидеть 3-4 минуты;
б) сменить вид деятельности;
в) прекратить выполнение действий, пройти обследование у врачей, выполнить их рекомендации;
г) достаточно 2 дней полноценного отдыха для восстановления.

ДЕ-5: Профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП) обучающихся.

1. Система методически обоснованных физических упражнений, физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой и профессиональной дееспособности – это:

а) физкультурная пауза;
б) производственная физическая культура;
в) спорт высших достижений;
г) массовый спорт.

2. Профессионально-прикладная физическая подготовка - это

а) специализированный вид физического воспитания, осуществляемый в соответствии с особенностями и требованиями данной профессии;

б) система профессиональных мероприятий, осуществляемая в соответствии с особенностями данной профессии;

в) процесс формирования специализированных знаний, умений и навыков;

г) целенаправленное воздействие на развитие физических качеств человека посредством нормированных нагрузок.

3. Какой вид спорта наиболее эффективно развивает координационные способности монтажников-высотников:

а) фехтование; б) баскетбол; в) мото-спорт; г) гимнастика.

4. Что не является формой занятий по ППФП:

а) спортивно-прикладные соревнования; б) учебные занятия; в) занятия в период учебной практики; г) рекреационные занятия.

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 «зачтено», «не зачтено». Работа с оценкой «не зачтено» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

Критерии оценивания контрольной работы

Оценка за контрольную работу определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 2 балл. Максимум 40 баллов.

Результат контрольной работы

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

20-40 балла (50-100%) - оценка «зачтено»;

0-19 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»;

Образец оформления титульного листа



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

Кафедра физической культуры

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине
ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа _____

Преподаватель: Петров Петр Петрович

Екатеринбург
2018

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
Подземная разработка пластовых месторождений

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Физической культуры	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Шулиманов Д.Ф.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 14 от 03.04.2019 г.	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

1. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом ……..3
1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий ……...3
1.1.1. Утренняя физическая гимнастика……3
1.1.2. Упражнения в течение учебного дня……4
1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия……..4
1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий……5
1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин……6
1.2 Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма……..7
1.2.1 Оценка физического развития……...9
1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности)..……10
2. Другие виды самостоятельной работы
2.1 Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности…….……12
2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 м)……12
2.1.2 Техника выполнения упражнения……...12
2.1.3 Методы самостоятельной тренировки…….....13
2.1.4. Средства тренировки быстроты……..13
2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива……...14
2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин …….……...15
2.2.1. Техника выполнения упражнения……..15
2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин……..……...15
2.3.1. Техника выполнения упражнения……..15
2.3.2. Методы развития силы……16
2.4. Тест на общую выносливость (бег 2000 и 3000 м)……..17
2.4.1. Техника бега на длинные дистанции……..17
2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения Самостоятельных тренировок……..18
3.Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности……..……..….....21

1. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом

1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий

Планирование самостоятельных занятий осуществляется студентами при консультации преподавателей и должно быть направлено на достижение единой цели – сохранение хорошего здоровья, поддержание высокого уровня физической и умственной работоспособности, достижение поставленной задачи.

Существуют три формы самостоятельных занятий:

1. Утренняя физическая гимнастика (УФГ).

2. Упражнения в течение учебного (рабочего) дня.

3. Самостоятельные тренировочные занятия.

1.1.1. Утренняя физическая гимнастика

Выполняется ежедневно. В комплекс УФГ следует включать упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость и дыхание, бег, бег (прыжковые упражнения).

Не рекомендуется выполнять:

- упражнения статического характера;

- со значительными отягощениями;

- упражнения на выносливость.

При выполнении УФГ рекомендуется придерживаться определенной последовательности выполнения упражнений:

- медленный бег, ходьба (2-3 мин.);

- потягивающие упражнения в сочетании с глубоким дыханием;

- упражнение на гибкость и подвижность для мышц рук, шеи, туловища и ног;

- силовые упражнения без отягощений или с небольшими отягощениями для рук, туловища, ног (сгибание-разгибание рук в упоре лежа, упражнения с легкими гантелями, с эспандерами);

- различные наклоны в положении стоя, сидя, лежа, приседания на од-ной и двух ногах и др.;

- легкие прыжки или подскоки (например, со скалкой) – 20-30 с.;

- упражнения на расслабление с глубоким дыханием.

При составлении комплексов УФГ рекомендуется физиологическую нагрузку на организм повышать постепенно, с максимумом во второй половине комплекса. К концу выполнения комплекса нагрузка снижается и организм приводится в спокойное состояние.

Между сериями из 2-3 упражнений (а при силовых – после каждого) выполняется упражнение на расслабление или медленный бег (20-30с.).

УФГ должна сочетаться с самомассажем и закаливанием организма. Сразу же после выполнения комплекса УФГ рекомендуется сделать самомассаж основных мышечных групп ног, туловища, рук (5-7 мин.) и выполнить водные процедуры с учетом правил и принципов закаливания.

1.1.2. Упражнения в течение учебного дня

Выполняются в перерывах между учебными и самостоятельными занятиями.

Они обеспечивают предупреждение наступающего утомления, способствуют поддержанию высокой работоспособности на длительное время без перенапряжения.

При выполнении этих упражнений следует придерживаться следующих правил:

1. Проводить в хорошо проветренных помещениях или на открытом воздухе.

2. Растягивать и расслаблять мышцы, испытывающие статическую нагрузку.

3. Нагружать неработающие мышцы.

1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия

Можно проводить индивидуально или в группе из 3-5 человек и более. Групповая тренировка более эффективна, чем индивидуальная. Заниматься рекомендуется 3-4 раза в неделю по 1,5 -2 часа. Заниматься менее двух раз в неделю нецелесообразно, т.к. это не способствует повышению уровня тренированности организма. Тренировочные занятия должны носить комплексный характер, т.е. способствовать развитию всего комплекса физических качеств, а также укреплению здоровья и повышению общей работоспособности организма.

Каждое самостоятельное тренировочное занятие состоит из трех частей:

1. Подготовительная часть (разминка) (15-20 мин. для одночасового занятия): ходьба (2-3 мин.), медленный бег (8-10 мин.), общеразвивающие упражнения на все группы мышц, соблюдая последовательность «сверху вниз», затем выполняются специально-подготовительные упражнения, выбор которых зависит от содержания основной части.

2. В основной части (30-40 мин.) изучаются спортивная техника и тактика, осуществляется тренировка развития физических, волевых качеств. При выполнении упражнений в основной части занятия необходимо придерживаться следующей последовательности:

После разминки выполняются упражнения, направленные на изучение и совершенствование техники, и упражнения на быстроту, затем упражнения для развития силы и в конце основной части занятия – для развития выносливости.

3. В заключительной части (5-10 мин.) выполняются медленный бег (3-8 мин.), переходящий в ходьбу (2-6 мин.), упражнения на расслабление в сочетании с глубоким дыханием, которые обеспечивают постепенное снижение тренировочной нагрузки и приведение организма в сравнительно спокойное состояние.

1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий

Методические принципы, которыми необходимо руководствоваться при проведении самостоятельных тренировочных занятий, следующие:

- принцип сознательности и активности предполагает углубленное изучение занимающимися теории и методики спортивной тренировки, осознанное отношение к тренировочному процессу, понимание целей и задач занятий, рациональное применение средств и методов тренировки в каждом занятии, учет объема и интенсивности выполняемых упражнений и физических нагрузок, умение анализировать и оценивать итоги тренировочных занятий;

- принцип систематичности требует непрерывности тренировочного процесса, рационального чередования физических нагрузок и отдыха, преемственности и последовательности тренировочных нагрузок от занятия к занятию. Эпизодические занятия или занятия с большими перерывами (более 4-5 дней) неэффективны и приводят к снижению достигнутого уровня тренированности;

- принцип доступности и индивидуализации обязывает планировать и включать в каждое тренировочное занятие физические упражнения, по своей сложности и интенсивности доступные для выполнения занимающимися. При определении содержания тренировочных занятий необходимо соблюдать правила: от простого – к сложному, от легкого – к трудному, от известного – к неизвестному, а также осуществлять учет индивидуальных особенностей занимающихся: пол, возраст, физическую подготовленность, уровень здоровья, волевые качества, трудолюбие, тип высшей нервной деятельности и т.п. Подбор упражнений, объем и интенсивность тренировочных нагрузок нужно осуществлять в соответствии с силами и возможностями организма занимающихся;

- принцип динамичности и постепенности определяет необходимость повышения требований к занимающимся, применение новых, более сложных физических упражнений, увеличение тренировочных нагрузок по объему и интенсивности. Переход к более высоким тренировочным нагрузкам должен проходить постепенно с учетом функциональных возможностей и индивидуальных особенностей занимающихся.

Если в тренировочных занятиях был перерыв по причине болезни, то начинать занятия следует после разрешения врача при строгом соблюдении принципа постепенности. Вначале тренировочные нагрузки значительно снижаются и постепенно доводятся до занимающегося в тренировочном плане уровня.

Все выше перечисленные принципы находятся в тесной взаимосвязи. Это различные стороны единого, целостного повышения функциональных возможностей занимающихся.

1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин

Организм женщины имеет анатомо-физиологические особенности, которые необходимо учитывать при проведении самостоятельных занятий физическими упражнениями или спортивной тренировки. В отличие от мужского, у женского организма менее прочное строение костей, ниже общее развитие мускулатуры тела, более широкий тазовый пояс и мощнее мускулатура тазового дна. Для здоровья женщины большое значение имеет развитие мышц брюшного пресса, спины и тазового дна. От их развития зависит нормальное положение внутренних органов. Особенно важно развитие мышц тазового дна.

Одной из причин недостаточного развития этих мышц у студенток и работниц умственного труда является малоподвижный образ жизни. При положении сидя мышцы тазового дна не противодействуют внутрибрюшному давлению и растягиваются от тяжести лежащих над ними органов. В связи с этим мышцы теряют свою эластичность и прочность, что может привести к нежелательным изменениям положения внутренних органов и к ухудшению их функциональной деятельности.

Ряд характерных для организма женщины особенностей имеется и в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и других систем. Все это выражается более продолжительным периодом восстановления организма после физической нагрузки, а также более быстрой потерей состояния тренированности при прекращении тренировок.

Особенности женского организма должны строго учитываться в организации, содержании, методике проведения самостоятельных занятий. Подбор физических упражнений, их характер и интенсивность должны соответствовать физической подготовленности, возрасту, индивидуальным возможностям студенток. Необходимо исключать случаи форсирования тренировок для того, чтобы быстро достичь высоких результатов. Разминку следует проводить более тщательно и более продолжительно, чем при занятиях мужчин. Рекомендуется остерегаться резких сотрясений, мгновенных напряжений и усилий, например, при занятиях прыжками и в упражнениях с отягощением. Полезны упражнения, в положении сидя, и лежа на спине с подниманием, отведением, приведением и круговыми движениями ног, с подниманием ног и таза до положения «березка», различного рода приседания.

Даже для хорошо физически подготовленных студенток рекомендуется исключить упражнения, вызывающие повышение внутрибрюшного давления и затрудняющие деятельность органов брюшной полости и малого таза. К таким упражнениям относятся прыжки в глубину, поднимание больших тяжестей и другие, сопровождающиеся задержкой дыхания и натуживанием.

При выполнении упражнений на силу и быстроту движений следует более постепенно увеличивать тренировочную нагрузку, более плавно доводить ее до оптимальных пределов, чем при занятиях мужчин.

Упражнения с отягощениями применяются с небольшими весами, сериями по 8-12 движений с вовлечением в работу различных мышечных групп. В интервалах между сериями выполняются упражнения на расслабление с глубоким дыханием и другие упражнения, обеспечивающие активный отдых.

Функциональные возможности аппарата кровообращения и дыхания у девушек и женщин значительно ниже, чем у юношей и мужчин, поэтому нагрузка на выносливость для девушек и женщин должна быть меньше по объему и повышаться на более продолжительном отрезке времени.

Женщинам при занятиях физическими упражнениями и спортом следует особенно внимательно осуществлять самоконтроль. Необходимо наблюдать за влиянием занятий на течение овариально-менструального цикла и характер его изменения. Во всех случаях неблагоприятных отклонений необходимо обращаться к врачу.

Женщинам противопоказаны физические нагрузки, спортивная тренировка и участие в спортивных соревнованиях в период беременности. После родов к занятиям физическими упражнениями и спортом рекомендуется приступать не ранее чем через 8-10 месяцев.

1.2. Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма

Данные самоконтроля записываются в дневник, они помогают контролировать и регулировать правильность подбора средств, методику проведения учебно-тренировочных занятий. У отдельных занимающихся количество показателей самоконтроля в дневнике и порядок записи могут быть различными, но одинаково важно для всех правильно оценивать отдельные показатели, лаконично фиксировать их в дневнике.

В дневнике самоконтроля рекомендуется регулярно регистрировать:

- субъективные данные (самочувствие, сон, аппетит, болевые ощущения);

- объективные данные (частота сердечных сокращений (ЧСС), масса тела, тренировочные нагрузки, нарушения режима, спортивные результаты).

Субъективные данные:

Самочувствие - отмечается как хорошее, удовлетворительное или плохое. При плохом самочувствии фиксируется характер необычных ощущений.

Сон - отмечается продолжительность и глубина сна, его нарушения (трудное засыпание, беспокойный сон, бессонница, недосыпание и др.).

Аппетит - Отмечается как хороший, удовлетворительный, пониженный и плохой. Различные отклонения состояния здоровья быстро отражаются, поэтому его ухудшение, как правило, является результатом переутомления или заболевания.

Болевые ощущения - фиксируются по месту их локализации, характеру (острые, тупые, режущие и т.п.) и силе проявления.

Объективные данные:

ЧСС – важный показатель состояния организма. Его рекомендуется подсчитывать регулярно, в одно и то же время суток, в покое. Лучше всего утром, лежа, после пробуждения, а также до тренировки (за 3-5 мин) и сразу после спортивной тренировки.

Нормальными считаются следующие показатели ЧСС в покое:

- мужчины (тренированные/не тренированные) 50-60/70-80;

- женщины (тренированные/не тренированные) 60-70/75-85.

С увеличением тренированности ЧСС понижается.

Интенсивность физической нагрузки также определяться по ЧСС, которая измеряется сразу после выполнения упражнений.

При занятиях физическими упражнениями рекомендуется придерживаться следующей градации интенсивности:

- малая интенсивность – ЧСС до 130 уд/мин. При этой интенсивности эффективного воспитания выносливости не происходит, однако создаются предпосылки для этого, расширяется сеть кровеносных сосудов в скелетных мышцах и в сердечной мышце (целесообразно применять при выполнении разминки);

- средняя интенсивность от 130 до 150 уд/мин.;

- большая интенсивность – ЧСС от 150 до 180 уд/мин. В этой тренировочной зоне интенсивности к аэробным механизмам подключаются анаэробные механизмы энергообеспечения, когда энергия образуется при распаде энергетических веществ в условиях недостатка кислорода;

- предельная интенсивность – ЧСС 180 уд/мин. и больше. В этой зоне интенсивности совершенствуются анаэробные механизмы энергообеспечения.

Существенным моментом при использовании ЧСС для дозирования нагрузки является ее зависимость от возраста.

Известно, что по мере старения уменьшается возможность усиления сердечной деятельности за счет учащения сокращения сердца во время мышечной работы. Оптимальную ЧСС с учетом возраста при продолжительных упражнениях можно определить по формулам:

- для начинающих: ЧСС (оптимальная) = 170 – возраст (в годах)

- для занимающихся регулярно в течении 1-2 лет:

- ЧСС (оптимальная) = 180 – возраст (в годах)

Зависимость максимальной величины ЧСС от возраста при тренировке на выносливость можно определить по формуле:

- ЧСС (максимальная) = 220 – возраст (в годах)

Например, для занимающихся в возрасте 18 лет максимальная ЧСС будет равна 220-18=202 уд/мин.

Важным показателем приспособленности организма к нагрузкам является скорость восстановления ЧСС сразу после окончания нагрузки. Для этого определяется ЧСС в первые 10 секунд после окончания нагрузки, пересчитывается на 1 мин. и принимается за 100%. Хорошей реакцией восстановления считается:

- снижение через 1 мин. на 20%;

- через 3 мин. – на 30%;

- через 5 мин. – на 50%,

- через 10 мин. – на 70 – 75%. (отдых в виде медленной ходьбы).

Масса тела должна определяться периодически (1-2 раза в месяц) утром натощак, на одних и тех же весах. В первом периоде тренировки масса обычно снижается, а затем стабилизируется и в дальнейшем за счет прироста мышечной массы несколько увеличивается. При резком снижении массы тела следует обратиться к врачу.

Тренировочные нагрузки в дневник самоконтроля записываются коротко, вместе с другими показателями самоконтроля они дают возможность объяснить различные отклонения в состоянии организма.

Спортивные результаты показывают, правильно ли применяются средства и методы тренировочных занятий. Их анализ может выявить дополнительные резервы для роста физической подготовленности и спортивного мастерства.

В процессе занятий физическими упражнениями рекомендуется периодически оценивать уровень своего физического развития и физической (функциональной) подготовленности.

1.2.1. Оценка физического развития

Проводится с помощью антропометрических измерений: рост стоя и сидя, масса тела, окружность грудной клетки, жизненная емкость легких (ЖЁЛ) и сила кисти сильнейшей руки, которые дают возможность определить:

- уровень и особенности физического развития;

- степень его соответствия полу и возрасту;

- имеющиеся отклонения;

- улучшение физического развития под воздействием занятий физическими упражнениями.

Применяются следующие антропометрические индексы:

- Весо-ростовой показатель

- ВРП= масса тела (грамм.)/длина тела (см.)

Хорошая оценка:

- для женщин 360-405 г/см.;

- для мужчин 380-415 г/см.

Индекс Брока

Оптимальная масса тела для людей ростом от 155 до 165 см. равна длине тела в сантиметрах минус 100. При росте 165-175 см. вычитают 105, при росте более 175 см. – 110.

Силовой показатель (СП)

Показывает соотношение между массой тела и мышечной силой. Обычно, чем больше мышечная масса, тем больше сила. Силовой показатель определяется по формуле и выражается в процентах:

$$\frac{\text{сила (кг)}}{\text{общая масса тела (кг)}} \times 100$$

Для сильнейшей руки:

- для мужчин - 65-80%

- для женщин - 48-50%.

1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности)

Определение резервных возможностей организма

Осуществляется с помощью физиологических проб сердечно-сосудистой (ССС) и дыхательной (ДС) систем.

Общее требования:

1. Проводить в одно и то же время суток.

2. Не ранее чем через 2 часа после приема пищи.

3. При температуре 18-20 градусов, влажности менее 60%.

Функциональная проба с приседанием

Проверяемый отдыхает стоя 3 мин., на 4-й мин. подсчитывается ЧСС за 15 с. с пересчетом на 1 мин. (исходная частота). Далее выполняется 20 приседаний за 40 с., поднимая руки вперед. Сразу после приседаний подсчитывается ЧСС в течение первых 15 с. с пересчетом на 1 мин. Определяется увеличение ЧСС после приседаний сравнительно с исходной в процентах.

Оценка:

- отлично – до 20%;

- хорошо – 20-40%;

- удовлетворительно – 40-65%;

- плохо – 66-75%;

- более 75%.

Ортостатическая проба

Применяется для оценки сосудистого тонуса.

Отдых 5 минут в положении лежа, подсчитывают ЧСС в положении лежа за 1 мин. (исходная ЧСС), после чего занимающийся встает, и снова подсчитывает пульс за 1 мин.

Оценка:

- «хорошо» - не более 11 ударов (чем меньше разница, тем лучше);

- «удовлетворительно» - от 12 до 18 ударов (потливость);

- «неудовлетворительно» - более 19 ударов (потливость, шум в ушах).

Проба Штанге (задержка дыхания на вдохе),

проба Генча (задержка дыхания на вдохе)

Оценивается устойчивость организма к недостатку кислорода, а также общий уровень тренированности.

После 5 мин. отдыха сидя, сделать 2-3 глубоких вдоха и выдоха, затем сделать полный вдох (выдох) и задержать дыхание. Отмечается время от момента задержания дыхания до ее прекращения.

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	90 сек	80 сек
Хорошо	80-89 сек	70-79 сек
Удовлетворительно	50-79 сек	40-69 сек
Неудовлетворительно	50 и ниже	40 и ниже

Проба Генча

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	45 сек	35 сек
Хорошо	40-44 сек	30-34 сек
Удовлетворительно	30-39 сек	20-29 сек
Неудовлетворительно	30 и ниже	20 и ниже

С нарастанием тренированности время задержания дыхания возрастает, при снижении или отсутствии тренированности – снижается.

Самоконтроль прививает занимающимся грамотное и осмысленное отношение к своему здоровью и к знаниям физической культурой и спортом, имеет большое воспитательное значение.

2. Другие виды самостоятельной работы

2.1. Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности

2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 метров)

Нормативы:

- у студенток нормативы в беге на 100 метров следующие: 15.7 сек - 5 очков; 16,0 - 4; 17,0 -3; 17,9 - 2; 18,7 - 1.

- студенты должны показать результаты в следующих пределах: 13,2 сек - 5 очков; 13,8 - 4; 14,0 - 3; 14,3 - 2; 14,6 - 1.

2.1.2. Техника выполнения упражнения

При анализе бега на 100 м. принято выделять следующие основные фазы:

- старт и стартовый разгон;

- бег по дистанции;

- финиширование.

Старт и стартовый разгон

Существует два вида старта: низкий и высокий. Экспериментальные данные показывают, что новичкам и спортсменам 2-го разряда лучше применять высокий старт. Такая закономерность наблюдается до результата 11,4-11,6 с. и объясняется технической сложностью низкого старта. Поэтому следует ограничиться только овладением техникой высокого старта.

По команде «На старт» занимающийся подходит к стартовой линии, ставит сильнейшую (толчковую ногу) вплотную к линии, маховая нога располагается на 1,5-2 стопы назад на носок, расстояние между ними 15-20 см. Туловище выпрямлено, руки опущены, вес тела распределяется равномерно на обе ноги.

По команде «Внимание» вес тела переносится на впереди согнутую стоящую ногу, разноименная рука вперед. Проекция плеч находится за стартовой линией на расстоянии 5-8 см. Взгляд направлен вперед - вниз.

По команде «Марш» бегун мощно разгибает толчковую ногу и стремится максимально быстро вынести маховую ногу вперед с постановкой ее сверху вниз на дорожку. Руки работают максимально активно, плечевой пояс не закрепощен, кисти расслаблены. Стартовый разгон характеризуется постепенным увеличением длины шагов, уменьшением наклона туловища и приближением стоп к средней линии.

Бег по дистанции

Перед бегущим стоит задача удержать развитую горизонтальную скорость до финиша. Этому будет способствовать сохранение длины и частоты шагов.

Во время бега маховая нога ставится с носка спереди проекции общего центра тяжести тела (ОЦТТ) сверху вниз. Взаимодействие маховой ноги с грунтом называется передним толчком. Задний толчок выполняется мощным разгибанием бедра и сгибанием стопы. Голова держится прямо. Руки согнуты (угол сгибания в локтевых суставах примерно 90 град.).

При движении руки вперед кисть поднимается до уровня плеч. Назад рука отводится до «отказа» и угол сгибания в локтевом суставе увеличивается. Пальцы рук слегка согнуты.

Финиширование

Наклон туловища увеличивается. На последних метрах дистанции необходимо стремиться не потерять свободы движений и пробегать финиш без снижения скорости.

2.1.3. Методы самостоятельной тренировки

- Повторный метод - повторное выполнение упражнений с около-предельной и предельной скоростью. Отдых продолжается до восстановления. Упражнения повторяются до тех пор, пока скорость не начнет снижаться.

- Переменный метод - когда пробегаются дистанции, например, с варьированием скорости и ускорения. Цель - исключить стабилизацию скорости («скоростной барьер»).

- Соревновательный метод - предполагает выполнение упражнений на быстроту в условиях соревнований. Эмоциональный подъем на соревнованиях способствует мобилизации на максимальные проявления быстроты, позволяет выйти на новый рубеж скорости.

2.1.4. Средства тренировки быстроты

Частоту движений, а вместе с ней и быстроту циклических движений развивают с помощью упражнений, которые можно выполнять с максимальной скоростью, а также с помощью скоростно-силовых упражнений для ациклических движений. При этом упражнения должны отвечать следующим требованиям:

- техника упражнений должна обеспечивать выполнение движений на предельных скоростях;

- упражнения должны быть хорошо освоены, чтобы не требовалось волевого усилия для их выполнения;

- продолжительность упражнений должна быть такой, чтобы скорость не снижалась вследствие утомления - 20-22 с.

Основным средством отработки бега по дистанции является бег с максимальной скоростью. Такой бег выполняется 5-6 раз по 30-40 метров. В тренировке можно чередовать бег в обычных, облегченных (с горки, угол 4-5 град.) и затрудненных (в горку или с сопротивлением) условиях.

Для развития скоростной выносливости рекомендуется пробегать большую дистанцию (120-150 м), когда очередная пробежка начинается при пульсе 120 уд/мин.

Для тренировки в беге на 100 метров следует использовать кроссы (6 км, 30 мин), повторный бег на отрезках 200 м в 3/4 силы. Спортивные игры (баскетбол, футбол) также приносят пользу в развитии быстроты.

Можно рекомендовать и упрощенную методику, обеспечивающую минимально необходимый уровень подготовленности:

- повторный метод - в одном занятии 3-4 пробегания по 20-30 метров с максимальной скоростью и интервалами отдыха для восстановления пульса до 110-120 уд/мин;

- переменный метод - пробегание 2-х отрезков по 30 метров с максимальной скоростью и последующим переходом на спокойный бег 150--200 метров. Выполняется 3-4 подхода.

Для ощутимого сдвига в подготовленности такие тренировки рекомендуется проводить 3-4 раза в неделю.

2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива

При подготовке к сдаче бега на 100 метров следует учитывать общие требования по питанию при занятиях физическими упражнениями:

1. По времени - прием пищи не менее чем за 2-3 часа.

2. По составу - не есть тяжелой пищи (мясо, яйца, масло, молочные продукты, жирную, долго перевариваемую пищу).

Не рекомендуется выходить на старт с переполненным желудком.

Непосредственно перед сдачей норматива необходимо провести разминку с использованием специальных упражнений:

1. Бег с высоким подниманием бедра.

2. Бег с «захлестыванием» голеней назад.

3. Семенящий бег.

4. Прыжки с ноги на ногу (шаги).

5. Бег в упоре стоя у гимнастической стенки.

6. Бег с ускорением с высокого старта с подачей стартовых команд (2-3 ускорения по 10-15 метров).

Разминка заканчивается за 10 минут до старта.

Непосредственно перед стартом нельзя отдыхать лежа, сидя, необходимо постоянно находиться в движении (прохаживаться, выполнять упражнения на растяжку). Частота сердечных сокращений непосредственно перед стартом должна быть 110 – 120 уд/мин.

Психологическая подготовка заключается в мысленном «прокручивании» в голове этапов преодоления дистанции: старта, стартового разбега, бега по дистанции, финиширования с концентрацией внимания на технике выполнения каждого этапа.

При выполнении теста не разрешается:

- наступать на линию старта (стартовая линия входит в дистанцию);

- перебегать на соседние дорожки.

2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин

(поднимание (сед) и опускание туловища из положения лежа, ноги закреплены, руки за головой)

Нормативы: 60 раз - 5 очков, 50 - 4, 40 - 3, 30 - 2, 20 - 1.

Это упражнение используется для оценки развития мышц живота (брюшного пресса).

О мышцах брюшного пресса следует сказать особо. Эта группа мышц участвует в большинстве движений. Она создает хороший «мышечный корсет», охватывающий брюшную полость и способствующий нормальному функционированию внутренних органов, что положительно влияет на состояние здоровья.

2.2.1. Техника выполнения упражнения

И.п. (исходное положение) – лежа на спине, ноги согнуты в коленях, стопы прижаты к полу, руки в замок за головой, локти разведены.

Это силовое упражнение состоит из 4-х фаз:

- поднимание туловища;

- фиксация его в вертикальном положении;

- опускание;

- пауза в горизонтальном положении.

Голова держится прямо, локти в стороны, дыхание ритмично.

2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин (подтягивание на перекладине)

Учебной программой по физической культуре предусмотрено тестирование студентов для определения уровня их силового развития. Нормативы следующие: 15 раз - 5 очков, 12 - 4, 9 - 3, 7 - 2, 5 - 1;

2.3.1. Техника выполнения упражнения

Каждый цикл подтягивания в висе на перекладине включает:

- исходное положение - вис на вытянутых руках хватом сверху (большими пальцами внутрь);

- подъем до пересечения подбородком линии перекладины;

- опускание в исходное положение.

При выполнении теста разрешается сгибание, разведение ног, запрещаются рывковые движения туловищем и руками, хлестовые движения ногами. Выполнение засчитывается только при полном выпрямлении рук в локтевых суставах.

Наиболее экономично подтягивание при хвате рук на ширине плеч. Если кисти рук расположены ближе друг к другу, то положение тела становится менее устойчивым и отклонения

придется компенсировать за счет дополнительных мышечных усилий, что будет увеличивать энерготраты и снижать результат. Возрастают энерготраты и при широком хвате (шире плеч). Это связано с тем, что для фиксации лопаток при широком хвате требуется большая, чем при хвате на ширине плеч, сила мышц, приближающих лопатки к позвоночному столбу.

Опускание в вис (в исходное положение) после подтягивания должно выполняться спокойно. Дыхание не задерживается.

2.3.2. Методы развития силы

На практике распространены следующие методы силовой подготовки:

- метод максимальных усилий;

- метод повторных усилий;

- метод динамических усилий.

Согласно методу максимальных усилий выполнение упражнений организуется таким образом, чтобы занимающийся смог подтянуться 1-3 раза в одном подходе (при условии, что он способен самостоятельно подтянуться как минимум 2-3 раза). Такое достигается за счет применения дополнительного внешнего отягощения. Делается 5-6 подходов с перерывами 2-4 минуты.

По методу повторных усилий подтягивания в одном подходе выполняются до «отказа». Если занимающийся имеет максимальный индивидуальный показатель 10-15 подтягиваний и более, то следует применять отягощение весом 30-70% от максимального. Например, занимающийся может подтянуться 1 раз с максимальным отягощением 10 кг. Значит, для тренировки по методу повторных усилий следует подобрать вес отягощения 3-7 кг. Выполняется 3-6 подходов с отдыхом между ними 2-4 мин.

Разнообразить упражнения можно, применяя метод динамических усилий. Если занимающийся легко выполняет 10-15 подтягиваний, то следует применять отягощения до 30% от максимального. В одном подходе 10-15 повторений. Темп - максимально быстрый. Всего 3-6 подходов. Во время отдыха следует добиваться наиболее полного восстановления, чтобы в следующем подходе выполнить упражнение без существенной потери скорости.

Сравнивая динамический и статический методы развития силы, необходимо отметить следующее:

- При динамическом режиме работы мышц происходит достаточное кровоснабжение. Мышца функционирует как насос - при расслаблении наполняется кровью и получает кислород и питательные вещества.

- Во время статического усилия мышца постоянно напряжена и непрерывно давит на кровеносные сосуды. В результате она не получает кислород и питательные вещества. Это ограничивает продолжительность работы мышц.

2.4. Тест на общую выносливость - бег 2000 и 3000 метров

Нормативы:

- студентки - бег 2000 метров - 10 мин.15 сек. - 5 очков; 10.50 - 4; 11.15 - 3; 11.50 - 2; 12.15 - 1;

- студенты - бег 3000 метров - 12.00 - 5; 12.35 - 4; 13.10 - 3; 13.50 - 2; 14.00 - 1.

2.4.1. Техника бега на длинные дистанции

Бег на средние и длинные дистанции начинается с высокого старта. По команде «На старт!» бегун ставит у линии более сильную ногу, а другую отставляет назад на носок (на 30 – 50 см), немного сгибает ноги, туловище наклоняет вперед и тяжесть тела переносит на впереди стоящую ногу. По команде «Марш!» бегун начинает бег, делая первые шаги в большом наклоне, который постепенно уменьшается. Длина шагов увеличивается, бег ускоряется, бегун набирает скорость и в короткое время переходит к свободному бегу на дистанции. Бег на дистанции. Во время бега на дистанции туловище вертикально или слегка наклонено вперед (5-7°). Небольшой наклон туловища вперед позволяет лучше использовать силы отталкивания и быстрее продвигаться вперед. Слишком большой наклон приводит к «падающему» бегу, при котором труднее выносить вперед согнутую ногу, в связи с чем уменьшается длина шага, а следовательно, и скорость бега. Кроме того, при большом наклоне постоянно напряжены мышцы, удерживающие туловище от увеличивающегося наклона. Отсутствие наклона ухудшает условия отталкивания, однако улучшает возможность выноса вперед согнутой в коленном суставе свободной ноги. При правильном положении туловища создаются благоприятные условия для работы мышц и внутренних органов. Наклон туловища у бегунов изменяется в пределах 2-3°: увеличивается к моменту отталкивания и уменьшается в полетной фазе. Положение головы существенно влияет на положение туловища. Надо держать голову прямо и смотреть вперед. В фазе отталкивания таз подается вперед, что является важной особенностью техники бега на длинные дистанции и позволяет полнее использовать силу реакции опоры. В технике бега на длинные дистанции важнее всего движения ног. Нога, немного согнутая, ставится на грунт упруго и эластично с передней части стопы, а затем касается его всей стопой. Постановка ноги на переднюю часть стопы позволяет эффективнее использовать эластические свойства мышц голени, активно участвующие в отталкивании. Следы стоп на дорожке у бегунов находятся на одной линии, носки почти не разворачиваются в стороны. Эффективное отталкивание характеризуется выпрямлением ноги во всех суставах. Угол отталкивания в беге на средние дистанции примерно равен 50-55°. При правильном отталкивании таз подан вперед, голень маховой согнутой ноги параллельна бедру толчковой ноги. Быстрый вынос маховой ноги вперед облегчает отталкивание. Бегуны на длинные дистанции меньше поднимают бедро маховой ноги вверх, чем бегуны на средние и короткие дистанции. Длина шага на длинные дистанции не

постоянна даже у одних и тех же бегунов. Колебания зависят от наступившего утомления, неравномерности пробегания отдельных участков дистанции, качества беговой дорожки, ветра и состояния бегуна. Обычно шаг с сильнейшей ноги на несколько сантиметров больше, чем шаг со слабейшей ноги. Длина шага равна 160 – 215 см. Повышение скорости бега за счет увеличения длины шага ограничено, так как слишком длинный шаг требует очень больших затрат сил. Кроме того, длина шага в основном зависит от индивидуальных данных бегуна. Поэтому скорость бега повышают за счет увеличения частоты шагов, которая зависит от тренированности бегуна. Движения плечевого пояса и рук связаны с движениями ног. Выполнять их надо легко, не напряженно. Это во многом зависит от умения расслаблять мышцы плечевого пояса. Движения рук помогают бегуну сохранять равновесие тела во время бега. Амплитуда движения рук зависит от скорости бега. Кисти при движении вперед не пересекают средней линии тела и поднимаются примерно до уровня ключицы. При движении рук назад кисти доходят до задней линии туловища (если смотреть на бегуна сбоку). Руки двигаются маятникообразно, пальцы рук свободно сложены, предплечья не напряжены, плечи не поднимаются вверх. При финишировании, длина которого зависит от дистанции и оставшихся сил бегуна, движения руками делаются быстрее, наклон тела увеличивается, а угол отталкивания уменьшается. Спортсмен переходит на скоростной бег, при котором скорость повышается главным образом за счет увеличения частоты шагов. К концу дистанции вследствие утомления некоторые бегуны наклоняют туловище назад. Такое положение туловища не способствует эффективности бега, так как усилия отталкивания направляются больше вверх. Техника бега на вираже имеет некоторые особенности: туловище немного наклонено влево, к бровке, правая рука движется несколько размашистей левой, причем правый локоть дальше отводится в сторону, а правая стопа ставится с некоторым поворотом внутрь. Ритм дыхания зависит от индивидуальных особенностей и скорости бега (с увеличением скорости бега увеличивается и частота дыхания). Бегун не должен задерживать дыхание. Дышать следует одновременно через нос и полуоткрытый рот, при этом важно следить за полным выдохом.

2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения самостоятельных тренировок

В некоторых случаях тренировка может стать причиной различных осложнений, включая травмы опорно-двигательного аппарата.

Основная причина травматизма опорно-двигательного аппарата - перенапряжение. Слишком быстрое увеличение тренировочных нагрузок является чрезмерным для детренированных мышц, связок и суставов. К дополнительным факторам, способствующим повреждению опорно-двигательного аппарата, можно отнести:

- бег по твердому грунту;
- избыточную массу тела;

- обувь, не пригодную для бега;

-грубые ошибки в технике.

Следовательно, меры по профилактике травм должны быть направлены на устранение или ослабление воздействия этих факторов:

- Во время кроссового бега часто болит в правом боку (печень), либо в левом боку (селезенка). Печень важный орган в жизнедеятельности нашего организма (синтез жиров и углеводов, обмен белков и витаминов) является кровяным депо. Так вот в результате переполнения кровью печени возникают колики. Глубокое дыхание снижает приток крови к правому предсердию, уменьшает болевые ощущения. Бег не надо прекращать, необходимо снизить скорость передвижения и стараться дышать глубже.

- В процессе тренировок после значительного перерыва (отдыха) или при резком увеличении нагрузок могут появляться боли в мышцах, как правило, на другой день. Во время физической работы в организме образуются продукты распада, часть которых выводится из организма через мочевыделительную систему, а другая часть, в том числе, молочная кислота задерживается в мышечных тканях. Чтобы избавиться от нее, необходимо мышцу непосредственно после физической нагрузки заставить растянуться (с помощью упражнений на растяжение), а на следующий день выполнять какую-либо физическую работу, т.е. сокращаться. Эти меры помогут ускорить вывод молочной кислоты из мышц. Боли могут длиться несколько дней и если не предпринимать никаких мер, мышца теряет эластичность, становиться твердой. В этом случае могут помочь: массаж, банные процедуры, применение согревающих мазей и гелей.

- При выполнении напряженной физической работы длительное время, например, кроссовый бег, возникают такие состояния, которые получили название «мертвая точка» и «второе дыхание». Уже через некоторое время бега в организме начинаются изменения, которые заставляют нас прекратить мышечную деятельность. Такое временное снижение работоспособности получило название «мертвая точка». Механизм возникновения такого состояния недостаточно изучен. Предполагают, что он обусловлен временным нарушением деятельности скелетных мышц и органов, обеспечивающих доставку кислорода в организм. Эти нарушения приводят к изменениям в работе нервных центров, что, в свою очередь, приводит к нарушениям в работе отдельных физиологических систем. Время возникновения и продолжительность этого состояния зависит от многих факторов, в частности от длительности и интенсивности физической нагрузки (например, при беге на 5-10 км и более возникает через 5-6 мин бега), от тренированности. Чем лучше тренирован человек, тем позже возникает это состояние и протекает менее тяжело (почти незаметно). Преодоление этого состояния требует значительного волевого усилия. В процессе проведения учебных и тренировочных занятий необходимо приучать себя преодолевать это неприятное ощущение, возникающее при

кислородной недостаточности и накоплении продуктов кислотно-щелочного распада при обмене веществ. Наступлению «второго дыхания» способствуют усиленные дыхательные упражнения, глубокие выдохи, освобождающие организм от накопившейся углекислоты, что способствует наступлению кислотно-щелочного баланса в организме. Преодолеть состояние «мертвой точки» можно, если снизить интенсивность физической нагрузки, но это нежелательно, т.к. не будет адаптации организма к такого рода деятельности.

- При занятиях физическими упражнениями могут возникнуть отклонения в деятельности сердца - учащенное сердцебиение. Оно может быть следствием стенокардии, ссоры, неурядицы в быту, семье, боязни, страха, дистрофий миокарда. Возникновение болей - сигнал опасности, в этих случаях необходимо прекратить занятия и обратиться к врачу.

- Существует состояние, называемое гравитационным шоком. Часто возникает при внезапной остановки после относительно интенсивного бега (чаще после финиша) в связи с прекращением действия «мышечного насоса». Большая масса крови застаивается в раскрытых капиллярах и венах мышц нижних конечностей, на периферии. Возникает анемия (обескровливание) мозга, недостаточное снабжение его кислородом. Появляется резкое побледнение, слабость, головокружение, тошнота, потеря сознания, исчезновение пульса. Пострадавшего необходимо уложить на спину, поднять вверх ноги (выше головы), обеспечив отток венозной крови к сердцу, улучшив снабжение головного мозга кислородом, поднести к носу ватку смоченную нашатырным спиртом. Основная профилактика гравитационного шока - исключение внезапной остановки, постепенное замедление бега.

- Гипогликемическое состояние - следствие недостаточного количества в организме сахара, нарушение углеводного обмена в результате длительной физической нагрузки. Ощущается сильный голод, головокружение, иногда потеря сознания. Профилактика – легко усваиваемые углеводы до начала длительной физической нагрузки (немного сахара, меда и т.п.) или специальные питательные смеси.

- Солнечный и тепловой удары - возникают при длительной работе под действием солнечных лучей на обнаженную голову или тело. Тепловой удар - остро развивающееся болезненное состояние, обусловленное перегреванием организма. Его признаками являются: усталость, головная боль, слабость, боли в ногах, спине, тошнота, шум в ушах, повышение температуры, потемнение в глазах, ухудшение дыхания (прерывистое), потеря сознания.

Первая помощь: пострадавшего поместить в прохладное место, снять одежду, приподнять голову, охладить область сердца (холодный компресс), напоить. Дать понюхать нашатырный спирт, сердечные средства. При нарушении дыхания сделать искусственное дыхание.

При обморожениях на охлажденном участке вначале чувствуется легкое пощипывание, затем чувствительность теряется. Особенно поддаются ему пальцы рук, ног, нос, уши. Если

произошло обморожение нельзя растирать пораженные места снегом, это только повредит кожу. Необходимо поместить обмороженный участок в тепло не растирать, а согревать при комнатной температуре. Обмороженные места смазать жиром (вазелином).

3. Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности

Выполнение контрольных нормативов требует от студента мобилизации всех своих сил и здесь следует принимать во внимание и учитывать все что может повлиять на конечный результат, в том числе характер учебно-познавательной деятельности предшествующий зачетному занятию.

В течение учебного дня, занимаясь то одним видом учебно-познавательной деятельности, то другим, обучающиеся должны переключаться с выполнения одного вида задач на другой, и каждый раз проходит какое-то время, пока будет достигнуто оптимальное соответствие состояния личности и организма обучающегося к условиям проведения определенного вида учебно-познавательной деятельности – период адаптации.

Можно говорить о том, что к каждому учебному занятию кроме практической и теоретической подготовленности, определенного уровня умений и навыков по предмету, от студентов требуется некоторая психофизиологическая и физическая готовность. В этом случае под ней подразумевается готовность психических, физиологических и обеспечивающих двигательные действия систем человека к выполнению определенного рода учебно-познавательной деятельности.

Многообразие видов учебно-познавательной деятельности определяет многообразие психофизиологических и физических состояний обучающихся. Под психофизиологическим и физическим состоянием предлагается понимать целостные психофизиологические и физические реакции обучаемого на внешние и внутренние факторы, направленные на достижение полезного результата.

Параметром психофизиологического и физического состояния является величина, характеризующая какую-либо из реакций организма обучаемого на внешние или внутренние факторы.

Уровень психофизиологической и физической готовности к предстоящему занятию, зависит от индивидуальных особенностей личности обучаемого и определенных внешних факторов, воздействующих на него на предыдущем занятии. Эти факторы можно разделить на три вида:

- санитарно-гигиенические условия;
- временные условия;

- организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности.

К санитарно-гигиеническим условиям относятся температура и влажность воздуха, освещенность, содержание кислорода в воздухе, эргономичность учебных мест, запыленность, загазованность места проведения занятия. К временным условиям относятся: время дня, день недели, месяц семестра, время года, а также время, прошедшее после последнего приема пищи.

Вышеперечисленные факторы оказывают существенное влияние на психофизиологическую и физическую готовность. Второй фактор заставляет учитывать объективные закономерности колебания уровня работоспособности студентов в течение учебного дня, учебной недели, семестра. Как известно, в течение учебного дня объективно наблюдается два периода подъема работоспособности: один в первой половине дня, второй – в послеобеденное время. Каждому периоду характерны три фазы: врабатывание, повышенная работоспособность, снижение работоспособности. В течение недели те же фазы распределяются следующим образом: понедельник, вторник – врабатывание; среда, четверг – повышенная работоспособность; пятница, суббота – снижение работоспособности. Исследования показали, что и семестровый цикл разделяется на те же фазы.

Влияние фактора «организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности» в данном случае рассматривается, как влияние особенностей психофизиологической и физической деятельности обучаемых на предыдущем занятии на их психофизиологическую и физическую готовность к последующему виду учебно-познавательной деятельности, в нашем случае к зачету. Психофизиологическая деятельность характеризуется напряженностью и характером мыслительной деятельности, а также нервно-эмоциональной напряженностью учебной деятельности.

Физическая деятельность характеризуется интенсивностью, видом мышечных действий и работой обеспечивающих эту деятельность физиологических систем. Мышечные действия могут носить статический и динамический характер: поддержание рабочей позы «сидя», «стоя», выполнение чертежной, письменной работы, настройка и обслуживание аппаратуры, выполнение гимнастических упражнений и т.п. При этом используются, в той или иной степени, основные физические качества: сила, быстрота, выносливость, ловкость.

Влияние всех вышеперечисленных факторов преломляется через индивидуальные особенности личности, такие как типологические свойства нервной системы и темперамента, возрастные, морфологические, биохимические особенности организма, уровень физической подготовленности, состояние здоровья и другие, выливаясь, в итоге, в психофизиологическую и физическую готовность студента к предстоящему виду учебно-познавательной деятельности.

Следует отметить, что особенно явно эти проблемы проявляются при чередовании занятий по общенаучным, общеинженерным и специальным дисциплинам с практическими

занятиями по физической культуре. В этом случае происходит смена видов деятельности, в одном из которых доминирующую роль играет умственная работа с пониженной двигательной активностью и сохранением определенной рабочей позы, в другом – разнообразная активная двигательная деятельность с сопровождающей ее мыслительной работой.

Методика проведения занятий предусматривает проведение вводной (подготовительной) части для организации обучающихся, приведения их в состояние готовности к решению задач основной части, в нашем случае к сдаче контрольного норматива, и заключительной – для подведения итогов, приведения организма в относительно спокойное состояние (для занятий по физической культуре), но при проведении этих частей занятий, как правило, не учитывается характер предыдущей и последующей деятельности студентов. Неучтение этого факта отрицательно влияет на скорость адаптации к виду учебно-познавательной деятельности, что особенно наглядно проявляется при чередовании практических занятий по физической культуре с занятиями по общеинженерным и специальным дисциплинам.

Складывается противоречие между имеющим место в практике обучения несоответствием уровня психофизиологической и физической готовности обучающихся, объективно складывающейся в ходе проведения предшествующего занятия, видом учебно-познавательной деятельности последующего занятия и неучтением этого факта в общепринятых методиках проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий, в том числе, по дисциплине «физическая культура»

Это противоречие можно устранить, обеспечив управление процессом адаптации студентов к смене видов учебно-познавательной деятельности в ходе проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий.

Для каждой темы занятия по физической культуре в зависимости от педагогической ситуации, складывающейся из контекстной пары - вид предшествующего и вид последующего занятия, можно установить наиболее предпочтительные адаптирующие, предметно-ориентированные варианты проведения подготовительной и заключительной частей, оперативно поддерживающие достаточно высокий уровень психофизиологической и физической готовности при чередовании этих занятий с занятиями по другим дисциплинам.

Видится актуальной задача управления процессом адаптации обучаемых к смене видов учебно-познавательной деятельности с целью сокращения времени врабатывания и повышения эффективности как занятий, так и сдачи контрольных нормативов. Для решения этой задачи представляется наиболее целесообразным использовать проведение подготовительной (разминки) и заключительной частей занятий с адаптирующим, предметно-ориентированным содержанием.

В этом случае под управлением адаптацией следует понимать процесс педагогического воздействия с целью установления оптимального соответствия личности обучаемого и условий осуществления учебной деятельности в ходе осуществления им познавательной деятельности, которое позволяет индивидууму более эффективно удовлетворять актуальные познавательные потребности, и реализовывать связанные с ними значимые цели.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Ушаров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Б1.Б.1.06 ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Специальность

21.05.04 Горное дело

Специализация № 1

Подземная разработка пластовых месторождений

формы обучения: **очная**

Авторы: Перегон И.В., ст. преподаватель, Дроздова И.В., доцент

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Экономики и менеджмента	горнотехнологического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Мочалова Л.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 17.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для студентов специалитета по Специальности *21.05.04 Горное дело* по дисциплине «Экономика и менеджмент горного производства».

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки курсовой работы, требования к её оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1.1. Цели и задачи курсовой работы

Целью данной работы является развитие навыков разработки экономического обоснования проектных решений для открытых горных работ.

Экономические расчёты в дипломном проекте должны обеспечить решение следующих вопросов разработки месторождения полезных ископаемых в конкретных горно-геологических условиях:

1. Расчёт текущих издержек (себестоимости) добычи полезного ископаемого на период достижения проектной мощности предприятия.

2. Определение прибыли и рентабельности проектируемого предприятия.

3. Анализ основных технико-экономических показателей

Для получения реальных результатов экономические расчёты должны производиться на основе действующих технически обоснованных норм расхода материально-энергетических ресурсов, норм выработок (времени), цен, тарифных ставок и должностных окладов, стоимости машин и оборудования.

Для выполнения курсовой работы по дисциплине «Экономика и менеджмент горного производства» необходимо по индивидуальным данным задания выполнить расчет инвестиционных и текущих (эксплуатационных) затрат, связанных с открытой разработкой месторождения полезных ископаемых, а также произвести оценку экономической эффективности произведенных затрат. Курсовой проект также выполняется по предлагаемой ниже методике, но без учета сравнения вариантов проектных решений.

Подготовка курсовой работы по дисциплине «Экономика и менеджмент горного производства» студентами направления подготовки *21.05.04 Горное дело* является важным этапом образовательного процесса, в ходе которого закладываются компетенции, позволяющие студенту оценивать основные резуль-

таты хозяйственной и финансовой деятельности предприятия. Курсовая работа по дисциплине «Экономика и менеджмент горного производства» должна быть выполнена в форме самостоятельно проведенного исследования и демонстрировать способность студента грамотно пользоваться литературой, умение обобщать и анализировать собранную информацию, критически оценивать существующие идеи, теории и концепции, излагать свои мысли, грамотно структурировать материал.

Задачами выполнения курсовой работы по дисциплине «Экономика и менеджмент горного производства:

- расширение и закрепление теоретических знаний, полученных студентами в процессе лекционных и практических занятий по дисциплине;
- углубленное изучение отдельных разделов дисциплины;
- овладение навыками работы со специальной экономической литературой (монографии, брошюры, журналы, газеты и др.);
- формирование умения применить на практике методику оценки эффективности инвестиционного проекта.

1.2. Типовая тема и структура курсовой работой

Типовая тема курсовой работы: «Расчет основных результатов хозяйственной и финансовой деятельности».

Структура курсовой работы:

ВВЕДЕНИЕ……..
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ПРЕДПРИЯТИЯ…….
2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРЫ
ПРЕДПРИЯТИЯ……..
2.1. Производственная структура и структура управления предприятием (ШАХТОЙ)……
3. РАСЧЁТ ТЕКУЩИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИЗДЕРЖЕК……..
4. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ
……...
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

\

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРИМЕРЫ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В этом разделе дается кратко характеристика месторождения, способ вскрытия месторождения и применяемая система разработки.

Так же, в этой части необходимо представить структуру управления участком и режим его работы, с графиком выходов рабочих. Составить план добычи из очистных и подготовительных забоев и график организации работ в лаве.

2. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ДОБЫЧИ 1 ТОННЫ УГЛЯ (РУДЫ), ЛИБО СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ДОБЫЧИ

Весь расчет производится в расчете на годовой объем.

Расчет себестоимости производится в разрезе следующих калькуляционных статей затрат: материалы, электроэнергия, основная и дополнительная заработная плата, страховые взносы и травматизм, амортизационные отчисления и участковые расходы.

2.1. Расчет потребности в материальных ресурсах

Потребность в материальных ресурсах определяется по форме, приведенной в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Расчет потребности в материально-сырьевых ресурсах

Наименование материалов	Расход, т		Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.	Транспортные расходы, руб.	Заготовительно-складские расходы, руб.	Общая стоимость, руб.
	по норме на ед. прод.	общий					
1	2	3	4	5	6	7	8

Пояснения к табл. 2.1.

1. Нормы расхода на единицу продукции берутся по данным предприятия.
2. Цены берутся на основании договора поставки сырья, материалов.
3. Транспортные расходы укрупненно принимаются в размере 3–5 % от графы 5.
4. Заготовительно-складские расходы укрупненно принимаются в размере 1,2-1,5 % от графы 5.

Стоимость электроэнергии подсчитывается по одноставочному тарифу, исходя из стоимости 1 кВт ·ч и количества кВт ·ч, потребляемых на весь объем добычи:

$$С_Э = Q_Г \cdot Н_Р \cdot Ц,$$

где $Q_Г$ – годовой объем очистных работ;

$Н_Р$ – норма расхода электроэнергии на 1 т, кВт · ч/т;

Ц – стоимость 1 кВт · ч электроэнергии при одноставочном тарифе.

2.2. Расчет фонда заработной платы участкового персонала

Фонд заработной платы рассчитывается на основе принятой формы системы оплаты труда по предприятию. Годовой фонд заработной платы складывается из фондов основной и дополнительной заработной платы. Расчет фонда заработной платы начинается с определения численности персонала.

2.2.1. Расчет численности персонала

Расчет численности рабочих начинается с разработки планового баланса рабочего времени на одного рабочего (табл. 2.2). При этом учитываются режим работы предприятия, сменность, продолжительность рабочей недели, планируемые невыхода, предусмотренные законодательством о труде.

Таблица 2.2

Разработка планового баланса рабочего времени на одного рабочего

Статьи баланса	Непрерывное производство	Прерывное производство
1	2	3
1. Календарное число дней в году		
2. Выходные дни согласно графику сменности		
3. Праздничные дни		
4. Номинальный фонд рабочего времени		
5. Невыходов, всего		
в том числе по причинам:		
- отпуск		
- дни нетрудоспособности		
- выполнение обществ. и государ. обязанностей		
- прочие неявки с разрешения администрации		
6. Полезный фонд рабочего времени - дни - часы		
7. Коэффициент списочного состава		

Пояснения к табл. 2.2.

1. Номинальный фонд рабочего времени определяется:

$$Т_{НОМ} = Т_К – Т_{ВЫХ} – Т_{ПРАЗ},\ \text{дни},$$

где $Т_К$ – календарное число дней;

$Т_{ВЫХ}$ – выходные дни;

$Т_{ПРАЗ}$ – праздничные дни.

2. Полезный фонд рабочего времени определяется:

$$Т_{П} = Т_{НОМ} – Т_{НЕЯВ}, \text{ дни.}$$

3. Полезный фонд рабочего времени в часах определяется:

$$Т^{Ч}_{П} = Т_{П} \cdot t_{Ч}, \text{ час,}$$

где $t_{Ч}$ – продолжительность смены, час.

Далее производится расчет списочной численности рабочих по процессам, результаты которого сводятся в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Списочная численность человек

Наименование профессии	Явочная численность, чел.				Коэф. списоч. состава	Списоч. числен., чел.
	1 смена	2 смена	3 смена	Итого за сутки		
1. Основные рабочие, занятые на основных процессах: 1.1. … Итого						
2. Вспомогательные рабочие 2.1. … Итого						
Всего						

Пояснения к табл. 2.3.

Явочная численность для рабочих, занятых на сдельных работах, определяется по формуле:

$$Ч_{ЯВ.\ СДЕЛ.} = \frac{Q_{год}}{Н_{выр}} \cdot K_n \cdot Т_{год},$$

где $Q_{ГОД}$ – объем добычи за год в натуральном выражении;

$Н_{ВЫР}$ – сменная норма выработки на одного рабочего;

K_n – коэффициент выполнения норм выработки;

$Т_{ГОД}$ – годовой фонд рабочего времени.

Технически обоснованная норма выработки ($Н_{ВЫР}$) может быть взята по сборнику единых или местных (действующих на предприятии) норм выработки. Размеренность их должна соответствовать размерности объемов работ.

При использовании комплексных бригад комплексная норма выработки может быть взята в нормировочнике или рассчитана самостоятельно по следующей формуле:

$$Н_{к}^{выр} = \frac{Q_x}{\frac{Q_1}{Н_{выр1}} + \frac{Q_2}{Н_{выр2}} + \ldots + \frac{Q_n}{Н_{выр_n}}}$$

где Q_X – наиболее характерный объем работ, отражающий конечную цель процесса;

Q_1, Q_2, … Q_n – объем работ по отдельным операциям производственного цикла, увязанные с Q_X;

$Н_{ВЫР\ 1}$, $Н_{ВЫР\ 2}$, …, $Н_{ВЫР\ n}$ – соответствующие процессные нормы выработки.

Для угольных шахт в качестве Q_X обычно используется объем добычи угля (руды) за цикл. В качестве составляющих (Q_1, Q_2, … Q_n) – выемка угля, крепление, бурение, передвижка оборудования и т. п. за 1 цикл.

Расчеты комплексной нормы выработки сводятся в виде табл. 2.4.

Таблица 2.4

Расчет комплексной нормы выработки

Наименование процесса	Процессные нормы выработки по справочнику с учетом поправочных коэффициентов	Объем на цикл	Потребное кол-во чел. смен. на цикл по норме (трудоемкость)

Для рабочих повременщиков явочная численность рассчитывается по штатным нормативам предприятия путем расстановки по рабочим местам.

$$Ч_{\text{ЯВ. ПОВР.}} = N \cdot n_{\text{СМ}},$$

где N – количество рабочих, занятых на данном процессе;

$n_{\text{СМ}}$ – количество смен в сутки.

Списочная численность определяется по формуле:

$$Ч_{\text{СПИС}} = Ч_{\text{ЯВ}} \cdot K_{\text{СП}}.$$

Численность руководителей и специалистов на участке определяется в соответствии со штатным расписанием и сводится в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Численность линейного персонала участка

№ п/п	Наименование должности	Количество

После расчета численности работников участка составляется график выходов.

2.2.2. Повременная форма оплаты труда

Расчет фонда заработной платы рабочих оформляется в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Расчет фонда заработной платы рабочих

Наименование профессии	Списочный состав, чел.	Тарифный разряд	Количество человеко-часов	Фонд основной заработной платы, тыс. руб.							Фонд дополнительной заработной платы, тыс. руб	Всего годовой фонд заработной платы, тыс. руб.
				часовая тарифная ставка	заработная плата по тарифу	доплаты			итого	фонд зарплаты с учетом район. коэф.		
						премии	прочие доплаты	всего доплат				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Всего												

Пояснения к табл. 2.6.

1. Списочная численность берется из табл. 2.3.
2. Тарифный разряд берется по данным предприятия.
3. Количество человеко-часов определяется по формуле:

$$К_{чел.-час.} = Т_{П} \cdot Ч_{С.С.},$$

где $Т_{П}$ – полезный фонд рабочего времени, час;

$Ч_{С.С.}$ – списочная численность.

4. Часовая тарифная ставка определяется по тарифной сетке в соответствии с разрядом рабочего по данным предприятия.

5. Заработная плата по тарифу определяется: гр.6 = гр. 4 · гр. 5

6. Доплаты: размер премии принимается по данным предприятия; прочие доплаты - за работу в вечернюю и ночную смены в среднем принимается 7-10 % от гр.6; доплаты за работу в праздничные дни принимаются – 2,7 % от гр. 6.

7. Итого гр. 10 = гр. 6 + гр. 9.

8. В фонд дополнительной заработной платы рабочих включаются:

- оплата очередных и дополнительных отпусков;
- оплата времени выполнения государственных обязанностей;
- прочие доплаты (оплата выслуги лет и т. д.).

В среднем дополнительная заработная плата принимается при проектировании – 10-15 % (в зависимости от продолжительности отпуска) от суммы основной заработной платы с учетом районного коэффициента гр. 12 = гр. 11 · 0,1.

9. Общий фонд заработной платы: гр. 13 = гр. 11 + гр. 12.

<u>Проверка среднемесячной з/платы одного рабочего</u>

Всего з/плата (гр. 13) : 12 мес. : гр. 2 (списочный состав)

Проверка з/платы рабочего проводится для того, чтобы не было большого отличия от з/платы линейного персонала.

2.2.3. Сдельная форма оплаты труда

Таблица 2.7

Расчет фонда заработной платы рабочих

Списочный состав, чел.	Годовой объем работы	Технически обоснованная норма в смену (час)	Фонд основной заработной платы								Фонд дополнительной заработной платы, тыс. руб.	Всего годовой фонд заработной платы, тыс. руб.
			Сменная (часовая) тарифная ставка, руб.	Сдельная расценка, руб./ед.	За работная плата по сдельным расценкам, тыс. руб.	доплаты, тыс. руб.			Итого, тыс. руб.	Фонд зарплаты с учетом район. коэф., тыс. руб.		
						премии	прочие доплаты,	всего доплат				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Всего												

Пояснения к табл. 2.7:

1. Списочная численность берется из табл. 2.3.

2. Годовой объем работ определяется в соответствии с производственной программой предприятия.

3. Технически обоснованная норма в смену (час) берется по данным предприятия, либо из табл. 2.4.

4. Сменная (часовая) тарифная ставка определяется в соответствии с разрядом рабочего, применяемых на предприятии.

5. Сдельная расценка рассчитывается по формуле:

$$Р_{сд} = \frac{С}{Н_{выр}} \quad \text{или} \quad Р_{сд} = С \cdot Н_{вр},$$

где С – часовая или сменная тарифная ставка для соответствующего вида работ, руб./час, смен;

$Р_{сд}$ – сдельная расценка, руб./ед. прод.;

$Н_{выр}$ – норма выработки для данного вида работ, ед.прод./час, смен.;

$Н_{вр}$ - норма времени, час/ед. прод.

При работе комплексной бригады рассчитывается средний разряд работ, который определяется по следующей формуле:

$$Р_{СД} = \frac{Р_1 \cdot \frac{Q_1}{Н_{выр1}} + Р_2 \cdot \frac{Q_2}{Н_{выр2}} + \ldots + Р_n \cdot \frac{Q_n}{Н_{вырn}}}{\frac{Q_1}{Н_{выр1}} + \frac{Q_2}{Н_{выр2}} + \ldots + \frac{Q_n}{Н_{вырn}}},$$

где $Р_1$, $Р_2$, … $Р_n$ – разряды работ входящих в производственный цикл.

6. Заработная плата по сдельным расценкам определяется по формуле:

$$З_{сд} = Р_{сд} \cdot Q \quad \text{или} \quad \text{гр. 7} = \text{гр. 6} \cdot \text{гр. 3},$$

где $Р_{сд}$ – расценка за единицу работ, руб.;

Q – годовой объем работ, ед. прод.

7. Доплаты: размер премии принимается по данным предприятия; прочие доплаты - за работу в вечернюю и ночную смены в среднем принимаются 7-10 % от гр. 7, доплаты за работу в праздничные дни принимаются – 2,7 % от гр. 7.

8. Всего доплат гр. 10 = гр. 8 + гр. 9.

9. Итого гр. 11 = гр. 7 + гр. 10.

10. В фонд дополнительной заработной платы рабочих включается:

- оплата очередных и дополнительных отпусков;
- оплата времени выполнения государственных обязанностей;
- прочие доплаты (оплата выслуги лет и т. д.).

В среднем дополнительная заработная плата при проектировании сдельной формы оплаты труда составляет 15-18 % от суммы основной заработной платы (в зависимости от продолжительности отпуска) с учетом районного коэффициента: гр. 13 = гр. 12 · 0,15.

11. Общий фонд заработной платы: гр. 14 = гр. 12 + гр. 13

2.3. Расчет амортизационных отчислений

Расчет амортизационных отчислений ведется линейным способом, согласно статьи 25 Налогового кодекса РФ «Налог на прибыль организации».

Необходимо найти амортизационную группу, в которую входит амортизируемое имущество и в соответствии с ней определить срок полезного использования данного имущества

Норма амортизации определяется по следующей формуле, исходя из срока полезного использования.

$$Н_{ам} = \frac{1}{Т_{п.и.}} \cdot 100\ \%,$$

где $Н_{ам}$ – норма амортизации, %;

$Т_{п.и.}$ – срок полезного использования, лет.

Сумма годовой амортизации определяется по формуле:

$$А = Н_{ам} \cdot Ф_{пер}, \text{ руб.}$$

где А – годовая сумма амортизации, руб.;

$Ф_{пер}$ – первоначальная стоимость амортизируемого имущества.

Результаты расчетов сводятся в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Расчет амортизационных отчислений

Амортизируемое имущество	Группы основных фондов	Первоначальная стоимость, тыс. руб.	Годовая сумма амортизации	
			%	тыс. руб.

Пояснения к табл. 2.8:

1. Первоначальная стоимость основных фондов берется по данным предприятия или по смете на приобретение и монтаж оборудования (табл. 2.9).

2. Основные средства амортизируются только стоимостью более 100 тыс. руб. за единицу. Остальные списываются как материалы.

3. Таблица 2.9

4. Смета на приобретение и монтаж оборудования

Операция	Наименование оборудования	Кол-во единиц	Покупная цена, руб.		Стоимость запасных частей, руб.	Итого, руб.	Транспортные расходы, руб.	Заготовительно-складские расходы, руб.	Всего стоимость франко-приобъектный склад, руб.	Монтаж оборудования, руб.	Сметная стоимость, руб.
			единицы	общая							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ИТОГО											
Неучтенное оборудование											
ВСЕГО											

Пояснения к табл. 2.9.

1. Стоимость технологического, силового, транспортного и прочего оборудования определяется по договорным ценам.

2. Стоимость запасных частей берется в размере – 3 % от общей стоимости оборудования (гр. 5).

3. Транспортные расходы принимаются в % от гр. 7 в соответствии с расстоянием при транспортировке:

свыше 5 тыс. км – 15 %

от 3 до 5 тыс. км - 12 %

от 2 до 3 тыс. км - 10 %

от 1 до 2 тыс. км - 8 %

менее 1 тыс. км - 5 %

4. Заготовительно-складские расходы берутся в размере 1,2 – 1,5 % от гр. 7.

5. Всего стоимость франко-приобъектный склад определяется суммированием граф 7, 8, 9.

6. Стоимость монтажа принимается в размере 1,5-5 % от гр. 10.

7. Сметная стоимость определяется суммированием граф 10, 11.

8. Неучтенное оборудование принимается в размере 3,5 % от общей сметной стоимости.

Кроме начисления амортизации на оборудование рассчитывается годовая сумма амортизационных отчислений на горные выработки, предназначенные для выемки запасов выемочного поля, которые рассчитываются по потонной ставке. Потонная ставка определяется путем деления остаточной стоимости выработки на остаточные запасы полезного ископаемого, которые подготавливаются этой выработкой.

Результаты расчетов сводятся в табл. 2.10.

Таблица 2.10.

Определение годовой (месячной) суммы амортизации по горным выработкам

Наименование выработки	Остаточная стоимость горной выработки, тыс. руб.	Запасы выемочного поля, тыс. руб.	Потонная ставка, руб./т	Годовая добыча, тыс. т	Годовая сумма амортизации, тыс. руб.

2.4. Смета участковых расходов

Таблица 2.11

Расчет участковых расходов

Наименование расходов	Сумма затрат, тыс. руб.
1. Основная и дополнительная заработная плата участкового персонала	
2. Страховые взносы + отчисления на травматизм	
3. Содержание и ремонт основных фондов	
4. Охрана труда	
5. Прочие расходы очистного участка	
ИТОГО участковых расходов	

Пояснения к табл. 2.11.

1. Статья 1 определяется исходя из суммы данных табл. 2.6 и 2.7, а также из расчетов табл. 2.12.

2. Статья 2 принимается в соответствии с действующим законодательством РФ. В настоящее время страховые взносы составляют 30 % от заработной платы персонала, в т.ч. 22 % - пенсионный фонд, 5,1 % - фонд медицинского страхования, 2,9 % - фонд социального страхования + отчисления на травматизм и от несчастных случаев, которые берутся по данным предприятия в % от фонда заработной платы персонала. Ставка на травматизм составляет от 0,2 % - до 8,5 %.

3. Статья 3 принимается в размере 2,0-3,0 % от сметной стоимости основных фондов очистного участка.

4. Статья 4 принимается в размере 13,0-15,0 % от фонда заработной платы участкового персонала или по нормам расхода в денежном выражении на одного трудящегося в год, взятых по данным практики работы действующего предприятия.

5. Статья 5 «Прочие цеховые расходы» принимаются в размере 5,0 % от сумм цеховых расходов по статьям с 1 по 4.

Таблица 2.12

5. Расчет заработной платы руководителей и специалистов участкового персонала

Наименование должности	Кол-во персонала	Оклад в месяц	Оклад за год	Премии и доплаты	Районный коэффициент	Всего
1	2	3	4	5	6	7

Пояснения к табл. 2.12.

1. Сумма годовой заработной платы по окладам (гр. 4) определяется из расчета 11 рабочих месяцев для руководителей и специалистов, для служащих – 11,3 месяца, причем доплаты устанавливаются только для мастеров и сменных инженеров.

2. Доплаты за работу в вечерние и ночные смены, в праздничные дни берутся по данным предприятия.

3. Премии берутся по данным предприятия.

4. За вредность доплата определяется в размере 10-20 % к окладу.

5. Фонд дополнительной заработной платы определятся как 10 % от фонда основной заработной платы с учетом районного коэффициента.

2.5. Калькуляция себестоимости добычи угля (руды) очистного участка

Таблица 2.13

Калькуляция себестоимости добычи угля (руды)

Наименование статей затрат	Затраты, тыс. руб.		Структура, %
	всего	на единицу продукции	
1	2	3	4
1. Материалы			
2. Электроэнергия			
3. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих			
4. Страховые взносы + травматизм			
5. Амортизационные отчисления			
6. Отчисления в ремонтный фонд			
7. Участковые расходы			
Участковая себестоимость			

Пояснение к табл. 2.13.

1. Статьи затрат с 1–3 и 5 заполняются на основе расчетов, выполненных ранее.

2. Статья 4 определяется в соответствии с действующим законодательством РФ.

3. Статья 6 «Отчисления в ремонтный фонд» включает в себя затраты на все виды ремонтов, охватывающие капитальный, средний, текущий ремонты и межремонтные осмотры. Эти затраты укрупненно берутся в размере 60 % от суммы амортизации на полное восстановление основных фондов (графа 5 табл. 2.13).

4. Расчет участковых расходов берется из табл. 2.11.

3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА

В табл. 3.1 сводятся основные технико-экономические показатели проектируемой шахты и сравниваются с фактическими данными действующей шахты.

Таблица 3.1

Показатели	Показатели	
	проектируемой шахты на год освоения проектной мощности (расчетные)	действующей шахты, принятой для сравнения (наименование шахты) (фактические)
1	2	3
1. Проектная мощность шахты: а) годовая, тыс. т; б) суточная, т		
2. Режим работы шахты: а) число рабочих дней в году; б) число смен по добыче в сутки;		

в) продолжительность смены:		

Окончание табл. 3.1

1	2	3
- на подземных работах, ч.; - на поверхности, ч		
3. Количество одновременно разрабатываемых пластов		
4. Средняя полезная мощность пласта, м		
5. Преобладающий угол падения пластов, град.		
6. Газобильность, $м^3/т$		
7. Марка угля		
8. Тепловая способность угля, ккал/кг		
9. Размеры шахтного поля: а) по падению, м б) по простиранию, м		
10. Запасы угля (руды): промышленные, млн т		
11. Срок службы шахты, лет		
12. Суточная нагрузка: а) на очистной забой, т б) на пласт, т		
13. Расход электроэнергии: а) годовой, тыс. кВт · ч. б) на 1 т добычного угля (руды), кВт · ч.		
14. Количество трудящихся (списочное) – всего, чел. в т. ч. рабочих по добыче, чел.		
15. Производительность труда по добыче: а) месячная рабочего, т б) месячная трудящегося, т в) на выход рабочего, т		
16. Полная себестоимость 1 т угля (руды) добычного участка, руб.		
17. Цена, руб./т		

В результате сопоставления должен быть сделан краткий анализ причин отклонения.

Если есть данные в целом по шахте или руднику, то можно привести справочно.

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Основная литература

п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Коршунов В.В. Экономика организации: Учебник и практикум / Коршунов В.В. – М.- Юрайт, 2016, - 408с.	10
2	Экономика горного предприятия: учебник / под ред. В. Е. Стровского, С.В. Макаровой, В.Г. Жукова. Ек-г: Изд-во УГГУ, 2018. - 340 с.	90
3	Бухалков М. И. Производственный менеджмент. Организация производства: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 38.03.02 "Менеджмент" / М. И. Бухалков. - 2-е изд. - Москва: ИНФРА-М, 2018. - 395 с.	20
4	Астахов А. С. Экономика и менеджмент горного производства: учебное пособие для вузов : в 2 книгах / А. С. Астахов, Г. Л. Краснянский. - Москва : Издательство Академии горных наук. Книга 1. - 2002. - 367 с.	25
5	Девлет-Гельды Г.К. Расчет, анализ и оценка затрат предприятия [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению домашнего задания по дисциплине «Финансы субъектов экономической деятельности»/ Девлет-Гельды Г.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014.— 20 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31627.— ЭБС «IPRbooks», по паролю;	Эл. ресурс
6	Экономика предприятия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Е.М. Белый [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Русайнс, 2015.— 172 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/49005.— ЭБС «IPRbooks», по паролю;	Эл. ресурс

4.2 Дополнительная литература

п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Экономические, экологические и социальные проблемы горной промышленности Урала: сборник научных статей / Уральский государственный горный университет; под ред. Н. В. Гревцева, И. А. Коха. - Екатеринбург: УГГУ, 2017. - 155 с.	2
2	Ганицкий В. И. Менеджмент горного производства : учеб. пособие для вузов / Всеволод Иванович Ганицкий В. И., Владимир Иванович Велесевич В. И. - Москва : Изд-во МГГУ, 2004. - 357 с.	61
3	Макроэкономическое планирование и прогнозирование : учебно-методическое пособие / В. К. Крутиков [и др.] ; Институт управления, бизнеса и технологий, Среднерусский научный центр Санкт-Петербургского отделения Международной академии наук высшей школы. - Калуга : Эйдос, 2014. - 113 с.	20
4	Модернизация учета управления затрат при комплексном использовании минерального сырья/ под ред. Ф.Д.Лиричкина, А.Г.Воробьева, : Ин-т экон. проблем им.Г.П.Лузина КНЦ РАН, Геотехмин – 2-е из.испр. и доп. – Москва: Руда и металлы, 2013 -180 с.	2
5	Чайников В.В. Экономика предприятия (организации) [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Чайников, Д.Г. Лапин. — Электрон.	Эл. ресурс

	текстовые данные. — М.: Российский новый университет, 2010. — 480 с. — 978-5-89789-051-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/21343.html	
6	Ефимов О.Н. Экономика предприятия [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.Н. Ефимов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 732 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/23085.html	Эл. ресурс

4.3 Нормативные правовые акты

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая**)** от 30.11.1994 N 51-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2018);
2. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть первая) от 31.07.1998 N 146-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 03.09.2018);
3. Федеральный закон "О несостоятельности (банкротстве)" от 26.10.2002 N 127-ФЗ (последняя редакция).

5 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Альт-Прогноз 3 Отдельные организации
2. Альт-Инвест 6 Отдельные организации
3. Microsoft Windows 8 Professional
4. Microsoft Office Standard 2013
5. Microsoft Windows 8 Professional
6. Microsoft Office Professional 2013

6 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

Информационно-правовой портал «Консультант плюс» http/://www/consultant.ru
Официальный сайт Министерства экономического развития РФ http://economy.gov.ru/minec/main
Горнопромышленный портал России: информационно-аналитический http://www.miningexpo.ru/news

7. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

7.1.Подготовка к защите и порядок защиты курсовой работы

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления (план-конспект).

Порядок защиты курсовой работы.

1. Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.
2. Ответы студента на вопросы преподавателя.
3. Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.

Советы студенту:

- Готовясь к защите курсовой работы, вы должны вспомнить материал максимально подробно, и это должно найти отражение в схеме вашего ответа. Но тут же необходимо выделить главное, что наиболее важно для понимания материала в целом, иначе вы сможете проговорить все 15-20 минут и не раскрыть существа вопроса. Особенно строго следует отбирать примеры и иллюстрации.
- Вступление должно быть очень кратким – 1-2 фразы (если вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).
- Целесообразнее вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.
- Рассказывать будет легче, если вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этого раздела, и что при этом вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.
- Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.
- Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.
- Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.
- Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. И уж ни в коем случае его не перебивайте!
- Не бойтесь дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь вам или сэкономить время. Если вас прервали, а при оценке ставят в вину пропуск важной части материала, не возмущайтесь, а покажите план своего ответа, где эта часть стоит несколько позже того, на чем вы были прерваны.

- Прежде чем отвечать на дополнительный вопрос, необходимо сначала правильно его понять. Для этого нужно хотя бы немного подумать, иногда переспросить, уточнить: правильно ли вы поняли поставленный вопрос. И при ответе следует соблюдать тот же принцип экономности мышления, а не высказывать без разбора все, что вы можете сказать.
- Будьте доброжелательны и тактичны, даже если к ответу вы не готовы (это вина не преподавателя, а ваша).

7.2. Критерии оценки курсовой работы

Подготовленная и оформленная в соответствии с требованиями курсовая работа оценивается преподавателем по следующим критериям:

теоретический уровень работы;

аналитический уровень работы;

правильность выполненных расчетов;

самостоятельность выполнения работы;

культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);

культура оформления материалов работы (соответствие работы всем стандартным требованиям);

использование литературных источников (достаточное количество, наличие в списке учебников и научных публикаций по теме, современность источников);

умение ориентироваться в материале и отвечать на вопросы по работе;

умение подготовить презентацию к работе (содержательность, логичность и правильное оформление презентации).

Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу. При положительном заключении работа допускается к защите, о чем делается запись на титульном листе работы. При отрицательной оценке работа возвращается на доработку с после-

дующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

Внимание

1. Не допускается сдача скачанных из сети Internet курсовых работ, поскольку, во-первых, это будет рассматриваться как попытка обмана преподавателя, во-вторых, это приводит к формализации получения знаний, в-третьих, в мировой практике ведется борьба с плагиатом при сдаче работ вплоть до отчисления студентов от обучения. В подобном случае курсовая работа не принимается к защите и вместо него выдается новая тема.

2. Студент, не подготовивший и не защитивший курсовую работу, не может быть допущен к экзамену по дисциплине «Экономика и менеджмент горного производства».

Приложение

Образец оформления титульного листа курсовой работы

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

Инженерно-экономический факультет

Кафедра экономики и менеджмента

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине
«Экономика и менеджмент горного производства»
на тему:

«Расчет основных результатов хозяйственной деятельности по участку шахты»

Преподаватель:
ст. препод. Перегон И.В.
Студент гр. РПМ-16
Иванов И. И.

Екатеринбург – 2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.Б.1.06 ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Специальность:
21.05.04 Горное дело

Специализация: ***Подземная разработка пластовых месторождений***

Квалификация выпускника: **специалист**

формы обучения: **очная, заочная**

год набора: 2019

Авторы: Дроздова И.В., доцент; Перегон И.В., ст. преподаватель

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Экономики и менеджмента	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Мочалова Л.А.	Колчина Н.В
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 04.03.2019	Протокол Протокол № 8 от 21.03.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……...…3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ…….……..…..…….6

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ…….8

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ……..…9

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ..13

ПОДГОТОВКА К ДИСКУССИИ…….……..…15

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……..18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении – это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

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

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

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных заданий и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «Экономика и менеджмент горного производства» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче *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 «*Экономика и менеджмент горного*» являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- подготовка к практическим и лабораторным занятиям (в т.ч. ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля));

- выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (практико-ориентированного задания);

- подготовка к экзамену.

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

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Специфика действия рыночного механизма в горной промышленности

- Назовите субъекты и объекты хозяйствования в условиях рынка.
- Каковы основные проблемы и задачи экономики организации?
- Что собой представляет предприятие как субъект хозяйственной деятельности?
- Назовите признаки коммерческих и некоммерческих организаций.
- Какие организационно-правовые формы предприятий предусмотрены законодательством.
- Перечислите признаки предприятия в условиях рынка.
- Дайте определение предпринимательской деятельности
- Назовите виды предпринимательской деятельности и их признаки.
- Каковы особенности и условия эффективности производственного, коммерческого и финансового предпринимательства?
- Назовите закономерности и принципы размещения предприятий.
- В чем заключается отраслевая специализация предприятий?
- Что собой представляет организация как система?

Тема 2. Ресурсы горных предприятий

- Дайте определение внеоборотным активам предприятия.
- Каковы экономическая сущность, состав и принципы классификации основных производственных фондов предприятия?
- Что понимается под амортизацией основных фондов?
- В чем отличие и каков порядок начисления амортизации при линейном и нелинейном методах?
- Назовите основные показатели оценки эффективности использования основных фондов и приведите порядок их расчета.
- Что собой представляет лизинг и в чем его отличие от традиционной аренды?
- Какова экономическая сущность нематериальных активов?
- Приведите принципы классификации нематериальных активов.
- Как отражается использование нематериальных активов в хозяйственной деятельности предприятий?
- Какова экономическая сущность оборотного капитала?
- В чем выражается производственная и расчетная функция оборотных активов?
- Что собой представляет процесс нормирования оборотных активов?
- Назовите основные показатели оборачиваемости оборотного капитала и приведите порядок их расчета.
- Какова экономическая сущность ускорения оборачиваемости?
- Назовите основные источники финансирования оборотных средств.

- Каковы основные принципы классификации персонала предприятия?
- Как определяется явочный и списочный штат персонала?
- Назовите методы расчета и анализа производительности труда.
- Перечислите состав средств предприятия, направленных на потребление.

Тема 3. Формирование основных результатов финансово-хозяйственной деятельности горных предприятий

- В чем сущность понятий «стоимость», «издержки»?
- Что такое себестоимость продукции, какова ее экономическая сущность, и в чем выражаются проблемы ее формирования и снижения?
- Назовите основные принципы классификации затрат на производство и реализацию продукции.
- Что понимается под калькуляцией себестоимости, какие модели и методы калькулирования применяются в хозяйственной практике?
- Чем характеризуются и как определяются виды продукции предприятия: валовая, товарная, реализованная.
- Что включает в себя смета затрат, каковы ее элементы?
- Назовите пути снижения себестоимости и методы расчета экономии и резервов.
- Как определяются точка безубыточности и запас финансовой прочности для обоснования выбора оптимальных показателей производства и реализации продукции?
- Дайте определение цены как экономической категории.
- Перечислите принципы классификации цен по видам.
- Что относится к внутренним и внешним ценообразующим факторам?
- Какова сущность прибыль как основного результата финансовой деятельности предприятия?
- Назовите основные виды прибыли.
- Каковы особенности налогообложения прибыли?
- Приведите порядок расчета чистой прибыли.
- Какие направления распределения прибыли возможны?
- Как определяются показатели рентабельности производства, продукции, активов и продаж и каковы пути их повышения?

Тема 4. Экономическое обоснование инженерных решений

- Какова экономическая сущность инвестиций?

- Назовите виды инвестиций и приведите принципы их классификация.
- Какова сущность понятия и содержание инвестиционного проекта?
- Что понимается под технико-экономическим обоснованием проекта, каково его назначение?
- Назовите основные разделы ТЭО проекта, их структуру и содержание.
- Каковы принципы оценки коммерческой эффективности инвестиционных проектов?
- Приветите порядок расчета основных показателей оценки эффективности инвестиционных проектов.

Тема 5. Основы менеджмента на горных предприятиях

- Каковы особенности организации и управления на горных предприятиях: сущность системного подхода к управлению?
- Назовите элементы организации процесса управления горным производством.
- Каковы основные принципы и методы менеджмента на горных предприятиях?
- Дайте сравнительную характеристику подходов, методов и технологий управления.
- Что собой представляет организационная структура управления и каковы принципы ее построения?
- Что представляет собой система управления персоналом на предприятии?
- В чем состоит сущность, каковы принципы и методы планирования на горном предприятии?
- Каковы место, роль и содержание стратегического, перспективного, текущего, оперативного, бизнес – планирования, программ инновационного и инвестиционного развития в организации планирования деятельности горного предприятия?
- Назовите основные пути совершенствовании управления горным предприятием.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Специфика действия рыночного механизма в горной промышленности

- субъекты и объекты хозяйствования
- признаки коммерческих организаций
- организационно-правовые формы предприятий
- предпринимательская деятельность
- особенности и условия эффективности предпринимательства
- закономерности и принципы размещения предприятий
- отраслевая специализация предприятий
- организация как система

Тема 2. Ресурсы горных предприятий

- внеоборотные активы приятия
- экономическая сущность, состав основных производственных фондов предприятия
- амортизация основных фондов
- показатели оценки эффективности использования основных фондов
- лизинг
- экономическая сущность нематериальных активов
- экономическая сущность оборотного капитала
- процесс нормирования оборотных активов
- показатели оборачиваемости оборотного капитала
- источники финансирования оборотных средств
- основные принципы классификации персонала предприятия
- явочный и списочный штат персонала
- состав средств предприятия, направленных на потребление

Тема 3. Формирование основных результатов финансово-хозяйственной деятельности горных предприятий

- понятия «стоимость», «издержки»
- себестоимость продукции
- принципы классификации затрат на производство и реализацию продукции
- калькуляция себестоимости
- виды продукции предприятия: валовая, товарная, реализованная
- смета затрат и ее элементы
- пути снижения себестоимости
- точка безубыточности и запас финансовой прочности

- цена как экономической категория
- прибыль как основной результат финансовой деятельности предприятия
- виды прибыли
- показатели рентабельности производства, продукции, активов и продаж

Тема 4. Экономическое обоснование инженерных решений

- экономическая сущность инвестиций
- виды инвестиций и их классификация
- содержание инвестиционного проекта
- технико-экономическим обоснование проекта,
- принципы оценки коммерческой эффективности инвестиционных проектов
- порядок расчета основных показателей оценки эффективности инвестиционных проектов

Тема 5. Основы менеджмента на горных предприятиях

- особенности организации и управления на горных предприятиях
- сущность системного подхода к управлению
- элементы организации процесса управления горным производством
- основные принципы и методы менеджмента на горных предприятиях
- организационная структура управления
- система управления персоналом на предприятии
- сущность, принципы и методы планирования на горном предприятии
- основные пути совершенствовании управления горным предприятием.

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 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 ДИСКУССИИ

Дискуссия - практическое занятие, в основе его заложены несколько различных точек зрения на один и тот же вопрос, в результате обсуждения которых участники приходят к приемлемым для каждого из них позициям и решениям. Современный образовательный метод по сути своей является «проблемно-ориентированным подходом к обучению и позволяет сфокусировать внимание студентов на анализе и разрешении какой-либо конкретной проблемной ситуации**.**

Цель дискуссии - раскрыть широкий спектр мнений по выбранной для обсуждения проблеме с разных точек зрения, обсудить неясные и спорные моменты, связанные с данной проблемой, и достичь консенсуса, то есть всестороннее глубокое рассмотрение актуальной проблемы путем ее свободного группового обсуждения.

Неотъемлемые составляющие дискуссии - это:

1. неразрешённый вопрос;

2. равноправное участие представителей всех заинтересованных сторон;

3. выработка приемлемых для всех участников решений по обсуждаемому вопросу.

При проведении дискуссии для достижения положительного результата и создания деловой атмосферы необходимо:

- предусмотреть оптимальное количество участников;
- обеспечить работу технических средств для аудио- и видеозаписи;
- установить регламент выступлений;
- обеспечить соответствующее оформление аудитории.

Методика организации и проведения дискуссии

Обычно выделяют три этапа в организации и проведении «круглого стола»: подготовительный, дискуссионный и завершающий. Для каждого этапа студент должен быть соответствующим образом подготовлен:

1. *Подготовительный этап*:

- выбор проблемы (проблема должна быть острой, актуальной, имеющей различные пути решения). Выбранная для обсуждения проблема может носить междисциплинарный характер, она должна представлять практический интерес для аудитории с точки зрения развития профессиональных компетенций. Тема заранее студенту известна. Тему задает преподаватель;

- подбор модератора (модератор руководит дискуссией, поэтому должен на высоком уровне владеть искусством создания доверительной атмосферы и поддержания дискуссии, а также методом наращивания информации). Студент может быть модератором при должной подготовке и помощи со стороны преподавателя;

- подбор дискутантов;

- подготовка сценария (проведение дискуссиии по заранее спланированному сценарию позволяет избежать спонтанности и хаотичности в дискуссии). Сценарий также заранее студенту известен, так как его

выполнение на занятии предполагает дополнительную самостоятельную подготовку вне аудитории.

Сценарий предполагает:

- определение понятийного аппарата (тезауруса);
- краткую содержательную вступительную речь модератора, в которой объявляется тема и спектр затрагиваемых в ее рамках проблем, контекст желаемого обсуждения;
- перечень вопросов дискуссионного характера (до 15 формулировок);
- разработку «домашних заготовок» ответов, подчас противоречивых и неординарных с использованием репрезентативной выборки информации;
- заключительную речь модератора;

• оснащение помещения стандартным оборудованием (аудио - видеотехникой), а также мультимедийными средствами с целью поддержания деловой и творческой атмосферы;

• консультирование участников (позволяет выработать у большинства участников определенные убеждения, которые в дальнейшем будут ими отстаиваться);

• подготовка необходимых материалов (на бумажном или электронном носителях): это могут быть статистические данные, материалы экспресс-опроса, проведенного анализа имеющейся информации с целью обеспечения участников дискуссии.

2. Дискуссионный этап:

• выступление модератора, в котором дается определение проблем и понятийного аппарата (тезауруса), устанавливается регламент, правила общей технологии занятия в форме дискуссии и информирование об общих правилах коммуникации.

К общим правилам коммуникации относятся рекомендации:

- избегай общих фраз;
- ориентируйся на цель (задачу);
- умей слушать;
- будь активен в беседе;
- будь краток;
- осуществляй конструктивную критику;
- не допускай оскорбительных замечаний в адрес собеседника;

• проведение «информационной атаки»: участники высказываются в определенном порядке, оперируя убедительными фактами, иллюстрирующими современное состояние проблемы;

• выступление дискутантов и выявления существующих мнений на поставленные вопросы, акцентирования внимания на оригинальные идеи. С целью поддержания остроты дискуссии рекомендуется формулировать дополнительные вопросы;

• ответы на дискуссионные вопросы;

• подведение модератором мини-итогов по выступлениям и дискуссии: формулирование основных выводов о причинах и характере разногласий по

исследуемой проблеме, способах их преодоления, о системе мер решения данной проблемы.

3. Завершающий этап:

- подведение заключительных итогов ведущим;
- выработка рекомендаций или решений;
- установление общих результатов дискуссии.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к экзамену по дисциплине «Экономика и менеджмент горного производства» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «Экономика и менеджмент горного производства».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *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 *экзамене* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *экзамену* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Б1.Б.1.09 РУССКИЙ ЯЗЫК И КУЛЬТУРА РЕЧИ

Специальность
21.05.04. Горное дело

Специализация *№ 1*
Подземная разработка пластовых месторождений

квалификация выпускника: специалист

формы обучения: очная

год набора: 2019

Автор: Меленскова Е. С., канд. филол. наук, доц.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Иностранных языков и деловой коммуникации	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
к. п. н., доц. Юсупова Л. Г.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 6 от 23.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

Контрольная работа по дисциплине «Русский язык и культура речи» является оценочным средством по Разделу 2. «Современный русский язык. Типология языковых норм».

Её задания направлены на оценку уровня умений и навыков, формирующих компетенцию ОПК-2 *(готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности).*

уметь	– узнавать диалектизмы, жаргонизмы, профессионализмы, просторечные слова и давать им верную для конкретной речевой ситуации оценку; – фиксировать в устной речи нарушения акцентологических, орфоэпических норм и исправлять допущенные ошибки; – находить речевые и грамматические ошибки в устной и письменной речи, устранять их; – соблюдать орфографические и пунктуационные нормы в своей письменной речи.
владеть	– навыками работы с ортологическими словарями; – навыками эффективного общения с соблюдением всех языковых и этических норм.

Для выполнения студентам может быть предложена 1) контрольная работа по орфографическим и пунктуационным нормам и 2) контрольная работа на разные типы языковых норм. Можно их рассматривать как две части одной большой контрольной работы по языковым нормам.

Контрольная работа по орфографическим и пунктуационным нормам

В данной контрольной работе студентам предлагается списать текст научного стиля, вставив пропущенные буквы, раскрыв скобки и расставив знаки препинания.

Пример варианта данной контрольной работы:

Контрольная работа по орфографическим и пунктуационным нормам
Вариант 1

<u>Задание</u>: пишите текст, вставив пропущенные буквы, раскрыв скобки и расставив знаки препинания.

Горные п…роды сл…гают поверхность (З, з)емли и уходят (в)глубь на десятки кил…ометров. Их изучением занимает…ся геология. (З, с)десь нужно ут…чнить пр…дмет этой одной из др…внейших естествен…ых наук. Геология в широком смысле слова наука о (З, з)емле. Но это определение слишком общее так как (З, з)емля являет…ся пр…дметом изучения ряда других наук астрономии геодезии (поч…во)ведения географии и т. д. (По)этому прав…льнее сказать что геология изучает верхнюю ч…сть нашей планеты называ…мую з…мной корой и…следуя ее состав стр…ение и процес…ы прот…кающие на ней с момента обр…зования до наш…х дней.

З…мная кора состоит из камней или горных п…род. Од…наковое ли зн…чение имеют эти н…звания? Камень это бытовое или т…хническое понятие и в геологии оно не

прим…няет…ся. Геологи пользуют…ся понятием «горная п…рода». Что(же) представляют собой горные п…роды? Это твердые мя…кие рыхлые и сыпучие мас…ивы из которых с…стоит верхняя об…лоч…ка (З, з)емли т…лщиной до 40-60 кил…ометров. Таким образом горная п…рода (в)отличи… от ж…тейского понимания слова «камень» вовсе (не)об…зательно твердая. (По)этому к горным п…родам относят…ся (не)только гранит извес…няк и другие крепкие п…роды но и пл…стич…ная глина и рыхлый п…сок. От горных п…род нужно отл…чать м…нералы природные химические соед…нения и (само)родные химические эл…менты. Они своего рода «кирпичи» из которых построен…о «(з, с)дание» горной п…роды.

О со…тношении между горными п…родами и м…нералами очень хорошо писал выд…ющийся (петро)граф Ф. Ю. Левинсон-Лессинг *если(бы) можно было сравнивать з…мную кору по сложности ее стр…ения и с…става с (не)которым сложным организмом можно было(бы) ск…зать что горные п…роды это ткани из которых построе(н, нн) наш организм а м…нералы сл…гающие его клетки*.

Перед контрольной работой рекомендуется в качестве тренировки выполнить упражнения с целью повторения основных правил орфографии и пунктуации:

Меленскова Е. С. КУЛЬТУРА РЕЧИ И СТИЛИСТИКА РУССКОГО ЯЗЫКА: учебное пособие для студентов специальностей 21.05.02 – «Прикладная геология», 21.05.03 – «Технология геологической разведки», 21.05.04 – «Горное дело». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 88 с.

Зад. 5-12 стр. 10-19

В случае возникновения трудностей при выполнении упражнений можно обратиться к следующим учебным пособиям:

Культура устной и письменной речи делового человека: Справочник. Практикум. М.: Флинта: Наука, 2012 (и другие издания). Раздел «Трудные случаи орфографии и пунктуации» стр. 135-148.

Миняева В. И. Репетитор по русскому языку. Орфография. Пунктуация. Культура речи. Екатеринбург: УГГУ, 2007. 239 с. (и другие издания)

Контрольная работа на разные типы языковых норм

В данную контрольную работу включены задания, нацеленные на проверку владения акцентологическими, орфоэпическими, лексическими и грамматическими (словообразовательными, морфологическими, синтаксическими) нормами.

Пример варианта данной контрольной работы:

Контрольная работа по акцентологическим, орфоэпическим, лексическим и грамматическим нормам
Вариант 1

1. Расставьте ударения в следующих словах:

Асимметрия, важно, диспансер, звонит, ирис, обеспечение, откупорить, пуловер, склады, по средам.

2. Укажите произношение выделенного сочетания:

*Ал**чн**ый, ар**те**рия, двое**чн**ик, **де**дукция, **де**када, кое-**что**, Вера Кузьмини**чн**а, **те**мп,*

***те**ра**пе**вт, шапо**чн**ое знакомство.*

3. Найдите в следующих предложениях нарушения лексических норм. Запишите исправленный вариант:

1. В коллективе бригадир пользовался особым приоритетом. 2. Все герои романа Булгакова имеют свои индивидуальные черты. 3. Студенты долго не могли сдать «хвосты» за первую сессию. 4. Первая премьера этого фильма состоялась на «Четвертом канале». 5. В последнем письме к родителям сын выразил свои мысли более понятливо. 6. В последний раз на экзамене Стасу подфартило как никогда. 7. В моей жизни поступление в университет стало самым памятливым событием. 8. Религия вновь возродилась в нашей стране после распада СССР. 9. Чистота улиц Екатеринбурга в целом не прогрессировала от предпринимаемых администрацией города мер. 10. К четвергу нам задали написать эссе по отечественной истории и две письменные работы по химии и геодезии.

4. Найдите существительные, у которых неправильно определен род. Запишите словосочетания в исправленном виде.

Очередное НЛО, хрустальная бра, симпатичное колли, неудавшийся НЭП, далекое Мехико, упрямая недоросль, современный ТВ, сильный цунами, молодой коллега, серьезная завкафедрой, ответственные жюри, страшная зануда, индийский раджа, освещенное авеню, известная адвокат.

5. Образуйте форму родительного падежа множественного числа от следующих существительных:

Беляши, джинсы, гетры, кочерги, мечты, носки, татары, полотенца, чулки, яблоки, болгары, граммы, цыгане, сани, вафли.

6. Запишите прописью числительные в следующих предложениях:

1. В ходе проверки нарушения техники безопасности были выявлены на 3 545 предприятиях. 2. К августу мы гарантируем доставку товара на сумму 6 247 900 рублей. 3. В этом месяце прививки от гриппа были сделаны 283 сотрудникам и 534 студентам.

7. Найдите и исправьте нарушения грамматических норм в следующих предложениях:

1. Деревья росли по обоим сторонам улицы. 2. Руководство комбината потребовало доложить годовые итоги работы. 3. Выросло целое поколение, для которых Советский Союз является историей. 4. Окончив школу, мне захотелось пойти работать, а не продолжать учебу. 5. ООН принял к рассмотрению предложенный Россией документ. 6. Им руководила жажда к деятельности. 7. Говорят, что много лет потребуются на восстановление заповедника после пожара. 8. К концу соревнований в более лучшем положении оказалась команда «Москва». 9. Алёна не ответила ему, задумчиво следя за игрой волн, колыхая тяжелый баркас. 10. Перед нами новая интересная игрушка для детей из пластмассы.

Комментарии по заданиям.

1. В задании № 1 необходимо расставить ударения в предложенных словах или найти слова, в которых ударение поставлено неверно, и исправить.
2. В задании № 2 необходимо указать произношение выделенных сочетаний или найти слова, в которых неверно указано произношение, и исправить.
3. В задании № 3 проверяется владение лексическими нормами и умение исправлять речевые ошибки.

4. В задании № 4 проверяется умение студента определять род у существительных и аббревиатур: необходимо либо определить род у предложенных слов, либо найти словосочетания, в которых род определен неправильно, и исправить.
5. В задании № 5 проверяется умение студента образовывать две формы существительных: либо форму именительного падежа множественного числа, либо родительного падежа множественного числа. От студента требуется образовать необходимую форму или справить допущенные при образовании определенной формы ошибки.
6. В задании № 6 проверяются различные умения студентов в плане морфологических или синтаксических норм (образование той или иной части речи, склонение числительных, построение словосочетаний по типу управление, построение предложения с деепричастным оборотом и др.).
7. В задании № 7 необходимо найти в предложении допущенную синтаксическую или грамматическую ошибку и записать исправленный вариант.

Перед контрольной работой рекомендуется в качестве тренировки выполнить упражнения, на основе которых данная работа составлена:

Меленскова Е. С. КУЛЬТУРА РЕЧИ И СТИЛИСТИКА РУССКОГО ЯЗЫКА: учебное пособие для студентов специальностей 21.05.02 – «Прикладная геология», 21.05.03 – «Технология геологической разведки», 21.05.04 – «Горное дело». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 88 с.

Зад. 13-15 стр. 19-20 (акцентологические нормы)

Зад. 16-20 стр. 20-23 (орфоэпические нормы)

Зад. 21 стр. 23 (словообразовательные нормы)

Зад. 22-29 стр. 23-26 (лексические нормы)

Зад. 30-40 стр. 27-31 (морфологические нормы)

Зад. 41-44 стр. 31-34 (синтаксические нормы)

При выполнении заданий рекомендуется обращаться к словарям и справочникам. В указанном учебном пособии есть отсылки к необходимой литературе.

Обе контрольных работы выполняются на отдельных листах и сдаются на проверку ведущему преподавателю. Критерии оценивания указаны в КОМ дисциплины «Русский язык и культура речи» для данной специальности и специализации.

Автор-составитель: Меленскова Е. С., кандидат филологических наук, доцент

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Б1.Б.1.09 РУССКИЙ ЯЗЫК И КУЛЬТУРА РЕЧИ

Специальность
21.05.04. Горное дело

Специализация *№ 1*
Подземная разработка пластовых месторождений

квалификация выпускника: специалист

формы обучения: очная

год набора: 2019

Автор: Меленскова Е. С., канд. филол. наук, доц.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Иностранных языков и деловой коммуникации	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
к. п. н., доц. Юсупова Л. Г.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 6 от 23.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

Самостоятельная работа обучающегося в образовательном процессе рассматривается как форма организации обучения, которая способна обеспечивать самостоятельный поиск необходимой информации, творческое восприятие и осмысление учебного материала в ходе аудиторных занятий, разнообразные формы познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеаудиторное время, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, выработку умений и навыков рациональной организации учебного труда.

Самостоятельная работа – форма организации образовательного процесса, стимулирующая активность, самостоятельность, познавательный интерес студентов.

Основные виды аудиторных занятий по дисциплине «Русский язык и культура речи» – лекция и практическое занятие.

Формы контроля самостоятельной работы студентов – опрос, дискуссия, проверка на практическом занятии, контрольная работа, разноуровневые задания, зачет.

Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся (СРО)

Суммарный объем часов на СРО очной формы обучения составляет 112 часов.

№ п/п	*Виды самостоятельной работы*	*Единица измерения*	*Норма времени, час*	*Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.*	*Принятая трудоемкость СРО, час.*
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					76
1	Повторение материала лекций (подготовка к опросу)	1 час	0,1-4,0	1,0 х 16	16
2	Самостоятельное изучение тем курса (подготовка к опросу по Разделу 3)	1 тема	1,0-8,0	5,0 х 3	15
3	Подготовка к практическим занятиям (к выполнению разноуровневых заданий в аудитории, к опросу)	1 занятие	0,3-2,0	2,0 х 8	16
4	Подготовка к дискуссии	1 занятие	1,0-4,0	4,0 х 1	4
5	Подготовка к контрольной работе и ее выполнение	1 работа	1,0-25,0	25,0 х 1	25
Другие виды самостоятельной работы					36
6	Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (разноуровневые задания)	1 задание	1,0-25,0	2,0 х 6	12
7	Подготовка к тесту (зачету)	1 тест	1,0-25,0	25 х 1	24
	Итого:				**112**

Подготовка к лекции и опросу

Необходимость самостоятельной работы по подготовке к лекции или опросу определяется тем, что изучение любой дисциплины строится по определенной логике освоения ее разделов, представленных в РУП данной дисциплины.

Перечень основных вопросов для самоконтроля.

Раздел 1. Культура речи и деловое общение

1. Каковы основные отличия общения в официальной и неофициальной обстановке?
2. Какие функции общения реализуются в ситуации занятия? Каких функций необходимо избегать?

3. Какие выделяются стили общения? Назовите плюсы и минусы каждого из них.
4. Какие основные требования предъявляются к деловому общению?
5. Какую роль играют невербальные средства в официальной ситуации общения?
6. По каким аспектам мы оцениваем культуру речи каждого человека?
7. Почему наши тексты должны соответствовать коммуникативным качествам речи?

Раздел 2. Современный русский язык. Типология языковых норм

1. Что такое естественные и искусственные языки? Каковы их отличительные особенности?
2. Как соотносятся понятия «язык» и «речь»?
3. Как можно охарактеризовать современный русский язык?
4. Какие разновидности выделяются в национальном русском языке?
5. Что такое литературный язык? Как это понятие соотносится с литературно-художественным стилем?
6. Перечислите основные особенности русского литературного языка.
7. Перечислите типы языковых норм. Что такое императивная и диспозитивная норма?

Раздел 3. Стилистика русского языка. Официально-деловой стиль

1. Что такое функциональный стиль?
2. По каким критериям происходит разделение функциональных стилей? Есть ли что-то объединяющее для всех стилей?
3. Перечислите функциональные стили, которые выделяются в современном русском языке. Почему не всеми учеными признается выделение литературно-художественного стиля?
4. По каким признакам можно классифицировать документы?
5. Каковы основные стилевые особенности официально-делового стиля?
6. Какие требования предъявляются к оформлению документов?
7. Какие нормы необходимо соблюдать в документах?

Часть тем дается на самостоятельное изучение с опорой на список предложенной литературы. Перечень и тем их количество определяется формой обучения.

Очная форма

1. Общая характеристика функциональных стилей
2. Научный стиль русского языка
3. Стилевая, языковая и жанровая специфика научного стиля

Подготовка к практическому занятию

Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, с которым предстоит работа на занятии, или отработку навыков, проверка которых состоится непосредственно в аудитории (например, выполнение аналогичных, однотипных заданий). Здесь же можно отметить еще один вид СРО – это **выполнение самостоятельного письменного домашнего задания.**

К практическим занятиям студенты самостоятельно готовят задания, посвященные лексикографии:

Меленскова Е. С. Культура речи и стилистика русского языка: учебное пособие для студентов специальностей 21.05.02 – «Прикладная геология», 21.05.03 –«Технология

геологической разведки», 21.05.04 – «Горное дело». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – С. 4-10.

Особое внимание при подготовке уделяется заданию 4, которое выполняется письменно.

К Разделу 3 по указанному пособию необходимо сделать следующую работу самостоятельно:

Стр. 35-37 – конспект

Зад. 45 стр. 38-40, зад. 47 стр. 41-47 (в качестве подготовки к тестированию)

Стр. 47-50 – конспект

Зад. 48 стр. 50-56 (по вариантам в сильных группах)

Стр. 77-82 – конспект

Зад. 53 стр. 82-83, зад. 54 стр. 83-84 (в качестве подготовки к разноуровневым заданиям)

Подготовка к дискуссии

Дискуссия – это целенаправленное обсуждение конкретного вопроса, сопровождающееся обменом мнениями, идеями между двумя и более лицами. Задача дискуссии – обнаружить различия в понимании вопроса и в споре попытаться установить истину. Обсуждение проблемы (нравственной, политической, научной, профессиональной и другой, которая не имеет общепринятого, однозначного решения) происходит в аудитории коллективно. Дискуссия позволяет включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса в рамках актуальной проблематики, оценить их умение формулировать и аргументировать собственную точку зрения.

При подготовке к дискуссии необходимо выбрать актуальную тему, разбиться на три группы 1) те, кто будет отстаивать точку зрения «ЗА», 2) те, кто будет приводить контраргументы и отстаивать позицию «ПРОТИВ», и 3) сторонние наблюдатели, которые будут оценивать происходящее и объяснять, почему они склоняются в итоге к мнению первой или второй команды. Первые две группы готовят тексты своих выступлений заранее. Также заранее можно сформулировать вопросы, которые будут корректироваться по ходу дискуссии.

Подготовка к контрольной работе

Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя:

- изучение конспектов лекций, посвященных темам Раздела 2;
- повторение учебного материала, полученного при подготовке к практическим занятиям и во время их проведения;
- изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых умений и навыков;
- выполнение упражнений, по аналогии с которыми составлены задания в контрольной работе.

Перед контрольной работой по орфографии и пунктуации рекомендуется в качестве тренировки выполнить упражнения по пособию:

Меленскова Е. С. Культура речи и стилистика русского языка: учебное пособие для студентов специальностей 21.05.02 – «Прикладная геология», 21.05.03 –«Технология

геологической разведки», 21.05.04 – «Горное дело». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 88 с.

Зад. 5-12 стр. 10-19

В случае возникновения трудностей при выполнении упражнений можно обратиться к следующим учебным пособиям:

Культура устной и письменной речи делового человека: Справочник. Практикум. М.: Флинта: Наука, 2012 (и другие издания). Раздел «Трудные случаи орфографии и пунктуации» стр. 135-148.

Миняева В. И. Репетитор по русскому языку. Орфография. Пунктуация. Культура речи. Екатеринбург: УГГУ, 2007. 239 с. (и другие издания)

Перед контрольной работой на разные типы языковых норм рекомендуется в качестве тренировки выполнить упражнения, на основе которых данная работа составлена:

Меленскова Е. С. Культура речи и стилистика русского языка: учебное пособие для студентов специальностей 21.05.02 – «Прикладная геология», 21.05.03 –«Технология геологической разведки», 21.05.04 – «Горное дело». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 88 с.

Зад. 13-15 стр. 19-20 (акцентологические нормы)

Зад. 16-20 стр. 20-23 (орфоэпические нормы)

Зад. 21 стр. 23 (словообразовательные нормы)

Зад. 22-29 стр. 23-26 (лексические нормы)

Зад. 30-40 стр. 27-31 (морфологические нормы)

Зад. 41-44 стр. 31-34 (синтаксические нормы)

При выполнении заданий рекомендуется обращаться к словарям и справочникам. В указанном учебном пособии есть отсылки к необходимой литературе.

Часть этих упражнений преподаватель на свое усмотрение может предложить в качестве самостоятельного письменного домашнего задания.

Подготовка к зачету

Зачет является традиционной формой проверки знаний, умений и навыков, сформированных у студентов в процессе освоения всего содержания изучаемой дисциплины.

Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: прежде всего нужно перечитать все лекции, конспекты, а также просмотреть материалы, которые самостоятельно готовились к лекциям или практическим занятиям. Поскольку зачет проходит в форме теста, можно предварительно потренироваться выполнять тестовые задания по дисциплине «Русский язык и культура речи».

Для подготовки к тесту рекомендуется использовать учебное пособие:

Меленскова Е. С. Культура речи и деловое общение: Тестовые задания для студентов всех специальностей очной и заочной формы обучения. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011.

Тестовые задания позволяют обобщить полученные теоретические знания (часть заданий нацелена на проверку знания теории курса) и практические навыки (часть тестовых заданий составлена с опорой на упражнения, которые студенты выполняют при подготовке к занятиям).

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основная литература

№ п/п	*Наименование*	*Кол-во экз.*
1	*Голуб И. Б.* Русский язык и культура речи [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. Б. Голуб. – Электрон. текстовые данные. – М.: Логос, 2014. – 432 c. – 978-5-98704-534-3. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/39711.html	Электронный ресурс
2	*Культура устной и письменной речи делового человека*: Справочник. Практикум. М.: Флинта: Наука, 2012 (и другие издания).	166
3	*Меленскова Е. С.* Культура речи и деловое общение: тестовые задания для студентов всех специальностей. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 78 с.	98
4	*Меленскова Е. С.* Русский язык делового общения: учебное пособие для студентов всех специальностей и направлений подготовки. Екатеринбург: УГГУ, 2018. 80 с.	101

2. Дополнительная литература

№ п/п	*Наименование*	*Кол-во экз.*
1.	*Введенская Л. А., Павлова Л. Г., Кашаева Е. Ю.* Русский язык и культура речи: учебное пособие для вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 544 с. (и другие стереотипные издания)	216
2.	*Введенская Л. А., Павлова Л. Г., Кашаева Е. Ю.* Русский язык и культура речи для инженеров: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 384 с.	19
3.	*Веселкова Т. В.* Культура устной и письменной коммуникации [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. В. Веселкова, И. С. Выходцева, Н. В. Любезнова. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2016. – 268 c. – 2227-8397. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/54473.html	Электронный ресурс
4.	*Карякина М. В*. Русский язык и культура речи. Подготовка к контрольному тестированию. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 71 с.	40
5.	*Лапынина Н. Н.* Русский язык и культура речи [Электронный ресурс]: курс лекций / Н. Н. Лапынина. — Электрон. текстовые данные. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. – 161 c. – 978-5-89040-431-2. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22667.html	Электронный ресурс
6.	*Лыткина О. И.* Теоретический курс культуры речи [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. И. Лыткина. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2009. – 105 c. – 2227-8397. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/46332.html	Электронный ресурс
7.	*Меленскова Е. С.* Русский язык и культура речи: учебное пособие с упражнениями и контрольными работами для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 80 с.	38
8.	*Меленскова Е. С.* Стилистика русского языка: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 86 с.	27
9.	*Миняева В. И.* Репетитор по русскому языку. Орфография. Пунктуация. Культура речи: учебное пособие. 5-е изд., испр. и доп. Екатеринбург: УГГУ, 2007. 239 с.	20
10.	*Петрова Ю. А.* Культура и стиль делового общения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. А. Петрова. – Электрон. текстовые данные. – М.: ГроссМедиа, 2007. – 190 c. – 5-476-003-476. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/1129.html	Электронный ресурс
11.	*Скворцов Л. И.* Большой толковый словарь правильной русской речи [Электронный ресурс]/ Скворцов Л. И. – Электрон. текстовые данные. – М.: Мир и Образование, Оникс, 2009. – 1104 c. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/14555.html. – ЭБС «IPRbooks».	Электронный ресурс
12.	*Усанова О. Г.* Культура профессионального речевого общения [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / О. Г. Усанова. – Электрон. текстовые	Электронный ресурс

	данные. – Челябинск: Челябинский государственный институт культуры, 2008. – 93 с. – 5-94839-062-4. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/56426.html	
13.	*Федосюк М. Ю., Ладыженская Т. А., Михайлова О. А., Николина Н. А.* Русский язык для студентов-нефилологов: учебное пособие. М.:Флинта: Наука, 2014 (и другие стереотипные издания)	169

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. *ГОСТ 6.30-2003.* «Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов» (электронная публикация http://docs.cntd.ru/document/1200031361).
2. *Грамота (сайт).* [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gramota.ru.
3. *Культура письменной речи (сайт)* [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gramma.ru.
4. *Русский язык*: *энциклопедия русского языка (сайт).* [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://russkiyyazik.ru.
5. *Стилистический энциклопедический словарь русского языка (сайт).* [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://stylistics.academic.ru.

Автор-составитель: Меленскова Е. С., кандидат филологических наук, доцент



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

О. В. Садырева, И. Г. Коршунов

Ф И З И К А

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Екатеринбург

2019

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

ОДОБРЕНО
Учебно-методическим советом УГГУ

Председатель совета
_____Упоров С.А.

ФИЗИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Екатеринбург, 2019

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры физики 26 марта 2019 года (протокол № 19) и рекомендованы для издания в УГГУ

ФИЗИКА. Методические указания для самостоятельной работы студентов всех направлений подготовки/Садырева О.В., Коршунов И.Г.; Урал.гос. горный ун-т.– Екатеринбург, 2019.– 29 стр.

Методические указания составлены в соответствии с программами по курсу физики для студентов всех направлений подготовки в УГГУ. Они содержат условия задач для самостоятельной работы, при выполнении контрольных работ студентами по следующим темам курса физики: механика; молекулярная физика и термодинамика; электричество и магнетизм; механические и электромагнитные колебания и волны; волновая и квантовая оптика; квантовая физика и физика атома; элементы ядерной физики. Также в них содержатся методические указания к решению задач, их оформлению, список рекомендуемой литературы и справочные данные, необходимые для решения задач.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ И ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

1. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются преподавателем в начале соответствующего семестра.
2. Контрольные работы нужно выполнять чернилами в школьной тетради, на обложке указывается фамилия и инициалы студента, номер группы.
3. Условия задач в контрольной работе необходимо переписать полностью без сокращений. Для замечаний преподавателя на страницах тетради нужно оставлять поля.
4. Если контрольная работа при рецензировании не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию, включив в нее те задачи, при решении которых допущены ошибки.
5. При решении задач необходимо пользоваться следующей схемой:

- Внимательно прочитать условие задачи.
- Выписать столбиком все величины, входящие в условие, и выразить их в одних единицах (преимущественно в Международной системе единиц СИ).
- Если это возможно, представить условие задачи в виде четкого рисунка. Правильно сделанный рисунок – это наполовину решенная задача.
- Уяснить физическую сущность задачи, установить основные законы и формулы, на которых базируется условие задачи.
- Если при решении задачи применяется формула, полученная для частного случая, не выражающая какой-нибудь физический закон или не являющаяся определением какой-нибудь физической величины, то ее следует вывести.
- Если равенства векторные, то их необходимо спроектировать но оси координат и записать в скалярной форме.
- Решить задачу сначала в общем виде, то есть, в буквенных обозначениях, заданных в условии задачи. При таком способе решения не производятся вычисления промежуточных величин.
- После получения расчетной формулы для проверки ее правильности следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин их размерности, произвести с ними необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена неверно.
- Подставить в конечную формулу числовые значения, выраженные в единицах СИ. В виде исключения допускается выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющих одинаковые степени.

- При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 3520 надо записать $3{,}52 \cdot 10^3$, вместо 0,00129 записать $1{,}29 \cdot 10^{-3}$ и т. п.
- Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится и к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.
- Решение задачи должно сопровождаться краткими, но исчерпывающими пояснениями и комментариями.

1. МЕХАНИКА

1. Расстояние между двумя станциями метрополитена 1,5 км. Первую половину этого расстояния поезд проходит равноускоренно, вторую - равнозамедленно с тем же по модулю ускорением. Максимальная скорость поезда 50 км/ч. Найти ускорение и время движения поезда между станциями.

2. Шахтная клеть поднимается со скоростью 12 м/с. После выключения двигателя, двигаясь с отрицательным ускорением 1,2 м/с2 , останавливается у верхней приемной площадки. На каком расстоянии от нее находилась клеть в момент выключения двигателя и сколько времени двигалась до остановки?

3. С башни высотой 30 м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью 10 м/с. Определить уравнение траектории тела, скорость тела в момент падения.

4. Для добывания руды открытым способом произвели взрыв породы. Подъем кусков породы, выброшенных вертикально вверх, длился 5 с. Определить их начальную скорость и высоту подъема.

5. При взрыве серии скважин камень, находящийся на уступе высотой 45 м, получил скорость 100 м/с в горизонтальном направлении. Какова дальность полета камня, сколько времени он будет падать, с какой скоростью упадет на землю?

6. Рассчитать скорость движения и полное ускорение шахтного электровоза в момент времени 5 с, если он движется по криволинейному участку радиусом 15 м. Закон движения электровоза выражается формулой $S = 800 + 8t - 0{,}5\,t^2$, м.

7. Во сколько раз тангенциальное ускорение точки, лежащей на ободе вращающегося колеса, больше ее нормального ускорения для того момента времени, когда вектор полного ускорения этой точки составляет угол 30° с вектором ее линейной скорости?

8. Под действием постоянной силы 118 Н вагонетка приобрела скорость 2 м/с, пройдя путь 10 м. Определить силу трения и коэффициент трения, если масса вагонетки 400 кг.

9. В шахте опускается равноускоренно лифт массой 280 кг, в первые 10 с он проходит 35 м. Найти натяжение каната, на котором висит лифт.

10. На горизонтальной платформе шахтной клети находится груз 60 кг. Определить силу давления груза на платформу: при равномерном подъеме и спуске, при подъеме и спуске с ускорением 3 м/^{2} , при спуске с ускорением 9,8 м/с^2.

11. Тело скользит по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол 45° . Пройдя путь 36,4 см, тело приобретает скорость 2 м/с. Найти коэффициент трения тела о плоскость.

12. Найти закон движения (зависимость пройденного расстояния от времени) куска антрацита при скольжении его с нулевой начальной скоростью по стальному желобу с углом наклона 30° . Коэффициент трения 0,3.

13. Рудничный поезд массой 450 т движется со скоростью 30 км/ч, развивая мощность 150 л. с. (1 л. с. =736 Вт). Определить коэффициент трения.

14. Определить силу тяги, которую развивает лебедка при подъеме вагонетки массой 2 т с ускорением 0,5 м/^{2}, если коэффициент трения 0,03, а угол наклона железнодорожного полотна 30°.

15. Вагонетка скатывается по наклонной горке длиной 5 м. Определить путь, проходимый вагонеткой по горизонтали до остановки, и наибольшую скорость движения, если коэффициент сопротивления 0,0095. Угол наклона 5°.

16. Маховик, приведенный в равноускоренное вращение, сделав 40 полных оборотов, стал вращаться с частотой 480 мин$^{-1}$.Определить угловое ускорение маховика и продолжительность равноускоренного вращения.

17. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин. После выключения он останавливается через 10с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

18. Крутящий момент двигателя электрической лебедки 1,2 кН·м. Для остановки двигателя служат тормозные деревянные колодки, прижимающиеся с двух сторон к тормозному чугунному диску радиусом 0,6 м, жестко связанному с ротором двигателя. Найти силу давления, необходимую для остановки ротора, если коэффициент трения равен 0,5.

19. Двигатель мощностью 3 кВт за 12 с разогнал маховик до 10 об/с. Найти момент инерции маховика.

20. Была произведена работа в 1 кДж, чтобы из состояния покоя привести маховик во вращение с частотой $8с^{-1}$.Какой момент импульса (количества движения) приобрел маховик?

21. Шар и цилиндр имеют одинаковую массу 5кг и катятся со скоростью 10 м/с по горизонтальной плоскости. Найти кинетическую энергию этих тел.

22. Какую работу надо произвести, чтобы раскрутить маховик массой 80 кг до 180об/мин? Массу маховика считать равномерно распределенной по ободу с диаметром 1м.

23. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин. После выключения он останавливается через 10с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

24. Шар и сплошной цилиндр катятся по горизонтальной плоскости. Какую часть энергия поступательного движения каждого тела составляет от общей кинетической энергии?

25. Маховик, выполненный в виде диска радиусом 0,4м и имеющий массу 100 кг, был раскручен до 480 оборотов в минуту и предоставлен самому себе. Под действием трения вала о подшипники маховик остановился через 80 с. Определить момент сил трения.

2.МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

26. Какой объем занимает 1 кг водорода при давлении 106 Па и температуре 20°С? Молярная масса водорода $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

27. Для автогенной сварки привезли баллон кислорода вместимостью 100 л. Найти массу кислорода, если его давление 12 МПа и темпера-тура 16°С. Молярная масса кислорода $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

28. Определить среднюю плотность сжатого воздуха в рудничной воздухопроводной сети, если давление воздуха в компрессоре составляет $7 \cdot 10^5$ Па, а давление у воздухоприемников $6 \cdot 10^5$ Па. Температура воздуха в начале и конце сети равна 27°С и 7°С. Молярная масса воздуха равна 0,029 кг/моль.

29. Стальной баллон емкостью 25 л наполнен ацетиленом $C_2 H_2$ при температуре 27° С до давления 20 МПа. Часть ацетилена использовали для автогенной сварки подкрановых путей в шахте. Какая масса ацетилена из-расходована, если давление в баллоне при температуре 23°С стало равным 14 МПа ? Молярная масса ацетилена 0,026 кг/моль.

30. Сжатый воздух в баллоне имеет температуру 15°С. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до 450° С. Взорвется ли баллон, если известно, что при этой температуре он может выдержать давление не более 9,8 МПа? Начальное давление в баллоне 4,8 МПа.

31. Температура взрыва гремучей смеси, то есть температура, до которой нагреты в первый момент газообразные продукты взрыва, достигает в среднем 2600° С, если взрыв происходит внутри замкнутого пространства. Во сколько раз давление при взрыве гремучего газа превосходит давление смеси до взрыва, если последнее равно 10^5 Па, а начальная температура 17° С?

32. Компрессор, обеспечивающий работу отбойных молотков в забое, засасывает из атмосферы 100 л воздуха в секунду при давлении 1 атм. Сколько отбойных молотков может работать от этого компрессора, если для каждого молотка необходимо 100 $см^3$ воздуха в секунду при давлении 50 атм ?

33. В двигателе Дизеля сжимается адиабатически воздух, в результате чего его температура поднимается, достигая температуры воспламенения нефти 800° С. До какого давления сжимается при этом воздух и во сколько раз уменьшается его объем, если начальное давление 1 атм, начальная температура 80°С, γ=1,4?

34. Современные вакуумные насосы позволяют понижать давление до 10^{-15} мм рт. ст. Сколько молекул газа содержится в объеме 1 $см^3$ при указанном давлении и температуре 27° С ?

35. Определить средние квадратичные скорости молекул метана CH_4 до взрыва и после него, если температура до взрыва равна 20° С, а после него 2600° С. Молярная масса 0,016 кг/моль.

36. Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы кислорода при температуре 350 К, а также кинетическую энергию вращательного движения всех молекул, содержащихся в 4 г кислорода.

37. Вычислить удельные теплоемкости при постоянном объеме и при постоянном давлении окиси углерода CO, принимая этот газ за идеальный.

38. На сжатие азота при постоянном давлении была затрачена работа 12 кДж. Найти изменение внутренней энергии и затраченное количество теплоты.

39. Какое количество теплоты для нагревания от 50°C до 100° C надо сообщить азоту массой 28 г, который находится в цилиндре с подвижным поршнем? Чему равна при этом процессе работа расширения?

40. При адиабатическом процессе расширения внутренняя энергия кислорода уменьшилась на 8,38 кДж. Вычислить массу кислорода, если начальная температура его 47° C, а объем увеличился в 10 раз.

41. В двигателе внутреннего сгорания температура газообразных продуктов сгорания поднимается от 600° C до 2000° C. Найти количество теплоты, подведенное к 1 кг газа при постоянном давлении, изменение его внутренней энергии и совершенную работу, если удельные теплоемкости при постоянных давлении и объеме соответственно равны 1,25 кДж/(кг·К) и 0,96 кДж/(кг·К).

42. Определить мощность на валу компрессора производительностью 25 $м^3$ в минуту, работающего на подземную воздушную сеть, если первоначальное давление 1 атм, а давление, развиваемое компрессором в конце изотермического сжатия, составляет 7 атм.

43. Тепловая машина работает по обратимому циклу Карно. Температура нагревателя 227° C. Определить термический коэффициент полезного действия цикла и температуру охладителя, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, машина совершает работу 350 Дж.

44. От идеальной теплосиловой установки, работающей по циклу Карно, отводится ежечасно 270 МДж теплоты с помощью холодильника при 9° C. Определить полезную мощность установки, если количество подводимой в час теплоты равно 900 МДж. При какой температуре подводится теплота?

45. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в три раза выше, чем температура холодильника. Нагреватель передал газу 42 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?

46. При прямом цикле Карно тепловая машина совершает работу, равную 200 Дж. Температура нагревателя 375 К, холодильника 300 К. Найти количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

47. Вследствие трения о шкив ремень заряжается, причем каждый квадратный метр ремня содержит 0,02Кл заряда. Ширина ремня 0,3м, скорость его движения 20 м/с. Какой заряд проходит ежесекундно через любую неподвижную плоскость, перпендикулярную ремню?

48. Определить заряд, емкость и потенциал Земли, считая ее шаром радиусом $6 \cdot 10^3$ км и зная, что напряженность поля около поверхности равна 100 В/м.

49. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора 6 кВ, заряд каждой пластины 10 нКл. Найти энергию конденсатора и силу взаимного притяжения пластин, если расстояние между ними 2 см.

50. Какое количество теплоты выделится при разрядке плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами 15 кВ, расстояние 1 мм, диэлектрик слюда ($\varepsilon = 6$), площадь каждой пластины 300 $см^2$?

51. Какую работу надо совершить , чтобы увеличить расстояние между пластинами воздушного конденсатора от 0,03 м до 0,1 м? Площадь пластин 100 $см^2$. Конденсатор подключен к источнику напряжения 220 В.

52. Камнедробилка должна работать под напряжением 100 В, потребляя ток в 40 А. Напряжение на электростанции 120 В, а расстояние до нее 1 км. Определить сечение медных соединительных проводов ($\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом м).

53. Какой длины надо взять нихромовый проводник диаметром 1,5 мм для изготовления спирали вулканизатора , применяемого при сращивании кабелей, если сопротивление спирали 5,5 Ом, а удельное сопротивление нихрома $1{,}1 \cdot 10^{-6}$ Ом м?

54. Цена деления прибора $1,5 \cdot 10^{-5}$ А /дел. Шкала прибора имеет 200 делений, его внутреннее сопротивление 100 Ом. Какие сопротивления нужно подключить к этому прибору и каким образом, чтобы можно было измерять напряжение до 200 В или ток до 4 А?

55. Определить сопротивление медных магистральных проводов при температуре 30^0 С. Расстояние от места расположения проводов до взрывной станции 400 м. Площадь сечения проводов 0,8 $мм^2$, $\rho = 0{,}017$(Ом· $мм^2$ /м), $\alpha = 0{,}0044$ град-1.

56. ЭДС батареи 12 В, ток короткого замыкания 5 А. Какую наибольшую мощность может дать батарея во внешней цепи?

57. Найти ток короткого замыкания для аккумуляторной батареи, если при токе 5 А она дает во внешнюю цепь мощность 9,5 Вт, а при токе 8 А мощность 14,4 Вт.

58. Ток в проводнике сопротивлением 100 Ом равномерно нарастает от 0 до 10 А в течение 30 с. Чему равно количество теплоты, выделившееся за это время в проводнике?

59. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 50 А. Найти магнитную индукцию в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника.

60. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи 50 А и 100 А в противоположных направлениях. Расстояние между проводами 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на 25 см от первого и на 40 см от второго провода.

61. Найти число витков в катушке диаметром 10 см, если магнитная стрелка, помещенная в ее центре, отклонилась от плоскости магнитного меридиана на 38° при токе 0,2 А. Горизонтальная составляющая земного магнитного поля 12,8 А /м . Плоскость катушки совпадает с плоскостью магнитного меридиана.

62. Определить горизонтальную составляющую напряженности магнитного поля Земли,
если обмотка тангенс–буссоли имеет 10 витков радиусом 25 см. При токе 0,64 А стрелка отклоняется на угол 45°.

63. Плоский контур площадью 20 см ² находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,03 Тл. Найти магнитный поток, пронизывающий контур, если его плоскость составляет угол 60° с линиями индукции.

64. Электромагнит изготовлен в виде тороида со средним диаметром 51 см и вакуумным зазором 2 мм. Обмотка тороида равномерно распределена по всей его длине. Во сколько раз уменьшится напряженность магнитного поля в зазоре, если при неизменном токе в обмотке зазор увеличить в три раза? Магнитная проницаемость сердечника тороида 800.

65. Найти напряженность магнитного поля между полюсами электромагнита , если проводник массой 10 г и длиной 1м при токе в нем 19,6 А висит в поле , не падая.

66. В однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл движется проводник длиной 10 см со скоростью 15 м /с, направленной перпендикулярно к магнитному полю. Найти ЭДС, индуцированную в проводнике.

67. Обмотка электромагнита содержит 800 витков. Площадь сечения сердечника 15 $см^2$, Индукция магнитного поля в сердечнике 1,4 Тл. Вычислить величину средней ЭДС , возникающей в обмотке при размыкании тока, если ток уменьшается до нуля в течение 0,001с.

68. На железное кольцо намотано в один слой 200 витков провода. Чему равна энергия Магнитного поля, если при токе 2,5 А магнитный поток в железе 0,5 мВб?

69. Замкнутый соленоид намотан на немагнитный каркас и содержит 20 витков на каждый сантиметр длины. Найти объемную плотность энергии поля при токе 1 А.

70. С какой скоростью должен нарастать ток в катушке с числом витков 800, площадью поперечного сечения 10 $см^2$, длиной 30 см, чтобы величина ЭДС самоиндукции, возникшей в ней, была равна 25 мВ?

4. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

71. Маятник для гравиметрической съемки за сутки совершил 57600 колебаний. Найти ускорение свободного падения, если длина маятника
0,56м.

72. Днище вибролюка, применяемого для погрузки руды в бункер поезда из очистной камеры, совершает гармоническое колебательное движение с амплитудой 5 мм и частотой 1500 $мин^{-1}$. Написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

73. Стол питателя, предназначенного для погрузки руды в вагонетки, колеблется с частотой 45 $мин^{-1}$. Определить максимальные скорость и ускорение стола, полную энергию колебаний, если масса питателя 1000 кг, амплитуда колебаний 72 мм.

74. Решето рудообогатительного грохота совершает вертикальное колебательное движение с амплитудой 5 см. Найти наименьшую частоту колебаний, при которой куски руды, лежащие на решете, будут отделяться от него и подбрасываться вверх.

75. Для погружения обсадных труб в глинистые отложения применяется вибровозбудитель ВО-10, амплитуда колебаний которого 0,13 см, частота вращения дебалансов 1200 $мин^{-1.}$ Определить максимальные скорость и ускорение, написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

76. Определить полную энергию колебаний и максимальную силу взаимодействия между подъемным сосудом массой 90 тонн и армировкой ствола шахты, если амплитуда горизонтальных колебаний сосуда 3 см, а циклическая частота 7 $с^{-1}$.

77. Точка одновременно совершает два гармонических колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями: $x = 0{,}5\sin t$, $y = 2\cos t$. Найти уравнение траектории точки, построить график ее движения.

78. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами 10 см и 6 см складываются в одно колебание с амплитудой 14 см. Определить разность фаз складываемых колебаний.

79. Груз, подвешенный к пружине, гармонически колеблется по вертикали с периодом 0,5 с. Коэффициент упругости пружины 4 Н/м. Определить массу груза.

80. Амплитуда затухающих колебаний маятника за 5 мин уменьшилась в два раза. За какое время, считая от начального момента, амплитуда уменьшится в восемь раз?

81. Источник незатухающих гармонических колебаний подчиняется закону $x = 5\sin 3140t$ (м). Определить смещение, скорость и ускорение точки, находящейся на расстоянии 340м от источника, через 1 с от начала колебаний, если скорость волны 340 м/с.

82. Уравнение незатухающих колебаний $y = 0{,}1\sin 0{,}5\pi t$ (м). Скорость волны 300 м/с. Написать уравнение колебаний для точек волны в момент времени 4 с после начала колебаний. Найти разность фаз для источника и точки на расстоянии 200 м от него.

83. Звуковые колебания с частотой 500 Гц и амплитудой 0,25 мм, распространяются в воздухе. Длина волны 70 см. Определить скорость распространения волны и наибольшую скорость колебаний частиц воздуха.

84. Определить коэффициент сжатия горной породы - величину, обратную модулю Юнга, если скорость распространения звуковых волн в горной породе равна 4500 м/с, а плотность породы составляет $2{,}3\cdot 10^3$ кг/м^3.

85. К одному из концов длинного стержня прикреплен вибратор, колеблющийся по закону $y = 10^{-6}\sin 10^4\pi t$ (м). Найти скорость точек в сечении стержня, отстоящем от вибратора на расстоянии 25см, в момент времени 10^{-4} с. Скорость волны $5\cdot 10^3$ м/с.

86. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 2 мГн и конденсатора емкостью 888 пФ. На какую длину волны настроен контур?

87. Найти частоту собственных колебаний в контуре, состоящем из катушки индуктивности и плоского конденсатора. Площадь каждой пластины конденсатора 30 см^2 и расстояние между ними 0,1 см. Число витков катушки 1000, длина ее 30 см, сечение 1 см^2.

88. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 1,02 Гн и конденсатора емкостью 0,025 мкФ. Заряд на конденсаторе равен $2{,}5\cdot^{10\text{-}6}$ Кл. Какова зависимость разности потенциалов на конденсаторе от времени?

89. Катушка (без сердечника) длиной 50 см и площадью поперечного сечения 3 см^2 имеет 1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Он состоит из двух

пластин площадью 75 см^2 каждая, рас-стояние между пластинами 5 мм, диэлектрик - воздух. Найти период колебаний контура и длину волны, на которую он настроен.

90. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 1,02 Гн и конденсатора емкостью 25 нФ. На обкладках конденсатора сосредоточен заряд 2,5 мкКл. Написать уравнение изменения тока в цепи в зависимости от времени.

91. Разность потенциалов на конденсаторе в контуре за 1 мс уменьшается в три раза. Найти коэффициент затухания.

92. Электромагнитные волны распространяются в некоторой однородной среде со скоростью $2{,}5\cdot10^8$ м/с. Какую длину волны имеют электромагнитные колебания в данной среде, если частота колебаний 1 МГц?

93. Катушка с индуктивностью 30 мкГн присоединена к плоскому конденсатору с площадью пластин 0,01 м^2 и расстоянием между ними 0,1 мм. Найти диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами, если контур настроен на длину волны 750 м.

94. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 80 пФ и катушки индуктивностью 0,5 мГн. Найти максимальный ток в контуре, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора 300 В. На какую длину волны резонирует данный контур?

95. Закон изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора в контуре задан уравнением $U = 50\cos10^4\pi t$(В). Емкость конденсатора равна 0,1 мкФ. Найти период колебаний, индуктивность, длину волны. Написать закон изменения тока в контуре.

96. Колебательный контур состоит из конденсатора переменной емкости от 12 пФ до 80пФ и катушки с индуктивностью 1,2 мГн. Найти диапазон длин электромагнитных волн, которые могут вызывать резонанс в этом контуре.

97. Индуктивность колебательного контура 0,5 мГн. Какова должна быть электроемкость контура, чтобы он резонировал на длину волны 300 м?

98. Катушка (без сердечника) длиной 50 см и площадью поперечного сечения 3 см^2 имеет 1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Он состоит из двух пластин площадью 75 см^2 каждая, расстояние между пластинами 5 мм, диэлектрик - воздух. Найти период колебаний контура и длину волны, на которую он настроен.

99. Какую индуктивность надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости 2 мкФ получить частоту 1000 Гц?

100. Индуктивность катушки в колебательном контуре 20 мкГн. Требуется настроить этот контур на частоту 5 МГц. Какую емкость следует выбрать?

101. Колебательный контур, состоящий из воздушного конденсатора с двумя пластинами по 100 $см^2$ каждая и катушки с индуктивностью 1 мкГн резонирует на волну длиной 10м. Найти расстояние между пластинами конденсатора.

5. ВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ОПТИКА

102. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга I мм, расстояние от щелей до экрана 3м, расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране 1,5 мм. Найти длину волны источника монохроматического света.

103. Оранжевые лучи с длиной волны 650 нм от двух когерентных источников, расстояние между которыми 120 мкм, падают на экран. Расстояние от источников до экрана 3,6 м. Найти расстояние между центрами соседних темных полос на экране.

104. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,54, чтобы при освещении ее лучами с длиной волны 750 нм, перпендикулярными к пластинке, она в отраженном свете казалась красной?

105. Между двумя плоскопараллельными пластинками лежит проволочка, отчего образовался воздушный клин. Пластинки освещаются светом с длиной волны 500 нм. Угол падения лучей 0°, длина пластинки 10 см. Расстояние между интерференционными полосами в отраженном свете 1,8 мм. Найти толщину проволочки.

106. Плосковыпуклая линза (n=1,5) с оптической силой 0,5 диоптрий выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Найти радиус пятого темного кольца Ньютона в проходящем свете (λ =600 нм).

107. Радиус кривизны плосковыпуклой линзы 4 м. Чему равна длина волны падающего света, если радиус 5-го светлого кольца Нью-она в отраженном свете равен 3,6 мм?

108. На щель шириной 0,2 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 640 нм. Определить угол отклонения лучей, соответствующих первой светлой дифракционной полосе.

109. На пластинку со щелью падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения лучей, соответствующих второму дифракционному минимуму, равен 1°. Сколько длин волн падающего света составляет ширина щели?

110. На щель шириной 0,05 мм падает нормально монохроматический свет (λ=0,6 мкм). Найти угол между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

111. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия с длиной волны 670 нм спектра второго порядка?

112. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядка накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница (400 нм) спектра третьего порядка?

113. На дифракционную решетку, имеющую 800 штрихов на I мм, падает параллельный пучок белого света. Какова разность углов отклонения конца первого и начала второго спектров? Принять длину волны красного света 760 нм, фиолетового 400 нм.

114. На дифракционную решетку, содержащую 50 штрихов на миллиметр, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проектируется на экран с помощью линзы, помещенной вблизи решетки. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 3 м. Границы видимого спектра 400 нм и 760 нм.

115. Угол преломления луча света в жидкости равен 35°. Определить показатель преломления этой жидкости, если отраженный луч максимально поляризован.
116. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были бы наиболее полно поляризованы.

117. Предельный угол полного внутреннего отражения луча на границе жидкости с воздухом равен 43°. Каков должен быть угол падения луча из воздуха на поверхность жидкости, чтобы отраженный луч был максимально поляризован?

118. Угол максимальной поляризации при отражении света от кристалла каменной соли равен 57°. Определить скорость распространения света в этом кристалле.

119. Угол между плоскостями поляризации двух призм Николя равен 45°. Во сколько раз
уменьшится интенсивность света, прошедшего через николи, если этот угол увеличить до 60°?

120. Температура «голубой» звезды $3 \cdot 10^4$К. Определить интегральную интенсивность излучения и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

121. Приняв температуру поверхности Солнца равной 6000 К, определить энергию, излучаемую с одного квадратного метра за секунду и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

122. Поток энергии, излучаемой из смотрового окошка печи за секунду, равен 34 Вт. Найти температуру печи, если площадь отверстия 6 $см^2$.

123. Средняя величина энергии, теряемой вследствие излучения с одного квадратного сантиметра поверхности Земли за минуту, равна 0,55 Дж. Какую температуру должно иметь абсолютно черное тело, излучающее такое же количество энергии?

124. Печь при температуре 1100 К посылает на измерительный прибор некоторое тепловое излучение. Какова должна быть температура печи, чтобы получаемое прибором излучение увеличилось в два, четыре и шестнадцать раз?

125. Максимальная лучеиспускательная способность абсолютность черного тела приходится на длину волны 800 нм. Какая мощность должна быть подведена к этому телу, поверхность которого 100 $см^2$, чтобы поддерживать его при постоянной температуре.

126. Вследствие изменения температуры абсолютно черного тела, максимум испускательной способности сместился с 500 нм на 750 нм. Во сколько раз уменьшилась суммарная мощность излучения?

127. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта равна 307 нм и кинетическая энергия фотоэлектрона I эВ?

128. Калий (работа выхода 2 эВ) освещается монохроматическим светом с длиной волны 509 нм. Определить максимально возможную кинетическую энергию фотоэлектронов.

129. Определить работу выхода электрона из цезия и серебра, если красная граница фотоэффекта у этих металлов составляет соответственно 660 нм и 260 нм.

130. Определить энергию, импульс и массу фотона, длина волны которого соответствует видимой части спектра с длиной волны 500 нм.

131. Определить давление света на стенки электрической стоваттной лампы. Колба лампы представляет собой сферический сосуд радиусом 5 см. Стенки лампы

отражают 10 % падающего на них света. Считать, что вся потребляемая мощность идет на излучение.

132. На поверхность площадью 100 $см^2$ ежеминутно падает 63 Дж световой энергии. Найти величину светового давления, если поверхность полностью отражает все лучи и если полностью поглощает все лучи.

133. Давление света с длиной волны 600 нм на черную поверхность равно $2,2 \cdot 10^{-7}$ $Н/м^2$. Сколько фотонов падает на I $см^2$ за одну секунду?

6. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА И ФИЗИКА АТОМА

134. Определить длину волны, соответствующую границе серии Бальмера для водорода. Выделить эту спектральную линию на схеме энергетических уровней атома водорода. Постоянная Ридберга равна $1,097 \cdot 107 м^{-1}$.

135. Найти наибольшую и наименьшую длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена). Начертить схему энергетических уровней атома водорода.

136. Атом водорода в основном состоянии поглотил квант света с длиной волны 121,5 нм. Определить радиус электронной орбиты возбужденного атома водорода.

137. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

138. Определить длины волн де Бройля для электрона и протона, движущихся со скоростью 1000 км/с. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$кг, масса протона $1,67 \cdot 10^{-27кг}$.

139. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля была равна 0,10 нм ?

140. Определить длину волны де Бройля для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.

141. Электрон, движущийся со скоростью $6 \cdot 10^6$м/с, попадает в продольное ускоряющее однородное электрическое поле напряженностью 5 В/см. Какое расстояние должен пройти электрон в таком поле, чтобы его длина волны стала равной 0,10 нм?

142. Рассчитать дебройлевскую длину волны для протона с кинетической энергией, равной энергии покоя электрона 0,51МэВ.

143. Найти коротковолновую границу непрерывного рентгеновского спектра, если известно, что уменьшение приложенного к рентгеновской трубке напряжения на 23 кВ увеличивает искомую длину волны в два раза.

144. Найти длину волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра, если скорость электронов, подлетающих к антикатоду трубки, составляет 0,85 скорости света.

145. Для определения постоянной Планка к рентгеновской трубке приложили напряжение 16 кВ и определили минимальную длину волны сплошного рентгеновского излучения (λмин =77,6 пм). Вычислить по этим данным постоянную Планка.

146. Частица в потенциальной яме шириной *l* находится в возбужденном состоянии (n=2).
Вычислить вероятность нахождения частицы в крайней четверти ямы.
46. Частица в потенциальной яме находится в основном состоянии. Какова вероятность обнаружить частицу в крайней трети ямы?
147. В одномерной потенциальной яме шириной *l* находится электрон. Найти вероятность нахождения электрона на первом энергетическом уровне в интервале *l*/4, равноудаленном от стенок ямы.

148. Вычислить величину момента импульса L орбитального движения электрона, находящегося в атоме водорода в s-состоянии и в p-состоянии.

149. Частица в потенциальной яме шириной *l* находится в низшем возбужденном состоянии. Определить вероятность нахождения частицы в интервале *l*/4, равноудаленном от стенок ямы.

150. Определить возможные значения проекции момента импульса L_Z орбитального движения электрона в атоме водорода на направление внешнего магнитного поля. Электрон находится в d-состоянии.

151. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной *l*
с бесконечно высокими стенками. Определить вероятность обнаружения электрона в средней трети ямы, если электрон находится в возбужденном состоянии (n=3).

7. ЭЛЕМЕНТЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

152. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за секунду. Во сколько раз уменьшится активность препарата стронция $_{38}Sr^{90}$ через 100 лет? Период полураспада равен 28 лет.

153. Сколько β-частиц испускает в течение одного часа 1 мкг изотопа $_{11}Na^{24}$, период полураспада которого составляет 15 часов?

154. Препарат $_{92}U^{238}$ массой 1 г излучает $1{,}24 \cdot 10^4$ α -частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа урана и активность препарата.

155. Найти число распадов за одну секунду в 1 г радия, период полураспада которого 1590 лет. Молярная масса радия 0,226 кг/моль.

156. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за одну секунду. Во сколько раз уменьшится активность иода $_{53}J^{124}$ спустя 12 суток? Период полураспада равен четырем суткам.

157. Сколько β-частиц испускается в течение суток при распаде изотопа фосфора $_{15}P^{32}$ массой 1 мкг? Период полураспада 14,3 суток.
158. Активность препарата уменьшилась в 256 раз. Сколько периодов полураспада составляет промежуток времени, за который произошло такое уменьшение активности?

159. За один год начальное количество радиоактивного вещества уменьшилось в три раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?
60. Какая доля начального количества радиоактивного вещества останется нераспавшейся через промежуток времени, равный двум периодам полураспада?

160. Дефект массы ядра $_7N^{15}$ равен 0,12396 а.е.м. Определить массу атома. ($m\ _1H^1 = 1{,}00783$ а.е.м.; $m\ _0n^1 = 1{,}00867$ а.е.м.).

161. Найти удельную энергию связи ядра $_6C^{12}$, если известно, что $m\ _1H^1 = 1{,}00783$ а.е.м.; $m\ _0n1 = 1{,}00867$ а.е.м.; $m\ _{12}C^6 = 12{,}00000$ а.е.м.

162. Рассчитать массу нейтрального атома, если ядро его состоит из трех протонов и двух нейтронов, а энергия связи ядра равна 26,3 Мэв. ($m\ _1H^1 = 1{,}00783$ а.е.м.; $m\ _0n^1 = 1{,}00867$ а.е.м.).

163. Определить энергию связи ядра изотопа кислорода $_8O^{16}$, если $m\ _1H^1 = 1{,}00783$ а.е.м.;
$m\ _0n^1 = 1{,}00867$ а.е.м.; $m\ _8O^{16} = 1\ 5{,}99491$ а.е.м.

164. Определить энергию связи, приходящуюся на один нуклон ядра атома $_{11}Na^{23}$, если $m\ _{11}Na^{23} = 22{,}98977$а.е.м.; $m\ _1H^1 = 1{,}00783$ а.е.м.; $m\ _0n^1 = 1{,}00867$ а.е.м.

165. Найти дефект массы, энергию связи и удельную энергию связи ядра $_3Li^7$, если известно, что $m\ _3Li^7 = 7{,}01601$ а.е.м.; $m\ _1H^1 = 1{,}00783$ а.е.м.; $m\ _0n^1 = 1{,}00867$ а.е.м.

166. Энергия связи электрона с ядром невозбужденного атома водорода $_1H^1$ равна 13,6 эВ. Определить, насколько масса атома водорода меньше суммы масс свободных протона и электрона.

167. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра $_5B^{11}$,если известны следующие массы: m $_5B^{11}$ = 11,00931 а.е.м.; m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.

168. Найти энергию, которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра $_{11}Na^{23}$, если известны следующие массы: m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.; m $_{11}Na^{23}$ = 22,98977 а.е.м.; m $_{11}Na^{22}$ = 21,99444 а.е.м.

169. Найти энергию отрыва нейтрона от ядра $_2He^4$,если известны массы: m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; m $_2He^3$ = 3,01603 а.е.м.

170. Найти энергию, необходимую для удаления одного протона из ядра $_8O^{16}$ ($_8O^{16} \rightarrow {}_7N^{15} + {}_1H^1$). m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_8O^{16}$ = 15,99491 а.е.м.; m $_7N^{15}$ = 15,00011 а.е.м.

171. Найти изменение массы при следующей ядерной реакции:
$_{13}Al^{27} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{15}P^{30} + {}_0n^1$, если m $_{13}Al^{27}$ =2 6,98154 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; m $_{15}P^{30}$= 29,97263 а.е.м.; m $_0n^1$= 1,00867 а.е.м.

172.Вычислить энергетический эффект ядерной реакции: $1H^2 + {}_1H3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1$, если m $_1H^2$ = 2,01410 а.е.м.; m $_1H^3$ =3,01605 а.е.м.; m $_0n^1$ =1,00867 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.

173. В термоядерном реакторе с дейтериевым горючим может происходить вторичная термоядерная реакция $_2He^3 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_1H^1$. Вычислить энергию этой реакции. (m $_2He^3$ = 3,01603 а.е.м.; m $_1H^2$ = 2,01410 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.).

174. Вычислить энергию ядерной реакции $_7N^{14} + {}_0n^1 \rightarrow {}_6C^{14} + {}_1H^1$. (m $_7N^1$ ^{4}= 14,00307а.е.м.; m $_0n^1$ =1,00867 а.е.м ; m $_6C^{14}$= 14,00324 а.е.м.; m $_1H^1$= 1,00783 а.е.м.).

175. Определить энергию ядерной реакции $_3Li6 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_2He^4$. (m $_3Li^6$ = 6,01513 а.е.м.; m $_1H^2$= 2,01410 а.е.м.; m $_2He^4$ =4 ,00260 а.е.м.).

176. Какую минимальную энергию должен иметь квант для вырывания нейтрона из ядра $_6C^{14}$? Известны массы: m $_6C^{14}$ = 14,00324 а.е.м.; m $_0n^1$= 1,00867 а.е.м.; m $_6C^{13}6$ = 13,00335а.е.м.

177. Какую минимальную энергию необходимо затратить, чтобы разделить $_6C^{12}$ на три равные части.(m $_6C^{12}$= 12,00000 а.е.м.; m $_2He^4$= 4,00260 а.е.м.).

178. Определить энергию ядерной реакции $_{20}Ca^{14} + {}_1H^1 \rightarrow {}_{19}K^{41} + 2He^4$. ($m\ {}_{20}Ca^{4\,4}$= 43,95549 а.е.м.; $m\ {}_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; $m\ {}_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; $m\ {}_{19}K^{41}$= 40,96184 а.е.м.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

8.1 Основная литература

.

1.	И.Г. Коршунов. Физика. – Екатеринбург: Ид-во УГГУ, 2014. – 341 с.
2.	В.И. Горбатов, В.Ф. Полев. Физика. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ (Ч.1, 2012.-105 с.; Ч.2, 2013.-115 с.; Ч.3.- 2014.-147 с.)
3.	Михайлов В.К. Физика: учебное пособие/ Михайлов В.К.— Электрон. текстовые данные.- М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.-120 с.-Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/23753.html - ЭБС «IPRbooks».
4.	Михайлов В.К. Волны. Оптика. Атомная физика. Молекулярная физика: учебное пособие/ Михайлов В.К., Панфилова М.И.-Электрон. текстовые данные.-М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.-144 с.-Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62614.html -ЭБС «IPRbooks».
5.	Трофимова Т.М. Курс физики. Академия, 2010.- 560 с.

Дополнительная литература

1. И..Г. Коршунов. Основы физики.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. - 312 с.
2. Ветрова В.Т. Физика. Сборник задач: учебное пособие/ Ветрова В.Т.- Электрон. текстовые данные.- Минск: Вышэйшая школа, 2015.-446 с.- Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/48021.html -ЭБС «IPRbooks».
3. Чакак А.А. Физика. Краткий курс: учебное пособие для студентов очно-заочной формы обучения вузов, слушателей курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, для студентов факультета дистанционных образовательных технологий/ Чакак А.А., Летута С.Н. Электрон. текстовые данные. Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.-541 с. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30092.html - ЭБС «IPRbooks».
4. Сарина М.П. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Часть 1. Механика: учебное пособие/ Сарина М.П.- Электрон. текстовые данные.- Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.- 187 с.- Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45392.html - ЭБС «IPRbooks».

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Некоторые физические постоянные

Физическая постоянная	Обозначение	Значение
Скорость света в вакууме	c	$3.00 \cdot 10^{8}$ м/с
Гравитационная постоянная	G	$6.67 \cdot 10^{-11}$ м^3/(кг·с^2)
Число Авогадро	N_A	$6.02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
Молярная газовая постоянная	R	8.31 Дж/(моль·К)
Постоянная Больцмана	k	$1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Атомная единица массы	*1а.е.м.*	$1.660 \cdot 10^{-27}$ кг
Элементарный заряд	e	$1.60 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя электрона	m_e	$9.11 \cdot 10^{-31}$ кг
Масса покоя протона	m_p	$1.67 \cdot 10^{-27}$ кг
Электрическая постоянная	ε_0	$8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
Магнитная постоянная	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м
Постоянная Планка	h $\hbar$	$6.63 \cdot 10^{-34}$ Дж/с $1.05 \cdot 10^{-34}$ Дж/с

Приложение 2

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования

Приставка			Множитель	Приставка			Множитель
Наименование	Обозначение			Наименование	Обозначение		
	русское	международное			русское	международное	
экса	Э	E	10^{18}	деци	д	d	10^{-1}
пэта	П	P	10^{15}	санти	с	c	10^{-2}
тера	Т	T	10^{12}	милли	м	m	10^{-3}
гига	Г	G	10^{9}	микро	мк	μ	10^{-6}
мега	М	M	10^{6}	нано	н	n	10^{-9}
кило	к	k	10^{3}	пико	п	p	10^{-12}
Гекто	г	h	10^{2}	фемто	ф	f	10^{-15}
Дека	да	da	10^{1}	атто	а	a	10^{-18}
П р и м е ч а н и е: Приставки гекто, дека, деци и санти допускается применять только в наименованиях кратных и дольных единиц, уже получивших широкое распространение (гектар, декалитр, дециметр, сантиметр и др.)							

Приложение 3

Единицы физических величин, имеющие собственные наименования

Величина	Единица	
	Наименование	Обозначение
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Плоский угол	радиан	рад
Телесный угол	стерадиан	ср
Сила, вес	ньютон	Н
Давление	паскаль	Па
Напряжение (механическое)	паскаль	Па
Модуль упругости	паскаль	Па
Работа, энергия	джоуль	Дж
Мощность	ватт	Вт
Частота колебаний	герц	Гц
Термодинамическая температура	кельвин	К
Разность температур	кельвин	К
Теплота, количество теплоты	джоуль	Дж
Количество вещества	моль	моль
Электрический заряд	кулон	Кл
Сила тока	ампер	А
Потенциал электрического поля, электрическое напряжение	вольт	В
Электрическая емкость	фарад	Ф
Электрическое сопротивление	ом	Ом
Электрическая проводимость	сименс	См
Магнитная индукция	тесла	Тл
Магнитный поток	вебер	Вб
Индуктивность	генри	Гн
Сила света	кандела	кд
Световой поток	люмен	лм
Освещенность	люкс	лк
Поток излучения	ватт	Вт
Поглощенная доза излучения (доза излучения)	грэй	Гр
Активность изотопа	беккерель	Бк

Приложение 4

Внесистемные единицы

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна атомная единица массы	т а.е.м.	10^3 кг $1.66 \cdot 10^{-27}$ кг
Время	минута час сутки	мин ч сут	60 с 3600 с 86400 с
Плоский угол	градус минута секунда град	…• …′ …″ град	$1.74 \cdot 10^{-2}$ рад $2.91 \cdot 10^{-4}$ рад $4.85 \cdot 10^{-6}$ рад $(\pi/200)$ рад
Объем, вместимость	литр	Л	10^{-3} м^3
Длина	астрономическая единица световой год парсек	а.е. св. год пк	$1.50 \cdot 10^{11}$ м $9.46 \cdot 10^{15}$ м $3.08 \cdot 10^{16}$ м
Оптическая сила	диоптрия	Дптр	1 м$^{-1}$
Площадь	гектар	Га	10^4 м^2
Энергия	электрон-вольт	эВ	$1.60 \cdot 10^{-19}$ Дж
Полная мощность	вольт-ампер	В·А	
П р и м е ч а н и е: Единицы времени (минуту, час, сутки), плоского угла (градус, минуту, секунду), астрономическую единицу, световой год, диоптрию и атомную единицу массы не допускается применять с приставками.			

Приложение 5

Плотность некоторых твердых тел

Твердое тело	Плотность, г/см^3	Твердое тело	Плотность, г/см^3
Алюминий	2.70	Цезий	1.90
Барий	3.50	Каменная соль	2,2
Ванадий	6.02	Латунь	8,55
Висмут	9.80	Марганец	7,40
Железо (чугун, сталь)	7.88	Платина	21,4
Литий	0.53	Золото	19,3
Медь	8.93	Висмут	9,8◌
Никель	8.90	Уран	18,7
Свинец	11.3	Цинк	7.15
Серебро	10.5	Вольфрам	19,3

Приложение 6

Плотность некоторых жидкостей и газов

Жидкость (при 15° С)	Плотность, г·/см^3	Газ (при нормальных условиях	Плотность, кг/м^3
Вода (дистиллированная при 4°С)	1.00	Водород	0.09
Глицерин	1.26	Воздух	1.29
Керосин	0.8	Гелий	0.18
Ртуть	13.6	Аргон	1,78
Масло (оливковое, смазочное)	0.9	Азот	1,25
Масло касторовое	0.96	Кислород	1.43
Сероуглерод	1.26		
Эфир	0.7		
Спирт	0.80		

Приложение 7

Удельное сопротивление ρ некоторых материалов

Материал	Удельное сопротивление, Ом·м	Материал	Удельное сопротивление, Ом·м
Алюминий	$2{,}53\cdot10^{-8}$	Ртуть	$9{,}6\cdot10^{-7}$
Алюминий провод	$2{,}87\cdot10^{-8}$	Свинец	$2{,}08\cdot10^{-7}$
Бумага	10^{15}	Серебро	$1{,}6\cdot10^{-8}$
Вода дистиллированная	10^{4}	Сталь литая	$1{,}3\cdot10^{-7}$
Вода морская	0,3	Сталь чистая	$1{,}01\cdot10^{-7}$
Вольфрам	$5{,}5\cdot10^{-8}$	Стекло	10^{11}
Графит	$3{,}9\cdot10^{-6}$	Стекло кварцевое	10^{16}
Железо чистое	$9{,}8\cdot10^{-8}$	Угольные щётки	$4\cdot10^{-5}$
Железо	$8{,}7\cdot10^{-8}$	Цинк	$5{,}9\cdot10^{-8}$
Золото	$2{,}2\cdot10^{-8}$	Чугун серый	$1\cdot10^{-6}$
Константан	$5\cdot10^{-7}$	Никель	$8{,}7\cdot10^{-8}$
Масло парафиновое	10^{14}	Нихром	$1{,}12\cdot10^{-6}$
Магний	$4{,}4\cdot10^{-8}$	Олово	$1{,}2\cdot10^{-7}$
Манганин	$4{,}3\cdot10^{-7}$	Платина	$1{,}07\cdot10^{-7}$
Медь	$1{,}72\cdot10^{-8}$	Медь провод	$1{,}78\cdot10^{-8}$

Приложение 8

Диэлектрическая проницаемость некоторых веществ

Вещество	Проницаемость	Вещество	Проницаемость
Ацетон	21,4	Парафин	2,0
Вакуум	1,0	Парафинированная бумага	2,0
Воздух	1,000594	Полиэтилен	2,2
Вода	81	Слюда	7,0
Вода дистиллированная	31	Спирт этиловый	25,1
Воск	7,8	Спирт метиловый	33,5
Керосин	2,0	Стекло	7,0
Масло	5,0	Фарфор	5,0
Масло трансформаторное	2,2	Эбонит	2,6

Приложение 9

Греческий алфавит

Обозначения букв	Название букв	Обозначения букв	Название букв
A, α	Альфа	N, ν	ню
B, β	Бета	Ξ, ξ	кси
Γ, γ	Гамма	O, o	омикрон
Δ, δ	Дэльта	Π, π	пи
E, ε	Эпсилон	P, ρ	ро
Z, ς	Дзета	Σ, σ	сигма
H, η	Эта	T, τ	тау
Θ, θ	Тэта	Y, υ	ипсилон
J, i	Иота	Φ, φ	фи
K, κ	Каппа	X, χ	хи
Λ, λ	Ламбда	Ψ, ψ	пси
M, μ	Ми	Ω, ω	омега

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания к решению задач и выполнению домашних контрольных работ	3
1. Механика	4
2. Молекулярная физика и термодинамика	7
3. Электричество и магнетизм	10
4. Механические и электромагнитные колебания и волны	12
5. Волновая и квантовая оптика	15
6. Квантовая физика и физика атома	18
7. Элементы ядерной физики	19
Список литературы	23
Приложения	24

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.1.14 ГЕОЛОГИЯ

для обучающихся специальности

25.05.04 Горное дело

Специализации

Подземная разработка пластовых месторождений

Подземная разработка рудных месторождений

форма обучения: очная, заочная

Авторы: Макаров А.Б., профессор, д.г.-м.н., Малюгин А.А., доцент, к.г.-м.н

Одобрены на заседании кафедры
Геологии, поисков и разведки МПИ
наименование кафедры
Протокол № 184 от 17.04.2019 г
дата

Екатеринбург
2019

Самостоятельная работа студентов в рамках учебного процесса играет важную роль в изучении дисциплины «Геология», поскольку основными

объектами труда горных инженеров являются месторождения полезных ископаемых. Поэтому в процессе обучения у студентов формируются, как навыки в области геологии в целом, так и представления о месторождения полезных ископаемых как геологических объектах, возникающих в процессах формирования и развития земной коры. Главные задачи профессиональной деятельности – разработка месторождений полезных ископаемых, могут быть успешно решены при условии овладения студентом современных представлений о геологии, геологических и физико-химических условиях формирования месторождений, особенностями геолого-промышленной оценки. В процессе самостоятельной работы студент получает представление об особенностях проявления геологических процессов, типа месторождений с которыми он будет сталкиваться в процессе своей будущей практической деятельности, и сравнивать с ними конкретные объекты. Для этого в рамках самостоятельной работы в первую очередь следует обратить внимание на изучение имеющегося на кафедре каменного материала, характеризующего большую часть типов промышленных месторождений.

Основное содержание дисциплины и объемы самостоятельной работы по разделам дисциплины приведены в таблице

№№ тем	Содержание	Часы по СРС
1	Изучение минералов и горных пород	10
2	Форма и условия залегания рудных тел	2
3	Структуры и текстуры руд	14
4	Изучение генетических и промышленных типов месторождений полезных ископаемых	10
5	Разведка месторождений	9
6	Подготовка к экзамену	27

Методические указания по организации самостоятельного изучения дисциплины

1. Освоение лекционного курса

Лекции по дисциплине «Геология» дают главный материал, как по теории, так и по практике в области геологических наук, генезиса и геолого-промышленных типов месторождений полезных ископаемых, разведки месторождений. Современные проблемы, рассматриваемые в данной дисциплине, обусловлены как появлением новых теоретических представлений о геологии в целом, так и месторождений, их новых промышленных типов, методов и способов разведки. Это требует после

прослушивания лекций обращаться к рекомендуемой литературе для более глубокой проработки соответствующей темы, детального рассмотрения основных терминов, проблемных вопросов и подходов к их решению, а также изучения дополнительного материала по теме для последующего выполнения лабораторных заданий.

После прослушивания лекции необходимо:

- внимательно просмотреть конспект лекции и (используя поля) сделать необходимые пояснения к сокращениям, аббревиатурам, терминам и т.п.;
- используя рекомендованную литературу уяснить проблемные вопросы и подходы к их решению;
- в письменном виде сформулировать вопросы, которые следует задать преподавателю для окончательного усвоения темы лекции;
- следует взять за правило – выполнять работу с конспектом лекций в тот же день, когда лекция прослушана и в памяти еще осталась часть ее содержания.

2. Подготовка, выполнение и оформление практических занятий

Практические занятия расширяют область знаний в изучаемой дисциплине и показывают применение теоретической части в практике исследований, позволяют самостоятельно оперировать знаниями в решении практических задач.

Наиболее важным в этом плане является изучение и закрепление знаний о минералах и горных породах, вещественном составе минерального сырья по методическим указаниям, имеющимся на кафедре ГПР МПИ. Последующим этапом закрепления теоретического материала является изучение новых разрабатываемых месторождений в рамках существующих геолого-промышленных типов и генетической классификации МПИ и методов их разведки.

Особое внимание при изучении курса «Геология» следует обратить на работу с научной литературой по данной проблематике.

Чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнения в решении практических задач, подготовка к занятиям проводятся по прочитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных разделов лекционного курса. Они вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности. В рамках программы изучения дисциплины «Геология» предусматривается следующая тематика практических работ.

Тема 1. Изучение минералов и горных пород.

Цель практических работ – изучить основные классы минералов, обращая внимание на главные рудные минералы и горные породы – магматические, осадочные, метаморфические. Дополнительное их изучение рекомендуется проводить в Уральском геологическом музее.

Тема 2. Форма и условия залегания рудных тел.

Цель практических работ – ознакомиться с принципами определения формы рудных тел, изучить геологические разрезы, определить формы рудных тел на реальных геологических разрезах и найти их место в квалификационной таблице; по геологической обстановке на разрезе определить главные факторы, обусловившие форму и место локализации полезного ископаемого.

Места локализации рудных тел и, соответственно, их форма определяется рядом геологических факторов, в частности, условиям образования (эндогенными, экзогенными, или метаморфогенными). Как следствие, при изучении геологических разрезов месторождений, после определения формы рудного тела следует внимательно ознакомиться с геологической обстановкой и попытаться определить, какой из геологических факторов является определяющим: сингенетичность или эпигенетичность руд: отложения или замещения и др.

При выполнении работы следует иметь в виду, что форма природных геологических тел в большинстве случаев далека от идеальной, и при определении названия подбирается наиболее близкий эталон – идеальное геологическое тело.

Тема 3. Структуры и текстуры руд

Цель занятий – ознакомиться с основными структурами и текстурами руд, описать особенности минералогического состава и текстур руд различного генезиса. При изучении образцов необходимо, прежде всего, определить рудные минералы, текстуры, определить тип месторождения по типоморфным текстурам. Для этого используются таблицы «Типы текстур руд» по С.А. Вахромееву (1979).

Тема 4. Изучение генетических типов месторождений полезных ископаемых

Цель практических работ – изучение теоретического и имеющегося в учебных коллекциях каменного материала, изучить парагенетические ассоциации минералов руд, описать имеющиеся в коллекциях образцы руд и определить их место согласно генетической классификации месторождений полезных ископаемых (по В.Ф. Рудницкому, «Основы учения о полезных ископаемых», стр. 46).

Последовательность изучения генетических типов МПИ рекомендуется следующим образом:

1). Повторение теоретического материала по лекции, учебным пособиям, консультации с преподавателем, просмотр дополнительной литературы из рекомендованного списка.

2). Самостоятельная работа по дополнительному изучению образцов руд из учебных коллекций кафедры.

3). Изучение примеров месторождений данного класса по литературным данным.

4). Проверка усвоения материала по «Вопросам и заданиям для самопроверки» (В.Ф. Рудницкий, «Основы учения о полезных ископаемых», стр. 233-245).

Тема 5. Разведка месторождений.

Проработка материала по теме проводится по методическим указаниям к лабораторным работам кафедры ГПР МПИ.

3. Рекомендации по работе с литературой

Изучение учебной и научной литературы является основным видом самостоятельной работы, которая сопровождает весь процесс изучения любой дисциплины. Организацию этой работы следует строить, используя следующие рекомендации:

1. Составить перечень книг, с которыми следует познакомиться, ориентируясь на источники, содержащие необходимый материал.
2. Систематизировать перечень источников (для экзамена, для написания исследовательских работ.
3. Зафиксировать выходные данные по каждой книге.
4. Установить для себя, какие книги (или какие главы книги) следует прочитать более внимательно, а какие – просмотреть. При этом целесообразно проконсультироваться с преподавателем.
5. Все прочитанные книги, учебники и статьи рекомендуется конспектировать с указанием основных идей автора, наиболее ярких цитат (с указанием страниц источника).
6. На собственных книгах допускается делать на полях краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте – это позволяет экономить время и быстро находить «избранные» места в разных книгах.
7. Рекомендуется широко использовать интернет-источники и базы геологической литературы.

4. Подготовка к экзамену

На экзамене будут оценены полученные в процессе обучения знания (примерный перечень рассматриваемых на экзамене вопросов приведен ниже).

1. Геология, объект и предмет геологии, основные этапы развития и достижения российской геологии
2. Солнечная система и гипотезы ее происхождения
3. Физические свойства Земли (сила тяжести, плотность, магнетизм, упругие свойства)
4. Модели внутреннего строения Земли
5. Состав и строение земной коры
6. Геохронология и стратиграфия
7. Геосинклинали и платформы
8. Тектонические движения, складки и их типы
9. Разрывные нарушения, их элементы и типы
10. Землетрясения, их классификация и прогноз
11. Магматизм, классификация магматических пород
12. Минералы и их классификация
13. Метаморфизм, фации метаморфических пород
14. Выветривание горных пород, типы выветривания
15. Геологическая деятельность ветра
16. Геологическая деятельность ледников
17. Геологическая деятельность поверхностных текущих вод
18. Геологическая деятельность моря
19. Подземные воды и их классификация
20. Понятие о полезных ископаемых и их месторождениях
21. Вещественный состав полезных ископаемых. Текстуры и структуры руд
22. Форма тел полезных ископаемых
23. Магматические месторождения и их примеры
24. Гидротермальные месторождения и их примеры
25. Осадочные месторождения полезных ископаемых
26. Метаморфогенные месторождения и их примеры
27. Принципы поисковых и разведочных работ, стадии геологоразведочных пород
28. Поиски месторождений полезных ископаемых и их методы
29. Задачи разведки месторождений полезных ископаемых и технические средства разведки
30. Опробование полезных ископаемых. Классификация и подсчет запасов месторождений

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. В процессе подготовки к экзамену имеющиеся пробелы в знаниях, углубляются, систематизируются и упорядочиваются знания. На экзамене демонстрируются знания и навыки, приобретенные в процессе обучения по данной дисциплине.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, РЕКОМЕНДУЕМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ

Основная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Короновский Н.В., Старостин В.И., Авдонин В.В. Геология для горного дела. М.: Изд. Центр «Академия», 2007. 576с.	100
2	Попова О.М. Полезные ископаемые : Лабораторный практикум с основами теории. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ 2007. 97с.	10
3	Поленов Ю.А. Основы геологии: учебник / Ю.А. Поленов; Урал.гос.горный ун-т. 4-е издание, испр. доп. Екатеринбург: изд-во УГГУ, 2018. 338с.	50

Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
4	Геология и разведка месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов/ под ред. В.В.Ершова. М.: Недра, 1989 – 399с.	100
5	Рудницкий В.Ф. Основы учения о полезных ископаемых. Екатеринбург: 3-е изд. УГГУ, 2015. 238с.	100
6	Ершов В.В., Новиков А.А., Попова Г.Б. Основы геологии. М.: Недра,1986	электронная библиотека
7	Баранников А.Г., Никулина И.А., Хасанова Г.Г. Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых: учебное пособие. УГГУ, 2018.184с.	50
8	Дворник Г.П. Горнопромышленная геология. Учебное пособие. УГГУ. 2018. 234с.	50

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Все о геологии http://www.geo.web.ru

Единое окно доступа к образовательным ресурсам- Режим доступа: http://window.edu.ru

Геоинформмарк http://www.geoinform.ru

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

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета

«___» _____ 2018 г.
Председатель комиссии
проф. В. П. Барановский

Брагин В. Г., Волков Е. Б., Казаков Ю. М.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебное пособие

Издание УГГУ Екатеринбург,
2018

УДК 531
Б 87

Рецензент: *Н. М. Суслов*, д-р техн. наук, заведующий кафедрой ГМК
Уральского государственного горного университета.

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры технической механики от «07» июня 2018 г. (протокол № 7) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Печатается по решению Учебно-методического совета Уральского государственного горного университета.

Брагин В. Г., Волков Е. Б., Казаков Ю. М.

Б 87 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА: Учебное пособие / Ю. М. Казаков, В. Г. Брагин, Е. Б. Волков. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 250 с.
ISBN 978-5-8019-0460-3

Учебное пособие содержит краткие методические указания, примеры решений задач и упражнения для самостоятельной работы по основным темам курса теоретической механики: статика, кинематика точки и простейшие движения твёрдых тел, сложное движение точки, динамика точки и механической системы. Учебное пособие для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения.

ISBN 978-5-8019-0460-3

©Брагин В. Г., Волков Е. Б.,
Казаков Ю. М., 2018
©Уральский государственный горный университет, 2018

1. СТАТИКА

1.1. Основные понятия статики

Статика представляет раздел теоретической механики, в котором освещаются условия равновесия тел под действием систем сил.

Материальной точкой называют простейшую модель материального тела, размерами которого можно пренебречь и которое можно принять за геометрическую точку, имеющую массу, равную массе тела. Совокупность материальных точек называется **системой материальных точек**. Если система материальных точек такова, что движение каждой точки зависит от положения и движения остальных точек системы, то система называется **механической системой материальных точек**. Любое материальное тело представляет собой механическую систему материальных точек. Если точки системы связаны между собой так, что расстояния между любыми двумя точками не изменяются, то система называется **неизменяемой системой**, а тело – **абсолютно твердым телом**.

Силой в механике называют меру механического действия одного материального объекта (например, твердого тела) на другой. Единицей измерения силы в системе СИ является ньютон (Н). Совокупность сил, действующих на механическую систему (в частности, на твёрдое тело), называют **системой сил.**

Если система сил, приложенная к твердому телу, оставляет его в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, то такая система сил называется **уравновешенной,** или **системой сил, эквивалентной нулю**.

Если одну систему сил, действующих на твердое тело или материальную точку, можно заменить другой системой, не изменяя при этом состояния покоя или движения, в котором находится тело или материальная точка, то такие две системы сил называются **эквивалентными**. Если система сил эквивалентна одной силе, то эта сила называется **равнодействующей** данной системы сил.

Основные виды связей и их реакции

Всякое твердое тело, которое может занимать произвольное положение в пространстве, называется свободным. Если на тело наложены внешние связи, стесняющие (ограничивающие) свободу его перемещений, то тело является несвободным. Сила, с которой данная связь действует на тело, препятствуя его перемещениям, называется **реакцией связи**. Всякое несвободное твердое тело можно рассматривать как свободное, если освободить тело от связей и заменить действие связей их реакциями. **Реакция связи направлена в сторону, противоположную тому направлению, вдоль которого связь препятствует перемещению тела.**

Опора тела на гладкую плоскость (поверхность) без трения. Реакция $\vec{R}$ абсолютно гладкой поверхности приложена в точке касания и направлена перпендикулярно к общей касательной соприкасающихся поверхностей (рис. 1.1, *a*). Такая реакция называется **нормальной реакцией**.

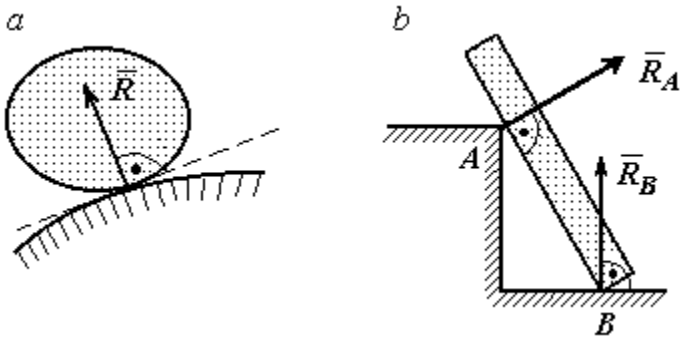


Рис. 1.1. Реакция опоры:

Брус с гладкой поверхностью (рис. 1.1, *b*), опирающийся в точке *B* на гладкий пол и в точке *A* на ребро (точечную опору), имеет реакциями опор $\vec{R}_B$ – реакцию пола и $\vec{R}_A$ – реакцию ребра (точечной опоры). Реакции приложены к брусу и направлены по нормалям к поверхности пола и поверхности бруса.

Цилиндрический шарнир и подвижная опора (каток). Цилиндрический шарнир (на рис. 1.2, *a* обозначен буквой *A*) представляет собой устройство, которое допускает поворот тела в плоскости, перпендикулярной оси шарнира (например, цилиндрическая втулка, надетая на неподвижный цилиндр).

Реакция цилиндрического шарнира $\vec{R}_A$ лежит в плоскости, перпендикулярной оси шарнира. При решении задач неизвестную по величине и направлению реакцию цилиндрического шарнира представляют в виде составляющих, $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, направленных вдоль координатных осей (см. рис. 1.2, *a*). Величина реакции $\vec{R}_A$ определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$, где $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$ – составляющие реакции.

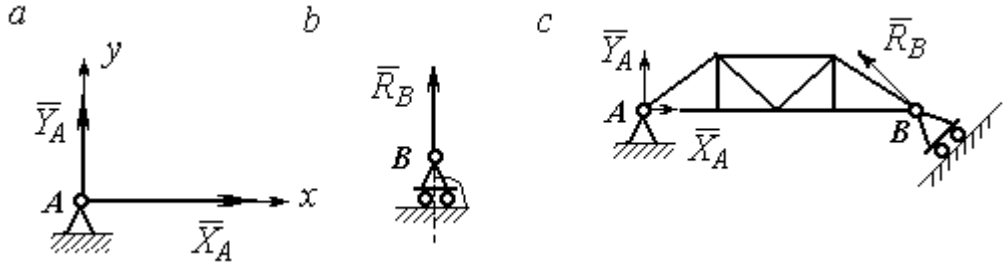


Рис. 1.2. Реакции шарнирных опор:
a – цилиндрический шарнир; *b* – каток; *c* – мостовая конструкция с цилиндрической шарнирной опорой и опорой на каток

Реакция $\vec{R}_B$ опоры на каток (подвижной опоры) (рис. 1.2, *b*) перпендикулярна опорной поверхности.

На рис. 1.2, *c* показаны реакции связей мостовой конструкции с цилиндрической шарнирной опорой и подвижной опорой (катком). Реакция цилиндрического шарнира в точке *A* изображена в виде разложения на взаимно перпендикулярные составляющие $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, реакция $\vec{R}_B$ катка в точке *B* перпендикулярна наклонной плоскости, на которой стоит каток.

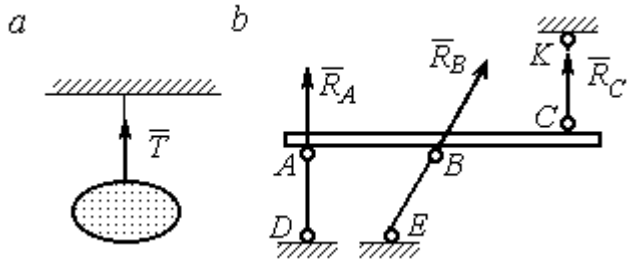


Рис. 1.3. Реакция гибкой нити и невесомого стержня

Гибкая связь и жесткий невесомый стержень. Связь в виде гибкой нерастяжимой нити (каната, троса) препятствует удалению тела от точки подвеса. (рис. 1.3, *a*). Реакция связи $\vec{T}$,

равная натяжению нити, приложена к телу и направлена вдоль нити в сторону противоположную направлению, вдоль которого нить препятствует перемещению тела

Если опорой тела служит невесомый стержень с шарнирами на концах, то реакция прямолинейного стержня приложена к телу и направлена вдоль стержня. Направление реакции стержня противоположно направлению, по которому стержень препятствует перемещению тела.

Реакции невесомых стержней, удерживающих балку, изображённую на рис. 1.3, *b*, направлены исходя из предположения, что балка может перемещаться вниз. При этом стержни *AD* и *BE* сжаты, а стержень *CK* растянут.

Сферический шарнир. Связь в виде сферического шарнира не позволяет перемещать тело в пространстве, но допускает поворот в пространстве вокруг неподвижной точки. Реакция сферического шарнира может иметь любое направление в пространстве. При решении задач реакцию изображают ее составляющими. На рис. 1.4 реакция $\vec{R}_A$ сферического шарнира *A* разложена на составляющие $\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{Z}_A$ по направлениям координатных осей. Величина реакции сферического шарнира определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2}$.

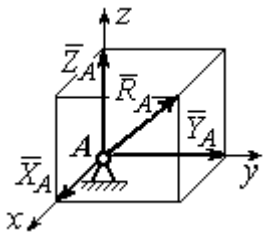


Рис. 1.4. Реакция сферического шарнира

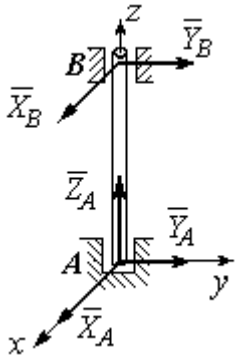


Рис. 1.5. Реакции подшипника и подпятника

Подшипник и подпятник. Подшипник представляет собой цилиндрический шарнир (рис. 1.5, подшипник *B*). Его реакция может иметь любое направление в плоскости, перпендикулярной оси шарнира. При решении задач реакция подшипника раскладывается на две составляющие. Например, на рис. 1.5 реакция $\vec{R}_B$ подшипника *B* разложена на составляющие $\vec{X}_B, \vec{Y}_B$, параллельные

координатным осям. Величина реакции подшипника определяется по формуле: $R_B = \sqrt{X_B^2 + Y_B^2}$.

Подпятник является цилиндрическим шарниром с упором. В задачах реакция подпятника обычно изображается векторами $\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{Z}_A$, представляющими разложение силы реакции подпятника по заданным направлениям координатных осей (см. рис. 1.5, подпятник *A*). Величина реакции подпятника определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2}$.

Проекция силы на ось и на плоскость

Проекция силы на ось есть алгебраическая величина, равная произведению модуля силы на косинус угла между силой и положительным направлением оси. Если этот угол острый, проекция положительна, если тупой – отрицательна. Если сила перпендикулярна оси, её проекция на ось равна нулю.

Проекции сил $\vec{F}$, $\vec{Q}$, $\vec{P}$, изображённых на рис. 1.6, *a*, на ось *x*: $F_x = F\cos\alpha$, $Q_x = Q\cos\alpha_1 = -Q\cos\varphi$, $P_x = P\cos 90^\circ = 0$.

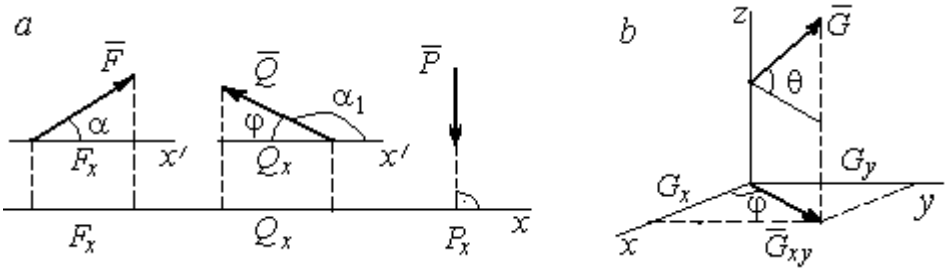


Рис. 1.6. Проекция силы на ось и на плоскость:
a – проекция силы на ось; *b* – проекция силы на плоскость

Проекцией силы на плоскость называется вектор, заключённый между проекциями начала и конца силы $\vec{G}$ на эту плоскость.

На рис. 1.6, *b* вектор $\vec{G}_{xy}$ является проекцией силы $\vec{G}$ на плоскость *xy*. По величине $G_{xy} = G\cos\theta$, где θ – угол между направлением силы $\vec{G}$ и её проекции

$\vec{G}_{xy}$. Проекции силы $\vec{G}$ на оси xyz: $G_x = G_{xy}\cos\varphi = G\cos\theta\cos\varphi$, $G_y = G_{xy}\sin\varphi = G\cos\theta\sin\varphi$, $G_z = G\sin\theta$.

1.2. Система сходящихся сил. Условия равновесия

Для равновесия **пространственной системы сходящихся сил** необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из трёх осей прямоугольной системы координат были равны нулю:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum F_{kz} = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} – проекции всех сил на координатные оси.

Для равновесия **плоской системы сходящихся сил** необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух осей прямоугольной системы координат, расположенной в плоскости действия сил, были равны нулю: $\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0$, где F_{kx}, F_{ky} – проекции всех сил на координатные оси.

Примеры решения задач на равновесие сходящейся системы сил

Задача 1. Каток весом 20 кН удерживается на гладкой наклонной плоскости тросом, который одним концом закреплён на поверхности шара, а другим – на вертикальной стене (рис. 1.7). Угол наклона троса к вертикальной стене $\beta = 120°$. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 45°$. Определить силу давления катка на плоскость и натяжение троса.

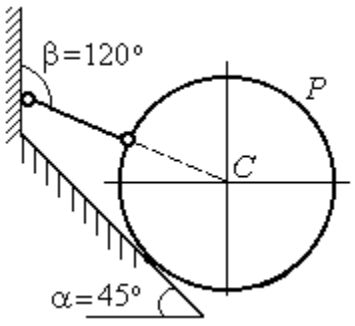


Рис. 1.7. Равновесие шара

Решение

При равновесии на каток действуют сила тяжести $\vec{P}$, реакция троса $\vec{N}$ и реакция опоры $\vec{R}$. Линии действия всех сил находятся в одной плоскости и пересекаются в центре шара. Направления реакций показаны на рис. 1.8.

Условия равновесия плоской сходящейся системы сил:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0.$$

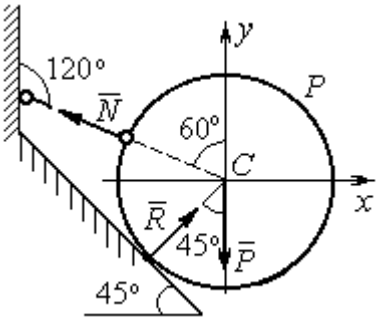


Рис. 1.8. Силы, действующие на каток, при его равновесии

Проведя оси координат, как показано на рис. 1.8, выразим условия равновесия в виде системы уравнений:

$$\sum F_{kx} = -N\cos 30^\circ + R\cos 45^\circ = 0;\ \sum F_{ky} =$$

$$N\cos 60^\circ + R\cos 45^\circ - P = 0.$$

Подставляя в уравнения исходные данные задачи, найдем: N = 14,64 кН, R = 17,93 кН.

Натяжение троса равно модулю его реакции. Сила давления катка на плоскость равна реакции опоры гладкой плоскости, но направлена в противоположную сторону.

Задача 2. Кронштейн состоит из невесомых стержней *AC* и *BC*, скрепленных друг с другом и с вертикальной стеной шарнирами, как показано на рис. 1.9. Стержень *BC* горизонтален, стержень *AC* составляет с горизонталью угол β = 60º. К шарниру *C* прикреплены два троса, удерживающие грузы 1 и 2 весом G_1 = 10 кН и G_2 = 12 кН. Трос, удерживающий груз 1, вертикален, а другой перекинут через блок *D* так, что угол наклона участка троса *CD* к вертикали α = 60º. Определить реакции стержней *BC* и *AC*.

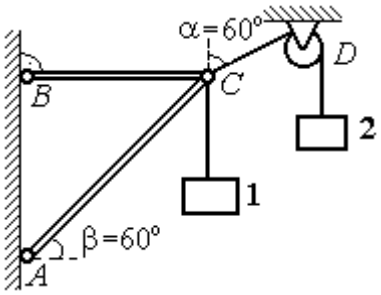


Рис. 1.9. Равновесие кронштейна

Решение

Рассмотрим равновесие узла *C*, в котором закреплены стержни и тросы. На узел *C* действуют реакции $\vec{T}_1$ и $\vec{T}_2$ тросов, натянутых грузами 1 и 2, и реакции $\vec{N}_1$ и $\vec{N}_2$ стержней *BC* и *AC* (рис. 1.10). Модули реакций тросов $\vec{T}_1$ и $\vec{T}_2$ равны весу грузов: $T_1 = G_1$, $T_2 = G_2$.

Плоская система сил ($\vec{T}_1$, $\vec{T}_2$, $\vec{N}_1$, $\vec{N}_2$) является сходящейся. Условия равновесия: $\sum F_{kx} = 0$, $\sum F_{ky} = 0$. Проведя оси координат xCy, как показано на рис. 1.10, и определяя проекции сил на оси, получим систему уравнений:

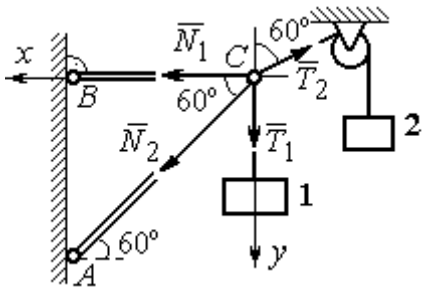


Рис. 1.10. Силы, действующие на узел *C* при его равновесии

$$N_1 + N_2\cos 60^\circ - T_2\cos 30^\circ = 0;$$

$$N_2\cos 30^\circ + T_1 - T_2\cos 60^\circ = 0.$$

Подставим в уравнения исходные данные задачи. С учётом того, что $T_1 = G_1 = 10$ кН, $T_2 = G_2 = 12$ кН, найдём значения реакций: N_1 = 12,7 кН, N_2 = – 4,62 кН. Отрицательная величина N_2 означает, что вектор $\vec{N}_2$ реакции стержня *AC* направлен в противоположную сторону.

Задача 3. Груз весом *P* = 20 кН поднимается стержневым краном *ABC* посредством каната, перекинутого через блоки *B* и *D* (рис. 1.11). Блок *B* установлен в месте шарнирного соединения невесомых стержней *AB* и *BC*, блок *D* укреплён так, что участок троса *DB* составляет с вертикалью угол $\beta = 60^\circ$. Стержни *AB* и *BC* соединены со стенками шарнирами. Конец троса, несущий груз *P*, переброшен через блок *E* и на отрезке *BE* составляет с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Пренебрегая трением в блоке и размерами блока *B*, определить усилия в стержнях *AB* и *BC* при равновесии груза.

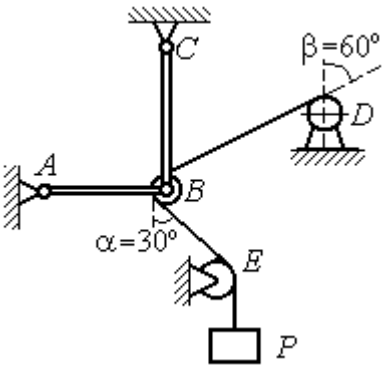


Рис. 1.11. Равновесие стержневой конструкции

Решение

Рассмотрим равновесие блока *B* вместе с отрезками нити *BE* и *BD*. Освободим блок *B* от связей и заменим их реакциями.

Рассматривая блок и отрезок нити как одно целое, можно не учитывать силы взаимного давления нити и блока. На блок действует реакция $\vec{T}$ нити *BD*, приложенная в точке *D*, численно равная весу груза *P*, реакция $\vec{T}'$ нити *BE*, приложенная в точке *E* и также численно равная весу груза *P* и реакции стержней $\vec{N}_1$, $\vec{N}_2$ (см. рис. 1.12).

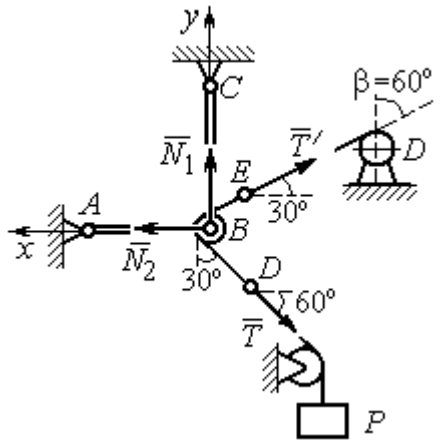


Рис. 1.12. Силы, действующие на блок *B*, при его равновесии

Пренебрегая размерами блока, можно считать систему сил сходящейся. Проведём координатные оси, как показано на рис. 1.12, и выразим условия равновесия плоской сходящейся системы сил в виде системы уравнений:

$$\sum F_{kx} = N_2 - T'\cos 30^\circ - T\cos 60^\circ = 0;\ \sum F_{ky} = N_1 + T'\cos 60^\circ - T\cos 30^\circ = 0.$$

Решая полученную систему уравнений с учётом, что $T' = T = P$ = 20 кН, получим: N_1 = 7,32 кН, N_2 = 27,32 кН.

Задача 4. Шахта ориентируется в вертикальной плоскости с помощью несвободного проволочного отвеса *CBDP*, натянутого грузом весом *P* = 50 Н (рис. 1.13).

Определить натяжения частей отвеса *CB*, *BD*, *DP* и натяжения оттяжек *BA* и *DE*, если угол отклонения оттяжки *BC* от горизонтали $\alpha = 60^\circ$, а отклонение средней части отвеса *BD* от вертикали $\beta = 4^\circ$. Весом проволоки отвеса пренебречь.

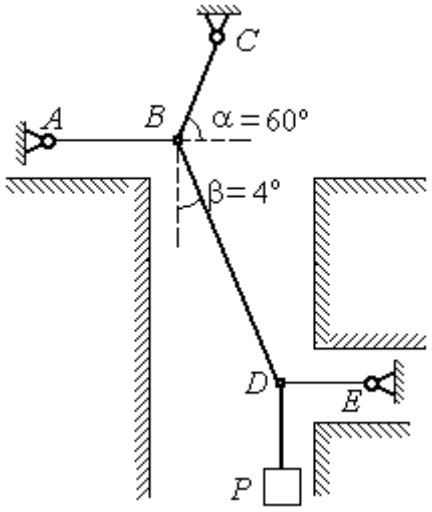


Рис. 1.13. Схема отвеса

Решение

Рассмотрим равновесие узла *D*, в котором сходятся три силы – реакция $\vec{S}$ средней части отвеса, реакция $\vec{T}_E$ оттяжки *DE* и реакция $\vec{T}_P$ отвеса на участке

DP, равная весу груза $T_P = P$ (рис. 1.14). Выберем оси координат *xDy*, как показано на рис. 1.14, и составим уравнения равновесия узла *D:*

$$\sum F_{kx} = S\cos 86^\circ - T_E = 0; \quad \sum F_{ky} = S\cos 4^\circ - T_P = 0.$$

Из второго уравнения с учётом, что натяжение отвеса на участке *DP* $T_P = P = 50$ Н, находим натяжение S на среднем участке отвеса: $S = \dfrac{T_P}{\cos 4^\circ} = 50{,}12$ Н. Из первого уравнения находим натяжение $T_E = S\cos 86^\circ = 3{,}49$ Н.

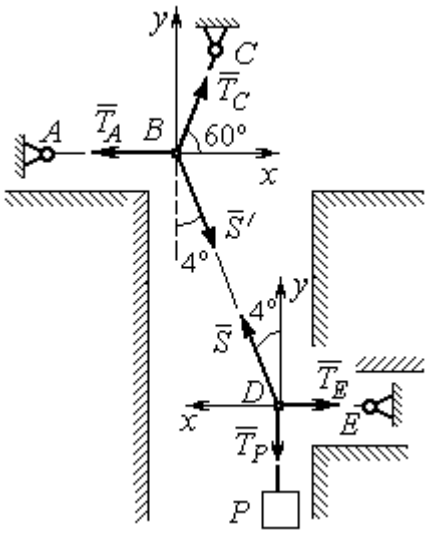


Рис.1.14. Силы, действующие в узлах *B* и *D* при равновесии

Теперь рассмотрим равновесие узла *B*, на который действуют реакция $\vec{T}_A$ оттяжки *BA*, реакция $\vec{T}_C$ верхней части отвеса *BC* и реакция $\vec{S}'$ средней части отвеса. Вектор силы $\vec{S}'$ противоположен направлению вектора $\vec{S}$: $\vec{S}' = -\vec{S}$, а численно (по принципу равенства действия и противодействия) они равны $S' = S$ (см. рис. 1.14). Выберем оси координат *xBy*, как показано на рис. 1.14, и составим уравнения равновесия узла *B:*

$$\sum F_{kx} = T_C\cos 60^\circ + S'\cos 86^\circ - T_A = 0; \quad \sum F_{ky} = T_C\cos 30^\circ - S'\cos 4^\circ = 0.$$

Находим натяжение отвеса на верхнем участке *BC* и натяжение T_A оттяжки *BA*: $T_C = \dfrac{S'\cos 4^\circ}{\cos 30^\circ} = 57{,}73$ Н; $T_A = T_C\cos 60^\circ + S'\cos 86^\circ = 32{,}36$ Н.

Задача 5. Груз *P* = 20 кН удерживается двумя стержнями *AC*, *AD* одинаковой длины и цепью *AB*, скреплённых в точке *A*, так, что плоскость треугольника *ADC* горизонтальна (рис. 1.15). Цепь *BA* отклонена от вертикальной стены на угол $\beta = 60^\circ$ и расстояние *CE* = *ED*. Трос закреплён одним концом в точке *A*, а другой его конец, несущий груз, переброшен через блок *K* так, что отрезок троса *AK* находится в плоскости, параллельной плоскости

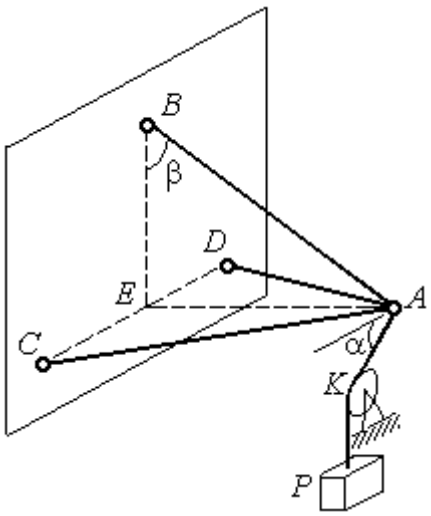


Рис. 1.15. Конструкция пространственного кронштейна

стены, и составляет с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Крепления стержней шарнирные. Углы у оснований стержней $\angle DCA = \angle CDA = 60^\circ$. Определить реакции стержней и натяжение цепи. Весами стержней пренебречь.

Решение

Рассмотрим равновесие узла *A*. Освобождаем узел от связей, заменяя действие связей реакциями. Реакции стержней $\vec{S}_D$ и $\vec{S}_C$ направлены по стержням, реакция цепи $\vec{S}_B$ направлена вдоль линии натянутой цепи (рис. 1.16).

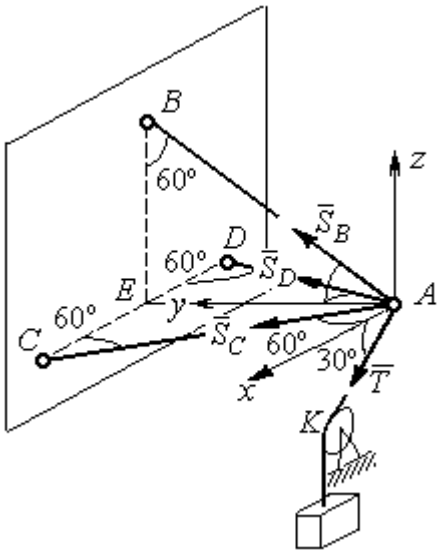


Рис. 1.16. Силы, действующие на узел *A*, при его равновесии

Реакция троса $\vec{T}$ направлена вдоль троса по линии *AK* и численно равна весу груза: $T = P$. Направления реакций выбраны в предположении, что стержни и цепь растянуты.

Выберем систему координат, как показано на рис. 1.16. На узел *A* действует пространственная сходящаяся система сил.

Условия равновесия пространственной сходящейся системы сил $\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum F_{kz} = 0$, где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} – проекции всех сил на координатные оси. Составляем уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = S_C \cos 60^\circ - S_D \cos 60^\circ + T \cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = S_C \cos 30^\circ + S_D \cos 30^\circ + S_B \cos 30^\circ = 0; \quad \sum F_{kz} = S_B \cos 60^\circ - T \cos 60^\circ = 0.$$

Решая эту систему, находим $S_B = T = P = 20$ кН; $S_C = -27{,}32$ кН; $S_D = 7{,}32$ кН. Знак минус величины S_C показывает, что реакция стержня AC имеет обратное направление. Натяжение цепи равно модулю реакции $\vec{S}_B$.

Задача 6. Подъёмное устройство (рис. 1.17) состоит из двух стержневых опор *DB* и *DA* и растяжки *DC*, соединённых в точке *D*. В точке *D* к устройству прикреплена вертикальная нить, удерживающая груз весом *P* = 50 кН.

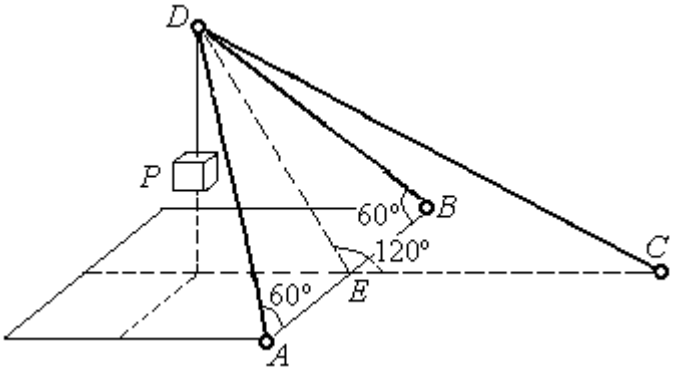


Рис. 1.17. Конструкция подъёмного устройства

Определить реакцию стержневых опор и усилие в растяжке подъёмного устройства, если крепления стержней шарнирные, угол $\angle DEC = 120^\circ$, $AE = EB$, $DE = EC$, а углы в основании опор $\angle DAB = \angle DBA = 60^\circ$.

Решение

Рассматриваем равновесие узла *D*. Освобождаем узел от связей, заменяя действие связей реакциями. Реакции стержней $\vec{S}_A$, $\vec{S}_B$, $\vec{S}_C$ направлены по стержням, реакция нити $\vec{T}$, численно равная весу тела, направлена вдоль нити (рис. 1.18). Направление реакций выбрано в предположении, что все стержни растянуты.

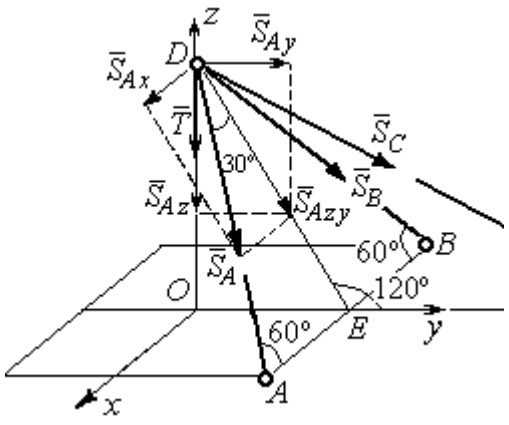


Рис. 1.18. Силы, действующие на узел *D*, при его равновесии

На узел *D* действует пространственная сходящаяся система сил. Выберем систему координат *Oxyz*, как показано на рис. 1.18, и составим уравнения равновесия. Заметим, что при определении проекции силы $\vec{S}_A$ на оси координат следует вначале получить её проекции $\vec{S}_{Ax}$

на ось Ox и $\vec{S}_{Azy}$ – на плоскость Oyz, а затем найти проекции силы $\vec{S}_{Azy}$ на оси Oy и Oz. На рис. 1.18 показана последовательность вычисления проекций силы $\vec{S}_A$ на оси координат: $S_{Ax} = S_A\cos60^\circ$, $S_{Ay} = S_{Azy}\cos60^\circ = S_A\cos30^\circ\cos60^\circ$, $S_{Az} = -S_{Azy}\cos30^\circ = -S_A\cos^2 30^\circ$. Определение проекций силы $\vec{S}_B$ производится аналогично. Сила $\vec{S}_C$ расположена в плоскости Oyz и имеет своими проекциями $S_{Cy} = S_C\cos30^\circ$, $S_{Cz} = -S_C\cos60^\circ$. В результате уравнения равновесия узла D принимают вид

$$\sum F_{ky} = S_A\cos30^\circ\cos60^\circ + S_B\cos30^\circ\cos60^\circ + S_C\cos30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{kx} = S_A\cos60^\circ - S_B\cos60^\circ = 0;$$

$$\sum F_{kz} = -S_A\cos^2 30^\circ - S_B\cos^2 30^\circ - S_C\cos60^\circ - T = 0.$$

Решая систему, получим: $S_A = S_B = -50$ кН, $S_C = 50$ кН.

Отрицательные значения S_A и S_B означают, что реакций стержней AD и DB направлены в противоположную сторону. В результате стержни AD и DB сжаты, а стержень DC растянут.

1.3. Произвольная плоская система сил

Система сил, расположенных в одной плоскости, называется **плоской системой сил.**

Алгебраическим моментом $M_O(\vec{F})$ силы $\vec{F}$ относительно центра O, или просто **моментом силы** $\vec{F}$ относительно центра, называют взятое с соответствующим знаком произведение модуля силы $\vec{F}$ и кратчайшего расстояния h от центра до линии действия силы (рис. 1.19, *а*): $M_O(\vec{F}) = \pm Fh$. Величину h называют **плечом силы.** Единица измерения момента – Н·м. Момент считается положительным, если сила $\vec{F}$ стремится повернуть тело вокруг центра в направлении против хода часовой стрелки, и отрицательным – в обратном случае.

На рис. 1.19, *b* показаны знаки моментов сил $\vec{F}$ и $\vec{Q}$ относительно центра *O*: $M_O(\vec{F}) = +Fh_2$, $M_O(\vec{Q}) = -Qh_1$. Момент силы $\vec{R}$ относительно центра *O* равен нулю: $M_O(\vec{R}) = 0$, так как плечо силы равно нулю.

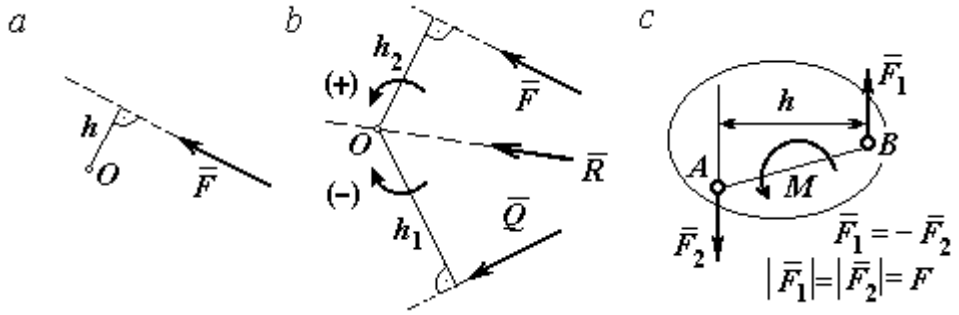


Рис. 1.19. Схемы к вычислению момента силы:
a, b – момент силы относительно центра; *c* – момент пары сил

Парой сил, или просто парой (рис.1.19, *c*), называют систему двух равных по модулю сил, параллельных, направленных в противоположные стороны и не лежащих на одной прямой. **Плечом пары** называют кратчайшее расстояние между линиями действия ее сил. Алгебраическим моментом пары сил, или **моментом пары,** называют взятое со знаком плюс или минус произведение модуля одной из сил пары и плеча пары. Правило знаков такое же, как и для момента силы. Пара сил, показанная на рис. 1.19, *c*, имеет плечо *h* и момент *M*: $M = F_1 h = F_2 h$. Поскольку пара сил характеризуется только ее моментом, на схемах пару часто изображают дуговой стрелкой, показывающей направление поворота твердого тела под действием пары (см. *M* на рис. 1.19, *c*).

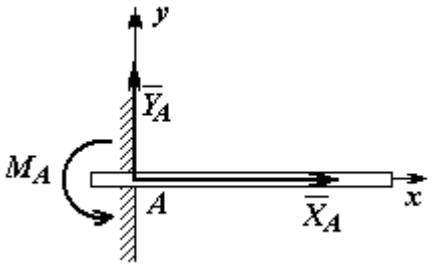


Рис. 1.20. Реакция жесткой заделки

Жесткая заделка. Такая связь (рис. 1.20) препятствует не только линейным перемещениям тела, но и повороту. Реакция жесткой заделки состоит из силы реакции $\vec{R}_A$ и пары сил с моментом M_A. Силу реакции жесткой заделки $\vec{R}_A$ изображают ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, направленными вдоль координатных

осей (см. рис. 1.20). Величина силы реакции $\vec{R}_A$ определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$.

При вычислении моментов сил часто применяют **теорему Вариньона** о том, что момент равнодействующей системы сил относительно любого центра равен сумме моментов всех сил этой системы относительно того же центра. На рис. 1.21 показана схема применения теоремы Вариньона. Силу $\vec{F}$ раскладываем на составляющие $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, направленные вдоль координатных осей так, что имеет место равенство $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$. Численно составляющие $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ равны проекциям силы $\vec{F}$ на координатные оси: $F_1 = F\cos\alpha$, $F_2 = F\sin\alpha$. Для каждой из составляющих находим плечи h_1 и h_2 относительно центра *O*. Тогда (с учётом знаков) момент силы $\vec{F}$ относительно центра *O*: $M_O(\vec{F}) = M_O(\vec{F}_1) + M_O(\vec{F}_2) = F_1 h_1 + F_2 h_2$.

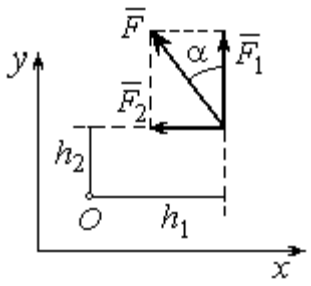


Рис.1.21. Применение теоремы Вариньона

Распределённая нагрузка. Силы, приложенные непрерывно вдоль некоторой поверхности, называются **распределенными**. Распределённая нагрузка характеризуется интенсивностью *q*. Интенсивность нагрузки, равномерно распределённой вдоль прямой, измеряется в Н/м. На рис. 1.22 приведена плоская система сил, равномерно распределённых вдоль прямой. Равнодействующая $\vec{Q}$ сил, равномерно распределённых вдоль прямой, приложена в середине отрезка действия распределённой нагрузки и по модулю равна произведению интенсивности нагрузки на длину её действия: $Q = qa$, где a – длина отрезка действия распределённой нагрузки.

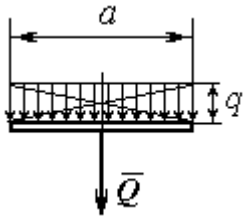


Рис. 1.22. Нагрузка, равномерно распределённая по прямой

Основная форма условий равновесия плоской системы сил. Для равновесия плоской системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы

проекций всех сил на каждую из двух осей прямоугольной системы координат, расположенной в плоскости действия сил, были равны нулю и сумма моментов сил относительно любого центра, находящегося в плоскости действия сил, была равна нулю:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum M_A(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky} – проекции всех сил на координатные оси; $M_A(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно произвольно выбранного центра A.

Примеры решения задач на равновесие произвольной плоской системы сил

Задача 7. Однородная балка *AB* весом *P* = 100 кН прикреплена к стене шарниром *A* (рис.1.23). Балка удерживается под углом 60° к вертикали при помощи троса, прикреплённого к балке в точке *B*, перекинутого через блок *D* и несущего груз *Q*. Участок троса *DB* образует с вертикалью угол 30°. В точке *C* к балке подвешен груз *G* весом *G* = 200 кН. Определить вес груза *Q*, удерживающий балку в равновесии, и реакцию шарнира *A*, пренебрегая трением в блоке, если расстояние $BC = 0{,}25BA$.

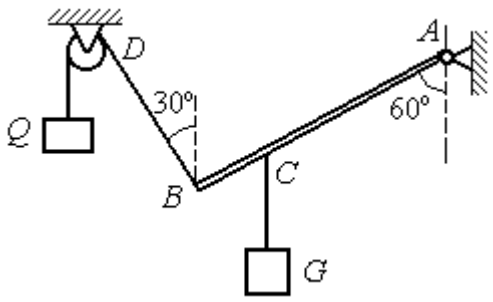


Рис. 1.23. Равновесие балки

Решение

Объектом равновесия является балка *AB*. На балку действуют сила тяжести $\vec{P}$, приложенная в середине отрезка *AB*, реакция шарнира *A*, представленная в виде двух составляющих $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, направленных вдоль координатных осей, реакция $\vec{T}_1$ нити, удерживающей груз *Q*, и реакция $\vec{T}_2$ нити, удерживающей груз *G*. Направления сил и реакций связей показаны на рис. 1.24.

Силы – $\vec{T}_1$, $\vec{T}_2$, $\vec{P}$, $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, действующие на балку, составляют произвольную плоскую систему. Условия равновесия произвольной плоской системы сил:

$$\sum F_{kx} = 0;\ \sum F_{ky} = 0;\ \sum M_A(\vec{F}_k) = 0.$$

Выберем систему координат *xAy,* как показано на рис. 1.24.

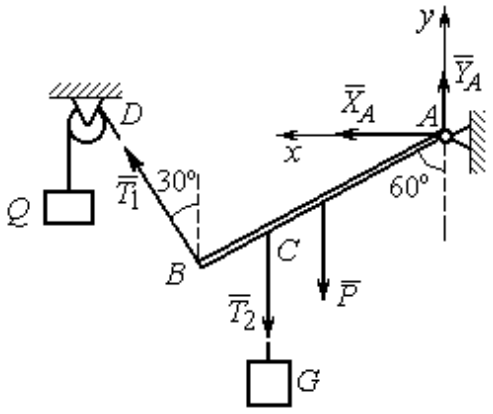


Рис. 1.24. Внешние силы и реакции связей при равновесии балки

Первые два уравнения равновесия имеют вид

$$\sum F_{kx} = X_A + T_1\cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = Y_A + T_1\cos 30^\circ - T_2 - P = 0.$$

Выберем центром точку *A* и будем вычислять моменты сил относительно этого центра. Обозначим (для удобства записи) длину $AB = \ell$. Условие равновесия балки в форме равенства нулю суммы моментов сил относительно центра *A* имеет вид

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -T_1\ell + T_2\frac{3}{4}\ell\cos 30^\circ + P\frac{1}{2}\ell\cos 30^\circ = 0.$$

Подставим данные из условия задачи, с учётом, что реакция нити, удерживающей груз *Q,* по модулю равна весу этого груза: $T_1 = Q$, а реакция нити, удерживающей груз *G*, численно равна весу груза *G*: $T_2 = G$.

Получим систему уравнений:

$$X_A + Q\cdot 0{,}5 = 0,\ Y_A + Q\cdot 0{,}866 - 300 = 0,\ -Q + 173{,}2 = 0.$$

Решая систему, найдём Q = 173,2 кН, X_A = – 86,6 кН, Y_A = 150,01 кН.

Задача 8. Рама *ACE* (рис. 1.25, *а*) в точке *A* закреплена на цилиндрической шарнирной опоре, а в точке *B* поддерживается вертикальным невесомым стержнем *BK*. На раму действуют: пара сил с моментом *M* = 8 кН·м, сила $\vec{F}$, равная по модулю *F* = 10 кН, приложенная в точке *D* под углом 60° к раме, и равномерно распределенная на отрезке *AB* нагрузка интенсивностью *q* =2 кН/м.

В точке *E* под прямым углом к отрезку *CE* рамы прикреплен трос, переброшенный через блок и несущий груз P = 20 кН.

Пренебрегая весом балки, определить реакцию шарнира *A* и реакцию стержневой опоры *BK*, если a = 2 м.

Решение

Рассмотрим равновесие рамы *ACE*. Выбираем систему координат *xAy*, например, как показано на рис. 1.25, *b*.

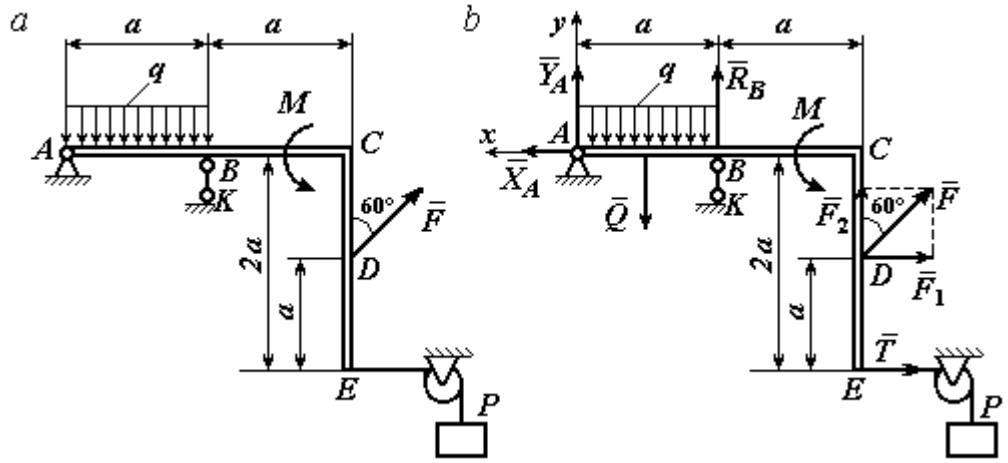


Рис. 1.25. Равновесие рамы:
a – конструкция и нагрузка рамы; *b* – внешние силы и реакции связей при равновесии рамы

Заменяем действие связей их реакциями. Изображаем реакцию $\vec{R}_A$ шарнира *A* двумя ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, направленными, соответственно, вдоль горизонтальной оси *Ax* и вертикальной *Ay*. Реакция $\vec{R}_B$ невесомой стержневой опоры *BK* приложена в точке *B* и направлена вдоль стержня *BK*. Действие груза *P* на раму изображается реакцией троса $\vec{T}$, модуль которой равен весу груза $T = P$. Заменяем распределенную нагрузку её равнодействующей $\vec{Q}$. Сила $\vec{Q}$ приложена в середине отрезка *AB* и численно равна: $Q = qa$ = 2·2 = 4 кН. На рис. 1.25, *b* показано направление внешних сил и реакций при равновесии рамы. Направление реакции стержневой опоры *BK* выбрано в предположении, что стержень сжимается.

При равновесии рамы *ACE* действующие на неё силы составляют уравновешенную произвольную плоскую систему сил ($\vec{Q}, \vec{F}, \vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{R}_B, \vec{T}, M$) ~ 0. Условия равновесия имеют вид $\sum F_{kx} = 0$; $\sum F_{ky} = 0$; $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$. Вычисляя проекции сил на оси *Ax*, *Ay*, первые два уравнения из условий равновесия получим в виде:

$$\sum F_{kx} = X_A - F\cos 30^\circ - T = 0; \quad \sum F_{ky} = Y_A - Q + R_B + F\cos 60^\circ = 0. \qquad (1.1)$$

При составлении третьего уравнения моменты сил будем вычислять относительно центра *A*. В этом случае линии действия сил $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, составляющих реакцию шарнира *A*, проходят через центр *A*, плечи сил равны нулю, и, следовательно, моменты этих сил относительно данного центра равны нулю: $M_A(\vec{X}_A) = 0$, $M_A(\vec{Y}_A) = 0$.

При определении момента силы $\vec{F}$ удобнее воспользоваться теоремой Вариньона. С этой целью представим вектор силы $\vec{F}$ как равнодействующую двух сил $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, параллельных осям *Ax* и *Ay*: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ (см. рис. 1.25, *b*). Величины сил $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ определяются как проекции силы *F* на оси координат: $F_1 = F\cos 30^\circ$, $F_2 = F\cos 60^\circ$. По теореме Вариньона момент силы $\vec{F}$ относительно центра *A* равен сумме моментов сил $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ относительно того же центра *A*: $M_A(\vec{F}) = M_A(\vec{F}_1) + M_A(\vec{F}_2) = F_1 \cdot a + F_2 \cdot 2a$.

В результате уравнение равновесия в форме моментов имеет вид

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -Q \cdot 0{,}5a + R_B a + M + F\cos 60^\circ \cdot 2a + F\cos 30^\circ \cdot a + T2a = 0. \quad (1.2)$$

Подставляя в уравнения равновесия (1.1), (1.2) численные значения из условий задачи, получим систему уравнений относительно неизвестных X_A, Y_A, R_B. Решая эту систему, найдем: X_A = 28,66 кН; Y_A = 59,66 кН; R_B = – 60,66 кН.

Отрицательное значение величины R_B означает, что фактическое направление реакции $\vec{R}_B$ стержневой опоры BK противоположно направлению, показанному на рис. 1.25, *b*, т. е. стержень BK растягивается. Реакция шарнирной опоры *A* – сила $\vec{R}_A$ – находится как геометрическая (векторная) сумма сил $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$. Величина реакции $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = \sqrt{28{,}66^2 + 59{,}66^2} = 66{,}18$ кН.

Задача 9. Прямоугольная рама *ABCED* (рис. 1.26) в точке *A* закреплена жёсткой заделкой. В точке *E* к раме прикреплена нить, составляющая угол 60º к горизонту. Другой конец нити, переброшенный через невесомый блок, несёт груз весом *P* = 15 кН. На раму действуют: пара сил с моментом *M* = 12 кН·м, сила $\vec{F}$, равная по модулю *F* = 10 кН, приложенная в точке *C* под углом 30° к горизонтальному участку рамы *BE*, и равномерно распределенная на отрезке *BC* нагрузка интенсивностью *q* = 2 кН/м. В точке *D* под углом 60° к горизонту на раму действует сила $\vec{G}$, численно равная 20 кН.

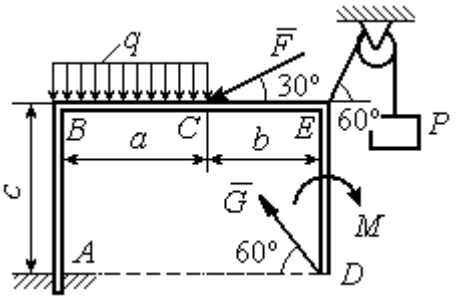


Рис. 1.26. Конструкция рамы

Пренебрегая весом рамы, определить реакцию жесткой заделки в точке *A*, если размеры рамы: *a* = 2 м, *b* = 1 м, *c* = 5 м.

Решение

Объектом равновесия является рама *ABCED*. Связями в данной конструкции являются жесткая заделка рамы в точке *A* и нить, натянутая грузом *P*. Заменяем действие связей их реакциями. Изображаем реакцию жесткой заделки в точке *A* в виде силы, которую представим двумя ее составляющими – $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, и парой сил с моментом M_A (рис. 1.27). Реакция нити $\vec{T}$, приложенная

к раме в точке *E*, направлена вдоль нити и численно равна весу груза $T = P$. Заменяем распределенную нагрузку её равнодействующей $\vec{Q}$. Сила $\vec{Q}$ риложена в середине отрезка *AB* и численно авна: $Q = qa = 4$ кН.

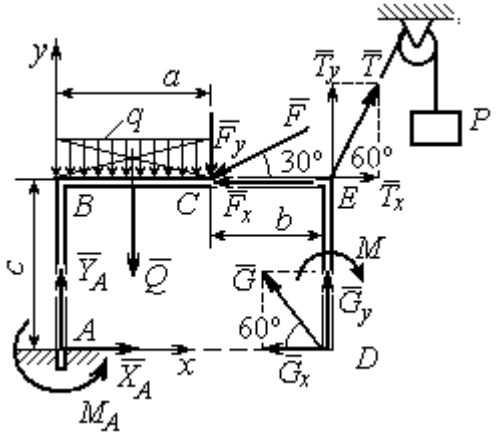


Рис. 1.27. Внешние силы и реакции связей при равновесии рамы

Действующие на раму силы составляют равновешенную произвольную плоскую истему сил: $(\vec{Q}, \vec{F}, \vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{G}, \vec{T}, M) \sim 0$. Условия равновесия для такой системы сил: $\sum F_{kx} = 0$; $\sum F_{ky} = 0$; $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$.

Выбираем систему координат *xAy*, например, как показано на рис. 1.27, и составляем уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = X_A - F\cos 30^\circ + T\cos 60^\circ - G\cos 60^\circ = 0; \qquad (3)$$

$$\sum F_{ky} = Y_A - Q - F\cos 60^\circ + T\cos 30^\circ + G\cos 30^\circ = 0. \qquad (4)$$

Моменты сил будем вычислять относительно центра *A*. В этом случае моменты сил $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$ равны нулю: $M_A(\vec{X}_A) = 0$; $M_A(\vec{Y}_A) = 0$.

При определении момента силы $\vec{F}$ удобно воспользоваться теоремой Вариньона. С этой целью представим вектор силы $\vec{F}$ как равнодействующую двух сил $\vec{F}_x$ и $\vec{F}_y$, параллельных осям *Ax* и *Ay*: $\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$ (см. рис. 1.27). Величины сил $\vec{F}_x$ и $\vec{F}_y$ определяются как проекции силы $\vec{F}$ на оси координат: $F_x = F\cos 30^\circ$, $F_y = F\cos 60^\circ$. Плечо вектора силы $\vec{F}_x$ относительно центра *A* равно *c* (как длина перпендикуляра, проведённого из центра *A* на линию действия силы $\vec{F}_x$), плечом силы $\vec{F}_y$ является расстояние *a*. По теореме Вариньона момент силы $\vec{F}$ относительно центра A равен алгебраической сумме моментов сил $\vec{F}_x$ и $\vec{F}_y$ относительно того же центра:

$$M_A(\vec{F}) = M_A(\vec{F}_x) + M_A(\vec{F}_y) = F_x \cdot c - F_y \cdot a = F\cos 30^\circ \cdot c - F\cos 60^\circ \cdot a.$$

Аналогично вычисляем моменты сил $\vec{G}$ и $\vec{T}$: $M_A(\vec{G}) = G\cos 30^\circ \cdot (a+b)$; $M_A(\vec{T}) = -T\cos 60^\circ \cdot c + T\cos 30^\circ \cdot (a+b)$. В результате уравнение моментов имеет вид:

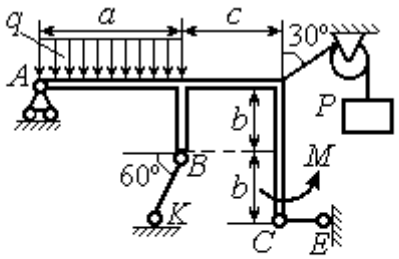
$$\sum M_A(\vec{F}_k) = F\cos 30^\circ \cdot c - F\cos 60^\circ \cdot a - T\cos 60^\circ \cdot c + T\cos 30^\circ \cdot (a+b) +$$

$$+ G\cos 30^\circ \cdot (a+b) - Q\frac{a}{2} - M + M_A = 0. \qquad (1.5)$$

Подставляя в уравнения равновесия (1.3) – (1.5) численные значения из условий задачи, получим систему уравнений относительно неизвестных X_A, Y_A, M_A, откуда найдём значения реакций: $X_A = 11{,}16$ кН; $Y_A = -21{,}31$ кН; $M_A = -70{,}73$ Н·м. Знаки показывают, что составляющая $\vec{Y}_A$ силы реакции жёсткой заделки и момент реакции M_A направлены в противоположную сторону. Величина силы реакции жесткой заделки $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 24{,}05$ кН.

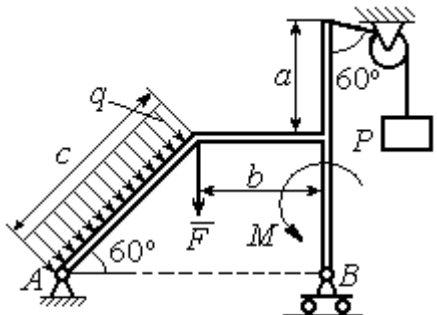
Упражнения

Упражнение 1.1



$a = 3$ м, $b = 1$ м, $c = 2$ м,
$P = 15$ кН, $M = 3$ кНм, $q = 5$ кН/м.
Найти реакцию стержней BK, CE
и реакцию шарнира A

Упражнение 1.2

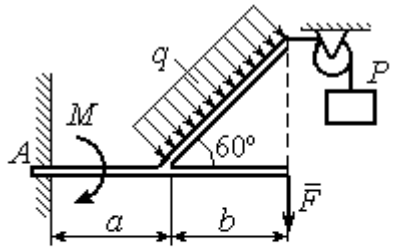


$a = 2$ м, $b = 1$ м, $c = 3$ м,
$M = 3$ кНм, $q = 3$ кН/м,
$P = 2$ кН, $F = 4$ кН.
Найти реакцию шарниров A и B

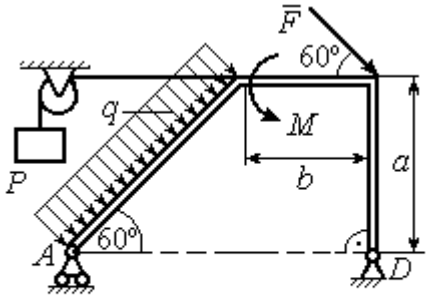
Рис. 1.28. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 1.1, 1.2

Упражнение 1.3

Упражнение 1.4



$a = 1$ м, $b = 2$ м, $F = 2$ кН,
$P = 3$кН, $M = 3$ кН·м,
$q = 2$ кН/м
Найти реакцию жесткой заделки



$a = 3$ м, $b = 1$ м, $P = 2$ кН, $F = 3$ кН,
$M = 3$ кН·м, $q = 2$ кН/м.
Найти реакцию шарниров A и D

Рис. 1.29. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 1.3, 1.4

1.4. Равновесие систем тел

Связи, соединяющие части конструкции, называются **внутренними** в отличие от **внешних** связей, скрепляющих конструкцию с внешними телами, не входящими в данную конструкцию.

Одним из способов решения задач на равновесие сил, действующих на сочленённую конструкцию, является **разбиение конструкции на отдельные тела** и составление уравнений равновесия для каждого из тел, входящих в конструкцию. В уравнения равновесия будут входить только силы, непосредственно приложенные к телу, равновесие которого рассматривается. **При этом реакции внутренних связей, приложенные к разным телам, будут попарно равны по модулю и противоположны по направлению.**

Примеры решения задач на равновесие систем тел

Задача 10. Диск весом Q = 100 кН опирается на вертикальную стенку и на наклонную балку AB. На диск действует сила $\vec{F}$, равная по величине 50 кН (рис. 1.30). Линия действия силы $\vec{F}$ проходит через центр диска под углом 30º к его вертикальному диаметру.

Однородная балка AB весом G = 80 кН закреплена в точке A шарнирно и удерживается под углом 60º к стене при помощи вертикального троса, один конец которого закреплён на балке в точке B, а другой – переброшен через блок и несёт груз весом P. Определить давление диска на стенку и на балку, реакцию шарнира A и вес груза P, удерживающий конструкцию в равновесии, если длина балки AB ℓ = 6 м, радиус диска r = 1 м.

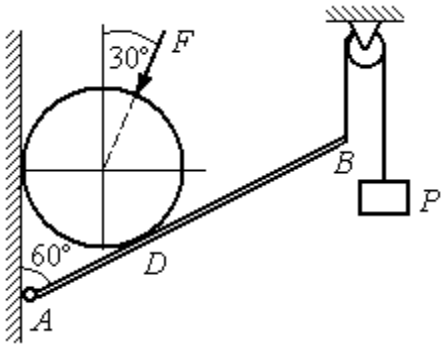


Рис. 1.30. Равновесие составной конструкции

Решение

Объект равновесия включает балку и диск и представляет собой составную конструкцию. Опора диска на балку в точке D является внутренней связью конструкции. Рассмотрим равновесие диска и балки отдельно.

Освобождаем диск от связей. На диск действует сила веса $\vec{Q}$, сила $\vec{F}$ и реакции $\vec{N}$ и $\vec{R}$ опор диска на стену в точке K и на балку в точке D (рис. 1.31). Силы, приложенные к диску, составляют плоскую систему сходящихся сил. Выберем систему координат, как показано на рис. 1.31, и составим уравнения равновесия:

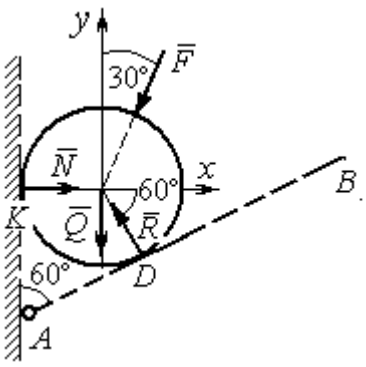


Рис. 1.31. Внешние силы и реакции связей при равновесии диска

$$\sum F_{kx} = -F\cos 60^\circ - R\cos 60^\circ + N = 0; \quad (1.6)$$

$$\sum F_{ky} = -F\cos 30^\circ + R\cos 30^\circ - Q = 0. \quad (1.7)$$

Рассмотрим равновесие балки AB (рис. 1.32).

На балку действуют сила тяжести $\vec{G}$, реакция шарнира A, (на рис. 1.32 показано её разложение на составляющие $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$), реакция нити $\vec{T}$, численно равная весу груза P, и сила $\vec{R}'$ давления диска на балку. Сила давления $\vec{R}'$ противоположна реакции $\vec{R}$ опоры диска на балку и численно равна ей.

Система сил ($\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{G}, \vec{T}, \vec{R}'$), действующих на балку, является произвольной плоской. Условия равновесия такой системы сил:

$$\sum F_{kx} = 0;\ \sum F_{ky} = 0;\ \sum M_A(\vec{F}_k) = 0.$$

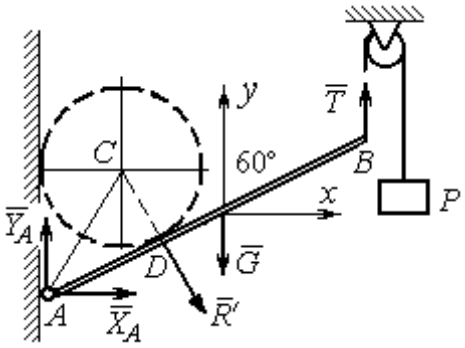


Рис. 1.32. Силы, действующие на балку, при равновесии

Выберем оси, как показано на рис. 1.32, и составим уравнения равновесия, полагая точку *A* центром, относительно которого производятся вычисления моментов сил:

$$\sum F_{kx} = X_A + R'\cos 60^\circ = 0, \tag{1.8}$$

$$\sum F_{ky} = Y_A - R'\cos 30^\circ - G + T = 0, \tag{1.9}$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -R' \cdot AD - G \cdot \frac{\ell}{2}\cos 30^\circ + T\ell\cos 30^\circ = 0. \tag{1.10}$$

Добавив к уравнениям (1.8) – (1.10) равновесия балки *AB* уравнения (1.6), (1.7) равновесия диска с учётом, что $R' = R$, получим систему пяти уравнений с пятью неизвестными. Подставляя данные из условия задачи и решая совместную систему, найдём: R = 165,47 кН; N = 107,74 кН; P = 95,26 кН; X_A = – 82,73 кН; Y_A = 128,03 кН.

Сила давления диска на стену равна модулю реакции опоры $\vec{N}$ и направлена в противоположную сторону, сила давления диска на балку равна $\vec{R}'$.

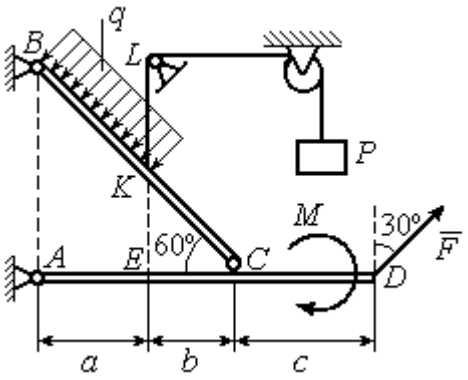


Рис.1.33. Равновесие кронштейна как сочленённой конструкции

Задача 11. Кронштейн состоит из горизонтальной балки *AD*, прикрепленной к вертикальной стене в точке *A*, и откоса *BC*, соединённого с балкой *AD* в точке *C* под углом 60º и прикреплённого к вертикальной стене в точке *B* (рис. 1.33). Все соединения шарнирные. На конструкцию действуют сила $\vec{F}$, приложенная в точке *D* под углом 30º к вертикали и равная по модулю F =10 кН, пара сил с моментом M = 8

кН·м и равномерно распределенная на отрезке *BK* нагрузка интенсивностью q = 3 кН/м. В точке *K* к балке *BC* прикреплена нить, другой конец которой, переброшенный через невесомые блоки, несёт груз весом P = 5 кН (см. рис. 1.33).

Определить реакции шарниров *A*, *B* и *C*, если a = 2 м, b = 1 м, c = 3 м, а на отрезке *KL* нить натянута вертикально.

Решение

Рассмотрим равновесие каждой из составных частей конструкции – балки *BC* и балки *AD*. Освобождаем балки от связей и заменяем их реакциями (рис. 1.34).

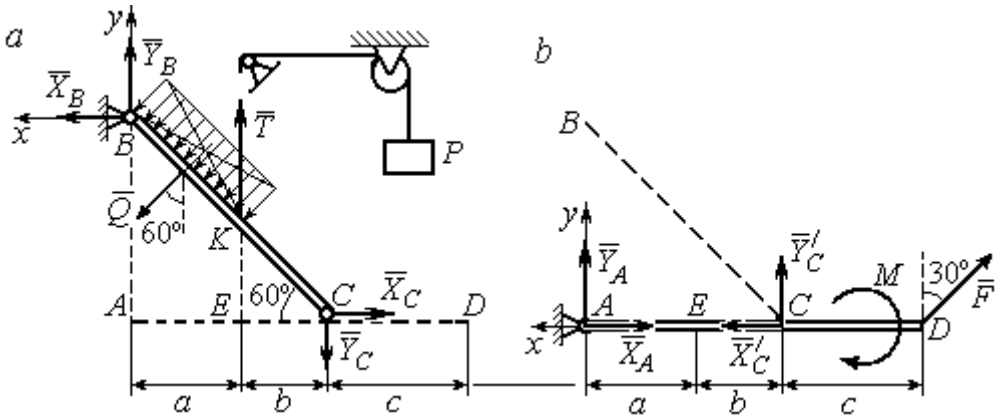


Рис. 1.34. Равновесие элементов конструкции кронштейна:
a - силы, действующие на балку *BC*; *b* - силы, действующие на балку *AD*

На рис. 1.34, *a* показаны реакции внешних и внутренних связей балки *BC* : реакция $\vec{R}_B$ шарнира *B*, реакция нити $\vec{T}$, равная по величине весу груза, $T = P$ и реакция $\vec{R}_C$ внутреннего шарнира *C*. Реакции шарниров *B* и *C* представлены в виде разложения на составляющие $\vec{X}_B$, $\vec{Y}_B$ и $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$. Заменяем равномерную нагрузку равнодействующей силой $\vec{Q}$, приложенной в середине отрезка *BK* (см. рис. 1.34, *a*) и численно равной $Q = q \cdot BK = q \cdot \dfrac{a}{\cos 60^\circ} = q \cdot 2a$.

Система сил ($\vec{Q}$, $\vec{X}_B, \vec{Y}_B, \vec{X}_C, \vec{Y}_C, \vec{T}$), действующая на балку *BC*, является произвольной плоской уравновешенной системой сил. Выберем оси координат

xBy, как показано на рис. 1.34, *а*, и составим уравнения равновесия. При этом моменты сил будем вычислять относительно центра *C*:

$$\sum F_{kx} = X_B + Q\cos 30^\circ - X_C = 0; \tag{1.11}$$

$$\sum F_{ky} = Y_B - Q\cos 60^\circ + T - Y_C = 0; \tag{1.12}$$

$$\sum M_C(\vec{F}_k) = X_B \cdot AB - Y_B(a+b) - Tb + Q\left(CK + \frac{1}{2}BK\right) = 0, \tag{1.13}$$

где $AB = (a+b)\mathrm{tg}60^\circ$; $CK = 2b$; $\frac{1}{2}BK = a$.

Рассмотрим равновесие балки *AD* (рис. 1.34, *b*).

На балку действует сила $\vec{F}$, реакция $\vec{R}_A$ шарнира *A* и реакция $\vec{R}'_C$ внутреннего шарнира *C*. Реакция $\vec{R}'_C$ равна по величине и противоположна по направлению реакции $\vec{R}_C$. На рис. 1.34, *b* реакция $\vec{R}_A$ представлена составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, реакция $\vec{R}'_C$ – составляющими $\vec{X}'_C$ и $\vec{Y}'_C$. При этом следует отметить: $\vec{X}'_C = -\vec{X}_C$; $\vec{Y}'_C = -\vec{Y}_C$.

Выберем оси координат *xAy* как показано на рис. 1.34, *b*, и составим уравнения равновесия балки *AD*, вычисляя моменты сил относительно центра *C*:

$$\sum F_{kx} = -X_A + X'_C - F\cos 60^\circ = 0; \tag{1.14}$$

$$\sum F_{ky} = Y_A + Y'_C + F\cos 30^\circ = 0; \tag{1.15}$$

$$\sum M_C(\vec{F}_k) = -Y_A(a+b) + F\cos 30^\circ \cdot c - M = 0. \tag{1.16}$$

Решая совместно систему уравнений (1.11) – (1.16) с учётом исходных данных задачи и равенства модулей сил $X_C = X'_C$ и $Y_C = Y'_C$, находим:

$$X_A = 5{,}99 \text{ кН},\ Y_A = 5{,}99 \text{ кН},\ X_C = 10{,}99 \text{ кН},\ Y_C = -14{,}65 \text{ кН};$$

$$X_B = 0{,}6 \text{ кН},\ Y_B = -13{,}65 \text{ кН},$$

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 8{,}47 \text{ кН},\ R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 18{,}31 \text{ кН},$$

$$R_B = \sqrt{X_B^2 + Y_B^2} = 13{,}65 \text{ кН}.$$

Задача 12. Вертикальная балка *AB* с горизонтальной перекладиной *LC* закреплена в точке *A* с помощью жесткой заделки (рис. 1.35). Наклонная балка *EC* с углом наклона к горизонту 60° точке *C* шарнирно прикреплена к горизонтальной перекладине *LC* балки *AB*, а в точке *E* опирается на каток установленный на горизонтальной поверхности. На конструкцию действуют равномерно распределенная на отрезках *BL* и *DE* нагрузка с одинаковой интенсивностью $q = 2$ кН/м, сила $\vec{F}$, приложенная в точке *D* перпендикулярно балке *EC* и равная по величине $F = 10$ кН, и пара сил с моментом $M = 5$ кН·м. Определить реакцию жесткой заделки *A* и реакции шарниров *C* и *E*, если параметр *a*, определяющий размеры конструкции, равен $a = 2$ м.

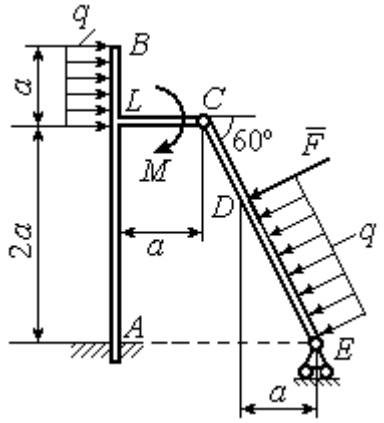


Рис. 1.35. Равновесие сочленённой конструкции

Решение

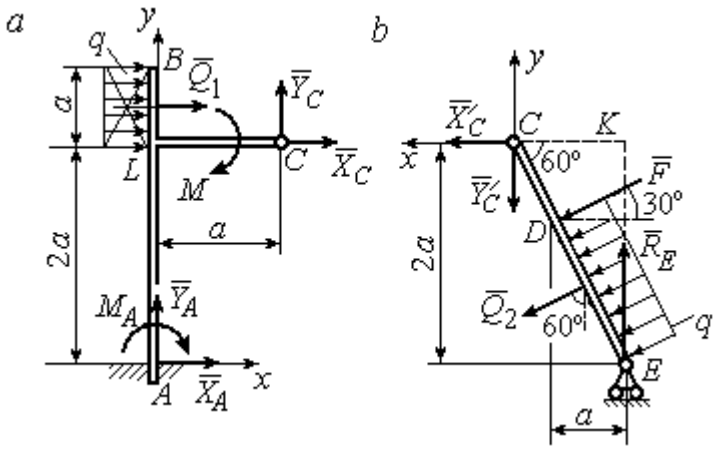


Рис. 1.36. Равновесие элементов конструкции:
a - силы и реакции связей, действующие на балку *AB*;
b - силы и реакции связей, действующие на балку *CE*

Разделим систему на две части по шарниру *C* и рассмотрим равновесие балок *ABC* и *EC* отдельно.

Рассмотрим балку *ABC* (рис. 1.36, *a*). Заменим распределенную нагрузку эквивалентной силой $\vec{Q}_1$, численно равной $Q_1 = qa = 4$ кН. На балку действует сила $\vec{Q}_1$, пара сил с моментом *M* и реакции связей – жёсткой заделки в точке *A* и шарнира *C*.

На рис. 1.36, *a* изображена реакция жесткой заделки в точке *A* в виде силы, разложенной на составляющие $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, и пары с моментом M_A. Реакция $\vec{R}_C$ шарнира *C* показана разложением на составляющие $\vec{X}_C, \vec{Y}_C$. Силы образуют произвольную плоскую систему.

Введём систему координат, как показано на рис. 1.36, *a,* и составим уравнения равновесия балки, выбрав центром вычисления моментов сил точку *A*.

Имеем систему

$$\sum F_{kx} = X_A + Q_1 + X_C = 0; \quad \sum F_{ky} = Y_A + Y_C = 0; \tag{1.17}$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -M_A - Q_1 \cdot \left(2a + \frac{a}{2}\right) - M + Y_C a - X_C 2a = 0. \tag{1.18}$$

Рассмотрим теперь равновесие балки *EC* (рис. 1.36, *b*). Заменим распределённую нагрузку эквивалентной силой $\vec{Q}_2$, приложенной в середине отрезка *ED* и равной $Q_2 = \dfrac{qa}{\cos 60^\circ} = q \cdot 2a = 8$ кН. На балку действуют силы $\vec{Q}_2$, $\vec{F}$, реакция $\vec{R}_E$ подвижной опоры – катка *E* и реакция $\vec{R}'_C$ шарнира *C*. На рис. 1.36, *b* реакция $\vec{R}'_C$ показана в виде разложения на составляющие $\vec{X}'_C$, $\vec{Y}'_C$. При этом силы $\vec{X}'_C$, $\vec{Y}'_C$ направлены противоположно силам $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$ и равны им по модулю: $X_C = X'_C$; $Y_C = Y'_C$ (см. рис. 1.36, *a, b*).

Действующие на балку *EC* силы образуют уравновешенную произвольную плоскую систему сил. Выберем систему координат, как показано на рис. 1.36, *b*, и составим уравнения равновесия, вычисляя моменты сил относительно центра *C*. Получим:

$$\sum F_{kx} = Q_2 \sin 60^\circ + F\cos 30^\circ + \vec{X}'_C = 0, \tag{1.19}$$

$$\sum F_{ky} = R_E - Q_2 \cos 60^\circ - F\sin 30^\circ - Y'_C = 0, \tag{1.20}$$

$$\sum M_C(\vec{F}_k) = -F \cdot \left(\frac{2a}{\cos 30^\circ} - 2a\right) - Q_2 \cdot \left(\frac{2a}{\cos 30^\circ} - a\right) + R_E \cdot 2a\,\mathrm{tg}\,30^\circ = 0. \tag{1.21}$$

Подставим в совместную систему (1.17) – (1.21) исходные данные задачи и, воспользовавшись тем, что модули сил $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$ и $\vec{X}'_C$, $\vec{Y}'_C$ равны, найдём:

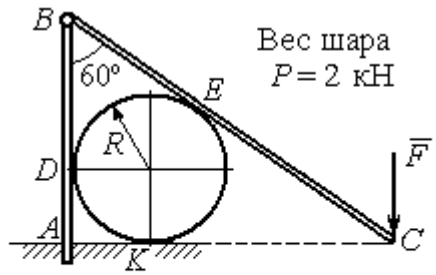
$$X_A = 11{,}59 \text{ кН}; \quad Y_A = -2{,}76 \text{ кН}; \quad M_A = 42{,}87 \text{ кН·м};$$

$$X_C = -15{,}59 \text{ кН}; \quad Y_C = 2{,}76 \text{ кН}; \quad R_E = 11{,}76 \text{ кН}.$$

Полные величины сил реакции жесткой заделки и взаимного давления в шарнире C: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 11{,}91$ кН; $R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 15{,}83$ кН.

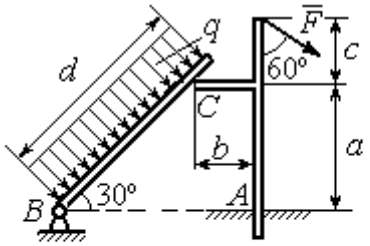
Упражнения

Упражнение 1.5



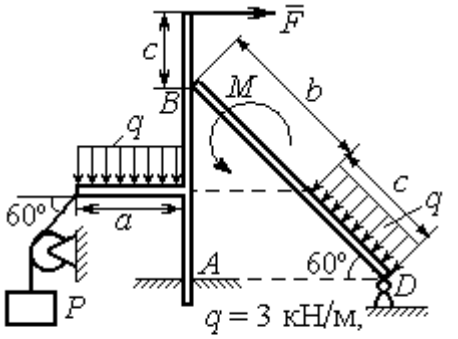
$R = 1$ м, $F = 8$ кН.
Найти реакцию жесткой заделки в точке A, реакцию шарнира B, реакцию опоры шара в точках D, K, E

Упражнение 1.6



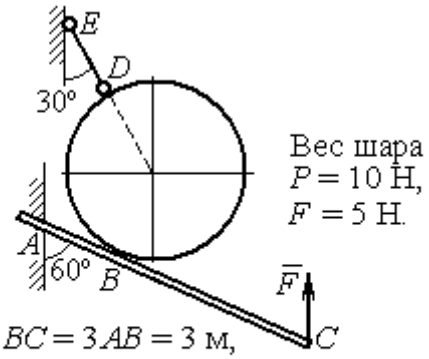
$a = 2$ м, $b = 1$ м, $c = 1$ м, $d = 5$ м,
$q = 3$ кН/м, $F = 4$ кН.
Найти реакцию жесткой заделки в точке A, реакцию шарнира B и реакцию опоры в точке C

Упражнение 1.7



$F = 4$ кН, $P = 3$ кН, $M = 2$ кН·м,
$a = 2$м, $b = 3$м, $c = 1$м
Найти реакцию заделки A, шарнира D и реакцию опоры B

Упражнение 1.8



Найти реакцию жесткой заделки A, реакцию стержня DE и реакцию опоры в точке B

Рис. 1.37. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 1.5 – 1.8

1.5. Произвольная пространственная система сил

Моментом силы относительно оси называют момент вектора проекции этой силы на плоскость, перпендикулярную оси, относительно точки пересечения оси с плоскостью. На рис. 1.38 показано вычисление момента силы $\vec{F}$ относительно оси *z*:

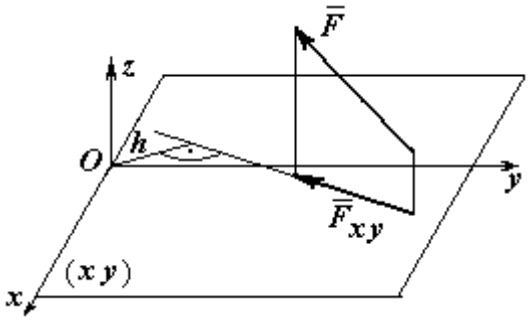


Рис. 1.38. Момент силы относительно оси

$$M_z(\vec{F}) = M_O(\vec{F}_{xy}) = F_{xy}h,$$

где O – точка пересечения оси z с плоскостью xy, перпендикулярной оси z; $\vec{F}_{xy}$ – вектор проекции силы $\vec{F}$ на плоскость xy; h – плечо силы $\vec{F}_{xy}$ относительно центра O. Момент силы относительно оси считается положительным, если при взгляде с положительного направления оси он создаёт вращение против хода часовой стрелки.

Равновесие пространственной системы сил. Для равновесия пространственной системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на оси прямоугольной системы координат x, y, z были равны нулю и суммы моментов всех сил относительно тех же осей также были равны нулю:

$$\sum F_{kx} = 0;\ \sum F_{ky} = 0;\ \sum F_{kz} = 0;$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0;\quad \sum M_y(\vec{F}_k) = 0;\quad \sum M_z(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} – проекции всех сил на координатные оси; $M_x(\vec{F}_k)$, $M_y(\vec{F}_k)$, $M_z(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно выбранных осей, k = 1, 2, ...

Примеры решения задач на равновесие пространственных систем сил

Задача 13. Горизонтальный вал (рис. 1.39) закреплен в подпятнике *C* и подшипнике *K*. Вал имеет шкив *B* радиуса *R* и шкив *D* радиуса *r*.

Оба шкива перпендикулярны оси вала. Рукоять *AE* параллельна оси *Cx*.

Нить, удерживающая груз *Q*, сходит со шкива *D* по касательной в точке *L* параллельно плоскости *zCx*, так что радиус шкива *D*, проведённый в точку схода нити, составляет с вертикальным диаметром угол 30º.

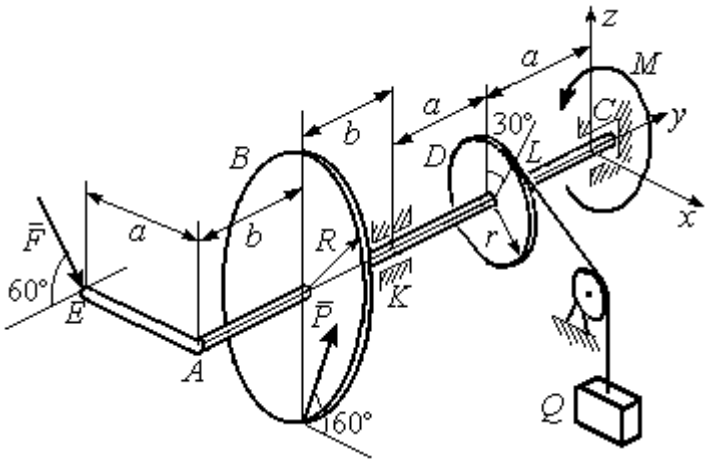


Рис. 1 39. Равновесие вала

На вал действуют силы: $\vec{F}$, $\vec{P}$ и пара сил с моментом *M*. Сила $\vec{F}$ находится в плоскости, параллельной *zCy*, и составляет угол 60° с направлением оси *Cy*. Сила $\vec{P}$ приложена в нижней точке шкива *B*, параллельна плоскости *zCx* и составляет угол 60° с направлением оси *Cx*. Определить вес удерживаемого груза Q и реакции подшипника и подпятника, если P = 4 кН; F = 2 кН; M = 3 кН·м; R = 0,6 м; r = 0,3 м; a = 0,8 м; b = 0,4 м.

Решение

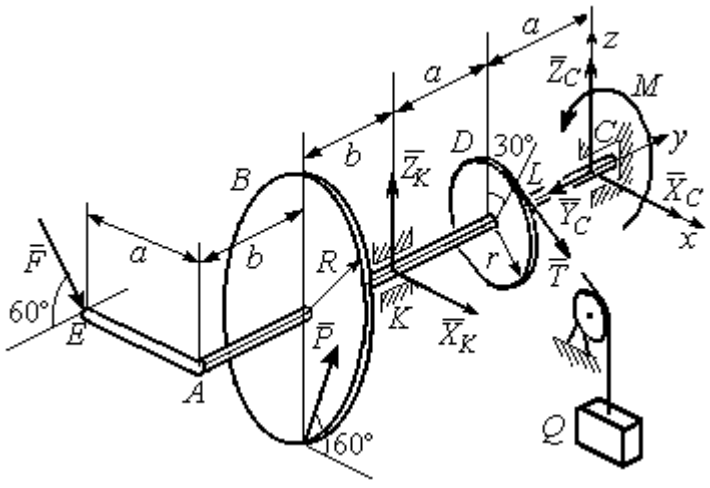


Рис. 1.40. Активные силы и реакции связей, действующие на вал, при его равновесии

Рассмотрим равновесие вала. На вал действуют активные силы $\vec{F}$, $\vec{P}$, пара с моментом *M* и реакции связей. Связями являются нить, натянутая грузом Q, подпятник *C* и подшипник *K*. Освобождаем вал от связей, заменяя их действие реакциями. Реакцию $\vec{R}_C$ подпятника *C* раскладываем на три составляющие: $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$, $\vec{Z}_C$, направленные вдоль координатных осей (рис. 1.40). Реакция $\vec{R}_K$ подшипника *K* лежит в плоскости, перпендикулярной оси вала, и ее составляющими будут вектора

$\vec{X}_K, \vec{Z}_K$, направленные вдоль координатных осей *x*, *z*. Реакция нити $\vec{T}$ направлена вдоль нити от точки *L* и по модулю равна весу груза *Q*.

Активные силы и реакции связей составляют произвольную пространственную уравновешенную систему сил. При составлении уравнений равновесия изобразим вал вместе с действующими на него силами в проекциях на координатные плоскости (рис. 1.41).

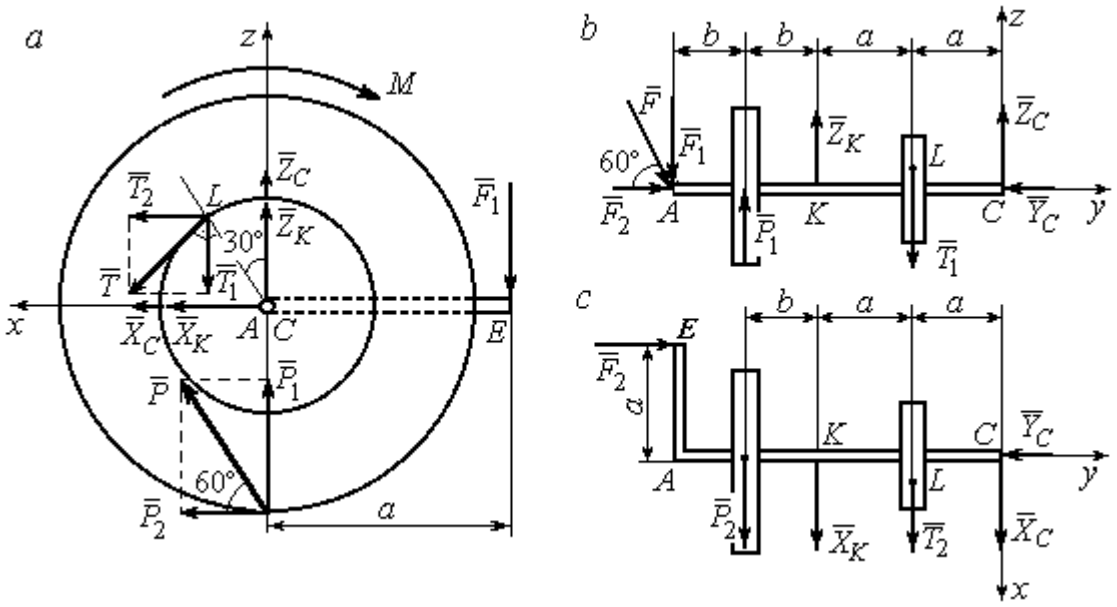


Рис. 1.41. Вал и действующие на него силы в проекциях на координатные плоскости:
a – вид вала в проекции на плоскость *zCx* с положительного конца оси *y*;
b – вид вала в проекции на плоскость *zCy* с положительного конца оси *x*;
c – вид вала в проекции на плоскость *xCy* с положительного конца оси *z*

На рис. 1.41, *a* показаны проекции вала и всех сил на плоскость *zCx*. Вычисляя моменты проекций сил относительно точки *C*, получим значения моментов этих сил относительно оси *y*. При вычислении моментов сил относительно оси *x* достаточно вычислить моменты проекций сил на плоскость *zCy* относительно точки *C* (рис. 1.41, *b*), а вычисляя моменты проекций сил на плоскость *xCy* относительно точки *C*, получим значения моментов сил относительно оси *z* (рис. 1.41, *c*).

Величины проекций сил определяются равенствами: $P_1 = P\cos 30^\circ$; $P_2 = P\cos 60^\circ$; $T_1 = T\cos 60^\circ$; $T_2 = T\cos 30^\circ$; $F_1 = F\cos 30^\circ$; $F_2 = F\cos 60^\circ$.

Составляем уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = P\cos 60^\circ + X_K + T\cos 30^\circ + X_C = 0;\ \sum F_{ky} = F\cos 60^\circ - Y_C = 0;$$

$$\sum F_{kz} = P\cos 30^\circ + Z_K - T\cos 60^\circ + Z_C - F\cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = T\cos 60^\circ \cdot a - Z_K \cdot 2a - P\cos 30^\circ \cdot (2a + b) +$$

$$+ F\cos 30^\circ \cdot (2a + 2b) = 0;$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = -F\cos 30^\circ \cdot a - P\cos 60^\circ \cdot R + T \cdot r - M = 0;$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = T\cos 30^\circ \cdot a + X_K \cdot 2a + P\cos 60^\circ \cdot (2a + b) - F\cos 60^\circ \cdot a = 0.$$

Подставляя исходные данные задачи, получим систему шести уравнений с шестью неизвестными, решая которую, найдём:

$$X_C = -8{,}09 \text{ кН},\ Y_C = 1 \text{ кН},\ Z_C = 4{,}65 \text{ кН},\ Z_K = 2{,}92 \text{ кН};$$

$$X_K = -10{,}02 \text{ кН},\ T = 18{,}6 \text{ кН}.$$

Реакции подпятника и подшипника:

$$R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2 + Z_C^2} = 9{,}4 \text{ кН},\ R_K = \sqrt{X_K^2 + Z_K^2} = 10{,}44 \text{ кН}.$$

Вес удерживаемого груза Q равен реакции нити T.

Задача 14. Однородная прямоугольная плита (рис. 1.42) веса 25 кН прикреплена к полу при помощи шарового шарнира A, подшипника B и удерживается в вертикальном положении стержнем CO, лежащим в плоскости, перпендикулярной плоскости плиты так, что $\angle COB = 60^\circ$. В плоскости плиты на неё действуют пара сил с моментом $M = 6$ кН·м, сила $\vec{F}_1$, равная $F_1 = 10$ кН, приложенная на верхней стороне плиты в точке H под углом 30° к линии EC, и сила $\vec{F}_2$, равная $F_2 = 5$ кН, приложенная в точке D параллельно стороне AB. В точке E к плите прикреплён трос, на другом конце которого, перекинутым через блок K, подвешен груз весом $Q = 20$ кН. Отрезок троса EK перпендикулярен плоскости плиты.

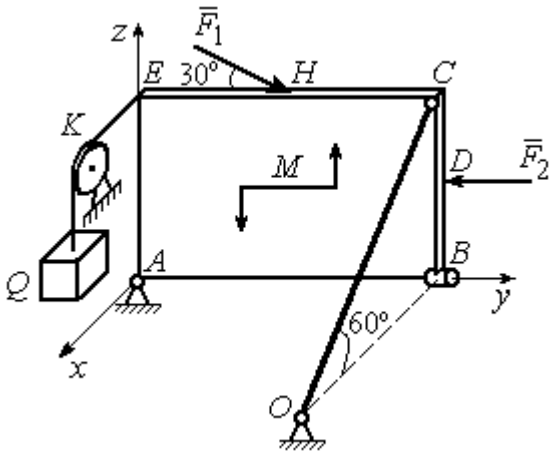


Рис. 1.42. Равновесие плиты

Определить реакции шарнира *A*, подшипника *B* и реакцию стержня *CO*, если ширина плиты *AB* = 3 м; высота *AE* = 2 м; *EH* = *HC*, *CD* = *DB*.

Решение

Рассмотрим равновесие плиты *ABCE*. На плиту действуют активные силы $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, сила тяжести плиты $\vec{P}$, пара сил с моментом *M* и реакции связей. Связями являются пространственный шарнир *A*, нить, натянутая грузом Q, подшипник *B* и невесомый стержень *CO*.

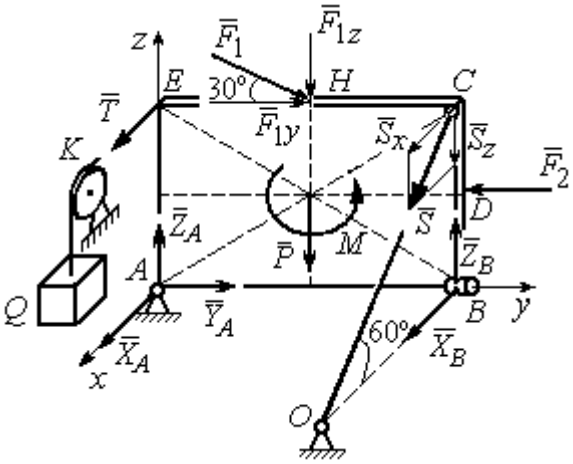


Рис. 1.43. Силы, действующие на плиту, при её равновесии

Выберем систему координат, как показано на рис. 1.43. Освобождаем плиту от связей, заменяя их действие реакциями. Реакцию $\vec{R}_A$ шарнира *A* раскладываем на три составляющие: $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, $\vec{Z}_A$, направленные вдоль координатных осей. Реакция нити $\vec{T}$ направлена вдоль нити параллельно оси *Ax* и равна весу груза $T = Q$, реакция $\vec{R}_B$ подшипника *B* расположена в плоскости, перпендикулярной оси *Ay*, и представлена в виде двух своих составляющих $\vec{X}_B$, $\vec{Z}_B$, реакция $\vec{S}$ невесомого стержня *CO* направлена вдоль стержня. Направления активных сил и реакций связей показаны на рис. 1.43.

Силы, действующие на плиту, и реакции связей составляют пространственную уравновешенную систему сил. Составим уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = X_A + T + X_B + S\cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = Y_A - F_2 + F_1\cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{kz} = Z_A - F_1\cos 60^\circ - P + Z_B - S\cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = -F_1\cos 60^\circ \cdot 0{,}5 \cdot AB - F_1\cos 30^\circ \cdot AE - P \cdot 0{,}5 \cdot AB +$$

$$+ F_2 \cdot BD + Z_B \cdot AB - S\cos 30^\circ \cdot AB + M = 0;$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = T \cdot AE + S\cos 60^\circ \cdot CB = 0;$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = -X_B \cdot AB + S\cos 60^\circ \cdot EC = 0.$$

Подставляя исходные данные задачи, получим систему уравнений, решая которую, найдём значения реакций: S = – 40 кН; X_B = – 20 кН; Z_B = – 17,53 кН; X_A = 20 кН; Y_A = – 3, 66 кН; Z_A = 12,89 кН.

Задача 15. Прямоугольная фрамуга *ACEB* весом P = 50 Н, закрепленная в точках A и B цилиндрическими шарнирами, открыта на угол 60º (рис. 1.44). На фрамуге в точке H закреплена верёвка, другой конец которой, переброшенный через невесомый блок K, несёт груз Q. При этом линия верёвки HK параллельна прямой ED. На фрамугу действует сила $\vec{F}$, приложенная в верхнем углу в точке C перпендикулярно плоскости фрамуги и равная по величине F = 15 Н.

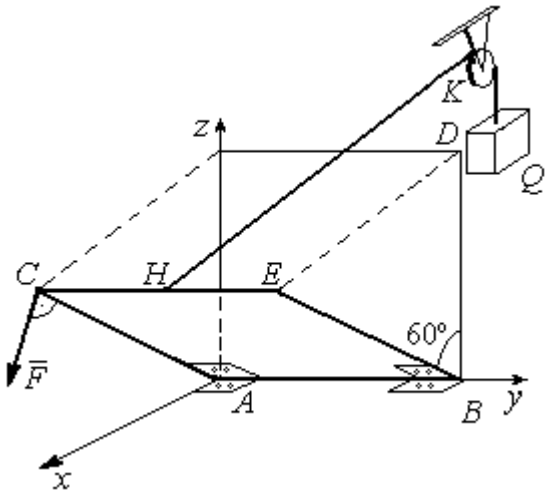


Рис. 1.44. Равновесие фрамуги

Определить вес груза Q, необходимый для удержания фрамуги в равновесии и реакции цилиндрических шарниров A и B, если размеры фрамуги $BE = BD$ = 2 м; AB = 3 м; $CH = HE$.

Решение

Рассмотрим равновесие фрамуги *ABCE*. Изображаем внешние активные силы: силу $\vec{F}$, силу тяжести фрамуги $\vec{P}$, а также реакции связей. Связями являются два цилиндрических шарнира *A* и *B* (связь, аналогичная подшипнику) и нить, натянутая грузом Q. Выберем систему координат *Axyz*, как показано на рис. 1.45. Освобождаем фрамугу от связей, заменяя их действие реакциями. Реакции $\vec{R}_A$ и $\vec{R}_B$ шарниров *A* и *B* раскладываем на взаимно перпендикулярные составляющие: $\vec{X}_A$, $\vec{Z}_A$ и $\vec{X}_B$, $\vec{Z}_B$ в плоскостях, перпендикулярных оси вращения фрамуги (ось *Ay*), реакция нити $\vec{T}$ направлена вдоль нити и равна весу груза $T = Q$. Направления активных сил и реакций связей показаны на рис. 1.45.

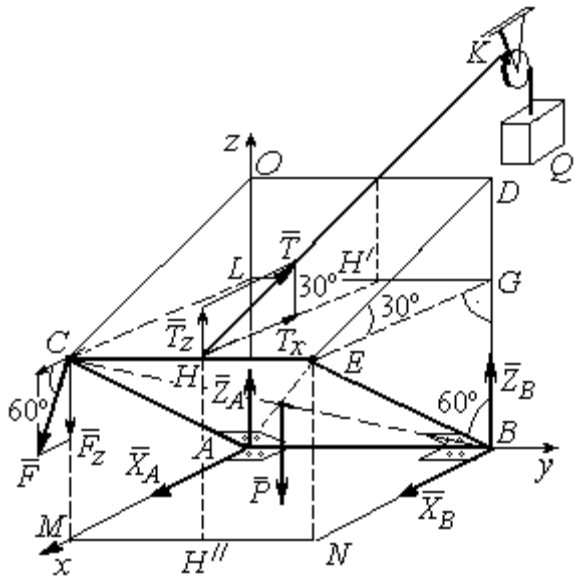


Рис. 1.45. Активные силы и реакции при равновесии фрамуги

Силы, действующие на фрамугу, составляют уравновешенную пространственную систему сил.

Составим уравнения равновесия. При этом для удобства вычисления моментов сил относительно осей изобразим плоскости, перпендикулярные этим осям, с проекциями на них сил, действующих на фрамугу (рис. 1.46). Тогда моменты сил, действующих на фрамугу, например, относительно оси *Ax* определяются как моменты векторов проекций этих сил на плоскость *zAy* относительно точки *A* – пересечения оси *Ax* и перпендикулярной ей плоскости *zAy* (см. рис. 1.46, *a*). Аналогично при вычислении моментов сил относительно оси *Az* достаточно вычислить моменты векторов проекций сил на плоскость *xAy* относительно точки *A* (см. рис. 1.46, *b*).

Значения моментов сил относительно оси *Ay* получим, вычисляя моменты векторов проекций сил на плоскость *zAx* относительно точки *A* (см. рис. 1.46, *c*).

Уравнения равновесия фрамуги имеют вид:

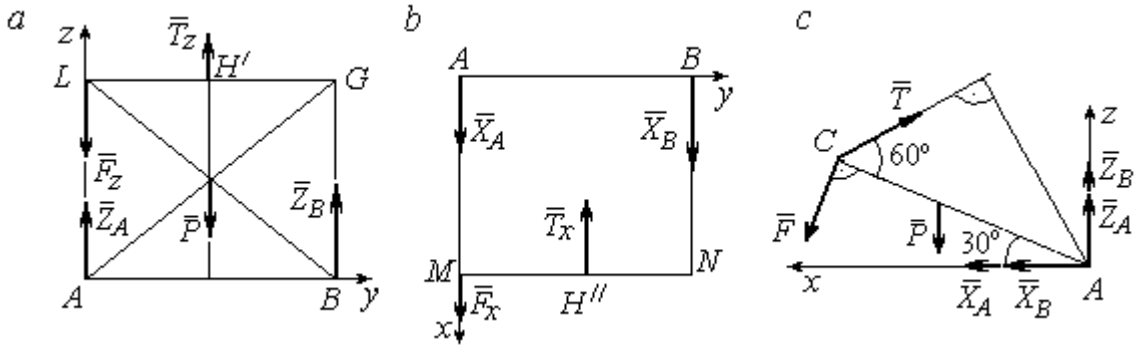


Рис. 1.46. Фрамуга и действующие на неё силы в проекциях на координатные плоскости:
a – проекция на плоскость *zAy* со стороны положительного направления оси *x*; *b* – проекция на плоскость *xAy* со стороны положительного направления оси *z*; *c* – проекция на плоскость *zAx* со стороны положительного направления оси *y*

$$X_A + X_B + F\cos 60^\circ - T\cos 30^\circ = 0;$$

$$Z_A + Z_B - P - F\cos 30^\circ + T\cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = T_z \cdot 0{,}5 \cdot AB - P \cdot 0{,}5 \cdot AB + Z_B \cdot AB = =$$

$$T\cos 60^\circ \cdot 0{,}5 \cdot AB - P \cdot 0{,}5 \cdot AB + Z_B \cdot AB = 0;$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = P \cdot 0{,}5 \cdot AC\cos 30^\circ + F \cdot AC - T \cdot AC\sin 60^\circ = 0;$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = -X_B \cdot AB + T_x \cdot 0{,}5 \cdot AB = -X_B \cdot AB + T\cos 30^\circ \cdot 0{,}5 \cdot AB = 0.$$

Подставляя исходные данные из условия задачи и решая систему, найдём реакции шарниров фрамуги:

$$X_B = 18{,}22 \text{ Н},\ Z_B = 14{,}41 \text{ Н},\ R_B = \sqrt{X_B^2 + Z_B^2} = 23{,}31 \text{ Н};$$

$$X_A = 10{,}83 \text{ Н},\ Z_A = 27{,}41 \text{ Н},\ R_A = \sqrt{X_A^2 + Z_A^2} = 29{,}47 \text{ Н}.$$

Вес груза, удерживающий фрамугу в равновесии, численно равен реакции верёвки: $Q = T = 42{,}37$ Н.

Задача 16. Горизонтальный коленчатый вал *AD* (рис. 1.47) закреплен в подпятнике *A* и подшипнике *C*. Вал имеет шкив радиуса r и рукоять *DH*, перпендикулярные оси вала. Рукоять *DH* образует угол 30º к направлению оси *Ax*. Колено вала расположено в горизонтальной плоскости *xAy*. Нить, удерживающая груз *Q*, намотана на шкив и сходит с него вертикально вниз. На вал действуют силы $\vec{F}, \vec{P}, \vec{G}$ и пара сил с моментом *M*. Сила $\vec{F}$ приложена в верхней точке вертикального диаметра шкива под углом 30° к направлению оси *Ay* и находится в плоскости z*Ay*. Сила $\vec{P}$ приложена в нижней точке *H* рукояти параллельно оси *Az*. Сила $\vec{G}$ приложена в крайней точке *K* стойки колена вала под углом 60º к стойке и находится в плоскости, перпендикулярной оси вала. Пара сил с моментом *M* создаёт вращение вала вокруг оси *Ay*.

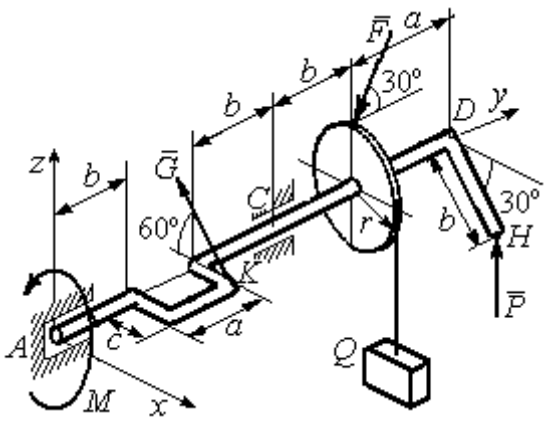


Рис. 1.47. Равновесие вала

Определить вес удерживаемого груза Q и реакции подшипника и подпятника, если: P = 10 кН; F = 12 кН; G = 6 кН; M = 3 кН·м; r = 0,3 м; a = 0,8 м; b = 0,4 м; c = 0,2 м.

Решение

Рассмотрим равновесие вала. На вал действуют активные силы – $\vec{F}$, $\vec{P}$, $\vec{G}$, пара сил с моментом *M* и реакции связей. Связями являются нить, натянутая грузом Q, подпятник *A* и подшипник *C*.

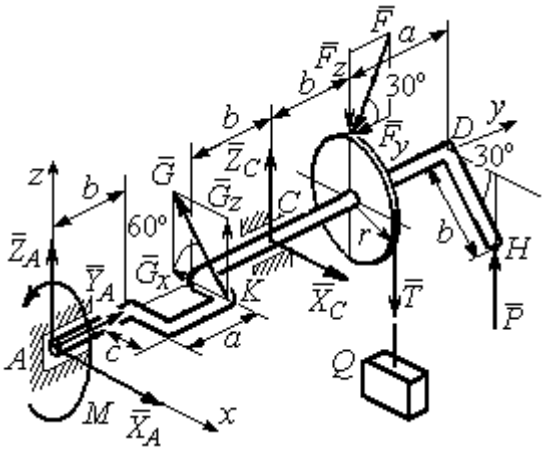


Рис. 1.48. Силы и реакции, действующие на вал при равновесии

Освобождаем вал от связей, заменяя их действие реакциями.

Реакцию подпятника A раскладываем на три составляю-щие: $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, $\vec{Z}_A$, направленные вдоль координатных осей. Реакция подшипника C лежит в плоскости, перпендикулярной оси вала, и также может быть разложена на составляющие $\vec{X}_C$, $\vec{Z}_C$, направленные вдоль координатных осей *Ax*, *Az*. Реакция нити $\vec{T}$ направлена вдоль нити и по модулю равна весу груза, $T = Q$. Действие на вал активных сил и реакций связи показано на рис. 1.48.

Указанные силы составляют произвольную пространственную уравновешенную систему сил.

Составим уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = X_A - G\cos 60^\circ + X_C = 0;$$

$$\sum F_{ky} = Y_A - F\cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{kz} = Z_A + G\cos 30^\circ + Z_C - F\cos 60^\circ - T + P = 0.$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = G_z(b+a) + Z_C(b+a+b) - F_z(b+a+b+b) + F_y r -$$

$$-T(b+a+b+b) + P(b+a+b+b+a) = 0;$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = -G_z c + Tr - Pb\cos 30^\circ - M = 0;$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = G_x(b+a) - X_C(b+a+b) = 0,$$

где значения проекций сил на оси $G_z = G\cos 30^\circ$; $G_x = G\cos 60^\circ$; $F_z = F\cos 60^\circ$; $F_y = F\cos 30^\circ$.

Подставляя исходные данные и решая систему, получим значения реакций:

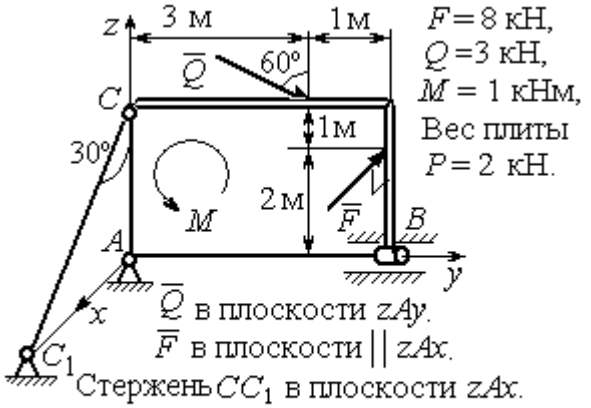
$$X_C = 2{,}25 \text{ кН};\ Z_C = 13{,}57 \text{ кН};\ R_C = \sqrt{X_C^2 + Z_C^2} = 15{,}58 \text{ кН};$$

$$Z_A = 0{,}39 \text{ кН};\ Y_A = 10{,}39 \text{ кН};\ X_A = 0{,}75 \text{ кН};\ R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2} = 10{,}42 \text{ кН}.$$

Вес удерживаемого груза равен реакции нити $Q = T = 25{,}03$ кН.

Упражнения

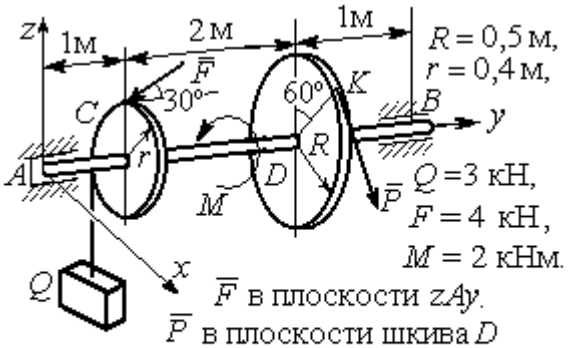
Упражнение 1.9



$F = 8$ кН,
$Q = 3$ кН,
$M = 1$ кНм,
Вес плиты
$P = 2$ кН.

$\overline{Q}$ в плоскости zAy.
$\overline{F}$ в плоскости $\| zAx$.
Стержень CC_1 в плоскости zAx.
Найти реакцию шарнира A, реакцию подшипника B и реакцию стержня CC_1

Упражнение 1.10



$R = 0{,}5$ м,
$r = 0{,}4$ м,
$Q = 3$ кН,
$F = 4$ кН,
$M = 2$ кНм.

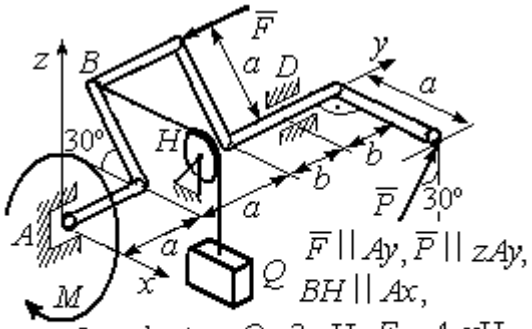
$\overline{F}$ в плоскости zAy.
$\overline{P}$ в плоскости шкива D
и направлена по касательной в точке K.
Найти реакцию подпятника A, подшипника B и уравновешивающую силу P

Упражнение 1.11



$\overline{P}$ направлена по касат. к шкиву в точке K.
$\overline{F}$ в плос-ти zAy.
Нить сходит со шкива $\|$ оси Ay.
$a = 1$ м, $b = 2$ м,
$R = 0{,}5$ м, $r = 0{,}4$ м,
$Q = 3$ кН, $F = 4$ кН,
$M = 2$ кНм.
Найти реакцию Q подпятника A, подшипника B и уравновешивающую силу P

Упражнение 1.12



$\overline{F} \| Ay$, $\overline{P} \| zAy$,
$BH \| Ax$,
$a = 2$м, $b = 1$м, $Q = 3$ кН, $F = 4$ кН,
$M = 2$ кНм. Найти реакцию подпятника A, подшипника D и уравновешивающую силу P

Рис. 1.49. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 1.9 – 1.12

1.6. Равновесие тел при наличии сил трения

Трение скольжения. При наличии трения скольжения полная реакция $\vec{R}$ шероховатой опоры раскладывается на нормальную составляющую $\vec{N}$ опоры и силу $\vec{F}_{\text{тр с}}$ трения скольжения, направленную по касательной к поверхности в точке опоры.

В покое сила трения скольжения может принимать любые значения от нуля до некоторого предельного значения $F_{\text{тр с}}$, называемого **предельной силой трения скольжения** (рис. 1.50).

Наибольший угол φ_0, который полная реакция шероховатой поверхности образует с нормалью к поверхности, называется **предельным углом трения**. Предельная сила трения численно равна произведению коэффициента трения на величину нормальной реакции опоры тела на поверхность: $F_{\text{тр с}} = f \cdot N$, где f – безразмерный коэффициент трения, определяемый экспериментально.

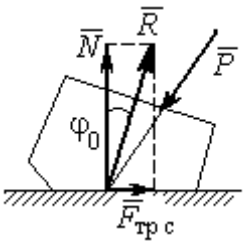


Рис. 1.50. Реакция опоры с трением скольжения

Изучение равновесия тел с учетом сил трения сводится к рассмотрению предельного равновесия, когда сила трения принимает предельное значение.

Трением качения называется сопротивление, возникающее при качении одного тела по шероховатой поверхности другого. Реакция шероховатой опоры раскладывается на нормальную составляющую $\vec{N}$ и силу трения качения $\vec{F}_{\text{тр к}}$, направленную по касательной к поверхности качения. При этом за счёт небольшого вдавливания в поверхность качения нормальная реакция опоры $\vec{N}$ смещена в сторону от линии действия силы тяжести $\vec{P}$ так, что вместе с ней образует пару, противодействующую качению (рис. 1.51). В предельном положении равновесия тела смещение нормальной реакции опоры максимально.

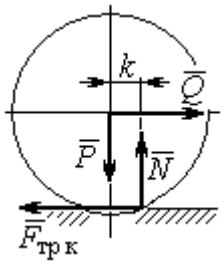


Рис. 1.51. Реакция опоры с трением качения

Величина максимального смещения k называется **коэффициентом трения качения**, измеряемого в единицах длины. Момент, создаваемый парой $(\vec{N}, \vec{P})$, называется **моментом трения качения** $M_{\text{тр к}} = kN$. Максимальная сила трения качения $\vec{F}_{\text{тр к}}$ определяется из условия, что в предельном

положении равновесия момент трения качения равен моменту качения, создаваемого парой ($\vec{F}_{\text{тр к}}, \vec{Q}$) (рис. 1.51).

Если максимальная сила трения качения меньше предельной силы трения скольжения, движение представляет качение без скольжения.

Примеры решения задач на равновесие тел с трением

Задача 17. Груз Q весом 50 Н удерживается нитью на шероховатой наклонной плоскости (рис.1.52). Один конец нити закреплен на грузе Q, а к другому, перекинутому через невесомый блок, подвешен груз весом P. Отрезок нити AB горизонтальный. Угол наклона плоскости составляет 30º к горизонту. Определить максимальное и минимальное значения веса груза P, при которых груз Q может начать скольжение по плоскости без опрокидывания, если коэффициент трения скольжения между грузом Q и наклонной плоскостью $f = 0{,}4$.

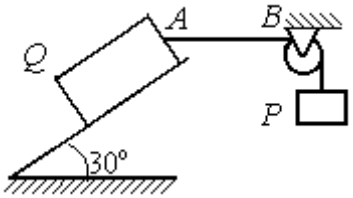


Рис.1.52. Равновесие груза на наклонной плоскости с трением

Решение

Рассмотрим равновесие груза Q при минимальном значении веса груза P. На груз действуют сила тяжести $\vec{Q}$, реакция нити $\vec{T}_{\min}$ и реакция шероховатой поверхности наклонной плоскости, состоящая из нормальной реакции наклонной плоскости $\vec{N}$ и силы трения $\vec{F}_{\text{тр1}}$ (рис. 1.53, *а*). Особенностью задач на равновесие призм является то, что точка приложения нормальной реакции не определена. В случае необходимости она находится из уравнений равновесия.

Определим направление силы трения. Если вес уравновешивающего груза P имеет минимальное значение $P_{\min}$, то при его дальнейшем уменьшении груз Q начнёт двигаться вниз по наклонной плоскости. Таким образом, предельная сила трения $\vec{F}_{\text{тр}1}$, обеспечивающая равновесие при минимальном значении веса груза P, направлена вверх по наклонной плоскости (см. рис. 1.53, *a*).

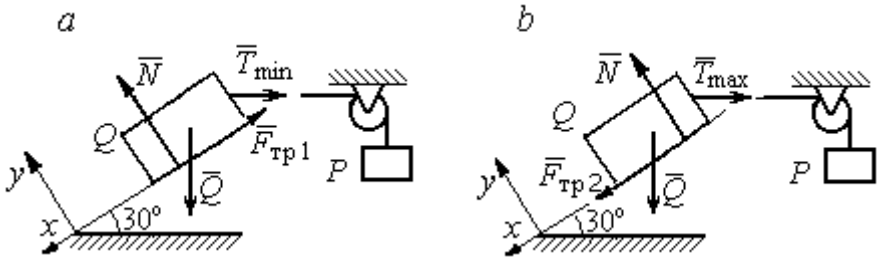


Рис. 1.53. Силы, действующие на груз при равновесии:
a – минимальный вес уравновешивающего груза;
b – максимальный вес уравновешивающего груза

Выберем систему координат, как показано на рис. 1.53, и составим уравнения равновесия в виде проекций сил:

$$\sum F_{kx} = Q\cos 60^\circ - T_{\min}\cos 30^\circ - F_{\text{тр}} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = -Q\cos 30^\circ + N - T_{\min}\cos 60^\circ = 0.$$

Полагая в первом уравнении $F_{\text{тр}1} = f N$, решаем систему и находим реакцию нити $T_{\min} = 7{,}21$ Н. Минимальное значение веса уравновешивающего груза равно реакции нити: $P_{\min} = T_{\min} = 7{,}21$ Н.

Рассмотрим равновесие груза Q при максимальном $P_{\max}$ значении веса груза P. На груз действует сила тяжести $\vec{Q}$, реакция нити $\vec{T}_{\max}$ и реакция шероховатой поверхности наклонной плоскости, состоящая, как и в первом случае, из нормальной реакции наклонной плоскости $\vec{N}$ и силы трения $\vec{F}_{\text{тр}2}$ (см. рис. 1.53, *b*).

При определении направления силы трения заметим, что увеличение веса груза P больше максимального вызывает движение груза Q вверх по наклонной

плоскости. Тогда предельная сила трения $\vec{F}_{\text{тр}2}$, действующая против возможного движения, должна быть направлена вниз по наклонной плоскости (см. рис. 1.53, *b*). Уравнения равновесия груза *Q*:

$$\sum F_{kx} = Q\cos 60^\circ - T_{\max}\cos 30^\circ + F_{\text{тр}2} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = -Q\cos 30^\circ + N - T_{\max}\cos 60^\circ = 0.$$

Решаем систему, подставляя вместо силы трения её значение $F_{\text{тр}2} = fN$, и находим максимальное значение веса груза *P*: $P_{\max} = T_{\max}$ = 63,54 Н.

Таким образом, груз *Q* будет находиться в равновесии на наклонной плоскости, если вес уравновешивающего груза находится в пределах 8,87 < *P* < 48,87 Н.

Задача 18. Цилиндрический каток радиуса *r* = 0,5 м, весом *P* = 50 Н удерживается в равновесии на наклонной плоскости нитью, один конец которой закреплён в центре катка, а другой перекинут через блок и несёт груз весом *Q* (рис. 1.54). Коэффициент трения качения катка $f_{\text{к}}$ = 0,02 м. Наклонная плоскость составляет угол 30º с горизонтом.

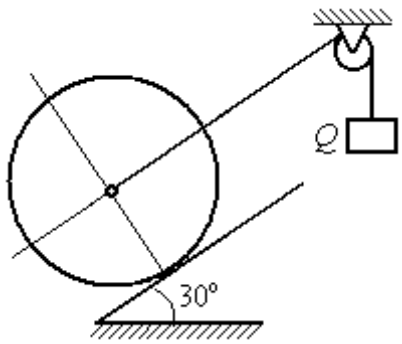


Рис. 1.54. Равновесие катка

Определить наименьшую и наибольшую величину веса *Q*, при которых каток будет в равновесии. Найти наименьшее значение коэффициента трения скольжения $f_{\text{с}}$, при котором в случае движения каток будет катиться без скольжения.

Решение

Рассмотрим равновесие катка при минимальном значении веса груза *Q* . На каток действует сила тяжести $\vec{P}$, реакции нити $\vec{Q}_{\min}$ и реакция шероховатой поверхности наклонной плоскости $\vec{R}$, имеющая своими составляющими нормальную реакцию поверхности $\vec{N}$ и силу трения качения $\vec{F}_{\text{тр1к}}$ (рис. 1.55, *a*).

Минимальный вес груза $Q_{\min}$ удерживает каток от качения вниз по наклонной плоскости. В этом случае составляющие реакции шероховатой поверхности наклонной плоскости приложены в точке K_1, слева от нормального к плоскости диаметра катка (см. рис. 1.55, *a*). Выбор точки приложения реакции шероховатой поверхности основан на том, что пара ($\vec{N}$, $\vec{P}_y$) должна создавать момент трения качения, противодействующий предполагаемому движению.

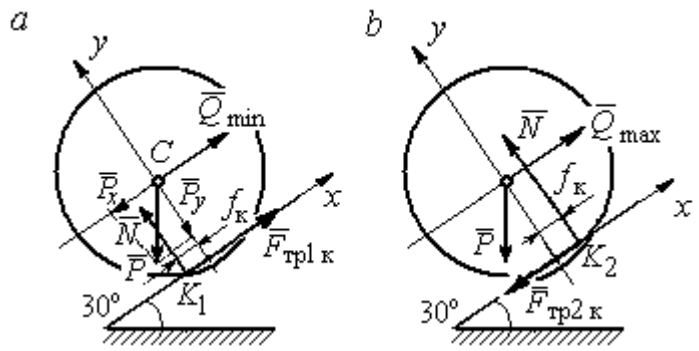


Рис. 1.55. Силы, действующие на каток, при равновесии:
a – минимальный вес груза; *b* – максимальный вес груза

На каток действует плоская уравновешенная система сил ($\vec{Q}_{\min}$, $\vec{F}_{тр1\,к}$, $\vec{N}$, $\vec{P}$) ∞ 0. Выберем систему координат, как показано на рис. 1.55, *a*, и составим уравнения равновесия катка, где уравнение моментов сил составлено относительно точки K_1:

$$\sum F_{kx} = -P\cos 60^\circ + Q_{\min} + F_{тр1к} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = = -P\cos 30^\circ + N = 0;$$

$$\sum M_{K_1}(\vec{F}_k) = P\cos 60^\circ \cdot r - Q_{\min} r - P\cos 30^\circ \cdot f_к = 0.$$

Подставляем данные задачи и находим минимальное значение веса груза, при котором каток находится в равновесии $Q_{\min}$ = 7,68 Н, величину нормальной реакции наклонной плоскости N = 43,3 Н и значение силы трения качения, удерживающей каток в равновесии, $F_{тр1к}$ = 17,32 Н.

Рассмотрим равновесие катка при максимальном значении веса груза $Q_{\max}$. Здесь нарушение предельного равновесия при увеличении веса груза Q вызывает движение катка вверх по наклонной плоскости. В таком случае точка

приложения реакции опоры шероховатой поверхности (точка K_2) расположена справа от нормального к плоскости качения диаметра катка (рис. 1.55, *b*).

На каток действует плоская уравновешенная система сил ($\vec{Q}_{\max}$, $\vec{F}_{\text{тр2 к}}$, $\vec{N}$, $\vec{P}$) ∞ 0. Выберем систему координат, как показано на рис. 1.55, *b*. Уравнения равновесия катка, где уравнение моментов сил составлено относительно точки K_2 имеют вид:

$$\sum F_{kx} = -P\cos 60^\circ + Q_{\max} - F_{\text{тр2 к}} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = -P\cos 30^\circ + N = 0;$$

$$\sum M_{K_2}(\vec{F}_k) = -P\cos 60^\circ \cdot r + Q_{\max} r - P\cos 30^\circ \cdot f_{\text{к}} = 0.$$

Решая систему, получим: $Q_{\max} = 42{,}32$ Н; $N = 43{,}3$ Н; $F_{\text{тр2 к}} = 17{,}32$ Н.

Таким образом, на шероховатой поверхности каток находится в равновесии, если вес уравновешивающего груза выбран в пределах $7{,}68 \le Q \le 42{,}32$ Н.

При любом движении (вверх или вниз) качение катка будет без скольжения, если предельная сила трения скольжения $F_{\text{тр с}}$ больше аналогичной силы трения качения: $F_{\text{тр с}} > F_{\text{тр к}}$. Величина силы трения скольжения не зависит от направления движения: $F_{\text{тр с}} = f_{\text{с}} N = 43{,}3 f_{\text{с}}$, где $f_{\text{с}}$ – коэффициент трения скольжения. Величина силы трения качения также не зависит от направления движения: $F_{\text{тр к}} = F_{\text{тр1 к}} = F_{\text{тр2 к}} = 17{,}32$ Н. Таким образом, для определения требуемого коэффициента скольжения имеет место неравенство $43{,}3 f > 17{,}32$, откуда $f > 0{,}4$.

Задача 19. Для подъёма и опускания грузов в выработках используется ступенчатый ворот с тормозом, изображённый на рис. 1.56. Радиусы большой и малой ступенек барабана ворота R = 0,5 м и r = 0,2 м. Ворот тормозят, надавливая на конец A рычага AB, соединённого цепью CD с концом D тормозного рычага ED с расположенной на нём тормозной колодкой. Коэффициент трения между тормозной колодкой и барабаном ворота f = 0,4. На малой ступеньке барабана ворота навита верёвка, другой конец которой, переброшенный через невесомые неподвижный блок m и подвижный блок n, удерживает груз Q весом 1 кН (см. рис. 1.56). Угол наклона к горизонту участка верёвки, соединяющей барабан с неподвижным блоком m, составляет 30°.

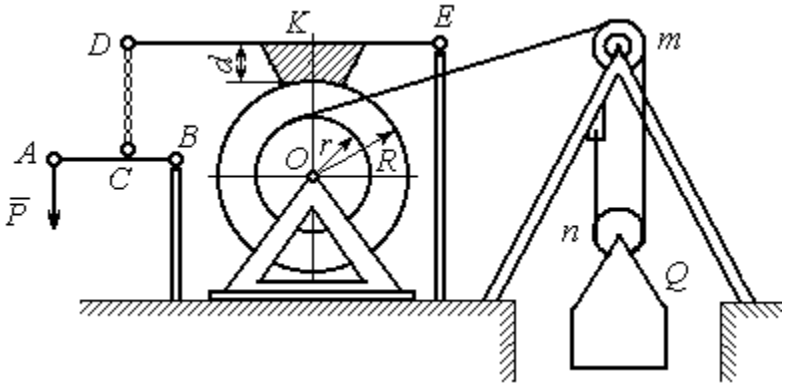


Рис. 1.56. Ворот с колодочным тормозом

Определить величину силы $\vec{P}$, уравновешивающей груз Q, и реакции шарниров O и E, если вес ворота G = 140 Н, высота тормозной колодки d = 0,1 м, расстояния AB = 1 м, BC = 0,1 м; ED = 1,2 м; EK = 0,6 м.

Решение

Рассмотрим отдельно равновесие барабана ворота, тормозного рычага DE и рычага AB (рис. 1.57).

Для того; чтобы определить силу натяжения верёвки, прикреплённой к барабану, рассмотрим равновесие груза вместе с подвижным блоком n (см. рис. 1.57, *а*). На объект равновесия действует сила тяжести груза $\vec{Q}$ и реакции $\vec{T}'$ и $\vec{T}''$ двух ветвей верёвки, огибающей снизу блок n.

Уравнения равновесия такой системы сил:

$$T' + T'' - Q = 0; \qquad T''r_{\text{бл}} = T'r_{\text{бл}},$$

где моменты сил вычислены относительно центра блока; $r_{бл}$ – радиус блока *n*. Решая систему уравнений, получим: $T' = T'' = 0{,}5Q = 500$ Н.

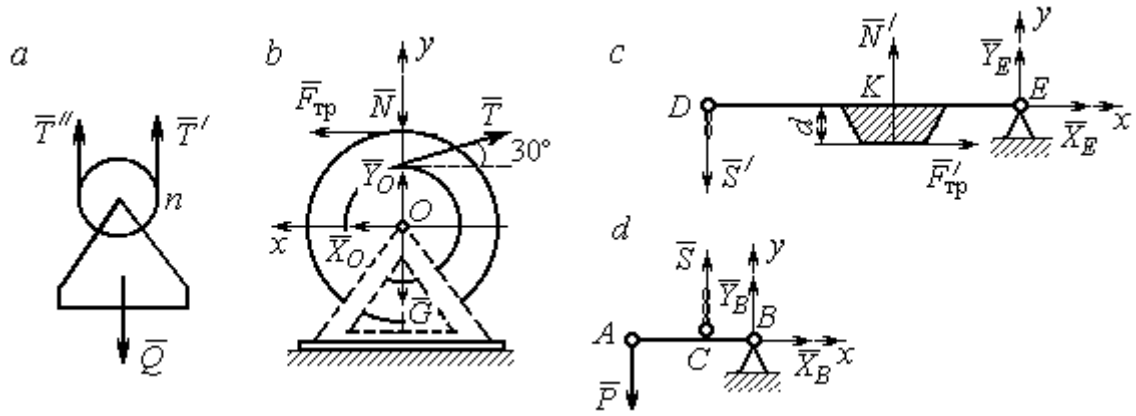


Рис. 1.57. Равновесие элементов конструкции ворота:
a – равновесие груза; *b* – силы, действующие на барабан; *c* – силы, действующие на тормозной рычаг *DE*; *d* – силы, действующие на рычаг *AB*

Рассмотрим равновесие барабана. На барабан действуют: сила веса барабана $\vec{G}$, сила давления $\vec{N}$ со стороны рычага, направленная по радиусу барабана, сила трения $\vec{F}_{тр}$, действующая по касательной к барабану в сторону, противоположную движению барабана при опускании груза, реакция $\vec{R}_O$ шарнира *O*, представленная двумя составляющими $\vec{X}_O, \vec{Y}_O$, и реакция верёвки $\vec{T}$, численно равная модулю силы $\vec{T}'$ (см. рис. 1.57, *b*).

Силы, действующие на барабан, составляют уравновешенную произвольную плоскую систему сил ($\vec{G}$, $\vec{X}_O, \vec{Y}_O, \vec{T}, \vec{N}$, $\vec{F}_{тр}$) ~ 0. Составим уравнение моментов относительно точки *O*:

$$-Tr + F_{тр}R = 0,$$ откуда с учётом $T = T'$ $F_{тр} = 200$ Н.

Величина силы $\vec{N}$ давления рычага на барабан находится из вида зависимости силы трения $F_{тр} = f N$, тогда $N = \dfrac{F_{тр}}{f} = 500$ Н.

Составим уравнения равновесия барабана в виде проекций сил на оси, выбранные, как показано на рис. 1.57, *b*:

$$\sum F_{kx} = X_O + F_{тр} - T\cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = Y_O + T\cos 60^\circ - N - G = 0.$$

Решая систему, найдём реакцию шарнира *O*:

$$X_O = 233 \text{ Н};\ Y_O = 390 \text{ Н};\ R_O = \sqrt{X_O^2 + Y_O^2} = 454{,}3 \text{ Н}.$$

Рассмотрим теперь равновесие тормозного рычага *DE* (см. рис. 1.57, *c*).

На рычаг действуют сила $\vec{N}'$ давления со стороны барабана и сила трения $\vec{F}'_{\text{тр}}$, приложенные в точке касания тормозной колодки с барабаном, равные по величине и противоположные по направлению, соответственно, силам $\vec{N}$ и $\vec{F}_{\text{тр}}$. Кроме того, в точке *D* на рычаг действует сила $\vec{S}'$, под действием которой рычаг прижимается к барабану, и реакция шарнира *E*, разложенная на составляющие $\vec{X}_E$, $\vec{Y}_E$ вдоль осей *x*, *y*. Уравнения равновесия рычага имеют вид:

$$\sum F_{kx} = X_E + F'_{\text{тр}} = 0; \quad \sum F_{ky} = Y_E + N' - S' = 0;$$

$$\sum M_E(\vec{F}_k) = S' \cdot DE - N' \cdot EK + F'_{\text{тр}} d = 0.$$

Подставляя в систему данные из условия задачи, с учётом найденных значений $F'_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} = 200$ Н, $N' = N = 500$ Н, определим усилие S', с которым тормозной рычаг прижимается к барабану, и реакцию шарнира *E*:

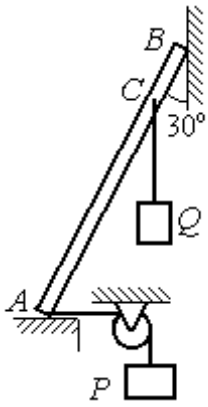
$$S' = 233{,}33 \text{ Н};\ X_E = -200 \text{ Н};\ Y_E = -266{,}67 \text{ Н};\ R_E = \sqrt{X_E^2 + Y_E^2} = 333{,}34 \text{ Н}.$$

Силу $\vec{P}$, необходимую для уравновешивания груза *Q*, найдём рассматривая равновесие рычага *AB* (см. рис. 1.57, *d*) . На рычаг действуют сила $\vec{P}$, реакция цепи $\vec{S}$ и реакция шарнира *B*, показанная на рис. 1.57, *d* составляющими $\vec{X}_B$, $\vec{Y}_B$.

Составим уравнение равновесия рычага в форме равенства нулю суммы моментов сил относительно точки *B*: $P \cdot AB - S \cdot CB = 0$. С учётом того, что модули сил $\vec{S}$ и $\vec{S}'$ равны, найдем $P = 23{,}3$ Н.

Упражнения

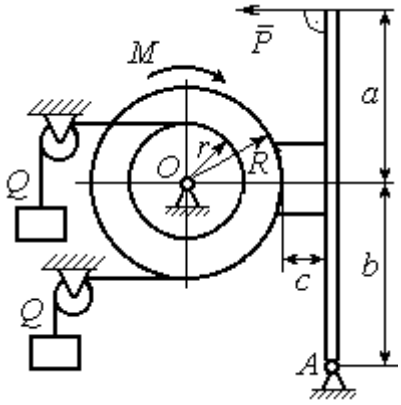
Упражнение 1.13



Невесомый стержень AB опирается в точках A и B на шероховатые поверхности – горизонтальный пол и вертикальную стену. Коэффициент трения между стержнем и полом и между стержнем и стеной $f = 0{,}2$. Угол наклона стержня к вертикальной стене 30°. В точке C к стержню подвешен груз Q. Стержень удерживается в равновесии горизонтальной нитью, прикреплённой в точке A и перекинутой через блок. К другому концу нити подвешен груз P. В каких границах можно изменять вес груза P, не нарушая равновесия стержня?

$AB = 3$ м, $AC = 2$ м, $Q = 200$ Н.

Упражнение 1.14



Шкив O состоит из двух барабанов радиусов R и r. На барабаны навиты верёвки, натянутые одинаковыми грузами Q. К шкиву приложена пара сил с моментом M. Шкив затормаживается с помощью рычажного тормоза. Коэффициент трения между тормозной колодкой и шкивом $f = 0{,}4$. Определить силу $\vec{P}$, приложенную к рычагу тормозной колодки и уравновешивающую шкив. Найти реакцию шарнира A.

$a = b = 1$ м; $c = 0{,}1$ м; $Q = 100$ Н; $M = 120$ Н·м;
$R = 0{,}6$ м; $r = 0{,}2$ м.

Рис. 1.58. Задания для самостоятельного решения. Упражнения № 1.13, 1.14

2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЁРДОГО ТЕЛА

2.1. Криволинейное движение точки

Кривая, которую описывает движущаяся точка, называется **траекторией** точки. Движение точки может быть задано **векторным**, **координатным** или **естественным** способами.

Координатный способ задания движения точки основан на том, что положение точки определяется ее координатами, заданными для каждого момента времени (рис. 2.1): $x = x(t)$, $y = y(t)$, $z = z(t)$.

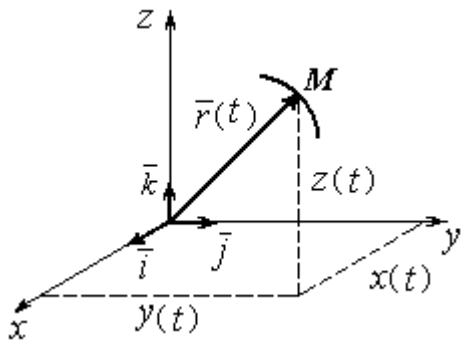


Рис. 2.1. Векторный и координатный способы задания движения точки

Мгновенная скорость, или скорость точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от радиус-вектора точки: $\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt}$. **Вектор скорости точки $\vec{V}$ всегда направлен по касательной к траектории в сторону движения точки.** Величины V_x, V_y, V_z проекций вектора скорости $\vec{V}$ на координатные оси определяются как производные по времени от соответствующих координат: $V_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$; $V_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y}$; $V_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z}$. Модуль вектора скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$.

Мгновенное ускорение точки**,** или ускорение в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от вектора скорости точки или как вторая производная от радиус-вектора точки: $\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$. Величины a_x, a_y, a_z проекций вектора ускорения на координатные оси определяются равенствами: $a_x = \frac{dV_x}{dt} = \dot{V}_x = \ddot{x}$;

$a_y = \frac{dV_y}{dt} = \dot{V}_y = \ddot{y}$; $a_z = \frac{dV_z}{dt} = \dot{V}_z = \ddot{z}$. Модуль вектора ускорения: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$.

Естественный способ задания движения используется, если траектория движения точки заранее известна. Тогда положение точки однозначно определяется длиной дуги $\breve{OM} = S(t)$, отсчитываемой от некоторой фиксированной точки *O*, принятой за начало отсчета (рис. 2.2). При этом заранее устанавливаются положительное и отрицательное направления отсчета дуговой координаты.

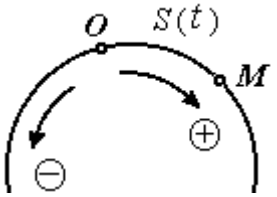


Рис. 2.2. Естественный способ задания движения точки

При естественном способе задания движения вектор скорости точки определяется равенством: $\vec{V} = \dot{S}\vec{\tau} = V_\tau \vec{\tau}$, где S – дуговая координата; $\vec{\tau}$ – единичный вектор касательной к траектории движения, направленный в сторону положительного направления дуговой координаты. Величина $V_\tau = \dot{S}$ называется алгебраической скоростью точки и представляет собой проекцию вектора скорости точки на касательную к траектории.

Вектор ускорения точки $\vec{a}$ раскладывается на составляющие по направлениям естественных осей – касательную (ось τ) и перпендикулярную к ней нормальную (ось *n*):

$$\vec{a} = a_\tau \vec{\tau} + a_n \vec{n} \text{ или } \vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n,$$

где $\vec{\tau}$ – единичный направляющий вектор касательной; $\vec{n}$ – единичный направляющий вектор нормали траектории; a_τ – проекция ускорения точки на касательную называется **касательным ускорением**; a_n – проекция вектора ускорения точки на нормаль называется **нормальным ускорением** (рис. 2.3). Касательная составляющая ускорения характеризует изменение величины скорости точки, нормальная – изменение направления вектора скорости.

Если проекции V_τ и a_τ имеют одинаковые знаки (направлены в одну сторону), движение будет ускоренным, если разных знаков (разнонаправлены) – замедленным (см. рис. 2.3, *a*, *b*).

Проекции ускорения на естественные оси и модуль вектора ускорения вычисляются по формулам:

$$a_\tau = \ddot{S} = \dot{V}_\tau,\ a_n = \frac{V^2}{\rho};$$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2},$$

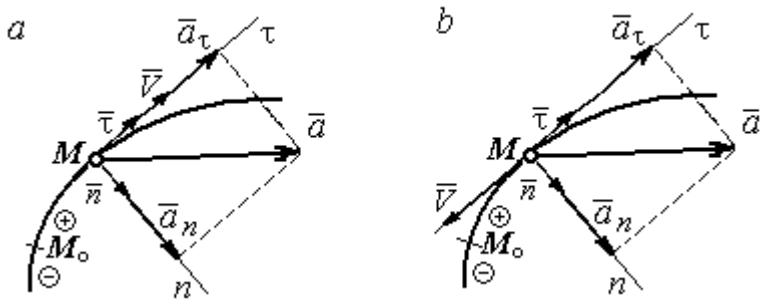


Рис. 2.3. Скорость и ускорение точки. Разложение ускорения на нормальную и касательную составляющие:
a – ускоренное движение; *b* – замедленное движение

где ρ – радиус кривизны траектории. Иногда при вычислении касательной составляющей ускорения удобнее пользоваться формулой $a_\tau = \dfrac{a_x V_x + a_y V_y}{V_\tau}$.

Вектор нормальной составляющей ускорения $\vec{a}_n$ всегда направлен к центру кривизны траектории. Вектор касательной составляющей ускорения $\vec{a}_\tau$ направлен в сторону положительного направления касательной (по направлению единичного вектора $\vec{\tau}$), если $\ddot{S} > 0$, и в противоположную сторону – при $\ddot{S} < 0$.

Криволинейное движение точки называется **равномерным**, если проекция вектора скорости на касательную – постоянная величина: V_τ = const.

Криволинейное движение точки называется **равнопеременным**, если постоянна проекция вектора ускорения на касательную: a_τ = const.

Примеры решения задач на криволинейное движение точки

Задача 20. Движение точки задано координатным способом уравнениями $x(t) = 2\sin\pi t$, $y(t) = \cos 2\pi t$, где *x*, *y* – в сантиметрах, *t* – в секундах.

Найти траекторию точки, величину и направление скорости и ускорения в моменты времени t_1 = 0,25 с, t_2 = 0,75 с. Определить участки ускоренного и замедленного движений точки.

Решение

Определяем траекторию точки. Из уравнений движения находим $y = \cos 2\pi t = \cos^2 \pi t - \sin^2 \pi t = 1 - 2\sin^2 \pi t = 1 - \frac{x^2}{2}$. Траекторией точки является парабола $y = 1 - \frac{x^2}{2}$ (рис. 2.4). Однако не вся парабола будет траекторией движения, а только та её часть, точки которой согласно уравнениям движения удовлетворяют неравенствам: $-2 \le x \le 2$, $-1 \le y \le 1$.

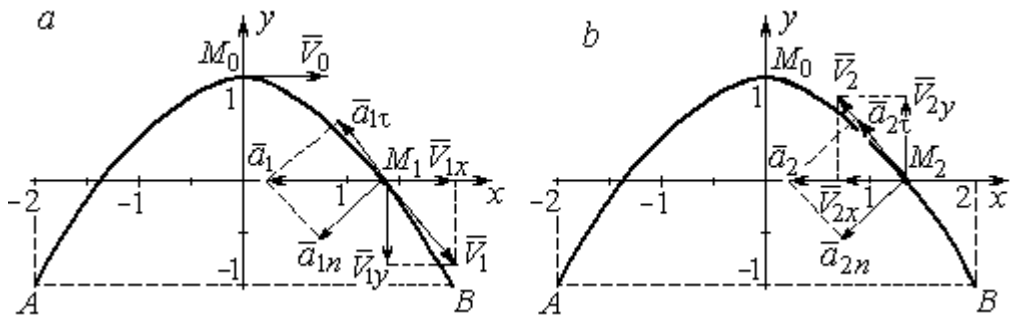


Рис. 2.4. Траектория движения точки:

a – замедленное движение точки на участке от M_0 к *B*;
b – ускоренное движение точки на участке от *B* к M_0

Определяем параметры движения точки в момент времени t_1 = 0,25 с.

Находим координаты x_1, y_1 положения точки M_1:

$$x_1 = x(0{,}25) = 2\sin\frac{\pi}{4} = \sqrt{2} \text{ см}, \quad y_1 = y(0{,}25) = \cos\frac{\pi}{2} = 0.$$

Находим проекции V_{1x}, V_{1y} вектора $\vec{V}_1$ скорости точки на оси системы координат:

$$V_x(t) = \dot{x} = 2\pi\cos\pi t; \; V_y(t) = \dot{y} = -2\pi\sin 2\pi t;$$

$$V_{1x} = V_x(0{,}25) = 2\pi\cos\frac{\pi}{4} = \pi\sqrt{2} \text{ см/с}; \quad V_{1y} = V_y(0{,}25) = -2\pi\sin\frac{\pi}{2} = -2\pi \text{ см/с}.$$

Модуль скорости $V_1 = \sqrt{V_{1x}^2 + V_{1y}^2} = \pi\sqrt{6}$ см/с.

Находим проекции a_{1x}, a_{1y} вектора $\vec{a}_1$ ускорения точки на оси системы координат:

$$a_x(t) = \dot{V}_x = -2\pi^2 \sin \pi t\,;\; a_y(t) = \dot{V}_y = -4\pi^2 \cos 2\pi t\,;$$

$$a_{1x} = a_x(0{,}25) = -2\pi^2 \sin\frac{\pi}{4} = -\pi^2\sqrt{2} \text{ см/с}^2;\; a_{1y} = a_y(0{,}25) = -4\pi^2 \cos\frac{\pi}{2} = 0.$$

Модуль вектора ускорения $a_1 = \sqrt{a_{1x}^2 + a_{1y}^2} = \pi^2\sqrt{2}$ см/с.

Положение точки M_1 в момент времени $t_1 = 0{,}25$ с, построение векторов скорости $\vec{V}_1$ и ускорения $\vec{a}_1$ по их проекциям показано на рис. 2.4, *а*.

Для того чтобы определить характер движения точки в положении M_1 – ускоренное или замедленное, найдём направление касательного ускорения. С этой целью разложим известный уже вектор ускорения $\vec{a}_1$ на нормальную и касательную составляющие согласно равенству $\vec{a}_1 = \vec{a}_{1\tau} + \vec{a}_{1n}$. При этом направление касательной совпадает с направлением вектора скорости $\vec{V}_1$, а направление нормали – перпендикулярно ему. Касательное ускорение $\vec{a}_{1\tau}$ оказалось направленным противоположно вектору скорости $\vec{V}_1$ (см. рис. 2.4, *а*). Следовательно, точка в рассматриваемый момент движется замедленно.

В момент времени $t_2 = 0{,}75$ с положение M_2 совпадает с положением M_1:

$$x_2 = x(0{,}75) = 2\sin\frac{3\pi}{4} = \sqrt{2} \text{ см};\; y_2 = y(0{,}75) = \cos 2\pi\frac{3}{4} = 0.$$

Проекции векторов скорости $\vec{V}_2$ и ускорения $\vec{a}_2$ точки на оси координат:

$$V_{2x} = V_x(0{,}75) = 2\pi\cos\frac{3\pi}{4} = -\pi\sqrt{2} \text{ см/с};\; V_{2y} = V_y(0{,}75) = -2\pi\sin 2\pi\frac{3}{4} = 2\pi \text{ см/с};$$

$$a_{2x} = a_x(0{,}75) = -2\pi^2 \sin\frac{3\pi}{4} = -\pi^2\sqrt{2} \text{ см/с}^2;\; a_{2y} = a_y(0{,}75) = -4\pi^2 \cos 2\pi\frac{3}{4} = 0.$$

Модули скорости и ускорения точки в момент времени $t_2 = 0{,}75$ с:

$$V_2 = \sqrt{V_{2x}^2 + V_{2y}^2} = \pi\sqrt{6} \text{ см/с};\;\; a_2 = |a_{2x}| = \pi^2\sqrt{2} \text{ см/с}^2.$$

Положение точки M_2 в момент времени t_2 = 0,75 с, построение векторов скорости $\vec{V}_2$ и ускорения $\vec{a}_2$ по их проекциям, а также разложение вектора ускорения $\vec{a}_2$ на составляющие $\vec{a}_{2n}$ и $\vec{a}_{2\tau}$ показано на рис. 2.4, *b*. В данном случае вектор касательного ускорения совпадает по направлению с вектором скорости (см. рис. 2.4, *b*), поэтому движение ускоренное.

В целом движение точки по траектории происходит следующим образом. Из начального положения M_0 (t_0 = 0) точка с замедлением перемещается по правой ветви параболы. Достигнув положения *B* на траектории (t_B = 0,5 с), точка совершает мгновенную остановку и начинает обратное ускоренное движение. Достигнув положения M_0 (t_{M_0} = 1 с), точка переходит на левую часть параболы, где движется аналогично.

Задача 21. Рудничный поезд выходит на закруглённый участок пути радиуса *R* = 1 км с начальной скоростью 54 км/ч. Считая движение поезда равнопеременным, определить его скорость и ускорение в конце 10-й секунды движения по закруглённому участку, если за это время поезд прошёл путь 500 м.

Решение

Примем за начало отсчёта расстояния точку M_0, где поезд выходит на закруглённый участок пути (рис. 2.5). Предположим, движение поезда равноускоренное и происходит в сторону возрастания дуговой координаты *S*. В этом случае вектор скорости и вектор касательного ускорения направлены в положительную сторону касательной.

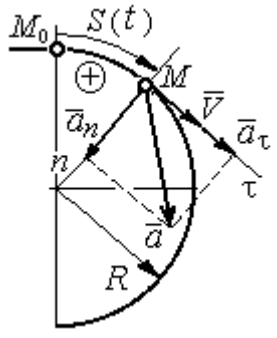


Рис. 2.5. Скорость и ускорение поезда

При равнопеременном движении проекция вектора ускорения на касательную постоянна: a_τ = const. Так как $a_\tau = \dfrac{dV_\tau}{dt}$, то $V_\tau = a_\tau t + C_1$, где V_τ – проекция вектора скорости на касательную ось. Далее, поскольку $V_\tau = \dfrac{dS}{dt}$, имеем

$S = \frac{a_\tau t^2}{2} + C_1 t + C_2$. Константы интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий: при $t = 0$ $S = 0$ и $V_\tau = V_0 = = 54$ км/ч = 15 м/с. Подставив эти условия в уравнения движения, найдём константы интегрирования: $C_1 = 15$ м/с; $C_2 = 0$.

В результате получена система уравнений:

$$V_\tau = a_\tau t + 15; \quad S = \frac{a_\tau t^2}{2} + 15t .$$

По условию задачи через 10 с от начала движения по закруглённому участку поезд прошёл по дуге путь $S = 500$ м. Подставляя это условие во второе уравнение, получим $a_\tau = 7$ м/с^2. Скорость поезда в конце пройденного пути с учётом известной величины касательного ускорения найдём из первого уравнения $V_\tau = 85$ м/с. Следует заметить, что при указанном движении поезда проекция вектора скорости на касательную ось положительна и равна его модулю: $V_\tau = V$.

Нормальное ускорение поезда при движении по дуге окружности радиуса $R = 1000$ м в момент времени $t = 10$ с равно $a_n = \frac{V_\tau^2}{R} = 7{,}23$ м/с^2. Величина (модуль) полного ускорения поезда $a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2} = 10{,}06$ м/с^2. Разложение вектора ускорения поезда на нормальную и касательную составляющие показано на рис. 2.5.

Задача 22. Вагонетка движется равнопеременно по дуге окружности радиуса $R = 80$ м. За время движения скорость вагонетки изменилась от начальной $V_0 = 18$ км/ч до конечной $V_1 = 9$ км/ч.

Определить характер движения – ускоренное или замедленное. Найти ускорение вагонетки в начале и в конце участка движения, если за это время она прошла путь $S = 60$ м.

Решение

Выберем некоторую точку на траектории в качестве начальной, а направление положительного отсчёта расстояний – в сторону движения вагонетки.

Уравнения равнопеременного движения точки при начальных условиях: $t = 0$; $S = 0$ и $V_\tau = V_0 = 5$ м/с имеют вид:

$$V_\tau = 5 + a_\tau t\,;\;\; S = 5t + \frac{a_\tau t^2}{2}.$$

Подставим в уравнения параметры движения в момент времени $t = t_1$, когда скорость вагонетки стала $V_{1\tau} = 2{,}5$ м/с, а пройденный ею путь составил 60 м. Получим систему:

$$-2{,}5 = a_\tau t_1;\;\; 60 = 5t_1 + \frac{a_\tau t_1^2}{2},$$

откуда найдём касательное ускорение: $a_\tau = -0{,}16$ м/с^2.

Отрицательная величина означает, что вектор касательного ускорения направлен в сторону, противоположную направлению вектора скорости, и движение равнозамедленное.

Нормальное ускорение вагонетки в начале движения $a_{n0} = \frac{V_0^2}{R} = 0{,}31$ м/с^2.

Полное ускорение $a_0 = \sqrt{a_{n0}^2 + a_\tau^2} = 0{,}35$ м/с^2. В конце движения нормальное ускорение $a_{n1} = \frac{V_1^2}{R} = 0{,}08$ м/с^2. Полное ускорение $a_1 = \sqrt{a_{n1}^2 + a_\tau^2} = 0{,}18$ м/с^2.

2.2. Поступательное движение и вращение твердого тела вокруг неподвижной оси

Движение твёрдого тела называется **поступательным**, если любой прямолинейный отрезок, связанный с телом, остаётся в процессе движения параллельным самому себе. При **поступательном** движении твёрдого тела все его точки движутся по одинаковым траекториям, имеют равные скорости и ускорения.

Вращением твёрдого тела вокруг неподвижной оси называется такое его движение, при котором две точки тела остаются неподвижными в течение всего времени движения. Прямая, проходящая через неподвижные точки, называется **осью вращения** тела.

Положение вращающегося тела определяется углом поворота $\varphi = \varphi(t)$ относительно какой-либо системы отсчёта, например, относительно неподвижной плоскости, проходящей через ось вращения.

Вектор угловой скорости вращения тела $\vec{\omega}$ лежит на оси вращения и направлен в сторону, откуда вращение тела видно против хода часовой стрелки. **Алгебраическим значением угловой скорости** вращения тела называют проекцию вектора угловой скорости на ось вращения (ось z) $\omega_z = \dot{\varphi}$. При $\dot{\varphi} > 0$ тело вращается в сторону положительного направления отсчёта угла φ, при $\dot{\varphi} < 0$ – в обратную сторону. Направление угловой скорости обычно показывают дуговой стрелкой вокруг оси вращения. Модуль алгебраического значения угловой скорости вращения тела называется угловой скоростью $\omega = |\omega_z| = |\dot{\varphi}|$.

Алгебраическим значением **углового ускорения** вращающегося тела называют проекцию вектора углового ускорения на ось вращения (ось z) $\varepsilon_z = \dot{\omega}_z = \ddot{\varphi}$. Модуль алгебраического значения углового ускорения вращения тела называется угловым ускорением: $\varepsilon = |\varepsilon_z| = |\dot{\omega}_z| = |\ddot{\varphi}|$.

Вектор углового ускорения направлен вдоль оси вращения. Если $\varepsilon_z \omega_z > 0$ (вектора угловой скорости и углового ускорения сонаправлены), движение ускоренное, если $\varepsilon_z \omega_z < 0$ (векторы угловой скорости и углового ускорения противоположны по направлению), – замедленное.

При равномерном вращении угловая скорость тела (алгебраическое значение) – постоянная величина: ω_z = const. Угол поворота тела изменяется по линейному закону $\varphi = \varphi_0 + \omega_z t$, где φ_0 – начальный угол поворота тела.

При равнопеременном вращении постоянной величиной является алгебраическое значение углового ускорения: ε_z = const. В этом случае справедливы уравнения движения: $\omega_z = \omega_{z0} + \varepsilon_z t$; $\varphi = \varphi_0 + \omega_{z0} t + \dfrac{\varepsilon_z t^2}{2}$.

При вращательном движении тела все его точки движутся по окружностям, радиусы которых равны расстояниям от выбранной точки до неподвижной оси. **Скорость точки** вращающегося твердого тела **(**в отличие от угловой скорости тела) называют **линейной,** или **окружной скоростью** точки. Модуль скорости точки рассчитывается по формуле: $V = \omega h$, где ω – угловая скорость тела; h – расстояние от точки до оси вращения. Вектор скорости направлен по касательной к описываемой точкой окружности в сторону вращения тела.

При вращении тела отношение скоростей двух точек тела равно отношению расстояний от этих точек до оси вращения: $\dfrac{V_{M_1}}{V_{M_2}} = \dfrac{h_1}{h_2}$ (рис. 2.6).

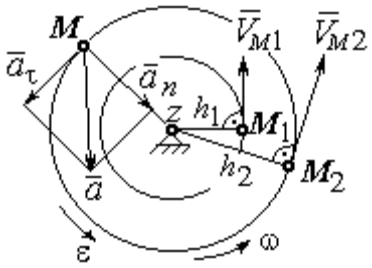


Рис. 2.6. Скорость и ускорение точек вращающегося тела

Ускорение точки вращающегося твердого тела рассчитывается как ускорение точки при естественном способе задания движения в виде суммы векторов касательного и нормального ускорений (см. рис. 2.6): $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$, где модули векторов $a_\tau = \varepsilon h$, $a_n = \omega^2 h$; $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$; ω, ε – угловая скорость и угловое ускорение тела, $\varepsilon = |\varepsilon_z|$; h – расстояние от точки до оси вращения. **Вектор касательного ускорения точки** $\vec{a}_\tau$ направлен по касательной к описываемой точкой окружности в сторону движения точки, если вращение тела ускоренное, и в противоположную сторону, если движение тела замедленное. **Вектор нормального ускорения точки** $\vec{a}_n$ направлен вдоль радиуса описываемой точкой окружности к её центру.

При **передаче вращения** одного тела другому без проскальзывания соотношения между угловыми скоростями и угловыми ускорениями выражаются из равенства скоростей и касательных ускорений в точке контакта: $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1}$; $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{r_2}{r_1}$ (рис. 2.7).

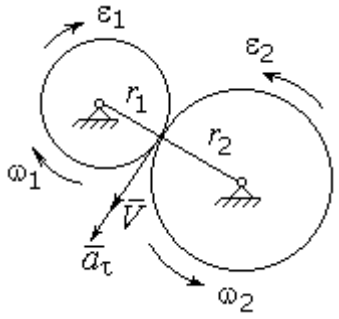


Рис. 2.7. Передача вращения одного тела другому

Примеры решения задач на вращательное движение тел

Задача 23. Вал, начиная вращаться равноускоренно из состояния покоя, за первые 2 мин. сделал 3600 оборотов. Определить угловую скорость вала в конце 2-й минуты и угловое ускорение вала.

Решение

Допустим, вращение вала вокруг оси z происходит в сторону положительного направления отсчёта угла. Тогда алгебраические значения угловой скорости и углового ускорения равны модулям соответствующих векторов $\omega_z = \omega$; $\varepsilon_z = \varepsilon$.

Воспользуемся уравнениями равнопеременного вращения вала с нулевыми начальными условиями (начальный угол поворота $\varphi_0 = 0$ и начальная угловая скорость вала $\omega_0 = 0$). Имеем $\omega = \varepsilon t$; $\varphi = \frac{\varepsilon t^2}{2}$.

Подставим в уравнения параметры движения вала в момент времени $t = t_1$ = 2 мин = 120 с; φ_1 = 3600 об = 7200π рад. Получим систему:

$$\omega_1 = \varepsilon \cdot 120, \quad 7200\pi = \frac{\varepsilon \cdot 120^2}{2}, \text{ откуда } \varepsilon = \pi \text{ с}^{-2}; \quad \omega_1 = 120\pi \text{ с}^{-1}.$$

Задача 24. В механизме стрелочного индикатора (рис. 2.8) движение от рейки мерительного штифта 1 передаётся шестерне 2, скреплённой на одной оси с зубчатым колесом 3. Колесо 3 сцепляется, в свою очередь, с шестернёй 4, несущей стрелку-индикатор. Определить угловую скорость стрелки, если движение штифта задаётся уравнением $x = 4\sin\pi t$ и радиусы зубчатых колёс: r_2 = 6 см, r_3 = 10 см, r_4 = 4 см.

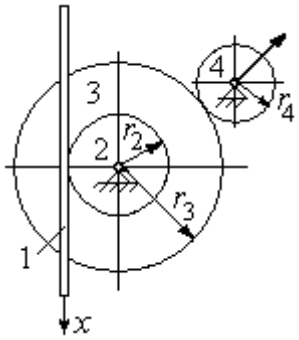


Рис. 2.8. Механизм стрелочного индикатора

Решение

Мерительный штифт движется поступательно вдоль оси *x* (см. рис. 2.8). Проекция скорости любой точки штифта на ось *x* $V_{1x} = \dot{x} = 4\pi\cos\pi t$ см/с. Такую же скорость имеет и точка касания штифта с шестернёй 2.

Полагая, что точка касания штифта с шестернёй 2 принадлежит и шестерне, найдём алгебраическое значение угловой скорости шестерни 2: $\omega_{2z} = \dfrac{V_{1x}}{r_2} = \dfrac{4\pi\cos\pi t}{6} = \dfrac{2\pi}{3}\cos\pi t$ рад/с. Зубчатое колесо 3 скреплено с шестернёй 2 на одной оси и имеет ту же угловую скорость $\omega_{3z} = \omega_{2z}$. Вращение колеса 3 через точку зацепления передаётся шестерне 4. Выразим соотношение между алгебраическими значениями угловых скоростей при передаче вращения одного тела другому: $\dfrac{\omega_{3z}}{\omega_{4z}} = \dfrac{r_4}{r_3}$. Отсюда получим: $\omega_{4z} = \dfrac{V_{1x} r_3}{r_2 r_4} = \dfrac{5\pi}{3}\cos\pi t$ с$^{-1}$. Угловая скорость стрелки равна угловой скорости шестерни 4.

Задача 25. Ведущее колесо 1 подъёмного устройства (рис. 2.9) передаёт движение шестерне 2. На одной оси с шестернёй 2 расположен шкив 3, жёстко скреплённый с

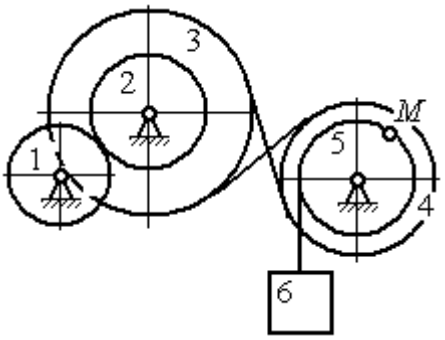


Рис. 2.9. Схема механизма подъёмного устройства

шестернёй. Шкив 3 соединяется со шкивом 4 бесконечным перекрёстным ремнём. Барабан 5 скреплён со шкивом 4 и находится с ним на одной оси. На барабан намотана нить, удерживающая груз 6. По заданному уравнению движения колеса 1 определить скорость, нормальное, касательное и полное ускорения точки M на ободе барабана 5 в момент времени $t_1 = 1$ с, а также скорость и ускорение груза 6. Скольжение между звеньями механизма отсутствует.

Значения радиусов колёса, шкивов и барабана механизма: $r_1 = 20$ см, $r_2 = 10$ см, $r_3 = 40$ см, $r_4 = 16$ см, $r_5 = 8$ см. Уравнение вращения колеса 1: $\varphi_1 = 2t^2 - 5t$ рад.

Решение

Ведущим звеном в механизме является колесо 1. Выберем положительное направление отсчёта угла поворота колеса 1 в сторону, противоположную направлению вращения часовой стрелки. На рис. 2.10 это направление показано дуговой стрелкой φ_1.

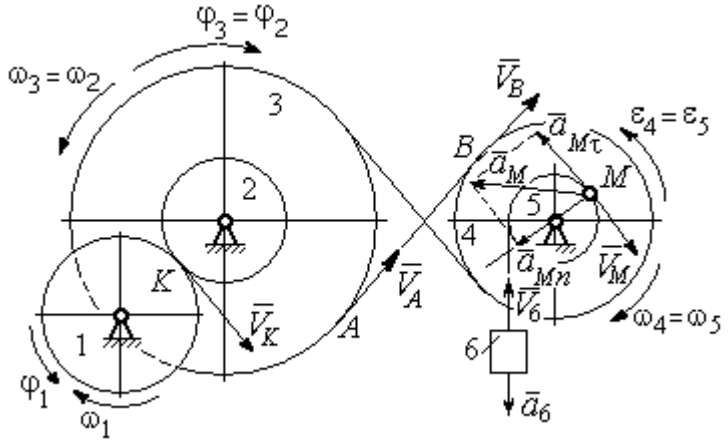


Рис. 2.10. Расчётная схема механизма

Продифференцировав по времени уравнение движения колеса 1, получим алгебраическое значение его угловой скорости: $\omega_{1z} = \dot{\varphi}_1 = 4t - 5$ рад/с. В момент времени $t_1 = 1$ с алгебраическое значение угловой скорости колеса 1 отрицательно: $\dot{\varphi}_1(1) = -1$ рад/с. Это означает, что в данный момент времени колесо 1 вращается в сторону, противоположную положительному направлению отсчёта угла φ_1. Угловая скорость колеса 1 равна модулю: $\omega_1 = |\omega_{1z}| = 1$ рад/с. Направление угловой скорости ω_1 колеса 1 в момент времени $t_1 = 1$ с показано дуговой стрелкой ω_1.

Вращение колеса 1 передаётся шестерне 2 через точку контакта *K*. Из соотношения $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1}$ найдём угловую скорость шестерни 2: $\omega_2 = \frac{\omega_1 r_1}{r_2}$. Шкив 3, закреплённый на одной оси с шестернёй 2 имеет такую же угловую скорость, $\omega_3 = \omega_2$. Направление угловых скоростей шестерни 2 и шкива 3 показано на рис. 2.10 дуговой стрелкой ω_2.

Передача движения шкива 3 шкиву 4 производится с помощью ремённой передачи. На участке от точки *A*, где ремень сходит со шкива 3, и до точки *B*, где ремень набегает на шкив 4, ремень движется поступательно, поэтому скорости точек *A* и *B* равны: $V_A = V_B$. Выразив скорости точек через угловые скорости тел, имеем равенство $\omega_3 r_3 = \omega_4 r_4$, откуда с учётом, что $\omega_3 = \omega_2$, найдём угловую скорость шкива 4: $\omega_4 = \frac{\omega_3 r_3}{r_4} = \frac{\omega_1 r_1 r_3}{r_2 r_4}$. Угловая скорость барабана 5 равна угловой скорости шкива 4, $\omega_5 = \omega_4$. Направление угловых скоростей шкива 4 и барабана 5 показано на рис. 2.10 дуговой стрелкой ω_4.

Величина (модуль) скорости точки *M* рассчитывается по формуле: $V_M = \omega_5 r_5$. В момент времени $t_1 = 1$ с $\omega_5 = \frac{\omega_1 r_1 r_3}{r_2 r_4} = 5$ рад/с и $V_M = 20$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_M$ направлен по касательной к ободу барабана в точке *M* и направлен в сторону вращения барабана 5 (см. рис. 2.10).

Нить, несущая груз 6, сматываясь с обода барабана, имеет скорость, равную скорости точек обода барабана, и, следовательно, равна скорости точки *M*: $V_6 = V_M$. Направление скорости груза 6 определяется направлением вращения барабана 5. При $t_1 = 1$с груз поднимается со скоростью $V_6 = 20$ см/с.

Определим ускорение точки *M*. Вектор ускорения точки *M* равен сумме векторов: $\vec{a}_M = \vec{a}_M^{\tau} + \vec{a}_M^{n}$, где $\vec{a}_M^{\tau}$, $\vec{a}_M^{n}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения.

Найдём алгебраическое значение угловой скорости барабана 5: $\omega_{5z} = \dfrac{\omega_{1z} r_1 r_3}{r_2 r_4} = 20t - 25$ рад/с. Алгебраическое значение углового ускорения барабана 5 ε_{5z} равно производной $\varepsilon_{5z} = \dot{\omega}_{5z} = 20$ рад/с^2. Так как в момент времени $t_1 = 1$ с знаки алгебраических значений угловой скорости барабана и его углового ускорения разные ($\omega_{5z} = -5$ рад/с $\vec{a}_M = \vec{a}_M^{\tau} + \vec{a}_M^{n}$ $\varepsilon_{5z} = +20$ рад/с^2), угловое ускорение (по величине равное модулю $\varepsilon_5 = |\varepsilon_{5z}|$) направлено в сторону, противоположную угловой скорости. На рис. 2.10 направление углового ускорения барабана 5 показано дуговой стрелкой ε_5.

Касательное ускорение точки: $a_{M\tau} = \varepsilon_5 r_5 = 80$ см/с^2. Вектор $\vec{a}_{M\tau}$ касательного ускорения точки M направлен по касательной к траектории в точке M в сторону углового ускорения ε_5 (см. рис. 2.10).

Нормальное ускорение точки M рассчитывается как $a_M^n = \omega_5^2 r_5$, где угловая скорость барабана $\omega_5 = |\omega_{5z}|$. В момент времени $t_1 = 1$ с $\omega_5 = 5$ рад/с и величина нормального ускорения: $\vec{a}_M^{\,n} = 100$ см/с^2. Вектор нормального ускорения $\vec{a}_M^{\,n}$ направлен по радиусу к центру барабана 5.

Модуль полного ускорения точки M в заданный момент времени: $a_M = \sqrt{(a_M^{\tau})^2 + (a_M^{n})^2} = 128{,}06$ см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}_M$ направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_M^{\,n}$ и $\vec{a}_M^{\tau}$ (см. рис. 2.10).

Ускорение a_6 груза 6 находится из условия, что груз движется прямолинейно. При прямолинейном движении нормальная составляющая ускорения равна нулю. В результате, ускорение груза 6 $a_6 = a_6^{\tau} = \dot{V}_6 = \dot{V}_M = a_M^{\tau} = \varepsilon_5 r_5 = 80$ см/с^2. Направление вектора ускорения груза 6 определяется направлением углового ускорения барабана 5. На рис. 2.10 направление ускорения груза 6 показано вектором $\vec{a}_6$.

Задача 26. По заданному уравнению поступательного движения звена 1 механизма (рис. 2.11, *a*) определить скорость, нормальное, касательное и полное ускорения точки *M* диска 3 в момент времени $t_1 = 1$ с, а также скорость и ускорение звена 4. Скольжение между звеньями механизма отсутствует. Значения радиусов колес механизма и закон движения звена 1: $R_2 = 20$ см, $r_2 = 5$ см, $R_3 = 8$ см, $r_3 = 4$ см, $x_1 = \cos\pi t + \sin\pi t$ см.

Решение

Звено 1 движется поступательно вдоль оси *x*. Положительное направление движения задаётся направлением оси *x* (рис. 2.11, *a*). Продифференцировав по времени уравнение движения звена 1, получим его алгебраическое значение скорости: $V_{1x}(t) = \dot{x}_1 = -\pi\sin\pi t + \pi\cos\pi t$.

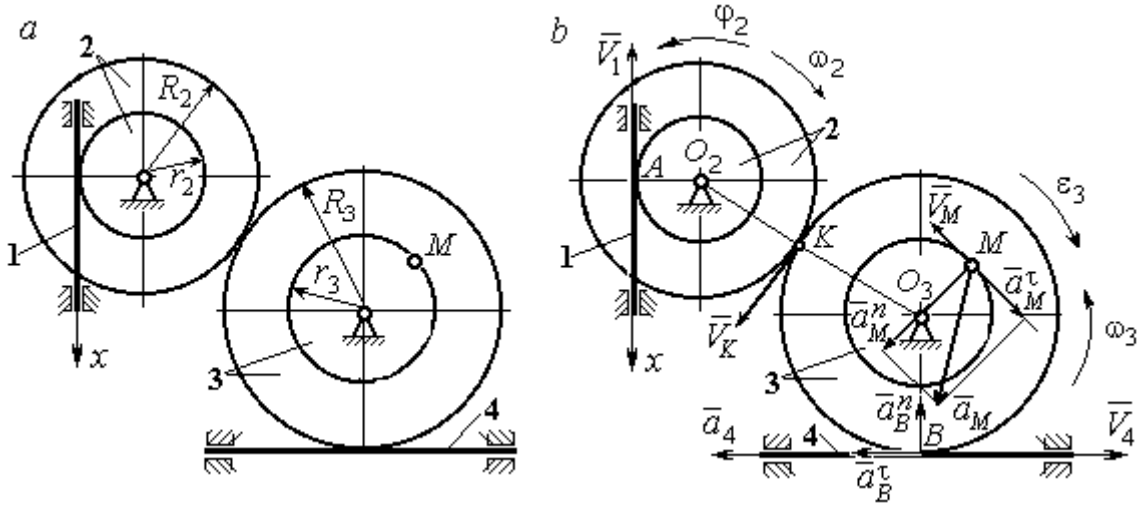


Рис. 2.11. Кинематика поступательного и вращательного движений твердого тела:
a – схема механизма; *b* – расчетная схема для определения скоростей
и ускорений точек механизма

В момент времени $t_1 = 1$ с алгебраическое значение скорости звена 1 отрицательное: $V_{1x}(1) = -\pi$ см/с. Это показывает, что в данный момент времени звено 1 движется в сторону, противоположную положительному направлению оси *x*. Скорость звена 1 равна модулю производной $V_1(1) = |\dot{x}_1| = \pi$ см/с. На рис. 2.11, *b* показано направление вектора скорости $\vec{V}_1$.

Точка A соприкосновения звена 1 с диском 2 имеет ту же скорость, что и звено 1. Угловая скорость диска 2 определяется из равенства $\omega_2 = \frac{V_1}{r_2}$ рад/с. Направление угловой скорости вращения диска 2 показано на рис. 2.11, *b* дуговой стрелкой ω_2.

Передача вращения диска 2 диску 3 происходит в точке *K*. Из соотношения $\frac{\omega_3}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_3}$ находим угловую скорость диска 3: $\omega_3 = \frac{V_1 R_2}{r_2 R_3} = \frac{\pi}{2}$. Направление угловой скорости диска 3 показано на рис. 2.11, *b* дуговой стрелкой ω_3.

Модуль скорости точки M $V_M = \omega_3 r_3 = 2\pi$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_M$ направлен по касательной к траектории движения точки M в сторону вращения диска 3 (см. рис. 2.11, *b*).

Звено 4 движется поступательно. Величина и направление скорости звена 4 совпадают с величиной и направлением скорости точки B касания звена 4 с диском 3: $V_4 = V_B = \omega_3 R_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с $V_4 = 4\pi$ см/с. Направление вектора скорости $\vec{V}_4$ определяется направлением вращения диска 3.

Определим ускорение точки M. Найдём алгебраическое значение ω_{3z} угловой скорости диска 3: $\omega_{3z} = \frac{V_{1x} R_2}{r_2 R_3} = \frac{\pi}{2}(-\sin\pi t + \cos\pi t)$. Алгебраическое значение ε_{3z} углового ускорения диска 3: $\varepsilon_{3z} = \dot{\omega}_{3z} = -\frac{\pi^2}{2}(\cos\pi t + \sin\pi t)$ и в момент времени $t_1 = 1$ с $\varepsilon_{3z} = \frac{\pi^2}{2}$. Разные знаки алгебраических значений угловой скорости и углового ускорения диска 3 $(\omega_{3z} = -\frac{\pi}{2}; \varepsilon_{3z} = +\frac{\pi^2}{2})$ показывают, что угловое ускорение направлено в сторону, противоположную угловой скорости. На рис 2.11, *b* направление углового ускорения диска 3 показано дуговой стрелкой ε_3.

Касательное ускорение точки M рассчитывается по формуле $a_M^\tau = \varepsilon_3 r_3$, где угловое ускорение $\varepsilon_3 = |\varepsilon_{3z}|$. В момент времени $t_1 = 1$ с $a_M^\tau = 2\pi^2$ см/с^2. Вектор касательного ускорения точки M $\vec{a}_M^\tau$ направлен по касательной к траектории точки M в сторону углового ускорения ε_3 (см. рис. 2.11, *b*).

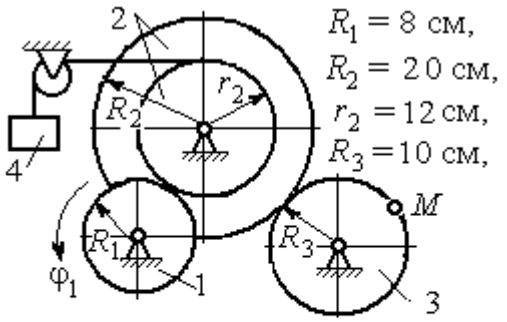
Нормальное ускорение точки M рассчитывается как $a_M^n = \omega_3^2 r_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с величина нормального ускорения $a_M^n = \pi^2$ см/с^2. Вектор нормального ускорения $\vec{a}_M^n$ направлен по радиусу к центру диска 3.

Модуль полного ускорения точки M: $a_M = \sqrt{(a_M^n)^2 + (a_M^\tau)^2} = \pi^2\sqrt{5}$ см/с^2. Вектор полного ускорения $\vec{a}_M$ направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_M^n$ и $\vec{a}_M^\tau$.

Звено 4 движется поступательно и прямолинейно. Ускорение звена 4 равно проекции ускорения точки B (касания диска 3 со звеном 4) на линию движения звена 4: $a_4 = a_B^\tau = \varepsilon_3 R_3 = 4\pi^2$ см/с^2. Направление ускорения звена 4 совпадает с касательным ускорением точки B.

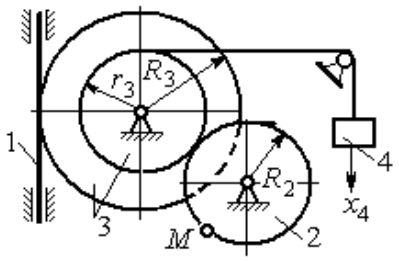
Упражнения

Упражнение 2.1



$\varphi_1 = 3t + 2\sin\frac{\pi t}{2}$ рад,
Найти скорость и ускорение точки M и груза 4 в момент $t = 1$ с

Упражнение 2.2



$R_2 = 0{,}2$ м, $R_3 = 0{,}4$ м, $r_3 = 0{,}3$ м,
$x_4 = t - 1 - \sin\frac{\pi t}{3} + \cos\frac{\pi t}{3}$ м.
Найти скорость и ускорение точки M и звена 1 в момент $t = t_1 = 3$ с.

Рис. 2.12. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 2.1, 2.2

2.3. Скорости точек при плоскопараллельном движении твёрдого тела

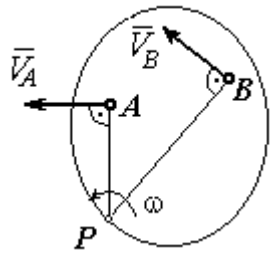
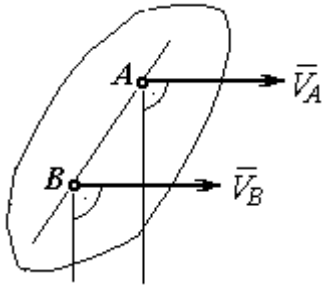
Плоскопараллельным, или плоским движением твердого тела, называется такое движение, при котором все точки тела движутся параллельно некоторой неподвижной (основной) плоскости.

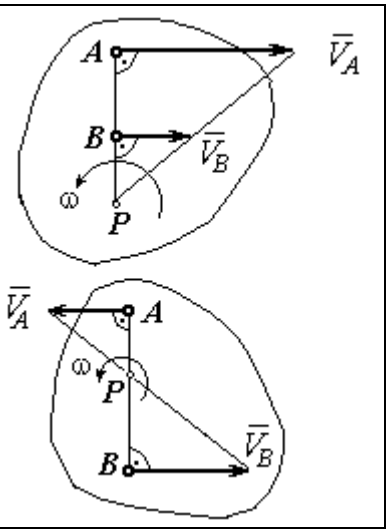
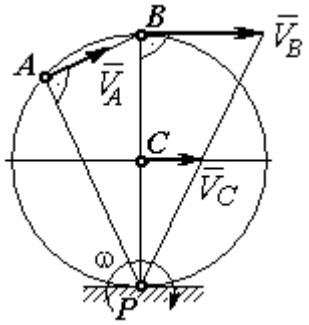
Для скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_M$ двух точек A и M тела, совершающего плоское движение, справедливо утверждение: **проекции скоростей двух точек твердого тела на ось, проходящую через эти точки, равны друг другу:** $V_A\cos\alpha = V_M\cos\beta$, где α, β – углы между векторами скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_M$ и осью, проходящей через точки A и M.

Мгновенным центром скоростей (МЦС) называется точка P плоской фигуры, скорость которой в данный момент времени равна нулю. При известном положении МЦС скорость любой точки плоской фигуры находят так, как если бы движение фигуры было мгновенно вращательным вокруг мгновенного центра скоростей с угловой скоростью, равной угловой скорости плоской фигуры. Способы построения мгновенного центра скоростей приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Способы построения мгновенного центра скоростей

1. Если известны направления скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ каких-нибудь двух точек A и B плоской фигуры, то мгновенный центр скоростей P находится в точке пересечения перпендикуляров, восстановленных из этих точек к векторам скоростей.	
2. Если скорости двух точек $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ параллельны, но точки A и B не лежат на общем перпендикуляре к скоростям, то, как видно из рисунка, мгновенный центр P бесконечно удалён. В этом случае угловая скорость $\omega = 0$ и тело в данный момент движется поступательно (движение является мгновенным поступательным). При таком движении скорость любой точки тела равна $\vec{V}_A$.	

3. Если скорости двух точек $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ параллельны, а точки A и B лежат на общем перпендикуляре к скоростям, то мгновенный центр скоростей P находится как пересечение прямой, соединяющей точки A и B и линии, проходящей через концы векторов, изображающих скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$.	
4. Если плоскопараллельное движение осуществляется путем качения без скольжения одного тела по неподвижной поверхности другого, то мгновенный центр скоростей P расположен в точке касания катящегося тела с неподвижной поверхностью.	

Примеры решения задач на плоскопараллельное движение тела

Задача 27. Приводной механизм насоса находится в положении, показанном на рис. 2.13. Кривошип O_1C вращается с постоянной угловой скоростью ω_{O_1C} = 2 рад/с вокруг оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости чертежа. Определить скорость поршня D и угловые скорости шатуна BC, коромысла AB и штока AD, если O_1C = 20 см, $OB = 2 \cdot OA$ = 40 см, AD = 60 см.

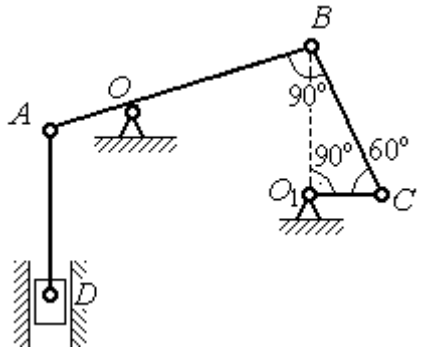


Рис. 2.13. Приводной механизм насоса

Решение

Предположим для определённости, что кривошип O_1C вращается в направлении по ходу часовой стрелки. Вектор $\vec{V}_C$ скорости точки C направлен

перпендикулярно кривошипу O_1C, в сторону его вращения (рис. 2.14). Модуль скорости $V_C = \omega_{O_1C} \cdot O_1C = 40$ см/с.

Коромысло AB качается (вращается) вокруг оси, проходящей через точку O, параллельно оси вращения кривошипа. Скорость точки B направлена перпендикулярно коромыслу AB вдоль шатуна BC (рис. 2.14).

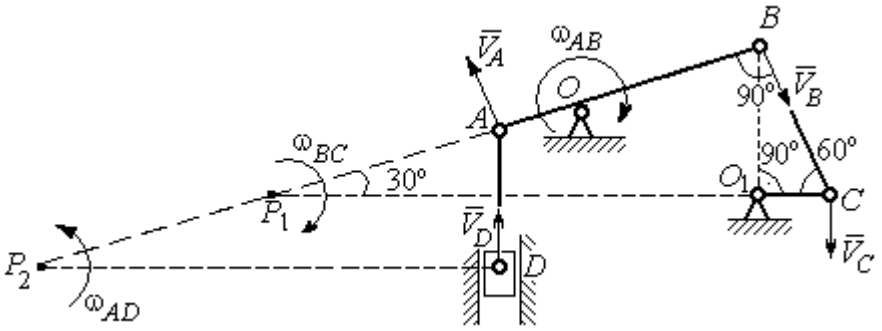


Рис. 2.14. Расчётная кинематическая схема механизма привода насоса

Шатун BC совершает плоскопараллельное движение. Мгновенный центр скоростей шатуна P_1 расположен в точке пересечения перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_C$ и $\vec{V}_B$ точек C и B шатуна. Находим $P_1C = 4O_1C = 80$ см. Угловая скорость вращения шатуна BC $\omega_{BC} = \dfrac{V_C}{CP_1} = 0{,}5$ рад/с. Направление угловой скорости вращения шатуна BC определяется направлением вращения кривошипа O_1C и на рис. 2.14 показано дуговой стрелкой ω_{BC}.

Скорость V_B найдём по теореме о проекциях скоростей. Спроектируем вектора скоростей $\vec{V}_C$ и $\vec{V}_B$ точек C и B на линию BC. Получим $V_B \cos 0^\circ = V_C \cos 30^\circ$. Отсюда $V_B = 20\sqrt{3}$ см/с.

Угловая скорость коромысла AB $\omega_{AB} = \dfrac{V_B}{OB} = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$ рад/с. Направление угловой скорости коромысла определяется направлением вектора скорости $\vec{V}_B$ и показано дуговой стрелкой ω_{AB}.

Скорость точки A коромысла равна половине скорости точки B: $V_A = \frac{1}{2}V_B$ = $10\sqrt{3}$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ направлен перпендикулярно коромыслу AB в сторону его вращения.

Точка P_2 пересечения перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_D$ является мгновенным центром скоростей штока AD. Тогда угловая скорость штока $\omega_{AD} = \frac{V_A}{AP_2} = \frac{\sqrt{3}}{12}$ рад/с. Направление угловой скорости штока определяется по направлению скорости точки A и на рис. 2.14 показано дуговой стрелкой ω_{AD}.

Скорость поршня $V_D = \omega_{AD} \cdot P_2D = 15$ см/с.

Задача 28. Механизм качалки (рис. 2.15) состоит из кривошипа OA, вращающегося вокруг оси O и несущего в точке A ось подвижной шестерни 2, которая катится по неподвижной шестерне 1. Вращение кривошипа происходит с угловой скоростью $\omega_{OA} = 2$ рад/с. Радиусы шестерён $r_1 = r_2 = 6$ см. К ободу шестерни 2 в точке B шарнирно прикреплён шатун BC длиной $BC = 8$ см, который в точке C передаёт движение коромыслу CO_1 длиной $CO_1 = 16$ см.

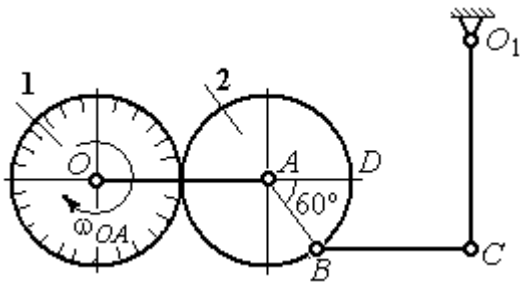


Рис. 2.15. Схема механизма качалки

Определить угловые скорости шестерни 2, шатуна BC, коромысла CO_1, а также скорости точек A, B, C, D в момент, когда кривошип OA и шатун BC горизонтальны и угол $\angle DAB = 60^\circ$.

Решение

Найдём скорость точки A кривошипа: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 24$ см/с. Вектор скорости точки $\vec{V}_A$ расположен перпендикулярно кривошипу OA и направлен в сторону вращения кривошипа (рис. 2.16).

Мгновенный центр скоростей P_2 шестерни 2 находится в точке касания с неподвижной поверхностью шестерни 1. Угловая скорость шестерни 2 $\omega_2 = \dfrac{V_A}{AP_2}$ = 4 рад/с. Направление угловой скорости шестерни 2 определяется направлением вектора скорости $\vec{V}_A$ и на рис. 2.16 показано дуговой стрелкой ω_2.

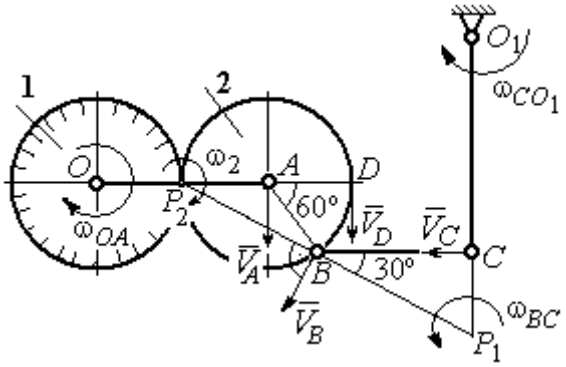


Рис.2.16. Расчётная кинематическая схема механизма качалки

Найдём расстояние P_2B из равнобедренного треугольника P_2AB по теореме косинусов: $P_2B = \sqrt{r^2 + r^2 - 2r^2\cos 120^\circ}$ = $6\sqrt{3}$ см. Скорость точки B $V_B = \omega_2 \cdot P_2B$ = $24\sqrt{3}$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_B$ перпендикулярен линии P_2B и направлен в сторону вращения шестерни 2.

Скорость точки D: $V_D = \omega_2 \cdot P_2D$ = 48 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_D$ перпендикулярен линии P_2D и направлен в ту же сторону (см. рис. 2.16).

Скорость точки C перпендикулярна линии CO_1. Восстанавливая перпендикуляры к скоростям $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$, получим точку пересечения P_1, которая будет мгновенным центром скоростей шатуна BC. Расстояние $P_1B = \dfrac{BC}{\cos 30^\circ}$ = $\dfrac{16}{\sqrt{3}}$ см. Угловая скорость шатуна $\omega_{BC} = \dfrac{V_B}{P_1B}$ = $\dfrac{9}{2}$ рад/с. Направление угловой скорости определяется по направлению скорости $\vec{V}_B$ и показано дуговой стрелкой ω_{BC}.

Скорость точки C: $V_C = \omega_{BC} \cdot P_1C$ = $\dfrac{36}{\sqrt{3}}$ см/с. Направление вектора скорости определяется направлением вращения шатуна BC.

Угловая скорость коромысла CO_1: $\omega_{CO_1} = \dfrac{V_C}{O_1C}$ = $\dfrac{9}{4\sqrt{3}}$ рад/с.

Задача 29. В планетарном механизме (рис. 2.17) кривошип *OA* длиной *OA* = 25 см вращается вокруг неподвижной оси *O*, перпендикулярной плоскости рисунка, с угловой скоростью ω_{OA} = 3,6 рад/с. На конец *A* кривошипа насажена шестерёнка 2, находящаяся во внутреннем зацеплении с колесом 1 радиуса r_1 = 45 см, соосным с кривошипом *OA* и вращающимся с угловой скоростью ω_1 = 1 рад/с. Шатун *BC*, шарнирно соединённый с шестерёнкой 2 на её ободе в точке *B*, приводит в движение кривошип CO_1. Определить угловые скорости шестерёнки 2, шатуна *BC* и кривошипа CO_1, скорости точек *A, B, C* в положении, показанном на рис.2.17, если длина шатуна *BC* = 100 см, длина кривошипа CO_1 = 50 см.

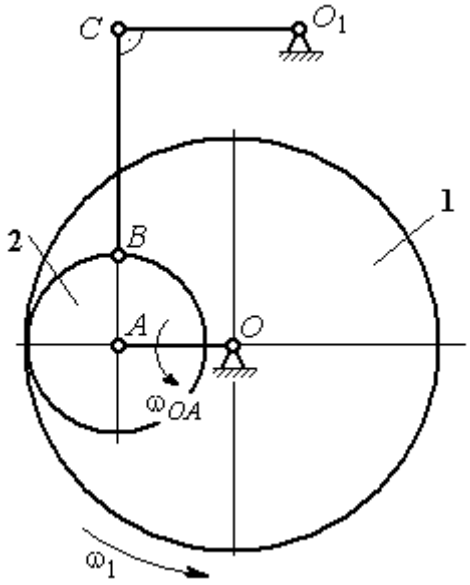


Рис. 2.17. Планетарный механизм

Решение

Найдём скорости точек *A* и *D*

$$V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 90 \text{ см/с}; \quad V_D = \omega_1 \cdot r_1 = 45 \text{ см/с}.$$

Вектор скорости $\vec{V}_A$ направлен перпендикулярно кривошипу *OA* в сторону его вращения. Вектор скорости $\vec{V}_D$ перпендикулярен радиусу *OD* колеса 1 и направлен в сторону вращения колеса (рис. 2.18).

Мгновенный центр скоростей P_2 шестерни 2 находится на пересечении прямой, соединяющей точки *A* и *D*, и линии, проходящей через концы векторов $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_D$, изображающих скорости точек *A* и *D* Расстояние P_2D от центра скоростей до точки *D* находится из пропорции $\frac{V_A}{V_D} = \frac{AP_2}{DP_2} = \frac{DP_2 + 20}{DP_2}$, откуда P_2D = 20 см.

Угловая скорость шестерёнки 2 $\omega_2 = \dfrac{V_D}{P_2 D} = 2{,}25$ рад/с. Направление угловой скорости ω_2 показано на рис. 2.18 дуговой стрелкой ω_2.

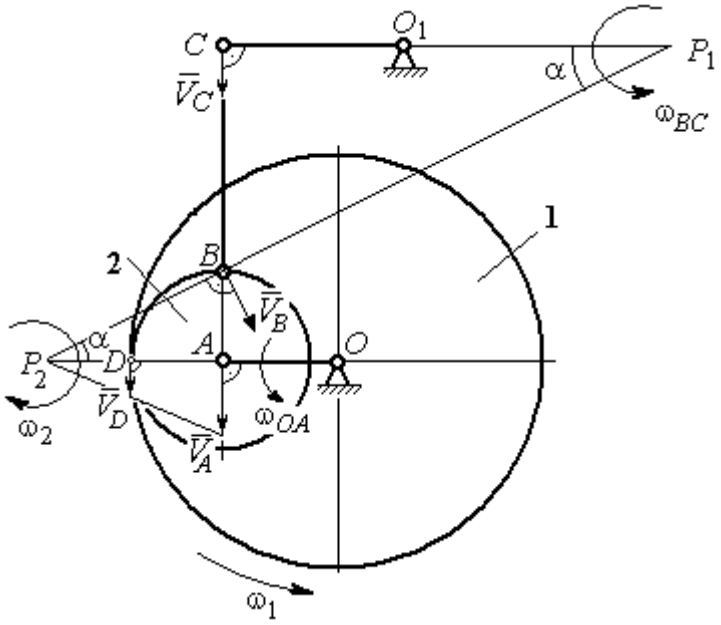


Рис. 2.18. Расчётная кинематическая схема планетарного механизма

Скорость точки *B,* которая находится на ободе шестеренки, $V_B = \omega_2 \cdot P_2 B = 45\sqrt{5}$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_B$ перпендикулярен линии P_2B и направлен в сторону вращения шестерни 2.

Направим вектор скорости $\vec{V}_C$ перпендикулярно кривошипу CO_1 и восстановим перпендикуляры к скоростям $\vec{V}_C$ и $\vec{V}_B$. Точка P_1 пересечения перпендикуляров является мгновенным центром скоростей шатуна *BC*. Расстояние P_1B найдём из треугольника P_1BC: $P_1B = \dfrac{BC}{\sin\alpha}$, где $\sin\alpha = \dfrac{AB}{P_2B} = \dfrac{1}{\sqrt{5}}$. Тогда $P_1B = 100\sqrt{5}$ см.

Угловая скорость шатуна $\omega_{BC} = \dfrac{V_B}{P_1 B} = 0{,}45$ рад/с. Скорость точки *C* шатуна *BC* найдём по теореме о проекциях скоростей. Спроектируем скорости $\vec{V}_C$ и $\vec{V}_B$ точек *C* и *B* на линию, проходящую через эти точки Имеем: $V_C \cos 0^\circ = V_B \cos\alpha$, откуда $V_C = 90$ см/с.

Угловая скорость кривошипа CO_1 $\omega_{CO_1} = \dfrac{V_C}{O_1 C} = 1{,}8$ рад/с.

Задача 30. В плоском механизме (рис. 2.19) кривошип OA вращается вокруг оси O с угловой скоростью ω_{OA}. На конец A кривошипа насажена шестерня 2, находящаяся во внешнем зацеплении с неподвижным колесом 1. Радиусы колеса и шестерни r_1 и r_2. Шестерня 2 соединяется с колесом 3 шатуном BC, закреплённым на шестерне в точке B и на колесе в точке C. Колесо 3 катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Все соединения шарнирные. Качение шестерни 2 по неподвижному колесу 1 без проскальзывания. Для положения механизма, изображенного на рис. 2.19, определить скорости точек A, B, C и угловые скорости шатуна BC, шестерни 2 и колеса 3, если $\omega_{OA} = 4$ рад/с; $r_1 = 4$ см; $r_2 = r_3 = 8$ см.

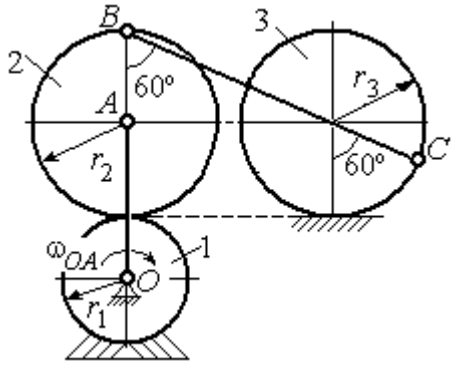


Рис. 2.19. Схема движения плоского механизма

Решение

Рассмотрим вращательное движение кривошипа OA. Скорость точки A кривошипа: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA =$ 48 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ направлен перпендикулярно кривошипу OA в сторону его вращения (рис. 2.20).

При качении шестерни 2 по неподвижной поверхности колеса 1 точка их соприкосновения P_2 является мгновенным центром скоростей шестерни.

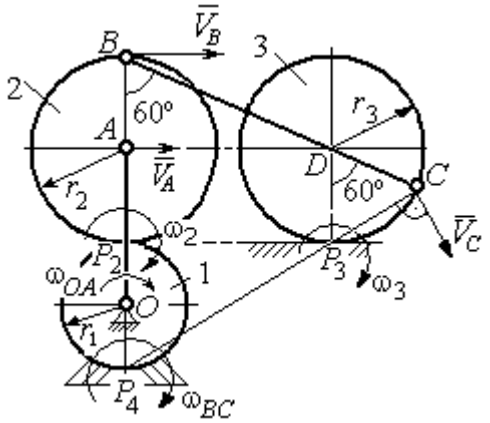


Рис. 2.20. Расчетная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

Угловая скорость шестерни 2 $\omega_2 = \dfrac{V_A}{AP_2} = 6$ рад/с.

Скорость точки B шестерни 2 $V_B = \omega_2 \cdot BP_2 = 96$ см/с.

Точка P_3 касания колеса 3 с неподвижной поверхностью является его мгновенным центром скоростей. Вектор $\vec{V}_C$ скорости точки C колеса 3 перпендикулярен линии P_3C и направлен в сторону качения колеса (см. рис. 2.20).

Мгновенный центр скоростей шатуна BC – точка P_4 находится на пересечении перпендикуляров, восстановленных к скоростям точек B и C. По построению $BP_4 = BC = BD + DC = 2r_2 + r_3 = 24$ см. Угловая скорость шатуна BC $\omega_{BC} = \dfrac{V_B}{BP_4} = 4$ рад/с. Так как $BP_4 = CP_4$, скорости точек C и B $V_C = 96$ см/с.

Угловая скорость колеса 3 $\omega_3 = \dfrac{V_C}{CP_3} = 12$ рад/с.

Задача 31. В плоском механизме (рис. 2.21) кривошип OC, вращаясь вокруг неподвижной оси O, приводит в движение два шатуна CD и CE, присоединённых к кривошипу в точке C. Шатун CE прикреплён в точке E к ободу цилиндрического выступа диска 1, который катится без проскальзывания своим выступом по неподвижному горизонтальному рельсу. К другому шатуну CD в точке D прикреплён ползун, перемещающийся вдоль направления вертикального диаметра диска 1. Все соединения шарнирные. Радиусы диска и цилиндрического выступа $R_1 = 3$ см, $r_1 = 2$ см. Длина шатуна $CE = 4$ см. В заданном положении механизма (см. рис. 2.21) шатун CE горизонтален.

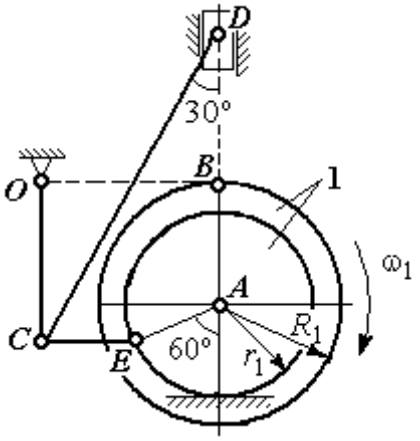


Рис. 2.21. Схема движения плоского механизма

Определить скорости точек A, E, C, D и угловые скорости диска 1, шатунов CE, CD и кривошипа CO, если известна скорость точки B на ободе диска 1 $V_B = 10$ см/с и направление ω_1 угловой скорости диска.

Решение

Изобразим вектор скорости точки *B* диска 1 в соответствии с заданным направлением его движения. При качении диска 1 по неподвижной поверхности рельса точка P_1 касания обода выступа с поверхностью рельса является его мгновенным центром скоростей (рис. 2.22).

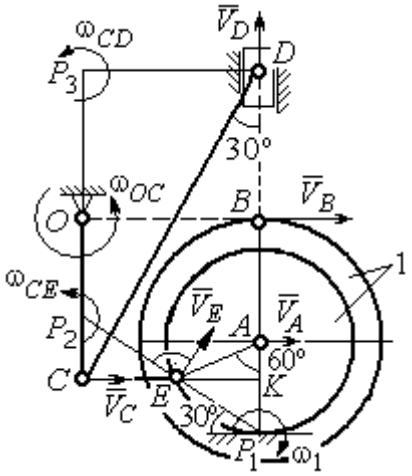


Рис. 2.22. Расчётная схема для определения скоростей точек и угловых скоростей звеньев механизма

Угловая скорость диска 1 $\omega_1 = \dfrac{V_B}{BP_1}$ = 2 рад/с. Скорость точки A $V_A = \omega_1 \cdot AP_1$ = 4 см/с. Скорость точки E $V_E = \omega_1 \cdot EP_1 = 4$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ и вектор скорости $\vec{V}_E$ перпендикулярны, соответственно, линиям AP_1 EP_1 и направлены в сторону вращения диска.

Шатун CE совершает плоскопараллельное движение. Скорость точки C шатуна неизвестна по величине, но известно, что вектор скорости $\vec{V}_C$ перпендикулярен кривошипу OC и направлен вдоль CE в сторону точки E. Мгновенный центр скоростей P_2 шатуна CE находится на пересечении перпендикуляров, восстановленных к скоростям $\vec{V}_E$ и $\vec{V}_C$ (см. рис. 2.22).

Расстояние $EP_2 = \dfrac{EC}{\cos 30^\circ}$ = 4,62 см. Угловая скорость шатуна CE $\omega_{CE} = \dfrac{V_E}{EP_2}$ = 0,86 рад/с. Направление угловой скорости шатуна, определяемое по направлению скорости точки E, на рис. 2.22 показано дуговой стрелкой ω_{CE}. Скорость точки C шатуна CE $V_C = \omega_{CE} \cdot CP_2 = \dfrac{V_E}{2} = 2$ см/с.

Длина кривошипа $OC = BK = R_1 + r_1 \sin 30^\circ =$ 4 см. Угловая скорость кривошипа $\omega_{OC} = \dfrac{V_C}{OC} = 0{,}5$ рад/с.

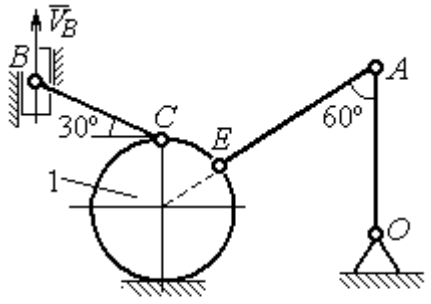
Для шатуна *CD* известны величина и направление вектора $\vec{V}_C$ скорости точки *C* и направление вектора $\vec{V}_D$ скорости точки *D*. Мгновенный центр скоростей шатуна *CD* находится в точке P_3, полученной на пересечении перпендикуляров, восстановленных к скоростям $\vec{V}_C$ и $\vec{V}_D$.

Расстояние $CP_3 = DK =$ $(CE + r_1 \cos 30^\circ)\operatorname{ctg} 30^\circ =$ 9,92 см (см. рис. 2.22). Угловая скорость шатуна *CD:* $\omega_{CD} = \dfrac{V_C}{CP_3} = 0{,}21$ рад/с.

Скорость ползуна *D:* $V_D = \omega_{CD} DP_3 = \omega_{CD}(CE + r_1 \cos 30^\circ) = 1{,}2$ см/с.

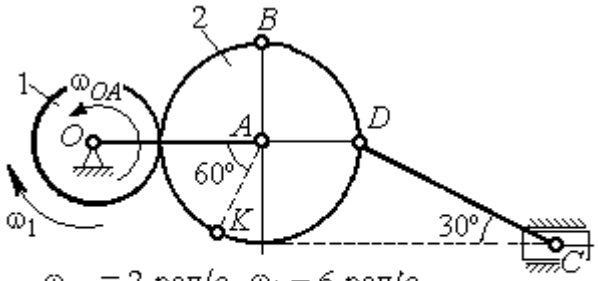
Упражнения

Упражнение 2.3



$R_1 = 2$ см, $OA = AE = 6$ см,
$BC = 5$ см, $V_B = 5$ см/с.
Найти: $\omega_{OA}, \omega_{AE}, \omega_{CB}, \omega_1, V_C, V_A, V_E$

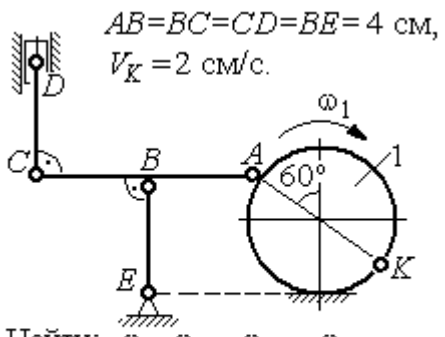
Упражнение 2.4



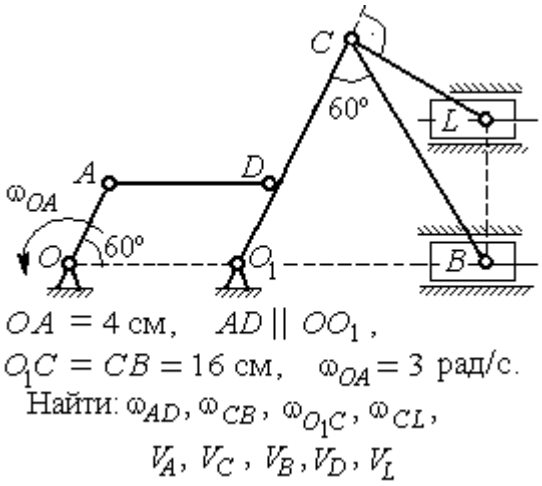
$\omega_{OA} = 2$ рад/с, $\omega_1 = 6$ рад/с,
$r_1 = 3$ см, $r_2 = 6$ см.
Найти: $\omega_2, \omega_{DC}, V_B, V_K, V_D, V_C$

Рис. 2.23. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 2.3, 2.4

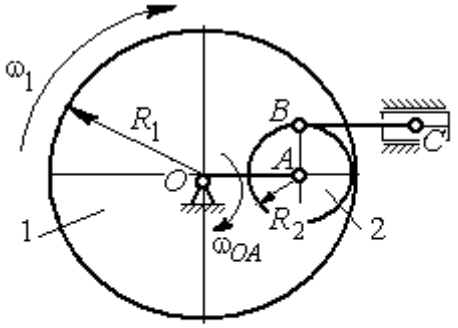
Упражнение 2.5



Упражнение 2.6



Упражнение 2.7



Упражнение 2.8

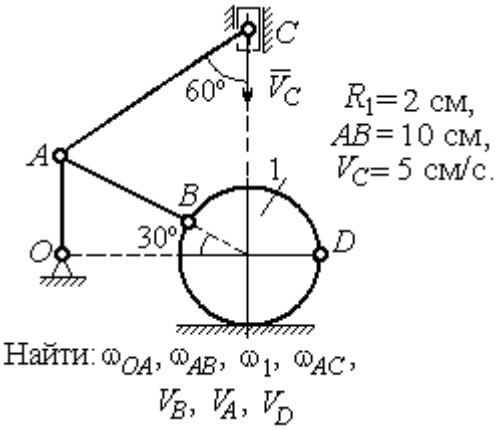


Рис. 2.24. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 2.5 – 2.8

2.4. Ускорения точек при плоскопараллельном движении твёрдого тела

Ускорение любой точки M плоской фигуры при плоскопараллельном движении твердого тела представляется как сумма векторов $\vec{a}_M = \vec{a}_A + \vec{a}^{\tau}_{MA} + \vec{a}^{n}_{MA}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение полюса A; $\vec{a}^{\tau}_{MA}$, $\vec{a}^{n}_{MA}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки M при вращении фигуры вокруг полюса A (рис. 2.25).

Вектор нормального ускорения $\vec{a}^{n}_{MA}$ всегда направлен от точки M к полюсу A. Вектор касательного ускорения $\vec{a}^{\tau}_{MA}$ направлен перпендикулярно отрезку AM в сторону вращения, если оно ускоренное (см. рис. 2.25, *a*), и против вращения, если оно замедленное (см. рис. 2.25, *b*). Величины касательного и нормального составляющих ускорения точки M определяются по формулам: $a^{\tau}_{MA} = \varepsilon \cdot AM$; $a^{n}_{MA} = \omega^2 \cdot AM$, где ω, ε – угловая скорость и угловое ускорение тела (плоской фигуры); AM – расстояние от точки M до полюса A.

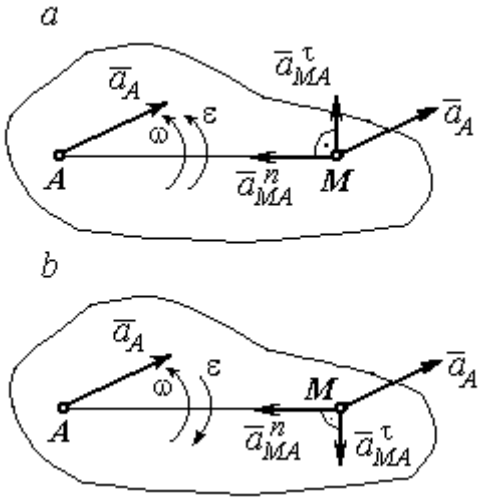


Рис. 2.25. Ускорение точки плоской фигуры:
a – ускоренное движение;
b – замедленное движение

Если при движении плоской фигуры известны траектории движения полюса A и точки M, то для определения ускорения точки M используется векторное равенство $\vec{a}^{\tau}_{M} + \vec{a}^{n}_{M} = \vec{a}^{\tau}_{A} + \vec{a}^{n}_{A} + \vec{a}^{\tau}_{MA} + \vec{a}^{n}_{MA}$, где $\vec{a}^{\tau}_{M}$, $\vec{a}^{n}_{M}$, $\vec{a}^{\tau}_{A}$, $\vec{a}^{n}_{A}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки M и полюса A при движении их по заданным траекториям.

Примеры решения задач на определение ускорений точек

Задача 32. Поршень D гидравлического пресса приводится в движение шарнирно-рычажным механизмом $OABD$. В положении механизма, указанном на рис. 2.26, точка L рычага имеет скорость V_L = 0,6 м/с и ускорение a_L = 0,5 м/с^2. Длина рычага $OA = 2 \cdot AL$ = 0,6 м, длина звена AB = 0,4 м. Определить скорость и ускорение поршня D, угловую скорость и ускорение звена AB.

Решение

Найдём угловую скорость рычага OL: $\omega_{OL} = \dfrac{V_L}{OL} = \dfrac{2}{3}$ рад/с.

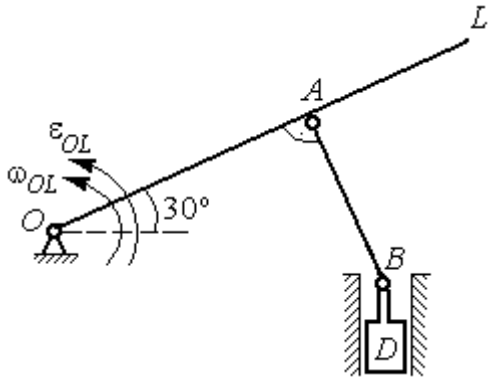


Рис. 2.26. Шарнирно-рычажный механизм гидравлического пресса

Ускорение точки L представляется в виде суммы векторов нормального и касательного ускорений: $\vec{a}_L = \vec{a}_L^{\,\tau} + \vec{a}_L^{\,n}$ (рис. 2.27). Модуль нормального ускорения точки L $a_L^n = \omega_{OL}^2 \cdot OL = 0{,}4$ м/с^2. Модуль её касательного ускорения и угловое ускорение рычага, соответственно, равны:

$$a_L^{\tau} = \sqrt{a_L^2 - (a_L^n)^2} = 0{,}3 \text{ м/с}^2, \quad \varepsilon_{OL} = \frac{a_L^{\tau}}{OL} = \frac{1}{3} \text{ рад/с}^2.$$

Скорость $\vec{V}_A$ точки A перпендикулярна рычагу OL и направлена в сторону вращения рычага. Её модуль $V_A = \omega_{OL} \cdot OA = 0{,}4$ м/с. Скорость $\vec{V}_B$ точки B направлена вертикально вверх вдоль линии движения поршня. Направления векторов скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ показаны на рис. 2.27. Точка P_1 – пересечения перпендикуляров, восстановленных к векторам скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ - определяет положение мгновенного центра скоростей звена AB. Расстояние $AP_1 = P_1B \cdot \cos 30^\circ = 0{,}4\sqrt{3}$ м.

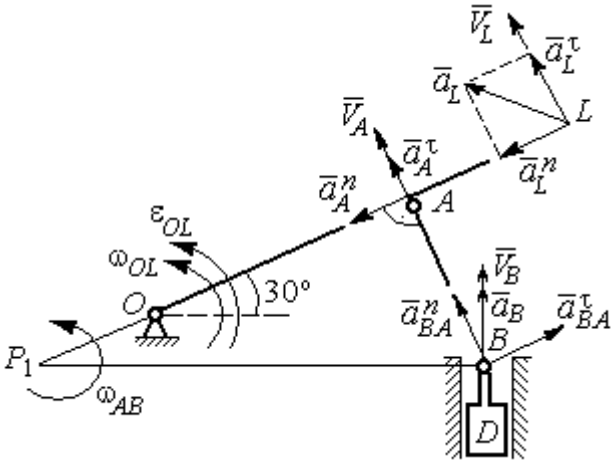


Рис. 2.27. Расчётная кинематическая схема механизма

Угловая скорость звена AB $\omega_{AB} = \dfrac{V_A}{P_1A} = \dfrac{1}{\sqrt{3}}$ рад/с.

Представим ускорение точки *B* через полюс *A*: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}^{\tau}_{BA} + \vec{a}^{n}_{BA}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение полюса *A*; $\vec{a}^{\tau}_{BA}$, $\vec{a}^{n}_{BA}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки *B* при вращении звена *AB* вокруг полюса *A*. Так как траекторией точки *A* является окружность с центром в точке *O*, ускорение этой точки может быть разложено на две составляющие: $\vec{a}_A = \vec{a}^{\tau}_A + \vec{a}^{n}_A$. В результате ускорение точки *B* представляется в виде векторной суммы $\vec{a}_B = \vec{a}^{\tau}_A + \vec{a}^{n}_A + \vec{a}^{\tau}_{BA} + \vec{a}^{n}_{BA}$. Направления векторов ускорений показаны на рис. 2.27.

Модули ускорений:

$$a^{n}_A = \omega^2_{OL} \cdot OA = 0{,}27 \text{ см/с}^2;\ a^{n}_{BA} = \omega^2_{AB} \cdot AB = 0{,}13 \text{ см/с}^2;$$

$$a^{\tau}_A = \varepsilon_{OL} \cdot OA = 0{,}2 \text{ см/с}^2.$$

Ускорение $a^{\tau}_{BA} = \varepsilon_{AB} \cdot AB$ остаётся неизвестной величиной, так как угловое ускорение ε_{AB} звена *AB* неизвестно.

Спроектируем векторное равенство ускорения точки *B* на оси *x*, *y*, где ось *x* проходит вдоль линии звена *AB*, ось *y* – перпендикулярна ей (рис. 2.28). Получим равенства:

$$a_B \cdot \cos 30^\circ = a^{\tau}_A + a^{n}_{BA};\ \ a_B \cdot \cos 60^\circ = -a^{n}_A + a^{\tau}_{BA}.$$

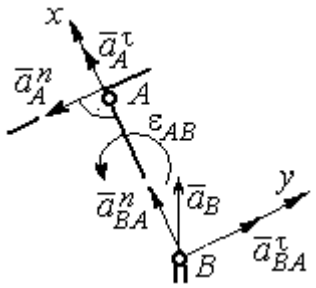


Рис. 2.28. Вычисление проекций векторов ускорений

Решая систему уравнений, находим модуль ускорения точки *B*: $a_B = 0{,}38$ см/с^2 и величину касательного ускорения: $a^{\tau}_{BA} = 0{,}46$ см/с^2. Угловое ускорение стержня *AB* $\varepsilon_{AB} = \dfrac{a^{\tau}_{BA}}{AB} = 1{,}15$ рад/с^2. Направление углового ускорения ε_{AB} звена *AB* определяется направлением вектора $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ касательного ускорения точки *B* при вращении звена вокруг полюса *A* (см. рис. 2.28).

Ускорение поршня *D* равно ускорению точки *B*: $a_D = a_B = 0{,}38$ см/с^2.

Задача 34. Колесо 1 радиуса $r_1 = 0{,}6$ м катится без скольжения по прямолинейному участку пути и приводит в движение шатун 2, соединённый шарнирно с колесом в точке B на его ободе. На другом конце шатуна в точке C к нему присоединён ползун, перемещающийся горизонтально (рис. 2.29).

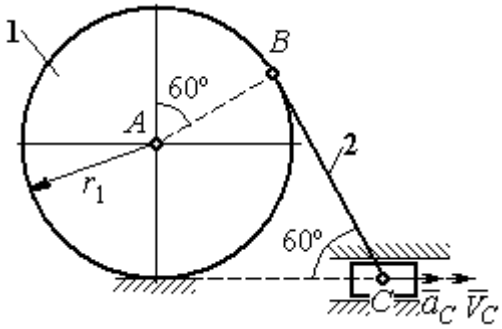


Рис. 2.29. Механизм, связывающий качение колеса с поступательным движением ползуна

В положении механизма, показанном на рис. 2.29, найти ускорение центра A колеса 1, его угловое ускорение, а также угловое ускорение шатуна 2, если заданы скорость и ускорение ползуна C: $V_C = 9$ м/с; $a_C = 4$ м/с^2.

Решение

При качении диска 1 по неподвижной поверхности точка P_1 касания его с поверхностью является мгновенным центром скоростей диска. Вектор скорости $\vec{V}_B$ перпендикулярен линии P_1B. Восстановим перпендикуляры к скоростям $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$. Их пересечение в точке P_2 определяет положение мгновенного центра скоростей шатуна 2 (рис. 2.30).

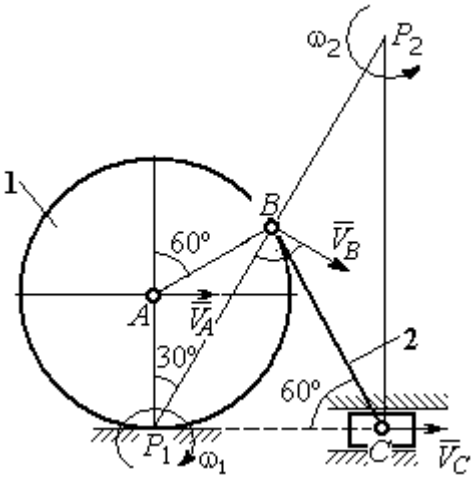


Рис. 2.30. Расчётная схема механизма для определения скоростей точек

Вычислим необходимые расстояния.

Расстояние P_1B (см. рис. 2.30) найдём из треугольника P_1AB по теореме косинусов: $P_1B = r_1\sqrt{3} = 1{,}04$ м. Из построения мгновенных центров скоростей P_1 и P_2 следует: $P_1B = BP_2 = BC$. Расстояние P_2C определяется из треугольника P_1P_2C: $P_2C = P_1P_2 \cdot \cos 30^\circ = 1{,}8$ м.

Угловая скорость шатуна 2 $\omega_2 = \dfrac{V_C}{P_2C}$ = 5рад/с. Направление угловой скорости ω_2 определяется направлением скорости $\vec{V}_C$.

Скорость точки *B* найдём по формуле $V_B = \omega_2 \cdot P_2B$ = 5,2 м/с.

Угловая скорость диска 1 $\omega_1 = \dfrac{V_B}{P_1B}$ = 5 рад/с. Скорость центра колеса 1 $V_A = \omega_1 \cdot P_1A$ = 3 м/с.

Найдём ускорение точки *A*.

Примем точку *B* за полюс и выразим ускорение точки *A* через полюс *B*: $\vec{a}_A = \vec{a}_B + \vec{a}^{\tau}_{AB} + \vec{a}^{n}_{AB}$, где $\vec{a}_B$ – ускорение полюса *B*; $\vec{a}^{\tau}_{AB}$, $\vec{a}^{n}_{AB}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки *A* при вращении диска 1 вокруг полюса *B* (рис. 2.31). Направления ускорения точки $\vec{a}_A$ и касательной составляющей ускорения $\vec{a}^{\tau}_{AB}$ точки *A* выбраны в предположении ускоренного движения диска.

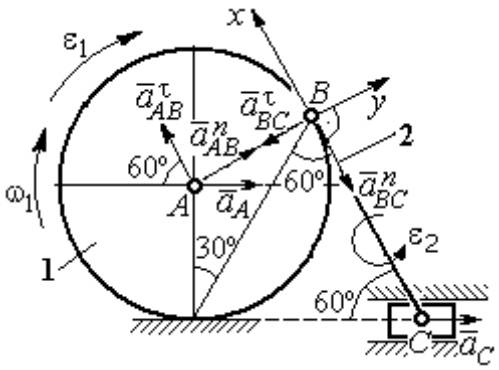


Рис. 2.31. Расчётная схема механизма для определения ускорений точек

Ускорение полюса *B* выразим через полюс *C*: $\vec{a}_B = \vec{a}_C + \vec{a}^{\tau}_{BC} + \vec{a}^{n}_{BC}$, где $\vec{a}_C$ – ускорение полюса *C*; $\vec{a}^{\tau}_{BC}$, $\vec{a}^{n}_{BC}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки *B* при вращении шатуна 2 вокруг полюса *C*. Направление касательной составляющей ускорения $\vec{a}^{\tau}_{BC}$ точки *B* выбрано в направлении вращения шатуна 2 (см. рис. 2.30) исходя из предположения его ускоренного движения. В результате ускорение точки *A* выражается векторной суммой:

$$\vec{a}_A = \vec{a}^{\tau}_{AB} + \vec{a}^{n}_{AB} + \vec{a}^{\tau}_{BC} + \vec{a}^{n}_{BC} + \vec{a}_C.$$

Направления векторов ускорений показаны на рис. 2.31.

Заметим, что в любой момент времени движения колеса 1 расстояние от точки A до мгновенного центра скоростей колеса P_1 остаётся постоянным, равным радиусу колеса. Дифференцируем выражение $V_A = \omega_1 \cdot P_1A = \omega_1 \cdot r_1$. Получим $\frac{dV_A}{dt} = \frac{d\omega_1}{dt} r_1 = \varepsilon_1 \cdot r_1$, откуда с учётом $\frac{dV_A}{dt} = a_A$ (прямолинейное движение точки A) угловое ускорение диска 1 $\varepsilon_1 = \frac{a_A}{r_1}$. В результате, касательное ускорение a^{τ}_{AB} точки A при вращении диска 1 вокруг полюса B $a^{\tau}_{AB} = \varepsilon_1 \cdot AB = a_A$.

Найдём модули векторов ускорений:

$$a^n_{AB} = \omega_1^2 \cdot AB = 15 \text{ м/с}^2;\ a^n_{BC} = \omega_2^2 \cdot BC = 26 \text{ м/с}^2.$$

Ускорение $a^{\tau}_{BC} = \varepsilon_2 \cdot BC$ остаётся неизвестным. Применить здесь способ дифференцирования выражения $V_C = \omega_2 \cdot P_2C$ для определения углового ускорения ε_2 невозможно, так как расстояние P_2C от мгновенного центра скоростей P_2 шатуна 2 до точки C меняется во время движения механизма неизвестным образом.

Спроектируем векторное равенство ускорения точки A на оси x, y, выбранные, как показано на рис. 2.31. Получим систему уравнений:

$$\text{проекция на ось } x\text{: } -a_A \cos 60^\circ = a^{\tau}_{AB} - a^n_{BC} - a_C \cos 60^\circ;$$

$$\text{проекция на ось } y\text{: } a_A \cos 30^\circ = a^n_{AB} - a^{\tau}_{BC} + a_C \cos 30^\circ.$$

Из первого уравнения с учётом того, что $a^{\tau}_{AB} = a_A$, найдём ускорение точки A: a_A = 18,67 м/с^2. Положительное значение ускорения точки A означает, что вектор $\vec{a}_A$ направлен так, как показано на рис. 2.31, – в сторону направления вектора скорости $\vec{V}_A$. Из этого следует, что диск 1 движется ускоренно и угловое ускорение направлено в сторону его угловой скорости.

Из второго уравнения получим: $a^{\tau}_{BC} = 2{,}29$ м/с^2. Угловое ускорение шатуна 2: $\varepsilon_2 = \dfrac{\left|a^{\tau}_{BC}\right|}{BC} = 2{,}2$ рад/с^2. Из того, что касательное ускорение a^{τ}_{BC} положительно, следует, что направление вектора $\vec{a}^{\tau}_{BC}$ совпадает с направлением, указанным на рис. 2.31. Это, в свою очередь, означает, что в данном положении механизма угловое ускорение шатуна 2 направлено так, как показано на рис. 2.31, – по направлению его угловой скорости, то есть шатун 2 вращается ускоренно.

Задача 35. По неподвижной шестерне 1 радиуса r_1 обкатывается шестерня 2 радиуса r_2, насаженная в центре на кривошип OA (рис. 2.32). Кривошип OA вращается вокруг оси O с угловой скоростью ω_{OA} и угловым ускорением ε_{OA}. На ободе шестерни 2 в точке B шарнирно прикреплен стержень BC, соединенный другим концом с центром C диска 3, катящегося без скольжения вдоль горизонтальной прямой. Радиус диска 3 равен радиусу шестерни 2: $r_3 = r_2$. Для положения механизма, изображенного на рис. 2.32, определить ускорение точки D и угловое ускорение стержня BC, если $r_1 = 0{,}2$ м, $r_2 = 0{,}4$ м, $\omega_{OA} = 4$ рад/с, $\varepsilon_{OA} = 2$ рад/с^2. Длина стержня $BC = 1$ м.

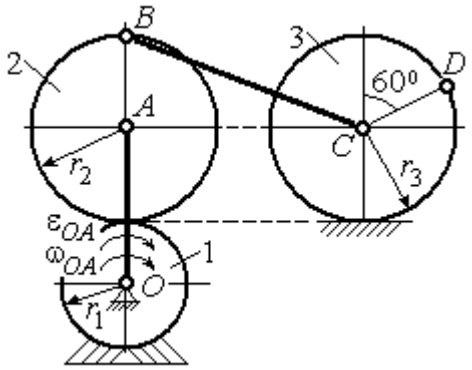


Рис. 2.32. Схема движения плоского механизма

Решение

Найдём угловые скорости звеньев механизма.

Рассмотрим вращательное движение кривошипа OA. Скорость его точки A: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 2{,}4$ м/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ направлен перпендикулярно кривошипу OA в сторону его вращения (рис. 2.33).

При качении подвижной шестерни 2 по неподвижной 1, точка их соприкосновения P_2 является мгновенным центром скоростей шестерни 2. Угловая скорость шестерни 2: $\omega_2 = \dfrac{V_A}{AP_2} = 6$ рад/с. Скорость точки *B* шестерни 2:

$V_B = \omega_2 \cdot BP_2 = 4{,}8$ м/с.

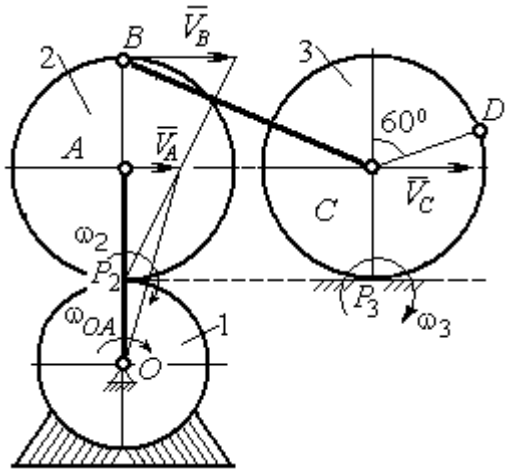


Рис. 2.33. Расчетная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

Для определения угловой скорости стержня *BC* заметим, что скорости двух точек стержня $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$ параллельны, но точки *B* и *C* не лежат на общем перпендикуляре к скоростям. В этом случае мгновенный центр скоростей стержня *BC* отсутствует (или бесконечно удалён), угловая скорость стержня равна нулю и стержень совершает мгновенное поступательное движение. При таком движении мгновенные скорости всех точек стержня *BC* одинаковы по величине и направлению. Таким образом, $\omega_{BC} = 0$; $V_C = V_B = 4{,}8$ м/с.

При качении диска 3 по неподвижной поверхности без проскальзывания точка P_3 касания диска с поверхностью является его мгновенным центром скоростей. Угловая скорость диска 3: $\omega_3 = \dfrac{V_C}{CP_3} = 12$ рад/с. Направление угловой скорости ω_3 определяется направлением вектора $\vec{V}_C$.

Найдём ускорения точек и угловые ускорения звеньев механизма.

Выразим ускорение $\vec{a}_C$ точки *C*, направленное вдоль линии движения центра колеса 3, через полюс *B*. Ускорение представляется векторной суммой: $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}^{\,n}_{CB} + \vec{a}^{\,\tau}_{CB}$, где $\vec{a}_B$ – вектор ускорения полюса *B*; $\vec{a}^{\,n}_{CB}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{CB}$ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки *C* при вращении стержня *BC* вокруг полюса *B*. Вектор $\vec{a}^{\,n}_{CB}$ направлен вдоль стержня от точки *C* к

полюсу B, вектор $\vec{a}^{\tau}_{CB}$ перпендикулярен стержню BC. Направление вектора $\vec{a}^{\tau}_{CB}$ выбрано по предполагаемому угловому ускорению стержня BC, показанному на рис. 2.34 дуговой стрелкой ε_{CB}.

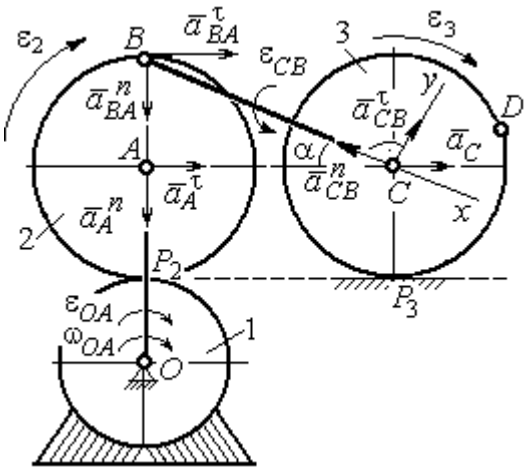


Рис. 2.34. Расчетная схема для определения ускорений точек механизма и угловых ускорений его звеньев

Рассмотрим плоскопараллельное движение шестерни 2 и выразим ускорение точки B через полюс A в виде векторного равенства: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}^{n}_{BA} + \vec{a}^{\tau}_{BA}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение полюса A; $\vec{a}^{n}_{BA}$, $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки B при вращении шестерни 2 вокруг полюса A. Вектор $\vec{a}^{n}_{BA}$ направлен вдоль радиуса шестерни от точки B к полюсу A, вектор $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ перпендикулярен линии BA. Направление вектора $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ соответствует ускоренному вращению шестерни 2.

Рассмотрим вращение кривошипа OA. Вектор ускорения точки A кривошипа при вращении его вокруг неподвижной оси O представляется в виде суммы: $\vec{a}_A = \vec{a}^{n}_A + \vec{a}^{\tau}_A$, где $\vec{a}^{n}_A$ и $\vec{a}^{\tau}_A$ – вектора нормальной и касательной составляющих ускорения точки A. Вектор $\vec{a}^{n}_A$ направлен вдоль кривошипа по направлению к оси вращения, вектор $\vec{a}^{\tau}_A$ перпендикулярен кривошипу и направлен в сторону углового ускорения ε_{OA} вращения кривошипа.

В результате для определения ускорения точки C имеем векторное равенство:

$$\vec{a}_C = \vec{a}^{n}_A + \vec{a}^{\tau}_A + \vec{a}^{n}_{BA} + \vec{a}^{\tau}_{BA} + \vec{a}^{n}_{CB} + \vec{a}^{\tau}_{CB}.$$

Направления всех векторов ускорений показаны на рис. 2.34.

Вычислим модули векторов, составляющих векторную сумму:

$$a_A^n = \omega_{OA}^2 \cdot OA = 9{,}6 \text{ м/с}^2; \quad a_A^\tau = \varepsilon_{OA} \cdot OA = 1{,}2 \text{ м/с}^2;$$

$$a_{BA}^n = \omega_2^2 \cdot BA = 14{,}4 \text{ м/с}^2; \quad a_{CB}^n = \omega_{BC}^2 \cdot BC = 0.$$

Заметим, что во время движения шестерни 2 расстояние AP_2 остается постоянным, равным r_2. Дифференцируя равенство $V_A = \omega_2 \cdot AP_2 = \omega_2 r_2$, получим: $\frac{dV_A}{dt} = \frac{d\omega_2}{dt} r_2$. При криволинейном движении точки A производная от скорости равна касательному ускорению: $\frac{dV_A}{dt} = a_A^\tau$. С учётом, что $\frac{d\omega_2}{dt} = \varepsilon_2$, получим: $a_A^\tau = \varepsilon_2 r_2$, откуда $\varepsilon_2 = \frac{a_A^\tau}{r_2} = 3$ рад/с^2 и $a_{BA}^\tau = \varepsilon_2 \cdot BA = 1{,}2$ м/с^2.

Выберем оси Cx, Cy, как показано на рис. 2.34, – вдоль отрезка BC и перпендикулярно ему и спроектируем на них векторное равенство ускорения точки C. Получим систему уравнений:

$$a_C \cos\alpha = a_A^n \sin\alpha + a_A^\tau \cos\alpha + a_{BA}^n \sin\alpha + a_{BA}^\tau \cos\alpha - a_{CB}^n;$$

$$a_C \sin\alpha = -a_A^n \cos\alpha + a_A^\tau \sin\alpha - a_{BA}^n \cos\alpha + a_{BA}^\tau \sin\alpha + a_{CB}^\tau,$$

где α – угол между стержнем BC и линией центров AC, $\sin\alpha = \frac{AB}{BC} = 0{,}4$; $\cos\alpha = 0{,}92$.

Находим из первого уравнения ускорение точки C: $a_C = 12{,}83$ м/с^2, из второго – касательное ускорение точки C при вращении стержня BC вокруг полюса B: $a_{CB}^\tau = 33{,}95$ м/с^2. Величина углового ускорения стержня BC: $\varepsilon_{CB} = \frac{\left|a_{CB}^\tau\right|}{BC} = 33{,}95$ рад/с^2. Положительное значение a_{CB}^τ означает, что вектор касательного ускорения $\vec{a}_{CB}^\tau$ направлен так, как показано на рис. 2.34. Тогда и

направление углового ускорения ε_{CB} стержня BC совпадает с направлением, показанным дуговой стрелкой на рис. 2.34.

При качении диска 3 точка C движется по прямой и расстояние CP_3 остается постоянным, равным радиусу диска 3. В этом случае равенство $V_C = \omega_3 \cdot CP_3 = \omega_3 r_3$ можно продифференцировать по времени. Получим: $\frac{dV_C}{dt} = \frac{d\omega_3}{dt} r_3$. Так как движение точки C является прямолинейным, производная от скорости точки C равна ускорению этой точки: $\frac{dV_C}{dt} = a_C$. Тогда с учётом $\frac{d\omega_3}{dt} = \varepsilon_3$ имеем равенство $a_C = \varepsilon_3 r_3$. Угловое ускорение диска 3: $\varepsilon_3 = \frac{a_C}{r_3} = 32{,}07$ рад/с^2.

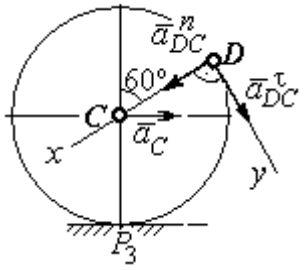


Рис.2.35. Расчетная схема для определения ускорения точки D

Выразим ускорение точки D через полюс C, ускорение которого известно и по величине, и по направлению: $\vec{a}_D = \vec{a}_C + \vec{a}^n_{DC} + \vec{a}^\tau_{DC}$, где $\vec{a}_C$ – ускорение точки C; $\vec{a}^n_{DC}$, $\vec{a}^\tau_{DC}$ – нормальное и касательное составляющие ускорения точки D при вращении диска 3 вокруг полюса C. Модули ускорений

$$a_C = 12{,}83 \text{ м/с}^2;\ a^n_{DC} = \omega_3^2 DC = 57{,}6 \text{ м/с}^2;\ a^\tau_{DC} = \varepsilon_3 DC = 12{,}83 \text{ м/с}^2.$$

Проведём оси Dx и Dy, как показано на рис. 2.34, и спроектируем векторное равенство ускорения точки D на оси. Получим систему уравнений:

$$a_{Dx} = -a_C \cos 30^\circ + a^n_{DC};\quad a_{Dy} = a_C \cos 60^\circ + a^\tau_{DC}.$$

Подставляя в уравнения проекций значения модулей ускорений, найдём: $a_{Dx} = 46{,}49$ м/с^2; $a_{Dy} = 19{,}25$ м/с^2.

Величина ускорения точки D: $a_D = \sqrt{a_{Dx}^2 + a_{Dy}^2} = 50{,}32$ м/с^2.

Заметим, что для определения ускорения точки D невозможно было сразу использовать приём с последовательным выражением ускорения точки D через ускорения полюсов C, B и A, так как в полученной в результате проекций системе двух уравнений будет три неизвестных величины - a_{Dx}, a_{Dy} и величина ускорения a_{CB}^{τ}.

Задача 36. Механизм качалки (рис. 2.36) включает в себя кривошип OA, вращающийся вокруг неподвижной оси O, шестерню 1 радиуса r_1, насаженную на кривошип в точке A и обкатывающуюся по неподвижной цилиндрической поверхности, и шатун BC, присоединённый одним концом в точке B к шестерне, а другим – в точке C к коромыслу CO_1. В положении, указанном на рис. 2.36, определить угловую скорость и угловое ускорение коромысла CO_1, если $\omega_{OA} = 2$ рад/с; $\varepsilon_{OA} = 4$ рад/с^2; $OA = 0{,}8$ м; $r_1 = 0{,}4$ м; $AB = 0{,}2$ м; $BC = 0{,}6$ м. Для этого же положения определить ускорение точки C.

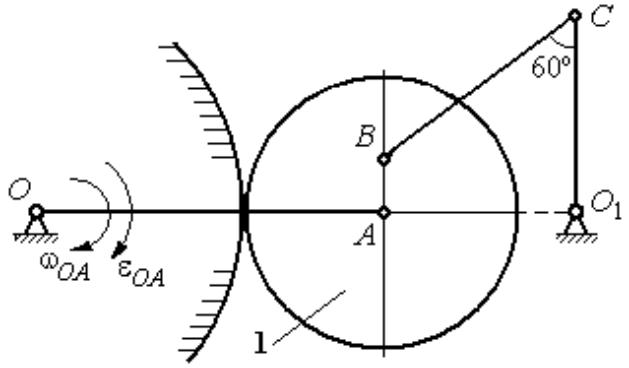


Рис. 2.36. Механизм качалки

Решение

Найдём угловые скорости звеньев механизма.

Скорость точки A кривошипа $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 1{,}6$ м/с. Вращаясь, кривошип передаёт движение шестерне 1, которая катится по неподвижной поверхности. Точка касания P_1 шестерни с неподвижной поверхностью является мгновенным центром скоростей шестерни. Тогда её угловая скорость $\omega_1 = \dfrac{V_A}{AP_1} = 4$ рад/с. Направление угловой скорости показано на рис. 2.37 дуговой стрелкой ω_1.

Расстояние от мгновенного центра скоростей шестерни до её точки B P_1B = 0,45 м. Скорость точки B: $V_B = \omega_1 \cdot P_1B =$ 1,8 м/с. Вектор скорости $\vec{V}_B$ перпендикулярен линии P_1B и направлен в сторону вращения шестерни.

При вращении коромысла CO_1 вокруг неподвижной оси O_1 вектор скорости $\vec{V}_C$ перпендикулярен коромыслу. Точка P_2, лежащая на пересечении перпендикуляров, восстановленных к векторам $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$ – скоростей точек B и C, является мгновенным центром скоростей шатуна BC (рис. 2.37). Расстояние $BK = BC\cos 30^\circ = 0{,}52$ м; $\cos\alpha = \dfrac{AP_1}{BP_1} = 0{,}89$; $P_2B = \dfrac{BK}{\cos\alpha} = 0{,}58$ м. Угловая скорость шатуна $\omega_{BC} = \dfrac{V_B}{BP_2} = 3{,}1$ рад/с. Направление угловой скорости шатуна показано на рис. 2.37 дуговой стрелкой ω_{BC}.

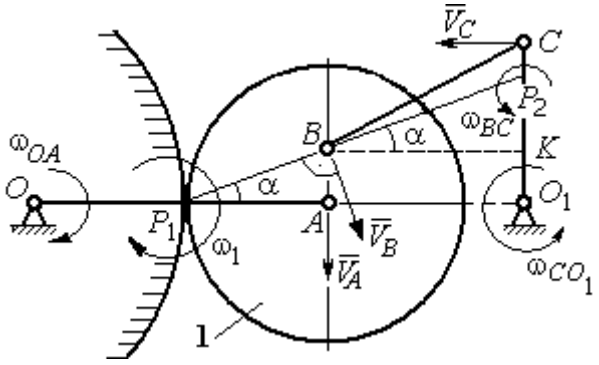


Рис. 2.37. Расчётная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

Расстояние $P_2C = BC \cdot \sin 30^\circ - P_2B \cdot \sin\alpha = 0{,}04$ м. Скорость точки C шатуна BC: $V_C = \omega_{BC} \cdot P_2C = 0{,}12$ м/с. Длина коромысла $CO_1 = CK + KO_1 = 0{,}5$ м, угловая скорость коромысла $\omega_{CO_1} = \dfrac{V_C}{CO_1} = 0{,}24$ рад/с.

Найдём ускорения звеньев механизма.

Считая, что точка C принадлежит шатуну BC, выразим ускорение точки C через полюс B: $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}^{\,n}_{CB} + \vec{a}^{\,\tau}_{CB}$, где $\vec{a}_B$ – ускорение полюса B; $\vec{a}^{\,n}_{CB}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{CB}$ – нормальная и касательная составляющие вектора ускорения точки C при вращении шатуна вокруг полюса B.

Полагая, что точка B принадлежит шестерне 1, выразим её ускорение через полюс A: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}^{\,n}_{BA} + \vec{a}^{\,\tau}_{BA}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение точки A шестерни; $\vec{a}^{\,n}_{BA}$

, $\vec{a}_{BA}^{\tau}$ – нормальная и касательная составляющие вектора ускорения точки B при вращении шестерни вокруг полюса A.

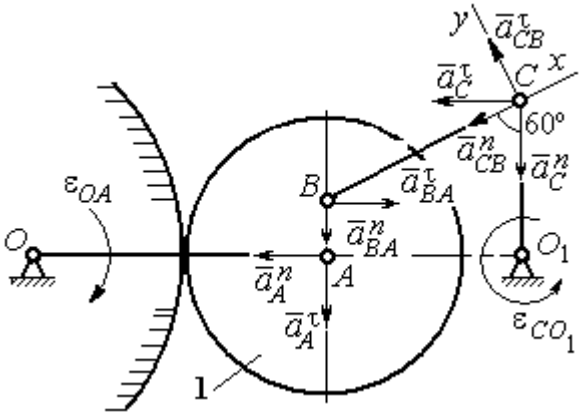


Рис. 2.38. Расчётная схема для определения ускорений точек механизма

Поскольку точка A принадлежит и кривошипу OA, а точка C – коромыслу CO_1, вращающихся вокруг своих неподвижных осей, вектора ускорений этих точек можно представить в виде сумм векторов:

$$\vec{a}_A = \vec{a}_A^{\,n} + \vec{a}_A^{\,\tau},\ \vec{a}_C = \vec{a}_C^{\,n} + \vec{a}_C^{\,\tau},$$

где $\vec{a}_A^{\,n}$, $\vec{a}_A^{\,\tau}$ – нормальная и касательная составляющие вектора ускорения точки A при вращении кривошипа вокруг оси O; $\vec{a}_C^{\,n}$, $\vec{a}_C^{\,\tau}$ – нормальная и касательная составляющие вектора ускорения точки C при вращении коромысла вокруг оси O_1.

В результате подстановок получим полное векторное равенство, связывающее ускорения точек механизма:

$$\vec{a}_C^{\,n} + \vec{a}_C^{\,\tau} = \vec{a}_{CB}^{\,n} + \vec{a}_{CB}^{\,\tau} + \vec{a}_{BA}^{\,n} + \vec{a}_{BA}^{\,\tau} + \vec{a}_A^{\,n} + \vec{a}_A^{\,\tau}.$$

Направления векторов ускорений показаны на рис. 2.38.

Модули векторов ускорений:

$$a_C^n = \omega_{CO_1}^2 \cdot CO_1 = 0{,}03 \text{ м/с}^2;\ \ a_{CB}^n = \omega_{CB}^2 \cdot CB = 5{,}77 \text{ м/с}^2,$$

$$a_A^n = \omega_{OA}^2 \cdot OA = 3{,}2 \text{ м/с}^2;\ a_A^{\tau} = \varepsilon_{OA} \cdot OA = 3{,}2 \text{ м/с}^2,$$

$$a_{BA}^n = \omega_1^2 \cdot BA = 3{,}2 \text{ м/с}^2;\ \ a_{BA}^{\tau} = \varepsilon_1 \cdot BA.$$

Для определения ε_1 углового ускорения шестерни 1 продифференцируем равенство $V_A = \omega_1 \cdot AP_1 = \omega_1 r_1$. Получим: $a_A^{\tau} = \varepsilon_1 r_1$, откуда $\varepsilon_1 = \dfrac{a_A^{\tau}}{r_1} = 8$ рад/с^2.

Тогда $a_{BA}^{\tau} = 1{,}6$ м/с^2.

Неизвестными в векторном равенстве ускорений остаются модули векторов $\vec{a}^{\tau}_{CB}$ и $\vec{a}^{\tau}_{C}$. Выберем ось *x* вдоль шатуна *BC*, как показано на рис. 2.38, и спроектируем на неё полное векторное равенство.

Получим уравнение:

$$-a^{n}_{C}\cos 60^{\circ} - \vec{a}^{\tau}_{C}\cos 30^{\circ} = -a^{n}_{CB} - a^{n}_{BA}\cos 60^{\circ} + a^{\tau}_{BA}\cos 30^{\circ} - a^{n}_{A}\cos 30^{\circ} - a^{\tau}_{A}\cos 60^{\circ},$$

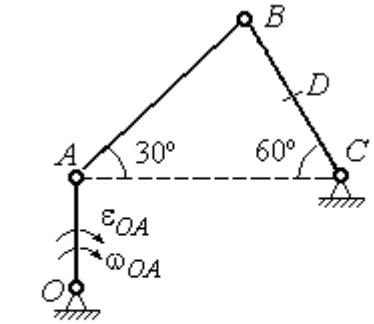
откуда найдём ускорение a^{τ}_{C} = 11,94 м/с^2. Угловое ускорение качалки

$$\varepsilon_{CO_1} = \frac{\left|a^{\tau}_{C}\right|}{CO_1} = 23{,}88 \text{ рад/с}^2.$$

Положительное значение касательного ускорения a^{τ}_{C} свидетельствует о том, что направление вектора ускорения $\vec{a}^{\tau}_{C}$ совпадает с направлением, показанным на рис. 2.38. В эту же сторону направлена и скорость $\vec{V}_C$ точки *C* (см. рис. 2.37). Следовательно, в данном положении движение качалки ускоренное и угловое ускорение направлено в сторону угловой скорости.

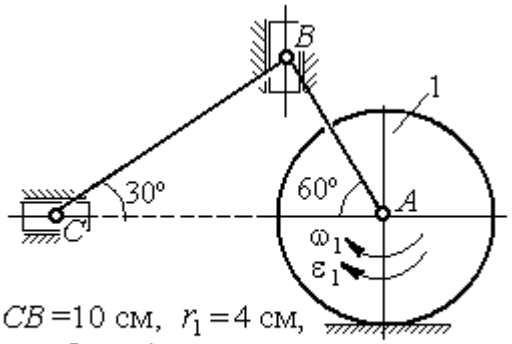
Упражнения

Упражнения 2.9



$OA = 4$ см, $BD = DC = 4$ см,
$\omega_{OA} = 3$ рад/с, $\varepsilon_{OA} = 2$ рад/с^2.
Найти ускорение точки *D*

Упражнения 2.10



$CB = 10$ см, $r_1 = 4$ см,
$\omega_1 = 3$ рад/с, $\varepsilon_1 = 2$ рад/с^2.
Найти ускорение точки *C*

Рис. 2.39. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 2.9, 2.10

3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ

3.1. Основные понятия и определения сложного движения точки

Рассматривается подвижное твердое тело и точка, перемещающаяся относительно тела.

Неподвижная система координат, относительно которой определяются движения точки и тела, называется **основной**. Связанная с телом и движущаяся вместе с ним система координат называется **подвижной.**

Движение точки относительно подвижной системы координат (фактически движение точки относительно тела) называется **относительным**. **Переносным** движением называют движение, которое совершает точка вместе с подвижной системой координат (фактически вместе с телом). Движение точки относительно основной (неподвижной) системы координат называется **абсолютным.**

Скорость точки относительно подвижной системы координат называют **относительной скоростью**, ускорение – **относительным ускорением**.

Переносной скоростью точки и **переносным ускорением** называют скорость и ускорение той точки тела, с которой в данный момент совпадает движущаяся точка.

Скорость и ускорение точки относительно основной системы называют **абсолютной скоростью и абсолютным ускорением.**

При вычислении абсолютной скорости используется теорема о сложении скоростей: **скорость абсолютного движения точки равна векторной сумме переносной и относительной скоростей:** $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$, где $\vec{V}$, $\vec{V}_e$, $\vec{V}_r$ – вектора абсолютной, переносной и относительной скоростей точки.

При вычислении абсолютного ускорения используется теорема Кориолиса о сложении ускорений: **абсолютное ускорение точки равно векторной сумме трех ускорений – относительного, переносного и ускорения Кориолиса:** $\vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_к$, где $\vec{a}$ – вектор абсолютного ускорения точки; $\vec{a}_e, \vec{a}_r$ – вектора

соответственно переносного и относительного ускорений точки; $\vec{a}_{\text{к}}$ – вектор ускорения Кориолиса.

Вектор ускорения Кориолиса определяется векторным произведением: $\vec{a}_{\text{к}} = 2(\vec{\omega}_e \times \vec{V}_r)$, где $\vec{\omega}_e$ – вектор угловой скорости переносного движения; $\vec{V}_r$ – вектор относительной скорости точки. Модуль ускорения Кориолиса: $|\vec{a}_{\text{к}}| = 2|\vec{\omega}_e| \cdot |\vec{V}_r| \sin\alpha$, где α – угол между вектором угловой скорости переносного движения $\vec{\omega}_e$ и вектором относительной скорости точки $\vec{V}_r$ (рис. 3.1).

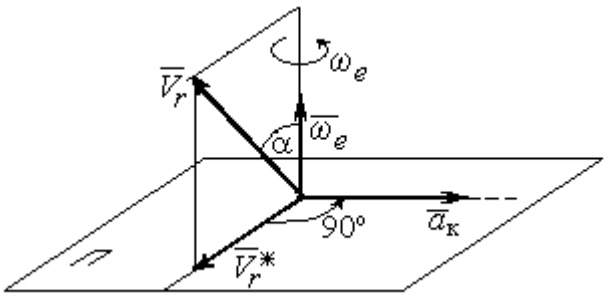


Рис. 3.1. Определение ускорения Кориолиса по правилу Жуковского

На рис. 3.1 показан способ определения вектора ускорения Кориолиса по правилу Н. Е. Жуковского. Правило состоит в следующем. Построим плоскость *П*, перпендикулярную вектору угловой скорости $\vec{\omega}_e$, и спроектируем вектор относительной скорости $\vec{V}_r$ на эту плоскость. Проекцию обозначим $\vec{V}_r^*$ (см. рис. 3.1). Чтобы получить направление ускорения Кориолиса, следует вектор проекции относительной скорости $\vec{V}_r^*$ повернуть на 90° в плоскости *П* вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения.

Если сложное движение точки происходит в плоскости, перпендикулярной оси переносного вращения, направление ускорения Кориолиса можно получить простым поворотом вектора относительной скорости на угол 90° вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения. При этом модуль ускорения Кориолиса $a_{\text{к}} = 2|\omega_e| \cdot |V_r| \sin 90^\circ = 2\omega_e V_r$.

Примеры решения задач на сложное движение точки

Задача 37. Компрессор с криволинейными каналами (рис. 3.2) вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с вокруг оси *O*, перпендикулярной плоскости рисунка. Воздух перемещается по каналу *AB* с постоянной относительной скоростью $V_r = 4$ м/с. Найти ускорение частицы воздуха в начале канала в точке *A* и проекции этого ускорения на оси неподвижной системы координат *xOy*, если радиус $OA = 0{,}5$ м, радиус кривизны канала в точке *A* $\rho = 0{,}8$ м, угол между нормалью *n* к кривой *AB* в точке *A* и радиусом *OA* $\alpha = 30^\circ$.

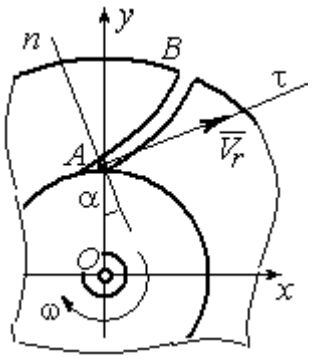


Рис.3.2. Движение воздуха по каналу компрессора

Решение

Переносным движением для частицы воздуха будет вращательное движение компрессора, а скорость точки *A* компрессора, где по условию находится частица воздуха, будет её переносной скоростью: $V_e = \omega \cdot OA = 5$ м/с. Вектор $\vec{V}_e$ переносной скорости частицы перпендикулярен радиусу *OA* и направлен в сторону угловой скорости вращения компрессора (рис. 3.3).

Вектор $\vec{V}_r$ относительной скорости частицы воздуха направлен вдоль касательной к кривой *AB* (стенки канала) в точке *A*.

Вектор абсолютной скорости частицы воздуха равен геометрической сумме векторов относительной и переносной скоростей: $\vec{V} = \vec{V}_r + \vec{V}_e$ (см. рис. 3.3). Спроектируем это векторное равенство на оси *x*, *y*. Получим систему уравнений:

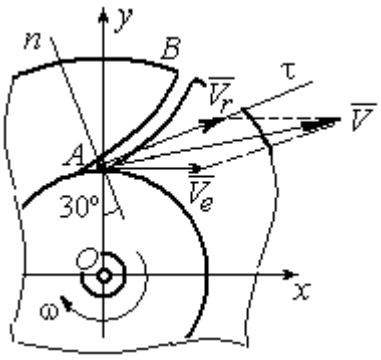


Рис. 3.3. Построение вектора абсолютной скорости частицы

$$V_x = V_e + V_r \cos 30^\circ = 8{,}46 \text{ м/с}; \; V_y = V_r \cos 60^\circ = 2 \text{ м/с}.$$

Модуль абсолютной скорости $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = 8{,}69$ м/с.

Найдём ускорение частицы воздуха.

Абсолютное ускорение частицы определяется по теореме сложения ускорений:

$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_e + \vec{a}_к.$$

В относительном движении частица движется между стенками канала по криволинейной траектории, и её ускорение $\vec{a}_r$ представляется суммой: $\vec{a}_r = \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_r^{\,\tau}$, где $\vec{a}_r^{\,n}$, $\vec{a}_r^{\,\tau}$ – вектора нормальной и касательной составляющих относительного ускорения частицы.

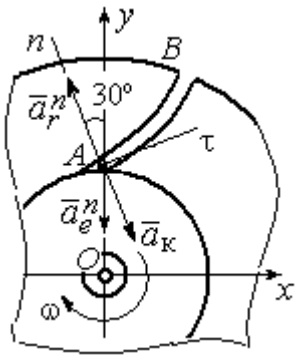


Рис. 3.4. Составляющие ускорения частицы в сложном движении

Переносное ускорение частицы $\vec{a}_e$ есть ускорение точки A вращающегося компрессора, которое выражается суммой $\vec{a}_e = \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau}$, где $\vec{a}_e^{\,n}$, $\vec{a}_e^{\,\tau}$ – вектора нормальной и касательной составляющих переносного ускорения частицы.

В результате абсолютное ускорение частицы воздуха в точке А выражается векторной суммой:

$$\vec{a} = \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_к.$$

Вычислим модули ускорений:

$$a_r^{\tau} = \dot{V}_r = 0,\ a_r^{n} = \frac{V_r^2}{\rho} = 20\ \text{м/с}^2;\ a_e^{\tau} = \varepsilon \cdot OA = \dot{\omega} \cdot OA = 0,$$

$$a_e^{n} = \omega^2 r = 50\ \text{м/с}^2;\ a_к = 2\omega V_r = 80\ \text{м/с}^2.$$

Направление ускорения Кориолиса определяется простым поворотом вектора относительной скорости на угол 90° вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения. Вектора ускорений показаны на рис. 3.4.

Спроектируем векторное равенство ускорения частицы на оси неподвижной системы координат *xOy*. Получим:

$$a_x = -a_r^{n}\cos 60^\circ + a_к \cos 60^\circ = 30\ \text{м/с}^2;$$

$$a_y = a_r^n \cos 30^\circ - a_e^n - a_к \cos 30^\circ = -101{,}96 \text{ м/с}^2.$$

Модуль ускорения $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 106{,}28$ м/с^2.

Задача 38. При совмещении работы механизмов подъёма груза и поворота крана (рис. 3.5) груз A перемещается в горизонтальном и вертикальном направлениях. На участке разгона барабан B радиуса $r_1 = 0{,}5$ м, на который навит канат, поддерживающий груз, вращается с постоянным угловым ускорением $\varepsilon_1 = 3$ рад/с^2, а кран разворачивается вокруг оси O_1O_2 с угловым ускорением $\varepsilon_2 = 0{,}5$ рад/с^2.

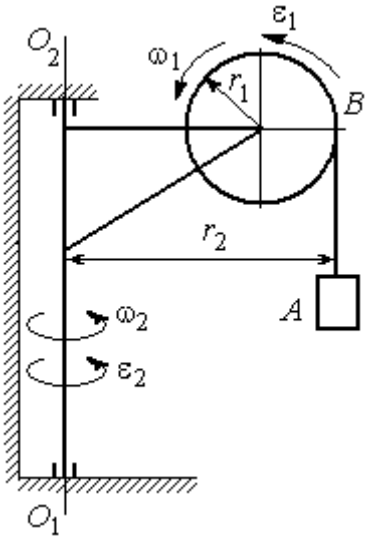


Рис. 3.5. Механизм поворотного крана

Пренебрегая отклонением каната от вертикали, определить скорость и ускорение груза в момент времени $t_1 = 1$ с, если вылет стрелы крана до линии подвеса груза $r_2 = 10$ м.

Решение

Подъём груза A на канате является для груза относительным движением, а вращение крана – переносным. Вектор абсолютной скорости груза равен сумме $\vec{V} = \vec{V}_r + \vec{V}_e$, где вектора относительной $\vec{V}_r$ и переносной $\vec{V}_e$ скоростей.

При равноускоренном вращении барабана B из состояния покоя его угловая скорость $\omega_1 = \varepsilon_1 t$. В момент времени $t_1 = 1$ с $\omega_1 = 3$ рад/с. Скорость подъёма груза A в этот момент $V_r(1) = \omega_1(1) r_1 = 1{,}5$ м/с. Вектор относительной скорости $\vec{V}_r$ направлен вдоль линии движения груза, в сторону его подъёма (рис. 3.6).

Угловая скорость крана при постоянном угловом ускорении $\omega_2 = \varepsilon_2 t$. При t_1 = 1 с ω_2 = 0,5 рад/с. Переносная скорость груза A равна скорости груза, движущегося вместе со стрелой крана по окружности радиуса r_2: $V_e = \omega_2 r_2$ = 5 м/с. Вектор переносной скорости груза $\vec{V}_e$ направлен по касательной к траектории переносного движения груза в сторону угловой скорости вращения крана (см. рис. 3.6).

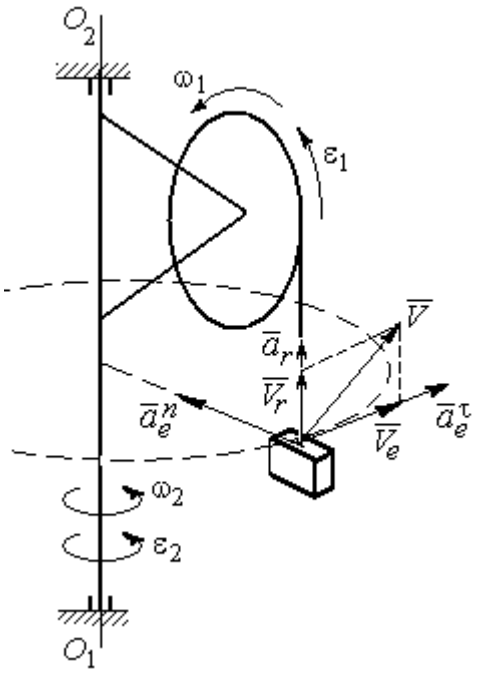


Рис. 3.6. Расчётная схема для определения скорости и ускорения груза на поворотном кране

Так как вектора относительной и переносной скоростей груза взаимно перпендикулярны, модуль абсолютной скорости $V = \sqrt{V_r^2 + V_e^2}$ = 5,22 м/с.

Найдём абсолютное ускорение груза.

Теорема сложения ускорений имеет вид векторной суммы: $\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_e + \vec{a}_к = \vec{a}_r^n + \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_e^n + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_к$, где $\vec{a}_r^n$, $\vec{a}_r^\tau$, $\vec{a}_e^n$, $\vec{a}_e^\tau$, $\vec{a}_к$ – вектора нормального и касательного ускорений груза в относительном и переносном движениях и ускорение Кориолиса. Найдём модули векторов ускорений.

Нормальное относительное ускорение a_r^n груза, движущегося прямолинейно, равно нулю: a_r^n = 0, а касательное a_r^τ равно по величине касательному ускорению точки на поверхности барабана: $a_r^\tau = \varepsilon_1 r_1$ = 1,5 м/с^2. Направление вектора $\vec{a}_r^\tau$ относительного касательного ускорения груза определяется направлением углового ускорения барабана.

Переносные нормальное a_e^n и касательное a_e^τ ускорения груза: $a_e^n = \omega_2^2 r_2$ = 2,5 м/с^2; $a_e^\tau = \varepsilon_2 r_2$ = 5 м/с^2. Вектор касательного ускорения $\vec{a}_e^\tau$ направлен в сторону углового ускорения вращения крана.

Ускорение Кориолиса $a_к$ равно нулю, так как вектор $\vec{V}_r$ параллелен вектору $\vec{\omega}_2$: $a_к = 0$.

Направления векторов ускорений, модули которых отличны от нуля, показаны на рис. 3.6. В результате вектор абсолютного ускорения груза представлен в виде разложения на три взаимно перпендикулярных вектора: $\vec{a} = \vec{a}_e^n + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_r^\tau$, поэтому модуль абсолютного ускорения груза $a = \sqrt{(a_e^n)^2 + (\vec{a}_e^\tau)^2 + (\vec{a}_r)^2}$ = 5,79 м/с^2.

Задача 39. Фигура, состоящая из половины диска и построенного на его диаметре равнобедренного треугольника (рис. 3.7), вращается вокруг оси, перпендикулярной плоскости фигуры и проходящей через вершину A треугольника, по закону $\varphi_e = 5t - 2t^2$ рад. Положительное направление вращения отмечено на схеме дуговой стрелкой φ.

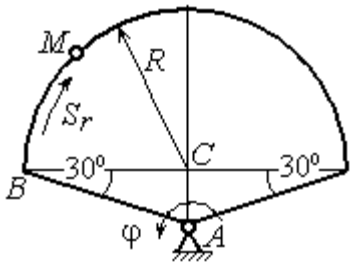


Рис. 3.7. Схема сложного движения точки

По ободу диска из начального положения B движется точка M. Уравнение движения точки: $B\breve{M} = S_r = 9\pi t^2$, см.. Положительное направление отсчёта дуги BM показано дуговой стрелкой S_r (см. рис. 3.7). Радиус диска R = 9 см. Найти абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки M в момент времени t_1 = 1 с.

Решение

Переносным движением точки M является вращение фигуры вокруг оси A, относительным – её движение по окружности обода диска.

Положение точки M на окружности определяется центральным углом: $\alpha = \frac{S_r}{R}$, где S_r – длина дуги окружности, пройденная точкой. В момент времени $t_1 = 1$ с $S_r = 9\pi$ см и $\alpha = \pi$. Расчётное положение точки M на рис. 3.8 обозначено M_1.

Угловая скорость вращения фигуры равна модулю производной $\omega_e = |\dot{\varphi}_e| = |5 - 4t|$. При $t_1 = 1$ с $\omega_e(1) = 1$ рад/с. Направление угловой скорости определяется знаком производной $\dot{\varphi}_e$. Положительная на данный момент времени величина производной ($\dot{\varphi}_e = 1$) показывает, что вращение фигуры происходит в положительном направлении отсчёта угла φ_e и отмечено на рис. 3.8 дуговой стрелкой ω_e.

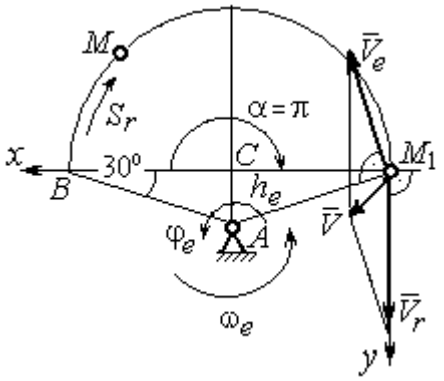


Рис. 3.8. Расчетная схема для вычисления абсолютной скорости точки

Переносная скорость точки V_e – это скорость расчётного положения точки M вращающейся фигуры: $V_e = \omega_e h_e = = \omega_e AM_1 = \frac{\omega_e R}{\cos 30^\circ} = 10{,}39$ см/с. Вектор переносной скорости точки $\vec{V}_e$ перпендикулярен отрезку AM_1 и направлен в сторону вращения фигуры (см. рис. 3.8).

Скорость точки в относительном движении определяется как модуль производной: $V_r = |\dot{S}_r| = |18\pi t|$. При $t_1 = 1$ с $V_r = 56{,}5$ см/с. Положительное значение производной $\dot{S}_r = 18\pi > 0$ указывает, что в этот момент времени относительное движение точки происходит в положительном направлении отсчёта дуги окружности, по которой движется точка. Вектор $\vec{V}_r$ относительной скорости точки перпендикулярен отрезку CM_1 и направлен в сторону её движения.

Абсолютная скорость точки равна сумме векторов переносной и относительной скоростей $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Для того чтобы найти абсолютную скорость точки, выберем оси координат M_1x, M_1y, как показано на рис. 3.8, и спроектируем обе части векторного равенства теоремы сложения скоростей на эти оси:

$$V_x = V_e \cos 60^\circ = 5{,}2 \text{ см/с}, \; V_y = -V_e \cos 30^\circ + V_r = 47{,}5 \text{ см/с}.$$

Модуль абсолютной скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = 47{,}8$ см/с.

Абсолютное ускорение точки определяется по теореме сложения ускорений: $\vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_к$.

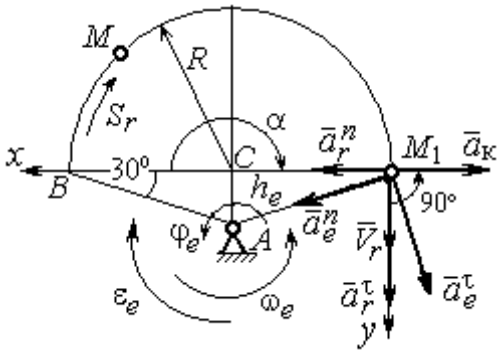


Рис. 3.9. Расчетная схема для определения абсолютного ускорения точки

Переносное ускорение точки представляется в виде суммы: $\vec{a}_e = \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n}$, где $\vec{a}_e^{\,\tau}$ и $\vec{a}_e^{\,n}$ – переносные касательное и нормальное ускорения. В относительном движении точки (по дуге окружности) ускорение также может быть разложено на две составляющие – относительные касательное и нормальное ускорения: $\vec{a}_r = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n}$. В результате теорема о сложении ускорений приобретает вид: $\vec{a} = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_к$.

Вычислим модули и направления векторов ускорений в расчётном положении точки M_1.

Относительное касательное ускорение a_r^τ вычисляется по формуле: $a_r^\tau = \left|\ddot{S}_r\right|$, где $\ddot{S}_r = 18\pi = 56{,}5$ см/с^2. Так как значение второй производной $\ddot{S}_r$ положительно, вектор ускорения $\vec{a}_r^{\,\tau}$ направлен по касательной в сторону положительного отсчёта траектории относительного движения. Относительное

нормальное ускорение точки a_r^n вычисляется по формуле: $a_r^n = \frac{V_r^2}{R}$ и в момент t_1 = 1 с равно 355,3 см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}_r^n$ направлен по радиусу диска к центру C (рис. 3.9).

Угловое ускорение фигуры в момент времени t_1 = 1 с, $\varepsilon_e = |\ddot{\varphi}_e|$ = 4 рад/с^2. Поскольку значение второй производной угла поворота отрицательное ($\ddot{\varphi}_e = -4$ рад/с^2), то угловое ускорение направлено в сторону, противоположную положительному направлению отсчёта угла поворота фигуры, как показано на рис. 3.9 дуговой стрелкой ε_e. Модуль переносного касательного ускорения a_e^τ определяется по формуле $a_e^\tau = \varepsilon_e h_e = \varepsilon_e \cdot AM_1$ и в момент времени t_1 = 1 с равен 41,6 см/с^2. Вектор переносного касательного ускорения точки $\vec{a}_e^\tau$ перпендикулярен AM_1 и направлен в сторону углового ускорения фигуры ε_e (см. рис. 3.9). Переносное нормальное ускорение вычисляется по формуле $a_e^n = \omega_e^2 h_e = \omega_e^2 \cdot AM_1$ и на момент времени t_1 = 1 с: a_e^n = 10,4 см/с^2. Вектор переносного нормального ускорения $\vec{a}_e^n$ направлен вдоль отрезка M_1A к оси вращения тела (см. рис. 3.9).

Модуль ускорения Кориолиса в момент времени t_1 = 1 с $a_к = 2\omega V_r$ = =113,1 см/с^2. По условию задачи вектор $\vec{V}_r$ скорости относительного движения точки перпендикулярен вектору $\vec{\omega}_e$ угловой скорости переносного движения. В этом случае для определения направления ускорения Кориолиса достаточно повернуть вектор относительной скорости $\vec{V}_r$ на 90° в сторону переносного движения (см. рис. 3.9).

Для определения абсолютного ускорения точки выберем оси M_1x и M_1y, как показано на рис. 3.9, и спроектируем обе части векторного равенства теоремы сложения ускорений на эти оси. Получим:

$$a_x = -a_e^\tau \cos 60^\circ + a_e^n \cos 30^\circ + a_r^n - a_к = 230{,}4 \text{ см/с}^2;$$

$$a_y = a_e^{\tau}\cos 30^\circ + a_e^{n}\cos 60^\circ + a_r^{\tau} = 97{,}9 \text{ см/с}^2.$$

Модуль абсолютного ускорения

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 250{,}3 \text{ см/с}^2.$$

Задача 40. Диск (рис. 3.10) вращается вокруг оси O_1O_2, проходящей вдоль вертикального диаметра, с угловой скоростью $\omega = 2t^2 + 4\cos\pi t$ рад/с. Положительное направление отсчёта угла поворота диска отмечено на схеме дуговой стрелкой φ. Вдоль другого диаметра диска, наклоненного под углом 30º к вертикальному, движется точка M по закону $CM = S_r = (4t-1)^2 - 1$ см. Расстояние отсчитывается от точки C на краю диска. Положительное направление движения точки M показано стрелкой S_r. Радиус диска R = 4 см. Найти абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки M в момент времени t_1 = 1 с.

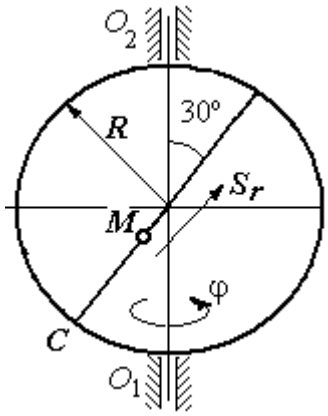


Рис. 3.10. Схема сложного движения точки

Решение

Переносным движением точки M является вращение диска вокруг вертикального диаметра, относительным – её прямолинейное движение вдоль наклонного диаметра диска.

Расстояние S_r, пройденное точкой, к моменту времени t_1 = 1 с равно 8 см. При радиусе диска R = 4 см точка M в данный момент времени находится на противоположном от точки C конце диаметра. На рис. 3.11 это положение обозначено буквой M_1.

Угловая скорость диска равна модулю производной: $\omega = |\dot{\varphi}| = |2 + 4\cos\pi|$ и при t_1 = 1 с ω = 2 рад/с. Направление угловой скорости определяется по знаку производной $\dot{\varphi}$. В данном случае производная имеет отрицательное значение ($\dot{\varphi}$ = – 2 рад/с). Это означает, что вращение диска происходит в сторону,

противоположную положительному направлению отсчёта угла поворота. Направление угловой скорости диска в данный момент времени отмечено на рис. 3.11 дуговой стрелкой ω.

Переносная скорость точки V_e – это скорость точки M_1 на вращающемся диске: $V_e = \omega h_e = \omega \cdot KM_1$, где $KM_1 = h_e$ – расстояние от оси вращения диска до точки M_1. Очевидно, $KM_1 = 0{,}5R = 2$ см. При $t_1 = 1$ с величина переносной скорости $V_e = 4$ см/с. Вектор переносной скорости $\vec{V}_e$ перпендикулярен плоскости диска $O_1M_1O_2$ и направлен в сторону вращения диска (рис. 3.11, *a*).

(На рис. 3.11, *a* символ $\odot$ рядом с вектором означает, что данный вектор направлен перпендикулярно плоскости рисунка «к нам», символ $\oplus$ – «от нас».)

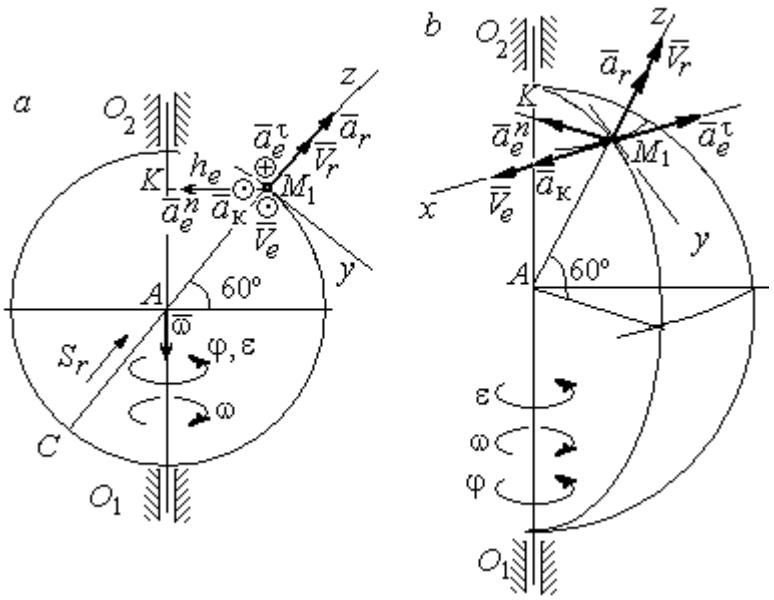


Рис. 3.11. Расчётная схема определения абсолютной скорости и ускорения точки:
a – плоская модель движения;
b – пространственная модель движения

Относительная скорость точки равна модулю производной: $V_r = \left|\dot{S}_r\right| = = \left|8(4t-1)\right|$. При $t_1 = 1$ с $V_r = 24$ см/с. Положительное значение самой производной $\dot{S}_r$ указывает, что относительное движение точки в данный момент времени происходит в положительном направлении. Вектор $\vec{V}_r$ относительной скорости точки в положении M_1 направлен вдоль диаметра диска CM_1 в сторону движения.

Абсолютная скорость точки равна сумме векторов переносной и относительной скоростей: $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Так как векторы $\vec{V}_e$ и $\vec{V}_r$ взаимно

перпендикулярны, модуль абсолютной скорости $V = \sqrt{V_e^2 + V_r^2} =$ 24,33 см/с. Вектор абсолютной скорости на рис. 3.11 не показан.

Абсолютное ускорение точки определяется векторной суммой, которая при прямолинейном относительном и вращательном переносном движениях представляется в виде: $\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_e^{\tau} + \vec{a}_e^{n} + \vec{a}_{\text{к}}$.

Относительное ускорение точки $a_r = \left|\ddot{S}_r\right|$ = 32 см/с^2. Так как значение второй производной $\ddot{S}_r$ положительно, вектор ускорения $\vec{a}_r$ в точке M_1 направлен по линии движения точки в сторону положительного направления (см. рис. 3.11).

Угловое ускорение диска $\varepsilon = \left|\dot{\omega}\right| = \left|4t - 4\pi\sin\pi t\right|$. В момент времени t_1 = 1 с ε = 4 рад/с^2. Положительное значение производной в данный момент времени ($\dot{\omega}$ = 4 рад/с^2) означает, что угловое ускорение ε направлено в сторону положительного направления отсчёта угла поворота диска. Направление углового ускорения показано на рис. 3.11 дуговой стрелкой ε. Модуль переносного касательного ускорения a_e^{τ} определяется по формуле $a_e^{\tau} = \varepsilon h_e$, и при t_1 = 1 с a_e^{τ} = 8 см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}_e^{\tau}$ перпендикулярен плоскости диска $O_1M_1O_2$ в точке M_1 и направлен в сторону углового ускорения (противоположно вектору скорости).

Переносное нормальное ускорение a_e^{n} рассчитывается по формуле $a_e^{n} = \omega^2 h_e = \omega^2 \cdot KM_1$, и при t_1 = 1 с a_e^{n} = 8 см/с^2. Вектор переносного нормального ускорения $\vec{a}_e^{n}$ направлен вдоль отрезка M_1K к оси вращения диска (см. рис. 3.11).

Вектор скорости относительного движения точки $\vec{V}_r$ составляет с вектором угловой скорости переносного движения $\vec{\omega}$ угол 150º. Модуль ускорения Кориолиса на момент времени t_1 = 1 с $a_{\text{к}} = 2\left|\omega\right|\left|V_r\right|\sin 150^\circ =$ 48 см/с^2.

Направление вектора ускорения Кориолиса определяем по правилу Жуковского. Так, вектор относительной скорости точки $\vec{V}_r$ проектируем на плоскость, перпендикулярную вектору $\vec{\omega}$ (т. е. на плоскость, перпендикулярную оси вращения тела). На рис 3.11, *а* это будет проекция на линию KM_1. Далее следует повернуть вектор проекции относительной скорости вокруг оси вращения на 90° в сторону угловой скорости вращения диска. На рис 1.11, *а* вектор ускорения Кориолиса перпендикулярен плоскости рисунка в точке M_1 и направлен «на нас».

Для определения абсолютного ускорения точки выберем оси координат M_1x, M_1y и M_1z, как показано на рис. 3.11 (на рис. 3.11, *а* ось M_1x направлена перпендикулярно рисунку «к нам» и на рисунке не показана). Спроектируем обе части векторного равенства теоремы сложения ускорений на оси

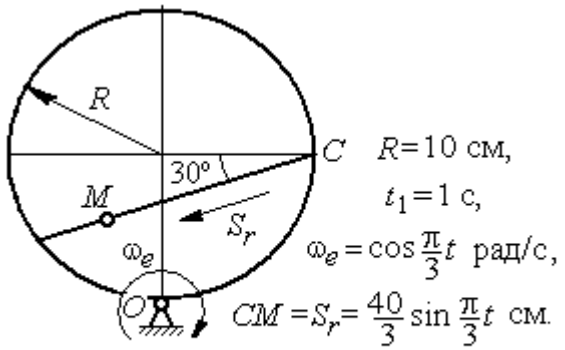
$$a_x = -a_e^{\tau} + a_{\text{к}} = 40 \text{ см/с}^2; \quad a_y = -a_e^{n}\cos 30^\circ = 6{,}93 \text{ см/с}^2;$$

$$a_z = a_r - a_e^{n}\cos 60^\circ = 28 \text{ см/с}^2.$$

Модуль абсолютного ускорения $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = 49{,}32$ см/с^2.

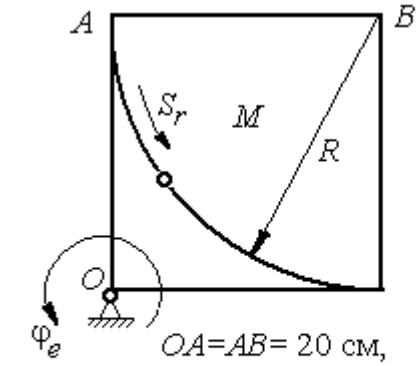
Упражнения

Упражнение 3.1



Найти скорость и ускорение точки M в момент $t = t_1$

Упражнение 3.2



$\overset{\smile}{AM} = S_r = 5\pi t^2$ см, $\varphi_e = t^2 - 5t$ рад.

Найти скорость и ускорение точки M в момент $t = t_1 = 1$ с

Рис. 3.12. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 3.1, 3.2

4. ДИНАМИКА ТОЧКИ

4.1. Дифференциальные уравнения движения точки

Движение материальной точки под действием системы сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$,…, $\vec{F}_K$ в прямоугольной декартовой системе координат *Oxyz* описывается **дифференциальными уравнениями:**

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = \sum F_{kx}, \; m\frac{d^2y}{dt^2} = \sum F_{ky}, \; m\frac{d^2z}{dt^2} = \sum F_{kz}.$$

Обозначая вторые производные от координат по времени двумя точками, уравнения движения можно записать в виде:

$$m\ddot{x} = \sum F_{kx}; \; m\ddot{y} = \sum F_{ky}; \; m\ddot{z} = \sum F_{kz},$$

где m – масса точки; x, y, z – текущие координаты точки; $\ddot{x}$, $\ddot{y}$, $\ddot{z}$ – проекции вектора ускорения точки на оси координат; $\sum F_{kx}$, $\sum F_{ky}$, $\sum F_{kz}$ – алгебраические суммы проекций всех сил на оси координат.

Для удобства интегрирования дифференциальные уравнения движения иногда представляют в виде:

$$m\frac{dV_x}{dt} = \sum F_{kx}; \; m\frac{dV_y}{dt} = \sum F_{ky}; \; m\frac{dV_z}{dt} = \sum F_{kz},$$

где $V_x = \dot{x}$, $V_y = \dot{y}$, $V_z = \dot{z}$ – проекции вектора скорости точки на оси координат.

В естественной системе координат движение материальной точки описывается уравнениями в естественной форме:

$$m\frac{dV}{dt} = \sum F_{k\tau}; \; m\frac{V^2}{\rho} = \sum F_{kn}; \; 0 = \sum F_{kb},$$

где ρ – радиус кривизны траектории; τ, n, b – оси естественного трехгранника – касательная, нормаль и бинормаль.

В общем случае правые части дифференциальных уравнений зависят от времени, положения и скорости точки. Интегрирование дифференциальных уравнений производится в зависимости от их вида методами, известными из курса математики.

Примеры решения задач на интегрирование уравнений движения

Задача 41. При обогащении по трению разделение частиц производится следующим образом. Барабанный питатель (рис. 4.1) сообщает частице в точке A сортировочного стола AB начальную скорость V_0, направленную вдоль поверхности стола, наклоненного под углом α к горизонту. Нижний край стола в точке B поднят на высоту h над уровнем пола. Частица скользит по столу, испытывая силу трения скольжения с коэффициентом трения f. Дойдя до края стола в точке B, частица отрывается от него и совершает свободное падение с высоты h. На каком расстоянии $CK = \ell$ на полу нужно установить стенку приёмного устройства, чтобы частицы с коэффициентом трения меньше заданного $f < f_1$ перелетали за точку C и попадали в приёмник, а с большим коэффициентом $f > f_1$ – не долетали до него.

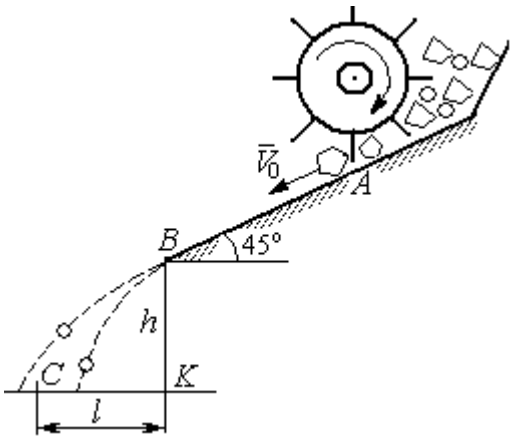


Рис. 4.1. Разделение частиц по трению

Начальная скорость частицы $V_0 = 1$ м/с, длина сортировочного стола $AB = S = 1{,}2$ м, угол наклона $\alpha = 45°$, высота точки отрыва $BK = h = 1{,}5$ м, заданный коэффициент трения для разделения частиц $f_1 = 0{,}4$.

Решение

Из условия задачи следует, что частица с коэффициентом трения, равным заданному, $f = f_1$ в конце своего движения (скольжение по столу + свободное падение) должна попасть ровно в точку C (см. рис. 4.1).

Рассмотрим первый участок движения такой частицы – прямолинейное движение по шероховатой поверхности наклонного стола. На частицу действуют сила тяжести $\vec{P}$, реакция опоры $\vec{N}$ и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Выберем систему

координат *xAy*, направив ось *x* вдоль линии движения, а ось *y* – перпендикулярно ей (рис. 4.2). Движение частицы описывается уравнениями:

$$m\ddot{x} = \sum F_{kx} = P\cos 45^\circ - F_{\text{тр}};\ m\ddot{y} = \sum F_{ky} = -P\cos 45^\circ + N.$$

Поскольку вдоль оси *y* частица не перемещается, то $\ddot{y} = 0$. Тогда второе уравнение движения представляется в виде: $-P\cos 45^\circ + N = 0$, откуда реакция опоры частицы $N = mg\cos 45^\circ$. Сила трения, которую испытывает частица, двигаясь по сортировочному столу: $F_{\text{тр}} = fN = fmg\cos 45^\circ$, где f – коэффициент трения.

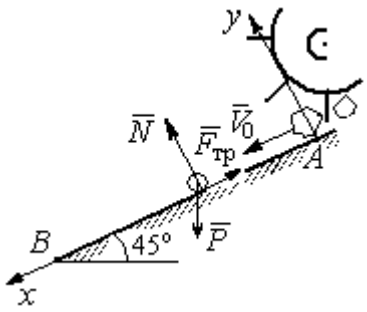


Рис. 4.2. Движение частицы по наклонной плоскости

Подставляя в уравнение движения частицы, выражение силы трения и полагая ускорение $\ddot{x} = \dfrac{dV_x}{dt}$, получим дифференциальное уравнение

$$\frac{dV_x}{dt} = g(1 - f)\cos 45^\circ \text{ или при } f = f_1 = 0{,}4:\ \frac{dV_x}{dt} = 4{,}18.$$

После интегрирования найдём скорость и закон движения частицы как функции времени: $V_x = 4{,}18t + C_1;\ x = 2{,}09t^2 + C_1 t + C_2$.

Константы интегрирования C_1, C_2 находятся из начальных условий движения. Подставляя начальные условия $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = V_x(0) = V_0$ в уравнение движения частицы, найдём $C_2 = 0$, $C_1 = V_0$.

Окончательно движение частицы на прямолинейном участке *AB* сортировочного стола описывается системой уравнений: $V_x = 4{,}18t + 1$; $x = 2{,}09t^2 + t$.

Допустим частица достигает края стола *B* в момент времени $t = t_B$. Её координата равна длине сортировочного стола: $x(t_B) = S$, а скорость равна скорости отрыва её от стола: $V_x(t_B) = V_B$. Подставим эти условия в уравнения

движения, получим систему: $V_B = 4{,}18t_B + 1$, $S = 2{,}09t_B^2 + t_B$, откуда скорость частицы в точке отрыва её от стола $V_B = \sqrt{1 + 8{,}36S}$. При длине стола S = 1,2 м скорость отрыва V_B = 3,32 м/с.

Рассмотрим участок BC свободного падения частицы, брошенной с высоты h с начальной скоростью V_B, направленной под углом 45° к горизонту (рис. 4.3). В полёте на частицу действует только сила тяжести $\vec{P}$. Выберем прямоугольную систему координат xKy с началом координат в точке K (см. рис. 4.3). Дифференциальные уравнения движения точки

$$m\ddot{x} = 0;\ m\ddot{y} = -P = -mg \text{ или } \ddot{x} = 0,\ \ddot{y} = -g.$$

Интегрируя первое уравнение, получим, что движение частицы вдоль оси x описывается уравнениями $\dot{x} = C_3$; $x = C_3 t + C_4$. Константы интегрирования C_3 и C_4. определяются из начальных условий движения: при t = 0, $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = V_{Bx}$, где V_{Bx} – проекция вектора скорости $\overline{V}_B$ на ось x, V_{Bx} = $V_B \cos 45^\circ$ = 2,35 м/с. После подстановки начальных условий в уравнение движения частицы получим: C_4 = 0, C_3 = 2,35. В результате, движение частицы вдоль оси x при её свободном падении описывается уравнением $x = 2{,}35t$.

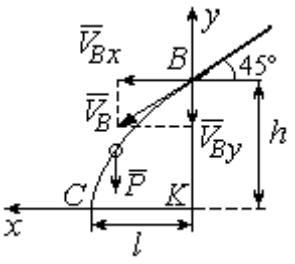


Рис. 4.3. Свободное падение частицы

Проинтегрируем уравнение движения частицы в направлении оси y. Получим: $\dot{y} = -gt + C_5$ и $y = -g\dfrac{t^2}{2} + C_5 t + C_6$. Начальные условия движения частицы вдоль оси y: при t = 0, $y(0) = h$ = 1,5 м, $\dot{y}(0) = V_{By} = -V_B \cos 45^\circ = -2{,}35$ м/с, где V_{By} – проекция вектора скорости $\overline{V}_B$ на ось y. Подставляя начальные условия в уравнение движения, найдём: $C_6 = h$; $C_5 = V_{By} = -2{,}35$. Таким образом, движение частицы вдоль оси y при её свободном падении описывается уравнением $y = -4{,}91t^2 - 2{,}35t + 1{,}5$.

В момент $t = t_{\text{п}}$ падения частицы на пол её вертикальная координата обращается в нуль: $y = 0$, а горизонтальная – равна дальности полёта: $x = \ell$. Подставляя эти условия в уравнения движения частицы, получим систему:

$$\ell = 2{,}35t_{\text{п}},\ 0 = -4{,}91t_{\text{п}}^2 - 2{,}35t_{\text{п}} + 1{,}5.$$

Исключая в системе время $t_{\text{п}}$, выразим уравнение для определения дальности горизонтального полёта: $\ell^2 + 1{,}12\ell - 1{,}68 = 0$. Отсюда находим: $\ell = 0{,}85$ м.

Таким образом, частицы с коэффициентом трения $f = 0{,}4$ в конце своего движения падают на горизонтальную поверхность на расстоянии 0,85 м от края стола. Очевидно, именно здесь необходимо установить разделительную стенку приёмного устройства. Частицы с меньшим коэффициентом трения ($f < 0{,}4$) будут улетать за стенку, а при большем ($f > 0{,}4$) – недолетать. К примеру, длина горизонтального полёта частицы с коэффициентом трения $f = 0{,}3$ составляет 0,89 м, а при $f = 0{,}5$ равна 0,61 м.

Задача 42. Материальная точка массой $m = 1$ кг движется прямолинейно по горизонтальной поверхности под действием силы $F = 10 - kt$ Н, где k – коэффициент пропорциональности; $k = \text{const}$; t – время в секундах. Определить величину коэффициента k, при котором скорость точки за первую секунду от начала движения увеличится от начального значения $V_0 = 2$ м/с до величины $V_1 = 10$ м/с, а также путь, пройденный точкой до остановки.

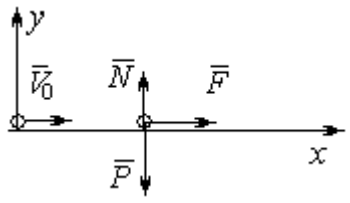


Рис. 4.4. Прямолинейное движение точки

Решение

Для описания движения точки выберем прямоугольную систему координат x, y с началом в том месте, откуда точка начала движение (рис. 4.4).

На точку действуют сила тяжести $\vec{P}$, реакция опоры $\vec{N}$ и заданная сила $\vec{F}$. Направление силы $\vec{F}$ на рис. 4.4 соответствует начальному этапу движения,

когда проекция силы на ось x положительная. Движение точки описывается уравнением $m\ddot{x} = F_x = 10 - kt$.

Положим $\ddot{x} = \frac{dV}{dt}$. Здесь в силу того, что движение происходит только вдоль одной координаты, индекс x у скорости опущен. Учитывая массу точки, получим уравнение $\frac{dV}{dt} = 10 - kt$. Разделив переменные и проинтегрировав полученное уравнение, найдём закон изменения скорости точки $V = 10t - k\frac{t^2}{2} + C_1$. Выражая скорость через производную от координаты $V = \frac{dx}{dt}$, получим дифференциальное уравнение $\frac{dx}{dt} = 10t - k\frac{t^2}{2} + C_1$, интегрируя которое, найдём уравнение движения точки $x = 5t^2 - k\frac{t^3}{6} + C_1 t + C_2$.

Подставляя начальные условия (при t = 0, $V = V_0$ = 2 м/с, $x = 0$) в уравнения, получим: C_1 = 2, C_2 = 0. Окончательно движение точки описывается системой уравнений: $V = 10t - k\frac{t^2}{2} + 2$; $x = 5t^2 - k\frac{t^3}{6} + 2t$.

Известно, что через 1 с от начала движения точка приобрела скорость V_1 = 10 м/с. Подставляя это условие в первое уравнение, найдём k = 4.

В момент t_1 точка остановилась и её скорость обращается в нуль: $V(t_1)$ = 0, а координата равна пройденному пути: $x(t_1) = S$. Подставляя эти условия в уравнения движения с учетом вычисленного значения коэффициента k, получим систему: $0 = 10t_1 - 2t_1^2 + 2$; $S = 5t_1^2 - \frac{2}{3}t_1^3 + 2t_1$, откуда находим путь, пройденный точкой до остановки: S = 51,86 м .

Задача 43. Материальная точка массой m = 1 кг, находясь на высоте h_1 = 2 м над уровнем Земли, подброшена вертикально вверх (ось x) с начальной скоростью V_0 = 4 м/с (рис. 4.5, *а*). При движении на точку действует сила

сопротивления, пропорциональная квадрату скорости, так, что проекция её на вертикаль направлена в сторону, противоположную движению, $R_x = -0{,}5mV^2$ Н, где V – скорость точки. Определить, на какой высоте h_2 от уровня Земли скорость падающей обратно точки достигнет значения начальной стартовой скорости.

Решение

Решение задачи осуществляется в два этапа. На первом этапе рассматривается движение точки вверх с высоты h_1 с начальной скоростью V_0 и определение максимальной высоты полёта H, на втором этапе – падение точки вниз с высоты H без начальной скорости (рис. 4.5, *b*).

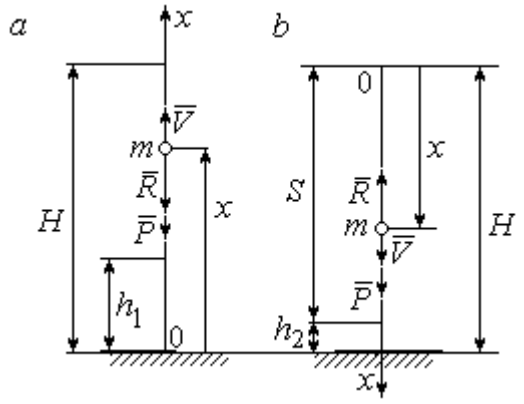


Рис. 4.5. Силы, действующие на точку в полёте:
a – движение точки вверх;
b – движение точки вниз

Рассмотрим первый этап движения и найдём максимальную высоту подъёма точки. На рис. 4.5, *a* показаны силы, действующие на точку в полёте: сила тяжести $\vec{P}$ и сила сопротивления $\vec{R}$. Ось *x*, вдоль которой происходит движение точки, выбрана по направлению движения, начало координат – на уровне Земли (см. рис. 4.5, *a*).

Дифференциальное уравнение движения точки в проекции на ось *x*: $m\ddot{x} = \sum F_x = P_x + R_x$, где проекции сил тяжести и сопротивления на ось *x*: $P_x = -P = -mg$; $R_x = -0{,}5mV^2$. Полагая $\ddot{x} = \dfrac{dV}{dt}$, получим уравнение движения точки в виде: $\dfrac{dV}{dt} = -(g + 0{,}5V^2)$.

Учитывая, что $\frac{dV}{dt}=\frac{dV}{dx}\frac{dx}{dt}=V\frac{dV}{dx}=\frac{dV^2}{2dx}$, исходное уравнение движения представляется в виде, удобном для интегрирования: $\frac{dV^2}{g+0{,}5V^2}=-2dx$.

Проинтегрировав это уравнение, находим: $\ln(g+0{,}5V^2)=-x+C$.

В начальном положении, т. е. при $t = 0$, точка находилась на высоте $x = h_1$, а скорость её $V = V_0$. Подставив эти значения в проинтегрированное уравнение, получим: $C=h_1+\ln(g+0{,}5V_0^2)$. Окончательно положение точки в полёте определяется выражением $x=h_1+\ln\left(\frac{g+0{,}5V_0^2}{g+0{,}5V^2}\right)$.

При максимальном подъёме точки, т. е. при $x=H$, её скорость обращается в нуль: $V = 0$. Подставляя H, получим: $H=h_1+\ln\left(1+\frac{V_0^2}{2g}\right)$. При начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, с учётом высоты точки старта $h_1 = 2$ м, высота подъёма точки относительно уровня Земли $H = 2{,}6$ м.

Рассмотрим второй этап решения задачи – движение точки вниз с максимальной высоты H без начальной скорости. Выберем ось x по направлению движения и поместим начало координат в точке, откуда началось движение вниз (рис. 4.5, *b*). Дифференциальное уравнение движения падающей точки: $m\frac{dV}{dt}=P_x+R_x=mg-0{,}5mV^2$, которое, как и в предыдущем случае, приводится к виду: $\frac{dV^2}{g-0{,}5V^2}=2dx$.

Проинтегрировав это уравнение, находим: $\ln(g-0{,}5V^2)=-x+C_1$.

В начальном положении, т. е. при $t = 0$, координата точки и скорость равны нулю: $x = 0$, $V = 0$. Подставив эти значения, находим: $C_1=\ln g$.

Окончательно положение падающей точки определяется выражением $x = \ln\left(\frac{g}{g - 0{,}5V^2}\right)$.

Расстояние S, которое пролетела точка с высоты H, приобретя скорость, V_0: $S = \ln\left(\frac{g}{g - 0{,}5V_0^2}\right)$. Высота h_2 этого положения от уровня Земли: $h_2 = H - S$ (см. рис. 4.5, *b*). С учётом величины начальной скорости V_0 = 4 м/с, максимальной высоты подъёма точки H = 2,6 м высота h_2 = 0,91 м.

Задача 44. Точка 1 движется горизонтально с постоянной скоростью V_1 на высоте h. Точка 2 массой m_2 находится в начале координат (рис. 4.6).

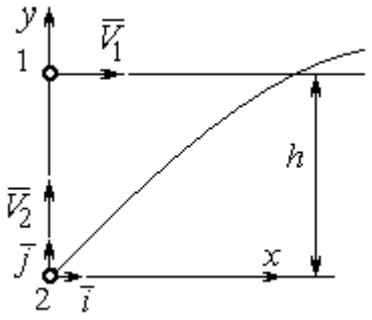


Рис. 4.6. Схема встречного движения точек

В момент, когда обе точки находились на одной вертикали y, точка 2 стартовала вертикально вверх со скоростью V_2. В полёте на точку 2 действует отклоняющая сила $\vec{F}_2$, которая представлена в виде разложения по единичным векторам $\vec{i}$, $\vec{j}$ системы координат xy: $\vec{F}_2 = p\vec{i} + q\vec{j}$, где p, q – const. С какой скоростью V_2 должна стартовать точка 2, чтобы обе точки встретились.

Решение

Рассмотрим движение точки 2. На точку действует сила тяжести $\vec{P}_2$ и сила $\vec{F}_2$, проекции которой на оси x, y: $F_{2x} = p$, $F_{2y} = q$ (рис. 4.7).

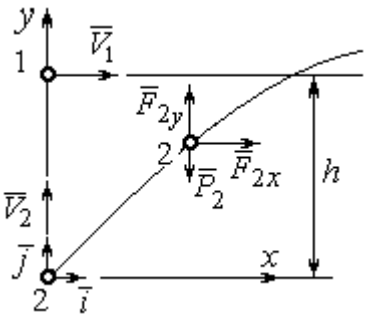


Рис. 4.7. Расчётная схема встречи точек

Уравнения движения точки в проекциях на оси xy имеют вид:

$$m_2\ddot{x} = p,\ m_2\ddot{y} = q - m_2 g.$$

Дважды интегрируя первое уравнение, получим: $\dot{x} = \frac{p}{m_2}t + C_1$; $x = \frac{p}{2m_2}t^2 + C_1 t + C_2$.

Константы интегрирования найдём из условия, что в начальный момент вторая точка стартовала из начала координат вертикально, то есть при $t = 0$ $x = 0$ и $\dot{x} = V_{2x} = 0$. Подставляя начальные условия в уравнения движения, получим: $C_1 = 0$, $C_2 = 0$. Таким образом, движение точки 2 вдоль оси x описывается уравнением $x = \frac{p}{2m_2}t^2$.

Аналогично, дважды интегрируя второе уравнение движения, получим зависимость скорости движения точки 2 от времени и закон её движения вдоль оси y: $\dot{y} = \left(\frac{q}{m_2} - g\right)t + C_3$; $y = \left(\frac{q}{m_2} - g\right)\frac{t^2}{2} + C_3 t + C_4$. Из начальных условий: при $t = 0$ $y = 0$, $\dot{y} = V_{2y} = V_2$ следует: $C_3 = V_2$, $C_4 = 0$.

В результате закон движения точки 2 вдоль оси y: $y = \left(\frac{q}{m_2} - g\right)\frac{t^2}{2} + V_2 t$.

Обозначим t_1 – время движения точек до встречи. В момент встречи высота точки 2 $y(t_1) = h$, а расстояние по горизонтали, которое прошла точка 2 до встречи, должно быть равно расстоянию, пройденному точкой 1 за это же время. Подставляя условия встречи в уравнения движения, получим систему:

$$V_1 t_1 = \frac{p}{2m_2}t_1^2; \quad h = \left(\frac{q}{m_2} - g\right)\frac{t_1^2}{2} + V_2 t_1,$$

откуда найдём: $V_2 = \frac{h}{t_1} - \left(\frac{q}{m_2} - g\right)\frac{t_1}{2}$, где $t_1 = \frac{2V_1 m_2}{p}$.

Упражнения

Упражнение 4.1. Тело массы m = 2 кг поднимается по прямой по шероховатой поверхности, составляющей угол 30° с горизонтом. Коэффициент трения f = 0,4. На тело действует сила $F = kt + 0{,}5P$, направленная в сторону движения, параллельно плоскости. Определить величину коэффициента k и начальную скорость тела, направленную вверх по наклонной плоскости, если за первую секунду тело прошло путь S = 2 м, а скорость увеличилась вдвое относительно начальной.

Упражнение 4.2. Материальную точку массы m = 1 кг, находящуюся на высоте H = 10 м над уровнем Земли, бросили под углом φ = 30° к горизонту с начальной

скоростью V_0. Свободное движение точки происходит в вертикальной плоскости. Определить начальную скорость V_0 и горизонтальную дальность полета l при падении точки на Землю, если высоту h =7 м она пересекла через 1 с от начала движения.

4.2. Колебания материальной точки

Если материальная точка массой m движется вдоль оси Оx под действием линейной восстанавливающей силы, равной $F = cx$, где c – постоянный коэффициент, x – отклонение точки от положения равновесия, куда поместили начало координат, то дифференциальное уравнение свободных прямолинейных колебаний имеет вид:

$$m\ddot{x} + cx = 0, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = 0,\ \omega^2 = \frac{c}{m},$$

где ω – угловая частота колебаний.

Решение дифференциального уравнения свободных колебаний представляется в виде $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$. Постоянные интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий.

Если кроме восстанавливающей силы на материальную точку действует переменная возмущающая сила, колебания точки называются **вынужденными.** В случае гармонического возмущения $Q = H\sin pt$, где H, p – амплитуда и угловая частота возмущающей силы, дифференциальное уравнение вынужденных колебаний материальной точки относительно положения равновесия

$$m\ddot{x} + cx = H\sin pt, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = h\sin pt,\ \omega^2 = \frac{c}{m},\ h = \frac{H}{m}$$

где ω – угловая частота собственных колебаний; h – относительная амплитуда возмущающей силы.

Общее решение неоднородного дифференциального уравнения вынужденных колебаний при отсутствии резонанса (частота собственных колебаний точки не совпадает с частотой возмущающей силы $p \neq \omega$) имеет вид:

$x = C_1 \cos\omega t + C_2 \sin\omega t + \dfrac{h}{\omega^2 - p^2} \sin pt$, а в случае возникновения резонанса (p = ω) определяется формулой: $x = C_1 \cos\omega t + C_2 \sin\omega t - \dfrac{ht}{2p} \cos pt$. Значения произвольных постоянных C_1 и C_2 находятся с учётом начальных условий движения.

Колебания груза на двух параллельных пружинах с жесткостью c_1 и c_2 можно рассматривать как колебания груза на одной пружине с эквивалентной жесткостью $c_{экв} = c_1 + c_2$, где $c_{экв}$ – жесткость эквивалентной пружины. При последовательном соединении пружин коэффициент жесткости эквивалентной пружины $c_{экв} = \dfrac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$.

Примеры решения задач на колебания точки

Задача 45. Подъёмное устройство (рис. 4.8) опускает груз Q массой m = 400 кг в шахту при помощи упругого троса с коэффициентом жесткости $c = 8 \cdot 10^4$ Н/м с постоянной скоростью V = 10 м/с. В некоторый момент во время спуска трос защемило в блоке. Пренебрегая массой троса, определить дальнейшее движение груза и найти максимальную силу натяжения троса.

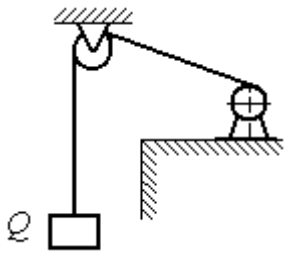


Рис. 4.8. Подъёмное устройство

Решение

После того как произошло защемление троса в обойме блока, вертикальную часть троса длиной ℓ_0 можно рассматривать как пружину с закреплённым верхним концом, а груз – материальной точкой.

Расчетная схема колебаний груза Q на пружине показана на рис. 4.9.

Ось *Ox*, вдоль которой происходят колебания груза, направлена вертикально вниз. Начало отсчёта координаты *x* (точка *O*) выбрано в положении нерастянутой пружины.

На рис. 4.9, *a* положение нерастянутой пружины соответствует положению груза на тросе в момент его защемления. В произвольном положении груза (рис. 4.9, *b*), обозначенном координатой *x*, к нему приложены две силы: сила тяжести $\vec{Q}$ и сила упругости пружины $\vec{F}_{\text{упр}}$. Проекция силы упругости пружины на ось *Ox*: $F_{\text{упр}x} = -c\Delta\ell = -cx$, где $\Delta\ell$ – удлинение пружины. Дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось *Ox* имеет вид: $m\ddot{x} = Q - cx$. В результате получаем

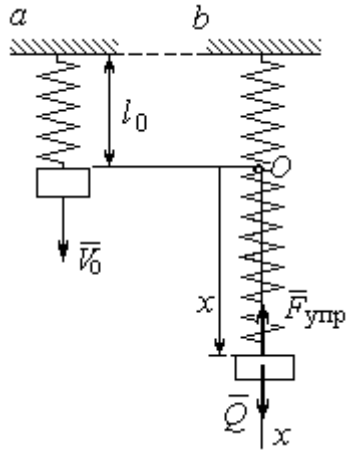


Рис. 4.9. Расчётная схема колебаний груза:
a – положение груза на начало колебаний; *b* – положение груза в произвольный момент времени

неоднородное дифференциальное уравнение колебаний:

$$m\ddot{x} + cx = mg \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = g,$$

где ω – угловая частота собственных колебаний, $\omega = \sqrt{\dfrac{c}{m}}$ = 14,14 рад/с.

Решение неоднородного дифференциального уравнения представляется в виде $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t + \dfrac{g}{\omega^2}$, где первые два слагаемых представляют общее решения однородного уравнения, последнее – частное решение неоднородного

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 используем начальные условия движения: при t = 0 груз находился в положении x = 0, а его скорость равнялась скорости груза $\dot{x} = V_0 =$ 10 м/с. Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения колебаний, получим: $C_1 = -\dfrac{g}{\omega^2} = -$ 0,69 м. Для определения второй константы вычислим скорость

груза: $\dot{x} = -C_1\omega\sin\omega t + C_2\omega\cos\omega t$. Подставив начальное значение скорости груза при t = 0, получим: $C_2 = \frac{V_0}{\omega} =$ 0,71 м. Окончательно, движение груза после защемления троса в обойме блока описывается уравнением

$$x = -0{,}69\cos 14{,}14t + 0{,}71\sin 14{,}14t + 0{,}69.$$

Представим уравнение колебаний в виде $x = A\sin(\omega t + \alpha) + \frac{g}{\omega^2}$, где A – амплитуда собственных колебаний груза $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$, α – фаза колебаний; $\operatorname{tg}\alpha = \frac{C_1}{C_2}$. Максимальное растяжение троса равно максимальному значению координаты груза: $x_{\max} = \max[A\sin(\omega t + \alpha) + \frac{g}{\omega^2}] = A + \frac{g}{\omega^2} =$ 1,68 м. Соответственно, максимальное усилие в тросе равно значению силы упругости при максимальном растяжении: $F_{\text{упр max}} = cx_{\max} =$ 134,4 кН.

Задача 46. Рабочий орган вибрационной машины представляет собой массивное тело, расположенное на гладкой наклонной плоскости между двумя пружинами (см. рис. 4.10). Угол наклона плоскости к горизонту 60º. Масса груза m = 9 кг. Пружины, зажимающие груз, имеют коэффициенты жесткости c_1 = 300 Н/м и c_2 = 600 Н/м.

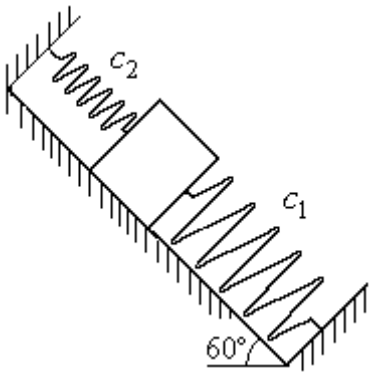


Рис. 4.10. Колебания груза на наклонной плоскости

В начальный момент груз, когда пружины не деформированы, груз оттягивают вниз по наклонной плоскости на расстояние $\Delta\ell$ = 0,12 м и отпускают без начальной скорости.

Найти период колебаний, амплитуду и уравнение движения груза.

Решение

Колебания груза, зажатого между двумя пружинами, представим как колебания груза, прикреплённого к одной пружине эквивалентной жёсткости: $c_э = c_1 + c_2$ = 900 Н/м (рис. 4.11). Ось, вдоль которой происходят колебания, направим вниз по наклонной плоскости. Начало отсчёта координаты груза *x* выберем в положении его статического равновесия (точка *O*) (см. рис. 4.11).

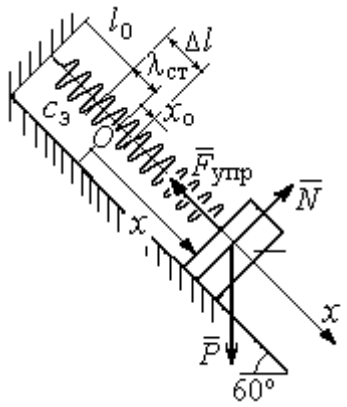


Рис. 4.11. Схема колебаний груза на эквивалентной пружине

Дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось *Ox*: $m\ddot{x} = P_x - F_{упр\,x}$. Проекция силы упругости пружины на ось *Ox*: $F_{упр\,x} = -c_э \Delta\ell$, где $\Delta\ell = (x + \lambda_{ст})$ – удлинение пружины, включающее её растяжение $\lambda_{ст}$ относительно положения нерастянутой пружины и растяжение *x* относительно начала координат.

Удлинение пружины $\lambda_{ст}$ определяется из условия равновесия груза на наклонной плоскости в положении статического равновесия:

$$P\cos 30^\circ - F_{упр} = 0{,}87mg - c_э\lambda_{ст} = 0.$$

Находим $\lambda_{ст} = \dfrac{0{,}87mg}{c_э}$ = 0,085 м.

Подставляя выражение силы упругости, с учётом условия статического равновесия груза ($0{,}87mg = c_э\lambda_{ст}$), получим дифференциальное уравнение колебаний: $m\ddot{x} = -c_э x$ или $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$, где ω – угловая частота собственных колебаний груза, $\omega = \sqrt{\dfrac{c_э}{m}}$ = 10 рад/с.

Общее решение уравнения колебаний $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$.

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 вычислим начальные условия движения груза.

Координата начального положения груза на оси Ox (см. рис. 4.11) $x_0 = \Delta\ell - \lambda_{ст}$ = 0,035 м. Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения колебаний при t = 0, получим: $C_1 = x_0$ = 0,035 м. Для определения второй константы вычислим скорость груза: $\dot{x} = -C_1\omega_2 \sin\omega_2 t + C_2\omega_2 \cos\omega_2 t$. Подставив начальное значение скорости груза: при $t = 0$ $\dot{x} = V_0 = 0$, получим $C_2 = 0$. Окончательно уравнение движения груза относительно его положения статического равновесия $x(t) = 0{,}035\cos 10t$ м. Амплитуда колебаний A = 0,035 м. Период колебаний $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = 0{,}63$ с.

Задача 47. Пружинный амортизатор состоит из двух одинаковых вертикально стоящих пружин, к верхним концам которых прикреплена невесомая горизонтальная площадка (рис. 4.12). Жёсткость каждой пружины c = 350 Н/м. Груз массой m = 5 кг падает с высоты h = 0,3 м.

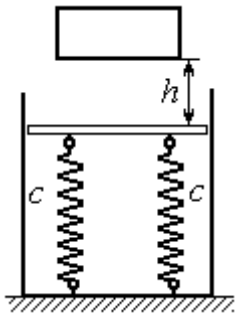


Рис. 4.12. Пружинный амортизатор

Коснувшись площадки, груз начинает двигаться вместе с ней. Определить максимальную осадку амортизатора и уравнение движения груза.

Решение

Заменим две пружины амортизатора одной с жесткостью, эквивалентной двум пружинам: $c_э = 2c$ = 700 Н/м. Расчётная схема колебаний груза показана на рис. 4.13. Начало координат оси x (точка O), вдоль которой происходят колебания, выбрано на уровне статического равновесия груза.

При движении (на рис. 4.13, *с* предполагается движение груза вниз) на груз действуют сила упругости $\vec{F}_{упр}$ и сила тяжести $\vec{P}$. Уравнение движения груза в проекции на ось x: $m\ddot{x} = P - F_{упр} = P - c_э\Delta\ell$, где $\Delta\ell$ – удлинение (или сжатие) пружины относительно недеформированного состояния.

В произвольном положении груза, обозначенном координатой x (см. рис. 4.13, *c*), сжатие пружины относительно её недеформированного состояния (см. рис. 4.13, *a*) составляет величину: $\Delta\ell = x + \lambda_{ст}$. Величина $\lambda_{ст}$ находится из условия статического равновесия груза, которое выражается равенством (рис. 4.13, *b*): $P - F_{упр\ ст} = P - c_э\lambda_{ст} = 0$.

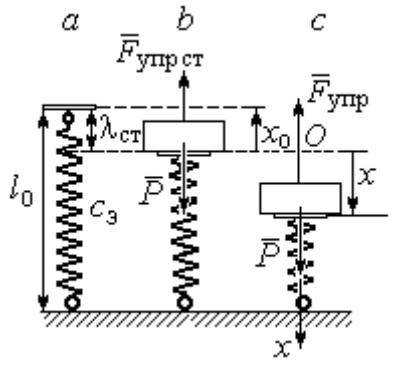


Рис. 4.13. Расчётная схема колебаний на эквивалентной пружине:
a – недеформированная пружина;
b – положение статического равновесия груза; *c* – произвольное положение

Подставляя это условие в уравнение движения груза, получим дифференциальное уравнение колебаний: $m\ddot{x} + c_э x = 0$ или $m\ddot{x} + \omega^2 x = 0$, где $\omega = \sqrt{\dfrac{c_э}{m}}$ = 11,83 рад/с – угловая частота колебаний.

Общее решение однородного уравнения колебаний представляется в виде $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$, где C_1 и C_2 – произвольные постоянные, вычисляемые по начальным условиям движения груза.

По условию задачи груз падает на площадку, установленную на недеформированных пружинах. Это означает, что начальная координата груза при его движении на пружинах соответствует положению недеформированной пружины: $x_0 = -\lambda_{ст} = -\dfrac{mg}{c_э}$ = – 0,07 м.

Начальная скорость колебаний груза равна скорости груза при падении его с высоты 1 м. Интегрируя уравнение движения груза во время падения $m\ddot{s} = mg$, где s – путь, пройденный телом, получим зависимость скорости от пройденного пути: $V^2 = 2gs$. Полагая s = 0,3, найдём скорость груза при его встрече с площадкой: V = 2,43 м/с. Проекция начальной скорости колебаний груза на ось x положительна: $V_{0x} = V$ = 2,43 м/с.

Подставив начальные условия в общее решение уравнения колебаний, получим: $C_1 = x_0 = -\ 0{,}07$ м; $C_2 = \frac{V_{0x}}{\omega} =\ 0{,}2$ м. Окончательно уравнение колебаний груза на амортизаторе $x = -0{,}07\cos 11{,}83t + 0{,}2\sin 11{,}83t$. Амплитуда колебаний $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2} = 0{,}21$ м. Проседание амортизатора H отсчитывается от положения нерастянутых пружин: $H = A + \lambda_{ст} = 0{,}28$ м.

Задача 48. Для регистрации (записи) вертикальных колебаний тяжёлых платформ используется пружинный виброграф (рис. 4.14). Схема действия прибора состоит в следующем. Массивная платформа A совершает вертикальные гармонические колебания по закону $\xi = \xi(t)$. На платформе установлена вертикальная стойка с горизонтальной перекладиной, к которой прикреплена пружина жесткостью c. К нижнему концу пружины подвешен груз P массой m с индикаторной стрелкой B (см. рис. 4.14). Вертикальная шкала индикаторной стрелки закреплена на платформе A. В начальный момент груз на пружине находился в покое в положении статического равновесия. Определить закон колебаний стрелки B вдоль шкалы, если масса груза m = 1 кг, жесткость пружины c = 10 Н/м, платформа совершает вертикальные колебания по закону $\xi = a\sin pt$ см, где амплитуда a = 0,02 м, частота колебаний платформы p = 7 рад/с.

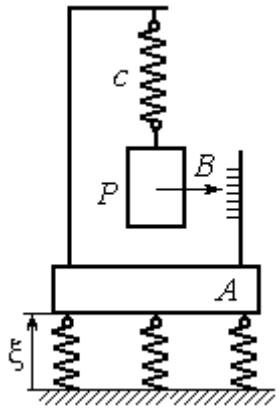


Рис.4.14. Регистратор вертикальных колебаний

Решение

Выберем неподвижную ось x, связанную, например, с неподвижной поверхностью, на которой стоит платформа. Начало координат – точку O выберем на уровне статического равновесия груза на пружине при неподвижной платформе. Произвольное положение груза отмечено координатой x (рис. 4.15).

Растяжение пружины при неподвижной платформе составляет величину $x+\lambda_{ст}$, где $\lambda_{ст}$ – удлинение пружины в положении статического равновесия груза, определяемое из условия $P-c\lambda_{ст}=0$. Вместе с тем колебание платформы вызывает аналогичное смещение точки подвеса пружины. В результате растяжение пружины при произвольном положении груза равно сумме: $\Delta\ell=(x+\lambda_{ст}+\xi)$.

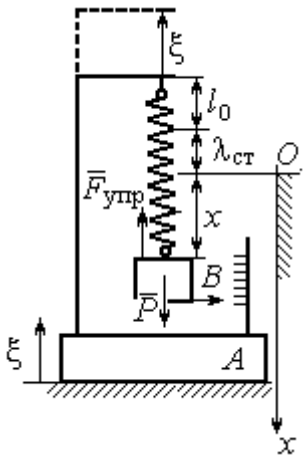


Рис. 4.15. Расчётная схема колебаний груза

На груз действуют сила тяжести $\vec{P}$ и сила упругости пружины $\vec{F}_{упр}$. Дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось *Ox*: $m\ddot{x}=P_x+F_{упр\,x}$, где проекции $P_x=P$, $F_{упр\,x}=-c\Delta\ell=-c(x+\lambda_{ст}+\xi)$. Расчётная схема колебаний груза показана на рис. 4.15.

С учётом условия статического равновесия груза $P-c\lambda_{ст}=0$ получим дифференциальное уравнение вынужденных колебаний груза в виде:

$$\ddot{x}+\omega^2x=-h\sin pt,$$

где ω – угловая частота собственных колебаний груза, $\omega=\sqrt{\dfrac{c}{m}}=3{,}16$ рад/с; h – относительная амплитуда вынужденных колебаний, $h=\dfrac{ca}{m}=0{,}2$ м/с^2; p – угловая частота вынужденных колебаний, $p=7$ рад/с.

Решение уравнения вынужденных колебаний представляется суммой $x=x_1+x_2$, где x_1 является общим решением однородного уравнения $\ddot{x}_1+\omega^2x_1=0$, а x_2 – частное решение уравнения вынужденных колебаний: $\ddot{x}_2+\omega^2x_2=-h\sin pt$.

Решив однородное уравнение, находим: $x_1=C_1\cos\omega t+C_2\sin\omega t$.

При отсутствии резонанса (а в данном случае частота вынужденных колебаний груза не совпадает с частотой собственных $\omega \neq p$) частное решение уравнения вынужденных колебаний ищем в виде $x_2 = b\sin pt$. Подставляя частное решение в уравнение вынужденных колебаний, получим уравнение $-bp^2\sin pt + \omega^2 b\sin pt = -h\sin pt$, откуда находим коэффициент: $b = \dfrac{h}{p^2 - \omega^2}$.

В результате общее решение уравнения колебаний принимает вид:

$$x = x_1 + x_2 = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t + \frac{h}{p^2 - \omega^2}\sin pt,$$

где константы C_1 и C_2 подлежат определению.

В начальный момент груз находился на пружине в положении статического равновесия, и потому его начальная координата и скорость равны нулю Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения вынужденных колебаний при t = 0, получим C_1= 0. Для определения второй константы вычислим скорость груза в произвольный момент времени: $\dot{x} = -C_1\omega\sin\omega t + C_2\omega\cos\omega t + \dfrac{hp}{p^2 - \omega^2}\cos pt$. Подставив начальное значение скорости груза, найдём $C_2 = -\dfrac{hp}{\omega(p^2 - \omega^2)} = -0{,}01$ м.

Таким образом, колебания груза относительно неподвижной системы координат описываются уравнением $x = -0{,}01\sin 3{,}16t + 0{,}05\sin 7t$ и представляют абсолютное движение груза. Для того чтобы найти закон движения груза относительно платформы – относительное движение, нужно из его абсолютного движения исключить переносное – колебания платформы. Поскольку стрелка прибора закреплена на грузе, а шкала – на платформе, то закон движения стрелки относительно шкалы:

$$x_r = x - \xi = -0{,}01\sin 3{,}16t + 0{,}05\sin 7t - 0{,}02\sin 7t = -0{,}01\sin 3{,}16t + 0{,}03\sin 7t.$$

Упражнения

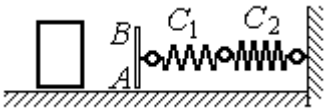


Рис. 4.16. Схема движения груза

Упражнение 4.3. Груз массы m = 0,5 кг, получив начальную скорость V_0 = 6 м/с, движется по горизонтальной поверхности, испытывая силу сопротивления, равную по величине $F = kV$ и направленную в сторону, противоположную движению. Через 1 с груз соединяется с невесомой вертикальной площадкой AB и продолжает движение вместе с ней, уже без сопротивления. К площадке прикреплены две горизонтальные последовательно соединённые пружины жёсткостью C_1 = 120 и C_2 = 40 Н/м (рис. 4.16).

Найти величину максимального сжатия пружины, если k = 0,5 Н/м/с. Определить закон движения груза.

Упражнение 4.4. Груз массы m =1 кг прикреплен к конструкции, состоящей из трёх вертикальных пружин одинаковой жёсткости C = 160 Н/м (рис. 4.17), и находится в равновесии. В некоторый момент времени грузу сообщают скорость V = 4 м/с, направленную вверх.

Найти амплитуду и частоту колебаний груза.

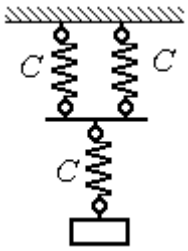


Рис. 4.17. Схема крепления груза на пружинах

4.3. Теорема об изменении кинетической энергии точки

Работой постоянной по величине и направлению силы $\vec{F}$ на прямолинейном перемещении точки приложения силы M (рис. 4.18) называется скалярная величина $A(\vec{F}) = FS\cos\alpha$, где F – модуль силы; S – конечное перемещение точки приложения силы; α – угол между направлением вектора силы и направлением перемещения точки приложения силы.

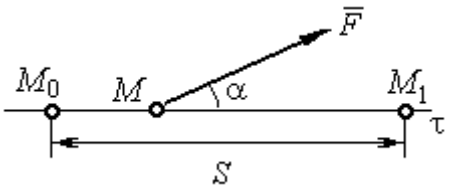


Рис. 4.18. Работа постоянной силы на прямолинейном участке

Работа силы тяжести материальной точки при перемещении её из положения M_0 в положение M_1 равна произведению $A_{(M_0M_1)} = \pm Ph$, где P – величина силы тяжести точки; h – вертикальное перемещение точки (рис. 4.19).

Работа силы тяжести положительна, если начальная точка движения выше конечной (см. рис. 4.19, *a*), и отрицательна, если начальная точка ниже конечной (см. рис. 4.19, *b*).

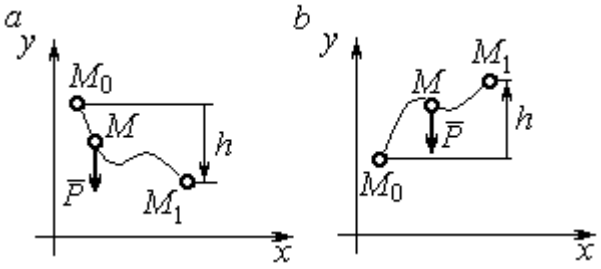


Рис. 4.19. Работа силы тяжести:
a – перемещение точки сверху вниз;
b – перемещение точки снизу вверх

Работа силы упругости пружины при перемещении вдоль линии действия силы из положения недеформированной пружины на расстояние h определяется формулой $A(\vec{F}_{\text{упр}}) = -\frac{ch^2}{2}$, где c – коэффициент жесткости (или жёсткость) пружины.

Кинетической энергией материальной точки называется скалярная величина $T = \frac{1}{2}mV^2$, где m – масса точки; V – её скорость.

Теорема об изменении кинетической энергии точки. Изменение кинетической энергии материальной точки при переходе её из начального положения в текущее равно алгебраической сумме работ всех действующих на неё сил: $\frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \sum A_{(M_0M_1)}$, где V_0, V_1 – скорость точки в начальном положении M_0 и в положении M_1; $\sum A_{(M_0M_1)}$ – сумма работ всех сил, действующих на точку, при перемещении её из положения M_0 в положение M_1. При несвободном движении точки в сумму работ сил войдёт и работа реакций связи.

Для определения реакций связи при несвободном движении точки используются уравнения движения в проекциях на оси естественной системы координат – касательную и нормальную: $m\frac{dV}{dt} = \sum F_\tau$, $m\frac{V^2}{\rho} = \sum F_n$, где $\sum F_\tau$, $\sum F_n$ – суммы проекций сил на касательную и нормальную оси естественной системы координат, ρ – радиус кривизны траектории точки.

Примеры решения задач с использованием теоремы об изменении кинетической энергии точки

Задача 49. Подъёмное устройство в шахте опускает груз массой 500 кг с постоянной скоростью V_0 = 6 м/с. После обрыва каната подъёмника срабатывает предохранительное устройство, которое создаёт силу трения между лифтом подъёмного устройства и стенками шахты. Какую силу трения, считая её постоянной, должно создать предохранительное устройство, чтобы остановить лифт на протяжении пути 10 м.

Решение

Рассмотрим падение груза после обрыва каната подъёмника. На груз действуют сила тяжести $\vec{P}$ и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, направленная в сторону, противоположную движению. Считая груз материальной точкой, составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки. Получим выражение $\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = Ps - F_{\text{тр}}s$, где V_0, V – скорость груза в начале движения (сразу после обрыва каната) и в конце; s – путь, проходимый грузом за время движения. В конце движения груз должен остановиться, то есть V = 0. Тогда уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки принимает вид: $-\frac{mV_0^2}{2} = \left(P - F_{\text{тр}}\right)s$, откуда находим требуемую для остановки груза силу трения: $F_{\text{тр}} = P + \frac{mV_0^2}{2s}$. Подставляя условия задачи, получим: $F_{\text{тр}}$ = 5,81 кН

Задача 50. Тонкий стержень, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из двух дуг сопряженных окружностей радиусов R = 1 м и r = 0,5 м (рис. 4.20). Линия OO_1, соединяющая центры окружностей, составляет с горизонтом угол 30°. На стержень надет шарик весом P = 10 Н. В точке A, положение которой на дуге радиуса R определяется углом α = 60°, шарику сообщают начальную скорость V_0, после чего он скользит по стержню без трения. Определить значение начальной скорости, при которой шарик достигнет

наивысшей точки *B* со скоростью, равной половине начальной. При найденном значении начальной скорости рассчитать давление шарика на стержень в точке *C*, положение которой на дуге радиуса *r* определяется углом $\beta = 90°$ относительно линии центров.

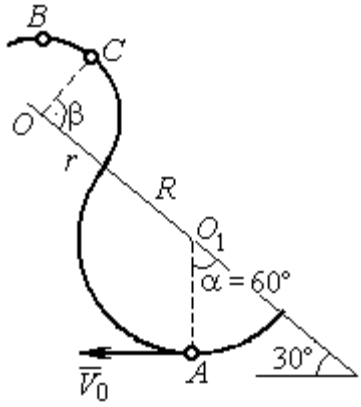


Рис. 4.20. Движение шарика по изогнутому стержню

Решение

При движении шарика по стержню без трения на него действуют сила тяжести $\vec{P}$ и реакция опоры $\vec{N}$. При этом работу совершает только сила тяжести шарика. Реакция гладкой поверхности стержня в любой момент времени перпендикулярна поверхности стержня и потому её работа равна нулю.

По теореме об изменении кинетической энергии точки при движении её из начального положения *A* в положение *B* имеем равенство:

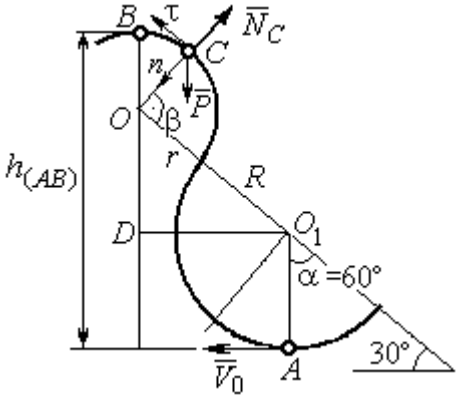


Рис. 4.21. Расчётная схема движения шарика

$$\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = A(P) = -Ph_{(AB)},$$

где $h_{(AB)}$ – перепад высот точек *B* и *A*, $h_{(AB)} = R + DO + r = \frac{3}{2}(R + r)$ (см. рис. 4.21); V_A, V_B – скорость шарика в точках *A* и *B*, причём $V_A = V_0$, $V_B = 0{,}5V_0$.

В результате уравнение, составленное на основании теоремы об изменении кинетической энергии, принимает вид: $\frac{3V_0^2}{8} = g\frac{3}{2}(R + r)$, откуда $V_0 = 2\sqrt{(R + r)g}$ = 7,67 м/с.

На рис. 4.21 показаны силы, приложенные к шарику, в момент, когда он находится в точке *C*. Проведём в точке *C* оси естественной системы координат –

касательную $C\tau$ и нормаль Cn. Уравнение движения шарика в проекции на нормальную ось имеет вид: $m\frac{V_C^2}{r} = P\cos 30^\circ - N_C$, откуда найдём реакцию N_C.

Для определения скорости шарика в точке *C* воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из положения *C* в положение *B*. Получим равенство $\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_C^2}{2} = -Ph_{(CB)}$, где $h_{(CB)}$ – перепад высот при движении шарика из начального положения *C* в положение *B*. С учётом известных значений $V_B = 0{,}5V_0 =$ 3,84 м/с и $h_{(CB)} = r\cos 30^\circ =$ 0,43 м получим: $V_C = \sqrt{V_B^2 + 2gh_{(CB)}}$ = 4,82 м/с.

Из уравнения движения шарика находим реакцию опоры $N_C = P\cos 30^\circ - m\frac{V_C^2}{r}$ = – 38,7 Н.

Отрицательное значение реакции опоры шарика показывает, что фактическое направление реакции противоположно тому, как показано на рис. 4.21. Искомое давление шарика на трубку равно модулю реакции опоры.

Задача 51. Желоб состоит из шероховатой наклонной прямой *AB* и гладкой дуги окружности радиуса r = 0,8 м, сопряжённых в точке *B* так, что прямая *AB* является касательной к окружности в точке *B* (рис. 4.22). Положение точки *B* на дуге задаётся углом 30º относительно вертикального диаметра окружности. Тяжёлый шарик массой m = 0,5 кг начинает движение из точки *A* со скоростью V_0 = 0,2 м/с.

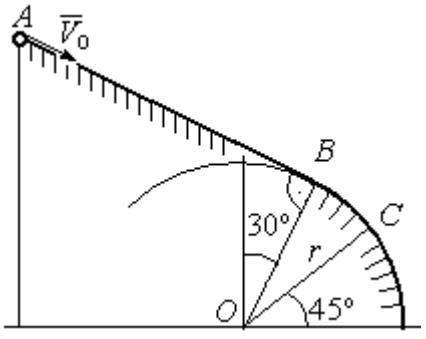


Рис. 4.22. Движение точки по составному желобу

Какой длины *S* должен быть желоб *AB*, чтобы шарик оторвался от окружности в точке *C*, определяемой углом 45º относительно горизонтального диаметра, если при движении по прямой *AB* шарик испытывает сопротивление скольжения с коэффициентом трения f = 0,4.

Решение

Рассмотрим движение шарика по дуге окружности. Проведём в точке C оси естественной системы координат – касательную $C\tau$ и нормаль Cn (рис. 4.23). На шарик действуют сила тяжести $\vec{P}$, реакция $\vec{N}_C$ опоры в точке C. Уравнение движения шарика в проекции на ось Cn имеет вид: $m\dfrac{V_C^2}{r} = P\cos 45^\circ - N_C$, где V_C – скорость шарика в точке C. Реакция опоры $N_C = P\cos 45^\circ - m\dfrac{V_C^2}{r}$.

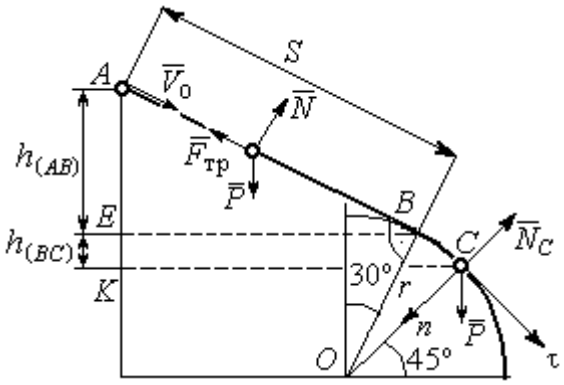


Рис. 4.23. Расчётная схема движения точки

В момент отрыва шарика в точке C реакция опоры обращается в ноль: $N_C = 0$. В результате получаем уравнение $V_C^2 = rg\cos 45^\circ$, из которого находим скорость шарика в момент его отрыва от опоры: $V_C = 2{,}36$ м/с.

Рассмотрим движение шарика из начального положения A в положение C. На шарик действуют сила тяжести $\vec{P}$, нормальная реакция опоры $\vec{N}$ и, при движении по наклонной прямой AB, сила трения $\vec{F}_{тр}$ (см. рис. 4.23). Работу совершают сила тяжести шарика и сила трения. Реакция опоры $\vec{N}$ и в том и другом случае перпендикулярна траектории движения, и её работа равна нулю.

Составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки $\dfrac{mV_C^2}{2} - \dfrac{mV_A^2}{2} = Ph_{(AC)} - F_{тр}S$, где S – длина участка AB; $h_{(AC)}$ – перепад высот на участке AC (см. рис. 4.23); $h_{(AC)} = h_{(AB)} + h_{(BC)} = S\sin 30^\circ + r\left(\cos 30^\circ - \cos 45^\circ\right)$.

Модуль силы трения: $F_{тр} = fN$. Для того чтобы найти реакцию N опоры шарика на наклонную поверхность желоба AB, составим проекцию уравнения движения шарика на ось y, перпендикулярную AB (на рис. 4.23 не показана).

Получим: $m\ddot{y} = N - P\cos 30^\circ = 0$. Отсюда $N = P\cos 30^\circ$ и сила трения $F_{\text{тр}} = fP\cos 30^\circ$.

Из уравнения теоремы об изменении кинетической энергии точки найдём выражение для определения длины S участка AB:

$$\frac{V_C^2 - V_A^2}{2g} = S\sin 30^\circ + r\left(\cos 30^\circ - \cos 45^\circ\right) - fPS\cos 30^\circ,$$

откуда получим $S = 1$ м.

Задача 52. Груз подвешен на нити длиной $l = 1$ м, закреплённой в неподвижной точке O (рис. 4.24). В начальный момент груз находился в положении A, при котором линия OA составляет с вертикалью угол $60°$. В этом положении грузу сообщают начальную скорость $\vec{V}_0$, перпендикулярно нити. Достигнув горизонтального положения, нить, натянутая грузом, встречает препятствие в виде тонкой проволоки в точке O_1, расположенной на середине длины нити, и дальше навивается на неё.

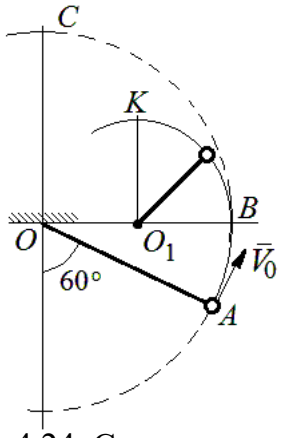


Рис. 4.24. Схема движения груза на нити

Какую минимальную начальную скорость нужно сообщить грузу в точке A, чтобы после встречи нити с проволокой в O_1 груз проскочил верхнюю точку траектории K. На какую максимальную высоту (относительно горизонтального диаметра OB) поднимется груз, двигаясь из той же точки A и с той же начальной скоростью, если нить будет двигаться беспрепятственно. Определить скачок натяжения нити в точке B при переходе груза с одной траектории на другую.

Решение

Построим оси естественной системы координат $n K \tau$ в точке K траектории – окружности радиуса $0{,}5l$ с центром O_1 (рис. 4.25, *a*). Во время движения на груз действуют сила тяжести и реакция нити. Уравнение движения груза в проекции на ось Kn имеет вид: $m\dfrac{V_K^2}{r} = P + N_K$, где V_K – скорость груза в точке K; N_K – реакция нити; r – радиус окружности движения груза; $r = 0{,}5l$. Из уравнения движения находим реакцию нити: $N_K = m\dfrac{2V_K^2}{l} - P$.

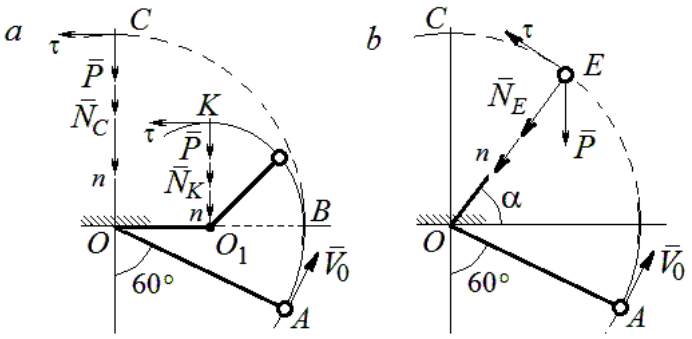


Рис. 4.25. Расчётная схема движения груза:
a – нить навивается на препятствие;
b – свободное движение

Так как нить представляет собой гибкую связь, то условием достижимости грузом точки K является требование, что при движении нить должна быть натянута, иначе говоря, всюду во время движения должно выполняться неравенство $N_K \geq 0$. С учётом уравнения движения груза это приводит к неравенству, выражающему требование к скорости в конечной точке: $V_K^2 \geq \dfrac{1}{2}gl$.

Скорость груза в точке K найдём на основании теоремы об изменении кинетической энергии точки при движении груза из положения A в положение K. Имеем равенство $\dfrac{mV_K^2}{2} - \dfrac{mV_0^2}{2} = -Ph_{(AK)}$, где $h_{(AK)}$ – перепад высот точек A и K; $h_{(AK)} = l$ (см. рис. 4.25, *a*). Решая полученное уравнение, найдём зависимость скорости груза в точке K от начальной: $V_K^2 = V_0^2 - 2gl$. С учётом выполнения неравенства натяжения нити получим: $V_0 \geq \sqrt{\dfrac{5}{2}gl}$.

При минимальной начальной скорости $V_0 = \sqrt{\frac{5}{2}gl}$ груз достигает верхней точки *K*. Однако, натяжение нити в точке *K* обращается в нуль: $N_K = 0$ и нить в этом месте перестаёт быть натянутой. Груз продолжает движение, но уже в виде свободного падения с начальной скоростью $V_K = \sqrt{\frac{1}{2}gl}$.

Определим, на какую высоту поднимется груз из положения *A* с минимальной начальной скоростью $V_0 = \sqrt{\frac{5}{2}gl}$, если нить движется беспрепятственно (см. рис. 4.25, *b*). Построим в точке *E* оси естественной системы координат $nE\tau$ аналогично тому, как это было сделано в точке *K*. Уравнение движения груза в проекции на ось *En* имеет вид: $m\frac{V_E^2}{l} = P\sin\alpha + N_E$, где V_E – скорость груза в точке *E*; N_E – проекция реакции нити на нормальную ось.

Для определения скорости груза в точке *E* составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки при движении груза из начального положения *A* в положение *E*. Получим: $\frac{mV_E^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -Ph_{(AE)}$, где $h_{(AE)}$ – перепад высот точек *A* и *E*; $h_{(AE)} = \frac{l}{2} + l\sin\alpha$ (см. рис. 4.25, *b*). Решая полученное уравнение относительно скорости V_E при заданной начальной скорости $V_0 = \sqrt{\frac{5}{2}gl}$, найдём: $mV_E^2 = \frac{3}{2}mgl - 2mgl\sin\alpha$. С другой стороны, из уравнения движения груза (учитывая, что в точке *E* натяжение нити равно нулю: $N_E = 0$) получим: $mV_E^2 = Pl\sin\alpha$. Приравнивая выражения, получим $\sin\alpha = \frac{1}{2}$. Высота подъёма относительно горизонтального радиуса составляет $\frac{1}{2}l$.

Для определения скачка натяжения нити при переходе груза в точке B с окружности радиуса l на окружность радиуса $\frac{1}{2}l$, т. е. в момент, когда нить начинает навиваться на проволоку, напишем проекции уравнения движения груза на нормальную ось в точке B. Получим для малой окружности $\frac{2mV_B^2}{l} = N_B$ и для большой $\frac{mV_B^2}{l} = N'_B$, где N_B и N'_B – проекции реакции нити в точке B при движении груза по окружности радиусов $\frac{1}{2}l$ и l. Из уравнений видно, что переход груза с большой окружности на малую вызывает двукратное увеличение натяжения нити: $N'_B = \frac{3}{2}mg$, $N_B = 3mg$.

Задача 53. Шарик массой m = 0,5 кг движется в вертикальной плоскости из положения A внутри трубки, которая состоит из полуокружности AB радиуса R = 0,6 м и прямолинейного участка BD, сопряжённого в точке B с окружностью (рис. 4.26). Диаметр полуокружности AB составляет с горизонталью угол 60°. Начальная скорость шарика V_0 = 5 м/с. В конце кругового участка в точке B шарик упирается в недеформированную пружину жесткостью c = 100 Н/м. Найти величину S максимального сжатия пружины.

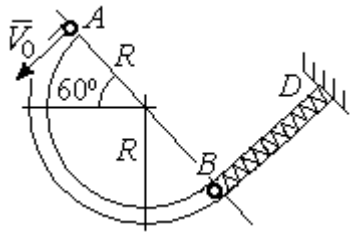


Рис. 4.26. Схема движения шарика

Решение

Найдём скорость шарика в точке B. Для этого составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из начального положения A в положение B. Получим: $\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = A(P) = Ph_{(AB)}$, где $h_{(AB)}$ – перепад высот точек A и B, $h_{(AB)} = 2R\sin 60^\circ = 1{,}04$ м (рис. 4.27).

Решая уравнение, найдём скорость шарика в точке B: $V_B = \sqrt{V_A^2 + 2gh_{(AB)}}$ = 6,74 м/с.

Для того, чтобы найти величину максимального сжатия пружины, рассмотрим движение шарика на прямолинейном отрезке трубки BD. На этом отрезке работу совершают сила тяжести шарика и сила упругости пружины, приложенные к шарику (см. рис. 4.27).

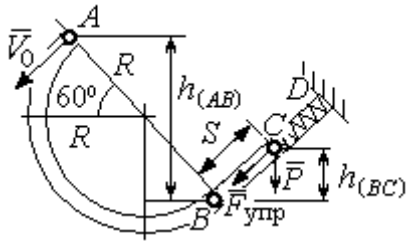


Рис. 4.27. Расчетная схема движения шарика

Обозначим S – максимальное сжатие пружины, равное BC. На основании теоремы об изменении кинетической энергии точки, применённой к движению шарика на отрезке BC, имеем уравнение $\frac{mV_C^2}{2} - \frac{mV_B^2}{2} = A(P) + A(F_{упр}) = -Ph_{(BC)} - \frac{cS^2}{2}$,

где $h_{(BC)}$ – перепад высот точек B и C; $h_{(BC)} = S\sin 30^\circ = 0{,}5S$ (см. рис. 4.27).

В точке C максимального сжатия пружины скорость шарика обращается в нуль: $V_C = 0$. Подставляя это условие, с учётом $V_B = 6{,}74$ м/с, получим уравнение для определения величины максимального сжатия пружины: $S^2 + 0{,}05S - 0{,}23 = 0$.

Выбирая положительный корень уравнения, находим: S = 0,45 м.

Упражнения

Упражнение 4.5. Лётчик в самолёте пикирует из точки A по прямой, составляющей с горизонтом угол φ, с начальной скоростью V_0. Пройдя расстояние $AB = l$, самолёт продолжает движение по дуге окружности радиуса R, сопряженной с прямой AB в точке B (рис. 4.28).

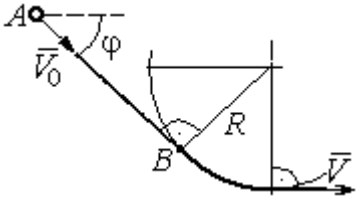


Рис. 4.28. Схема движения самолёта

Каким должен быть радиус окружности, чтобы в точке C – выхода самолёта на горизонтальный полёт - сила давления человека на корпус самолёта не превосходила его тройной вес.

Упражнение 4.6. Пружина жесткостью C = 100 Н/м, сжатая из недеформированного состояния на расстояние $KA = a$ = 0,3 м, выталкивает шарик массой m = 0,5 кг, который отделяется от неё в точке K и продолжает движение в трубке по дуге KCB, окружности радиуса R = 1 м, затем – по горизонтальному участку BD. Определить давление шарика на трубку в точке C. Какой путь пройдёт шарик до остановки по прямой BD, если здесь на него действует сила трения с коэффициентом f = 0,4.

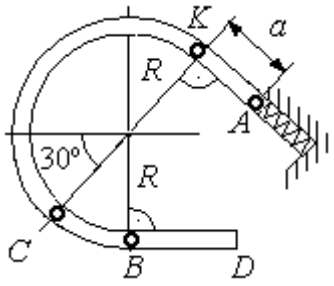


Рис. 4.29. Схема движения шарика в трубке

5. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ

5.1. Теорема о движении центра масс системы

Центром масс системы материальных точек называют точку C, координаты которой x_C, y_C, z_C удовлетворяют равенствам:

$$mx_C = \sum m_k x_k \ , \quad my_C = \sum m_k y_k \ , \ mz_C = \sum m_k z_k \ ,$$

где m – масса системы: $m = \sum m_k$; m_k, x_k, y_k, z_k – массы и координаты материальных точек системы.

Теорема о движении центра масс системы. Центр масс механической системы движется как материальная точка с массой, равной массе системы, и к которой приложены внешние силы, действующие на систему: $m\vec{a}_C = \sum \vec{F}_k^e$, где $\vec{a}_C$ – вектор ускорения центра масс системы; $\sum \vec{F}_k^e$ – сумма всех внешних сил, действующих на систему.

Пример решения задач на применение теоремы о движении центра масс

Задача 54. Груз 1, находящийся на верхнем основании прямоугольной пирамиды *ABCD*, соединен с грузом 2 нерастяжимой нитью, перекинутой через блок C (рис. 5.1). Определить перемещение пирамиды, если груз 2 опустился на высоту 1 м. Масса груза 1 m_1 = 15 кг, груза 2 m_2 = 20 кг, пирамиды m = 50 кг. Трение при движении груза 1 по пирамиде и пирамиды по горизонтальной поверхности не учитывать.

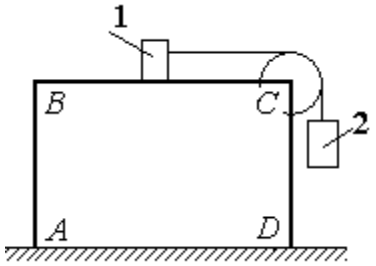


Рис. 5.1. Пирамида с системой подвижных грузов

Решение

Рассматриваем механическую систему, состоящую из двух грузов, соединённых нерастяжимой нитью, блока C и пирамиды *ABCD*.

Внешние силы, приложенные к системе: силы тяжести грузов и пирамиды – $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}$ и нормальная реакция $\vec{N}$ опоры поверхности, на которой стоит пирамида. Направления векторов внешних сил показаны на рис. 5.2.

Выберем неподвижную систему координат *Axy*, как показано на рис. 5.2. Все внешние силы, действующие на механическую систему, вертикальны, поэтому дифференциальное уравнение, составленное на основании теоремы о движении центра масс механической системы в проекции на ось *Ax,* имеет вид:

$$(m + m_1 + m_2)\ddot{x}_C = P_{1x} + P_{2x} + P_x + N_x = 0$$

$$\text{или} \quad \ddot{x}_C = 0,$$

где x_C – координата центра масс системы.

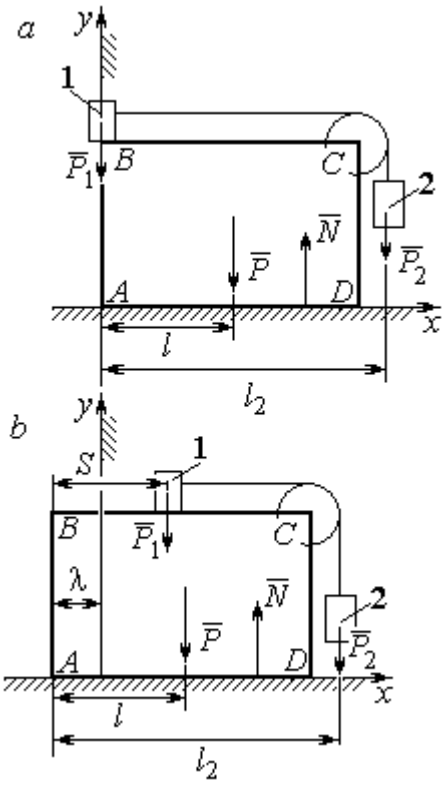


Рис. 5.2. Расчётная схема перемещения пирамиды: *a* – начальное положение; *b* – положение пирамиды при перемещении грузов на расстояние *S*

Проинтегрировав его дважды, получим закон движения центра масс системы: $x_C = C_1 t + C_2$, где константы интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий. Предположим, в начальный момент движение в механической системе отсутствовало и координата центра масс системы была равна x_{C0} (на рис. 5.2, *a* не показана), то есть при $t = 0$ $x_C(0) = x_{C0}$ и $\dot{x}_C(0) = 0$. Подставляя начальные условия, получим: $C_1 = 0$, $C_2 = x_{C0}$. В результате закон движения центра масс системы имеет вид: $x_C = x_{C0}$. Последнее означает, что при любом перемещении тел в системе координата центра масс системы на оси *Ax* остаётся постоянной, равной своему начальному значению.

Предположим, в начальный момент времени груз 1 находился у левого края призмы, как показано на рис. 5.2, *a*.

Начальная координата x_{C0} центра масс системы находится из равенства $(m_1 + m_2 + m)x_{C0} = \sum m_k x_k = m_1 \cdot 0 + m_2 l_2 + ml$, где l_2 – расстояние от начала координат до линии действия силы тяжести груза 2 (координата центра масс груза 2 на оси *Ax*); l – аналогичное расстояние до линии действия силы тяжести

пирамиды (см. рис. 5.2, *a*). Тогда начальная координата центра масс системы: $x_{C0} = \dfrac{m_2 l_2 + ml}{(m_1 + m_2 + m)}$.

Положение грузов в системе, после того как груз 1 переместился на расстояние *S*, и положение призмы показано на рис. 5.2, *b*. На рисунке отмечено, что при перемещении груза 1 вправо на расстояние *S* призма *ABCD* сместилась влево на расстояние λ. Координата x_{C1} центра масс для нового положения системы определяется из равенства:

$$(m_1 + m_2 + m)x_{C1} = m_1(S - \lambda) + m_2(l_2 - \lambda) + m(l - \lambda).$$

Выражая отсюда координату x_{C1} и приравнивая её начальному значению координаты центра масс $x_{C0} = x_{C1}$, найдём перемещение пирамиды $\lambda = \dfrac{m_1 S}{(m_1 + m_2 + m)}$. Подставляя данные задачи, получим $\lambda = 0{,}18$ м.

5.2. Теорема об изменении кинетического момента системы относительно оси

Момент инерции однородного диска радиусом *R*, массой *m* относительно оси *z*, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска: $J_z = \dfrac{1}{2}mR^2$. **Для неоднородных тел момент инерции** относительно оси *z* вычисляется по формуле: $J_z = mi_z^2$, где i_z – радиус инерции тела.

Кинетическим моментом (моментом количества движения) системы относительно неподвижной оси *z* называется величина, равная сумме моментов количеств движения точек относительно этой оси $\vec{L}_z = \sum M_z(m_k \vec{V}_k)$.

Для твёрдого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси *z*, **кинетический момент**: $L_z = J_z\omega$, где J_z и ω – момент инерции и угловая скорость тела. **Теорема об изменении кинетического момента системы относительно оси**. Производная по времени от кинетического момента системы

относительно неподвижной оси z равна сумме моментов внешних сил относительно той же оси: $\frac{dL_z}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$.

Примеры решения задач на применение теоремы об изменении кинетического момента системы

Задача 55. Для подъёма груза используется лебёдка со ступенчатым барабаном и противовесом. Груз 1 массой m_1 поднимается на канате, навитом на барабан 2 массой m_2 радиуса R. Противовес 3 массой m_3 прикреплён к канату, который навит на малую ступень барабана радиуса r (рис. 5.3). Радиус инерции барабана относительно оси вращения i_z. На барабан действует постоянный момент сил сопротивления $M_c = 60$ Н·м. В начале движения к барабану лебёдки прикладывается вращающий момент, пропорциональный времени: $M_{вр} = 620 + 30t$ Н·м, который через 2 с отключается. Определить, на какую высоту поднимется груз, если движение началось из состояния покоя. Массы грузов и барабана: $m_1 = 100$ кг, $m_2 = 50$ кг, $m_3 = 20$ кг. Радиусы ступеней барабана и радиус инерции: $R = 0{,}6$ м; $r = 0{,}4$ м; $i_z = 0{,}5$ м.

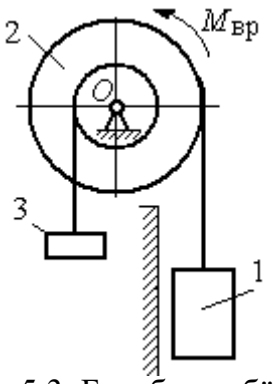


Рис. 5.3. Барабан лебёдки с грузом и противовесом

Решение

Решение следует рассматривать на двух этапах. На первом груз поднимается под действием вращающего момента, на втором – по инерции.

Рассмотрим механическую систему, состоящую из груза 1, барабана 2 и противовеса 3. На систему действуют силы тяжести груза $\vec{P}_1$, барабана $\vec{P}_2$, противовеса $\vec{P}_3$, реакция шарнира $\vec{R}$, пара сил с моментом, равным моменту вращения $M_{вр}$, и пара сил с моментом сопротивления M_c. Направления векторов сил и моментов показаны на рис. 5.4. Выберем начало оси y, вдоль

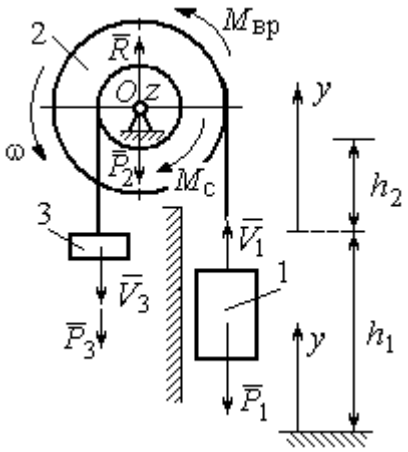


Рис. 5.4. Силы, действующие на систему во время движения

которой поднимается груз на первом участке движения, в точке начала движения (см. рис. 5.4).

Воспользуемся теоремой об изменении кинетического момента системы относительно оси z, проходящей через центр O: $\frac{dL_z}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$. Кинетический момент системы относительно оси z равен сумме кинетических моментов барабана, груза и противовеса: $L_z = L_z^{бар} + L_z^{гр} + L_z^{пр}$. Кинетический момент барабана, вращающегося вокруг неподвижной оси z: $L_z^{бар} = J_z\omega$, где J_z – момент инерции барабана относительно оси z, $J_z = m_2 i_z^2$; ω – угловая скорость барабана. Рассматривая груз и противовес как материальные точки, найдём их кинетические моменты относительно оси z: $L_z^{гр} = M_z(m_1\vec{V}_1) = m_1V_1R$; $L_z^{пр} = M_z(m_3\vec{V}_3) = m_3V_3r$.

Суммарный кинетический момент системы:

$$L_z = L_z^{бар} + L_z^{гр} + L_z^{пр} = m_2 i_z^2\omega + m_1V_1R + m_3V_3r.$$

Выразим скорости груза 1 и противовеса 3 через угловую скорость барабана: $V_1 = \omega R$, $V_3 = \omega r$ - и подставим их в выражение кинетического момента. Получим $L_z = (m_2 i_z^2 + m_1R^2 + m_3r^2)\omega = (m_2 i_z^2 + m_1R^2 + m_3r^2)\frac{V_1}{R}$.

Суммарный момент внешних сил относительно оси z

$$\sum M_z(\vec{F}_k^e) = M_{вр} - M_c - P_1R + P_3r.$$

Дифференциальное уравнение движения груза:

$$(m_2 i_z^2 + m_1R^2 + m_3r^2)\frac{dV_1}{dt} = (M_{вр} - M_c - P_1R + P_3r)R,$$

или с учётом данных задачи $\frac{dV_1}{dt} = 0{,}58 + 0{,}35t$.

Дважды интегрируя это уравнение с нулевыми начальными условиями, найдём скорость груза V_1 и проходимый им путь y как функции времени:

$$V_1(t) = 0{,}58t + 0{,}175t^2; \quad y(t) = 0{,}29t^2 + 0{,}058t^3.$$

Из уравнений движения найдём: при $t = 2$ с (конец первого участка) груз поднялся на высоту $h_1 = y(2) = 1{,}62$ м и имел скорость $V_1 = V_1(2) = 1{,}86$ м/с.

На втором участке движения груз продолжает подниматься вверх. Уравнение движения груза здесь аналогично первому участку, за исключением вращающего момента (см. рис. 5.4):

$$(m_2 i_z^2 + m_1 R^2 + m_3 r^2)\frac{dV_1}{dt} = (-M_c - P_1 R + P_3 r)R, \text{ или } \frac{dV_1}{dt} = -6{,}61.$$

Представим ускорение груза в виде: $\frac{dV_1}{dt} = \frac{dV_1 dy}{dy dt} = V_1 \frac{dV_1}{dy}$. Теперь уравнение движения груза на втором участке имеет вид: $V_1 \frac{dV_1}{dy} = -6{,}61$. Интегрируя его, получим зависимость скорости груза от пройденного пути $\frac{V_1^2}{2} = -6{,}61y + C_3$. Выберем начало второго участка на высоте h_1. Из начальных условий движения груза: при $t = 0$, $y = 0$, $V_1 = 1{,}86$ м/с, получим: $C_3 = 1{,}73$.

Максимальную высоту h_2, на которую поднялся груз на втором участке, определим из условия, что в этой точке скорость груза обращается в нуль. Имеем $0 = -6{,}61h_2 + 1{,}73$, откуда $h_2 = 0{,}26$ м. Максимальная высота подъёма груза $H = h_1 + h_2 = 1{,}88$ м.

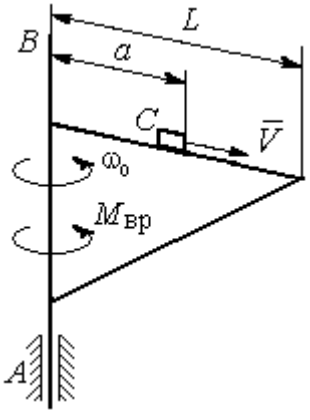


Рис. 5.5. Поворотный кран

Задача 56. Тележка C поворотного подъёмного крана (рис. 5.5) движется с постоянной относительно стрелы скоростью $V = 0{,}5$ м/с. Длина стрелы $L = 10$ м, масса тележки с грузом $m_1 = 100$ кг, момент инерции крана относительно оси вращения AB без учёта тележки и груза $J = 1800$ кг·м^2. Двигатель крана создаёт

постоянный вращающий момент $M_{вр}$ = 400 Н·м. Определить угловую скорость крана в момент, когда тележка достигнет края стрелы, если в начальный момент конструкция вращалась с угловой скоростью ω_0 = 2 рад/с, а тележка находилась на расстоянии a = 1 м от оси вращения.

Решение

На систему действуют внешние силы: $\vec{P}_1$ – сила тяжести тележки с грузом, $\vec{P}_2$ – сила тяжести поворотного крана (на рис. 5.6 показана в условном центре тяжести крана); $\vec{R}_x$, $\vec{R}_y$ – составляющие реакции подшипника A и пара сил с моментом, равным вращающему моменту $M_{вр}$ (см. рис. 5.6). Применим к описанию движения системы теорему об изменении кинетического момента системы относительно оси вращения z, направленной вдоль линии AB.

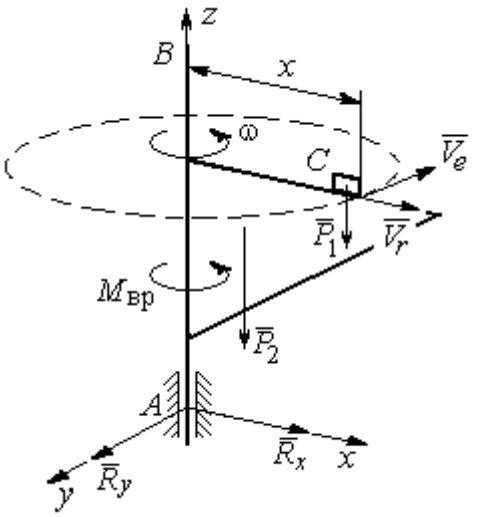


Рис. 5.6. Внешние силы, действующие на кран при его движении

Поскольку силы тяжести параллельны оси вращения крана, а составляющие реакции шарнира A пересекают её, то моменты этих сил относительно оси z равны нулю и теорема об изменении кинетического момента системы принимает вид: $\frac{dL_z}{dt} = M_{вр}$. Интегрируя это уравнение при постоянном вращающем моменте, получим равенство: $L_z - L_{z0} = M_{вр}t$, где L_z, L_{z0} – кинетический момент системы в текущий и начальный моменты времени.

Кинетический момент системы L_z равен сумме: $L_z = L_z^{кран} + L_z^{груз}$. Кинетический момент крана как твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси: $L_z^{кран} = J\omega$. Полагая тележку с грузом материальной точкой, определим её кинетический момент $L_z^{груз}$, как момент вектора количества

движения тележки относительно оси z. Тележка с грузом участвует в сложном движении. Вектор абсолютной скорости тележки $\vec{V}_{\text{абс}}$ равен сумме $\vec{V}_{\text{абс}} = \vec{V}_r + \vec{V}_e$, где $\vec{V}_r$ относительная скорость тележки (перемещение по стреле крана); $\vec{V}_e$ – переносная скорость (движение вместе с краном). Воспользовавшись теоремой Вариньона при вычислении момента количества движения тележки с грузом, получим:

$$L_z^{\text{груз}} = M_z(m_1\vec{V}_{\text{абс}}) = M_z(m_1\vec{V}_e + m_1\vec{V}_r) = M_z(m_1\vec{V}_e) = m_1 V_e x = m_1\omega x^2.$$

В результате суммарный кинетический момент системы в текущий момент времени $L_z = L_z^{\text{кран}} + L_z^{\text{груз}} = \left(J + m_1x^2\right)\omega$. Тогда начальный кинетический момент систем: $L_{z0} = \left(J + m_1a^2\right)\omega_0$.

Подставляя выражения начального и текущего кинетического моментов в уравнение движения, получим: $\left(J + m_1x^2\right)\omega - \left(J + m_1a^2\right)\omega_0 = M_{\text{вр}}t$, откуда закон изменения угловой скорости крана $\omega = \dfrac{M_{\text{вр}}t + \left(J + m_1a^2\right)\omega_0}{\left(J + m_1x^2\right)}$. Момент времени $t_{\text{к}}$, когда тележка достигнет края стрелы ($x = L$), найдём из условия движения тележки по стреле с постоянной скоростью: $Vt_{\text{к}} = L - a$. С учётом данных задачи угловая скорость крана в этот момент $\omega(t_{\text{к}}) = 0{,}93$ рад/с.

5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы

Кинетическая энергия тела при поступательном движении $T = \dfrac{1}{2}mV_C^2$, где m – масса тела; V_C – скорость центра масс тела; **при вращательном движении** вокруг неподвижной оси z: $T = \dfrac{1}{2}J_z\omega^2$, где J_z – момент инерции тела относительно оси z; ω – угловая скорость тела; **при плоскопараллельном движении**: $T = \dfrac{1}{2}mV_C^2 + \dfrac{1}{2}J_{zC}\omega^2$, где m – масса тела; V_C, ω – скорость центра

масс и угловая скорость тела; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси z, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения.

Работа постоянной силы F при прямолинейном перемещении точки приложения силы $A = FS\cos\alpha$, где S – перемещение точки; α – постоянный угол между перемещением и направлением силы. **Работа пары сил с постоянным моментом** M при повороте тела на конечный угол φ вычисляется по формуле: $A = \pm M\varphi$, где φ – угол поворота тела. Работа считается положительной, если пара сил стремится повернуть тело в направлении его вращения, и отрицательной – в противном случае.

Мощностью силы F называют величину, равную скалярному произведению силы на скорость точки её приложения: $N = \vec{F} \cdot \vec{V}$, где V – скорость точки приложения силы. При плоском движении тела мощность силы равна сумме скалярных произведений: $N = \vec{F} \cdot \vec{V}_O + \vec{M}_O \cdot \vec{\omega}$, где V_O – скорость точки, выбранной полюсом; ω – угловая скорость тела; $\vec{M}_O = M_O(\vec{F})$ – момент силы относительно полюса. Если в качестве полюса выбрать точку K – мгновенный центр скоростей, то мощность силы $N(\vec{F}) = \vec{M}_K(\vec{F}) \cdot \vec{\omega}$, где $M_K(\vec{F})$ – момент силы относительно мгновенного центра скоростей.

Теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. Производная по времени от кинетической энергии системы равна сумме мощностей внешних и внутренних сил $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e) + \sum N(\vec{F}_k^i)$.

Теорема об изменении кинетической энергии системы на конечном перемещении. Изменение кинетической энергии системы при перемещении её из начального состояния в текущее равно сумме работ внешних и внутренних сил, действующих на систему: $T - T_0 = \sum A(\vec{F}_k^e) + \sum A(\vec{F}_k^i)$.

Механические системы, состоящие из абсолютно твердых тел, соединенных гибкими нерастяжимыми нитями, называются **неизменяемыми**. В

неизменяемых системах сумма работ и сумма мощностей внутренних сил равны нулю: $\sum A(\vec{F}_k^i) = 0$.

Примеры решения задач на применение теоремы об изменении кинетической энергии системы

Задача 57. Планетарный механизм, позволяющий получать повышенные передаточные отношения угловых скоростей, состоит из трех одинаковых колёс, соединённых кривошипом *OA* (рис. 5.7). Колесо 1 неподвижно, кривошип *OA* вращается с угловой скоростью ω_{OA} и приводит в движение колёса 2 и 3. Полагая массы колёс и их радиусы одинаковыми, равными m и r, и пренебрегая массой кривошипа, найти кинетическую энергию механизма.

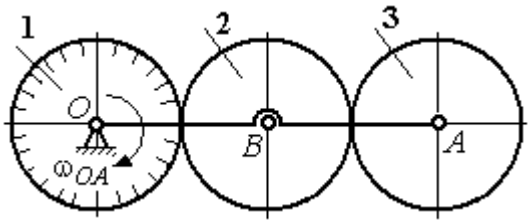


Рис. 5.7. Планетарный механизм

Решение

Кинетическая энергия механизма T равна сумме энергий колёс 2 и 3: $T = T_2 + T_3$. Энергия колеса 1 равна нулю потому, что оно неподвижно, а энергия кривошипа равна нулю, так как массой кривошипа пренебрегаем. При движении механизма колесо 2, увлекаемое кривошипом, катится по неподвижной поверхности первого колеса. Энергия колеса 2: $T_2 = \dfrac{mV_B^2}{2} + \dfrac{J_{2B}\omega_2^2}{2}$, где V_B – скорость центра масс колеса 2, J_{2B} – момент инерции колеса 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости колеса, $J_{2B} = \dfrac{mr^2}{2}$.

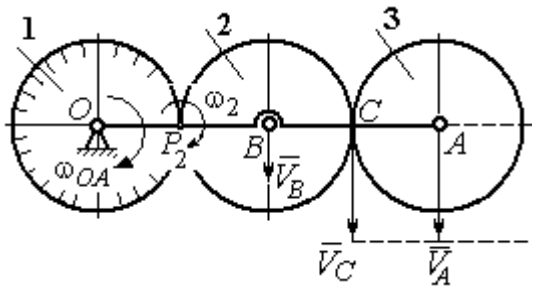


Рис. 5.8. Расчётная схема вычисления энергии механизма

Выразим кинетическую энергию колеса 2 через угловую скорость ω_{OA} кривошипа OA.

Скорость точки B, лежащей на кривошипе OA: $V_B = \omega_{OA} \cdot OB = \omega_{OA} 2r$.

Так как точка P_2 касания колёс 1 и 2 является мгновенным центром скоростей колеса 2 (рис. 5.8), угловая скорость колеса 2 $\omega_2 = \dfrac{V_B}{BP_2}$. В результате получим: $\omega_2 = 2\omega_{OA}$. Подставив зависимости V_B и ω_2 в выражение кинетической энергии колеса 2, найдём:

$$T_2 = \frac{m(\omega_{OA} 2r)^2}{2} + \frac{mr^2}{2} \cdot \frac{(2\omega_{OA})^2}{2} = 3m\omega_{OA}^2 r^2.$$

Вычислим кинетическую энергию колеса 3. Найдём скорость точки C, считая, что она принадлежит колесу 2: $V_C = \omega_2 \cdot P_2C = 4\omega_{OA} r$. Скорость точки A – центра колеса 3 определим, полагая, что точка A лежит и на кривошипе: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 4\omega_{OA} r$. Скорости двух точек A и C колеса 3 равны и параллельны, причём линия AC перпендикулярна векторам скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_C$ (см. рис. 5.8). В этом случае мгновенный центр скоростей отсутствует и колесо 3 совершает мгновенно-поступательное движение. Энергия поступательного движения колеса 3: $T_3 = \dfrac{mV_A^2}{2} = \dfrac{m(4\omega_{OA} r)^2}{2} = 8m\omega_{OA}^2 r^2$.

Окончательно, энергия механизма: $T = T_2 + T_3 = 11m\omega_{OA}^2 r^2$.

Задача 58. Горизонтальный желоб DE опирается на блок 1 и на каток 3 одинакового радиуса r (рис. 5.9). Блок 1 весом P_1 вращается вокруг неподвижной оси O_1. Каток 3 катится по горизонтальному рельсу без проскальзывания. На одной оси с катком 3 жестко связано колесо 2 радиуса R. Их общий вес равен Q, а общий радиус инерции относительно оси z, проходящей через центр масс C перпендикулярно плоскости катка, равен i_z. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом M. Массой желоба пренебрегаем. Скольжение между желобом и блоком 1, а также

катком 3 отсутствует. Определить ускорение центра масс колеса 2 и катка 3 и угловое ускорение блока 1, если: P_1 = 40 Н, Q = 60 Н, F = 50 Н, M = 45 Н·м, R = 0,8 м, r = 0,6 м, i_z = 0,4 м.

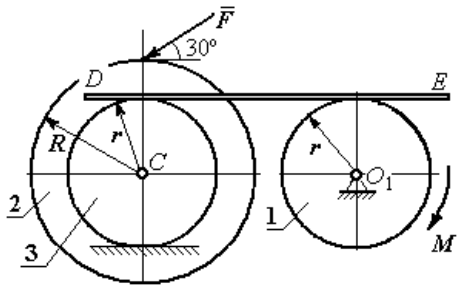


Рис. 5.9. Схема движения механической системы

Решение

Для решения задачи воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии для неизменяемых механических систем: $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e)$, где T – энергия системы в её текущем положении; $\sum N(\vec{F}_k^e)$ – суммарная мощность внешних сил.

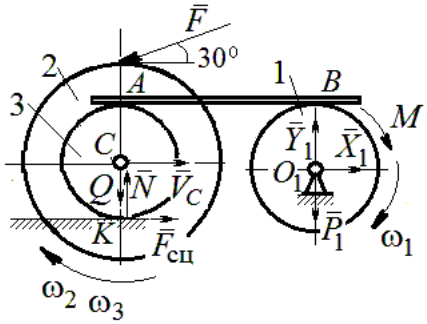


Рис. 5.10. Расчетная схема для исследования движения системы

Предположим, во время движения системы блок 1 вращается по ходу часовой стрелки.

Угловые скорости ω_1, ω_2 блока 1, катка 3 и скорость $\vec{V}_C$ центра масс катка 3 показаны на рис. 5.10. Угловая скорость колеса 2 и катка 3 равны: $\omega_3 = \omega_2$.

Кинетическая энергия вращательного движения блока 1 $T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2$, где J_{zO_1} – осевой момент инерции блока, $J_{zO_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$.

Фигура, состоящая из катка 3 и колеса 2, двигается плоскопараллельно. Кинетическая энергия фигуры определяется по формуле: $T_2 = \frac{1}{2} m V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2$, где m – общая масса катка и колеса, $m = \frac{Q}{g}$, J_{zC} – момент инерции фигуры относительно оси z, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_{zC} = m i_z^2$,

У катка 3 мгновенный центр скоростей находится в точке касания его с неподвижной поверхностью (точка K на рис. 5.10). Тогда $\omega_3 = \dfrac{V_C}{r}$. Скорость точки A катка $V_A = \omega_3 2r = 2V_C$. Приравнивая скорость точки A на катке 2 к скорости точки B на блоке 1, получим $\omega_1 = \dfrac{2V_C}{r}$.

Найдём кинетическую энергию системы, выраженную через скорость центра масс катка 3:

$$T = T_1 + T_2 = \frac{P_1}{g} V_C^2 + \frac{Q}{2g}\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right) V_C^2 = \frac{V_C^2}{2g}\left[2P_1 + Q\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right)\right].$$

Найдем сумму мощностей внешних сил.

На блок 1 действуют: сила тяжести $\vec{P}_1$, пара сил с моментом M и реакция шарнира O_1, разложенная на составляющие $\vec{X}_1$, $\vec{Y}_1$ (рис. 5.10). Мощности силы тяжести $\vec{P}_1$ и сил реакции $\vec{X}_1$, $\vec{Y}_1$ подшипника O_1 равны нулю, так как нет перемещения точек приложения этих сил. Момент M направлен в сторону вращения блока 1, его мощность $N(M) = M\omega_1 = M\dfrac{2V_C}{r}$.

На каток 3 (вместе с жестко связанным с ним колесом 2) действуют: сила $\vec{F}$, сила тяжести $\vec{Q}$ катка и колеса, нормальная реакция опоры $\vec{N}$ и сила сцепления $\vec{F}_{\text{сц}}$ катка 3 с поверхностью.

Мощности сил $\vec{N}$ и $\vec{F}_{\text{сц}}$ равны нулю, так как точкой приложения этих сил является мгновенный центр скоростей катка 3, скорость которого равна нулю. Мощность силы тяжести $\vec{Q}$ равна нулю, так как угол между вектором силы и вектором скорости точки C равен 90°.

Для определения мощности силы $\vec{F}$, приложенной к колесу, выберем в качестве полюса точку K – мгновенный центр скоростей диска 2. С учётом того, что скорость $V_K = 0$, получим:

$$N(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{V}_K + \vec{M}_K(\vec{F}) \cdot \vec{\omega}_2 = \vec{M}_K(\vec{F})\vec{\omega}_2 =$$

$$= - F(r + R)\omega_2 \cos 30° = - FV_C\left(1 + \frac{R}{r}\right)\cos 30°.$$

Поскольку вращение, создаваемое моментом силы $\vec{F}$ относительно центра *K*, противоположно выбранному направлению угловой скорости катка, мощность силы $\vec{F}$ отрицательная.

Суммарная мощность внешних сил:

$$\sum N(F^e) = - FV_C\left(1 + \frac{R}{r}\right)\cos 30° + M\frac{2V_C}{r}.$$

Составляем уравнение теоремы об изменении кинетической энергии системы. Находим производную по времени от кинетической энергии системы $\frac{dT}{dt} = \frac{V_C}{g}a_C\left[2P_1 + Q\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right)\right]$ и приравниваем суммарной мощности внешних сил. Получим:

$$\frac{1}{g}a_C\left[2P_1 + Q\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right)\right] = - F\left(1 + \frac{R}{r}\right)\cos 30° + \frac{2M}{r},$$

откуда с учётом исходных данных задачи ускорение центра масс диска 2 a_C = 2,88 м/с^2. Для определения углового ускорения блока 1 продифференцируем по времени равенство $\omega_1 = \frac{2V_C}{r}$. Получим: $\varepsilon_1 = \frac{2a_C}{r}$ = 9,6 рад/с^2.

Задача 59. Каток радиуса *r*, весом *P* закатывают вверх по наклонной плоскости приложив в центре катка силу $\vec{F}$ под углом 30° к наклонной плоскости (рис. 5.11). Сама плоскость наклонена под углом 30° к горизонту. Величина силы *F* = 2*P*. В начальном положении центр катка имел скорость V_0.

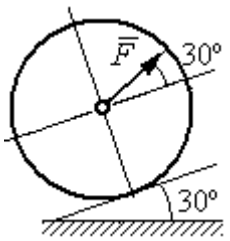


Рис. 5.11. Движение катка на наклонной плоскости

На какое расстояние S переместился центр катка, если в конце перемещения его скорость удвоилась.

Решение

Применим теорему об изменении кинетической энергии на конечном перемещении системы: $T - T_0 = \sum A(F_k)$. На каток действует сила тяжести $\vec{P}$, сила $\vec{F}$, нормальная реакция опоры $\vec{N}$ и сила $\vec{F}_{\text{сц}}$ сцепления диска с наклонной плоскостью (рис. 5.12). При перемещении центра катка на расстояние S вдоль наклонной плоскости работу совершают только сила $\vec{F}$: $A(\vec{F}) = F\cos 30° S$ и сила тяжести: $A(\vec{P}) = -Ph$, где h – перепад высот при перемещении центра масс катка. Работа реакции опоры и силы сцепления равна нулю.

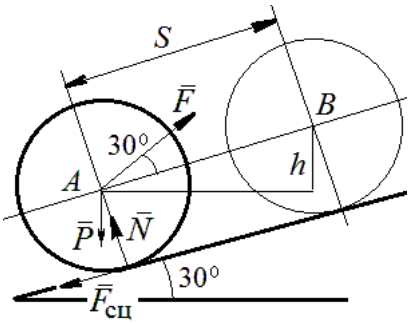


Рис. 5.12. Расчётная схема движения катка

Кинетическая энергия катка $T = \frac{1}{2} m V_A^2 + \frac{1}{2} J_{zA} \omega^2$, где J_{zA} – момент инерции фигуры относительно оси z, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_{zA} = \frac{mr^2}{2}$. Выражая угловую скорость катка через скорость центра масс $\omega = \frac{V_A}{r}$, с учётом выражения момента инерции катка, получим энергию катка в виде: $T = \frac{3}{4} m V_A^2$.

Составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии при перемещении центра катка на расстояние S: $\frac{3}{4} m V_B^2 - \frac{3}{4} m V_A^2 = F\cos 30° S - Ph$, где $V_A = V_0$ $V_B = 2V_0$, $F = 2P$, $h = S\sin 30°$.

Найдём искомое перемещение: $S = \frac{9V_0^2}{4g(2\cos 30° - \sin 30°)}$.

Упражнения

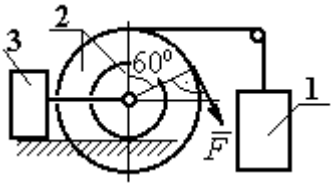


Рис. 5.16. Схема механизма катка

Упражнение 5.1. Крановая тележка массы m_1 может перемещаться по горизонтальной балке без трения (рис. 5.13). В центре масс тележки закреплён трос длиной l, на другом конце которого привязан груз массы m_2. Трос может совершать колебательные движения в вертикальной плоскости. В начальный момент трос был в вертикальном положении. Определить горизонтальное перемещение тележки в зависимости от угла наклона троса. Весом троса пренебречь.

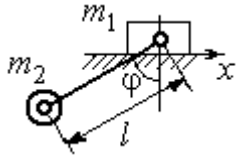


Рис. 5.13. Движение крановой тележки

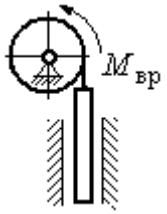


Рис. 5.14. Схема механизма лебёдки

Упражнение 5.2. К барабану лебёдки, поднимающей штангу, приложен вращающий момент, пропорциональный времени $M_{ВР} = kt$ (рис. 5.14). Штанга массы m_1 поднимается посредством каната, навитого на барабан массы m_2 и радиуса r. В начальный момент система находилась в покое. Определить угловую скорость барабана, считая его однородным диском.

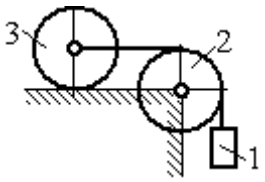


Рис. 5.15. Схема движения системы

Упражнение 5.3. Груз 1 массы m_1 подвешен на нерастяжимом тросе, другой конец которого переброшен через блок 2 и закреплён в центре масс катка 3 (рис. 5.15). Каток 3 катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания. Блок 2 и каток 3 – однородные диски массы m_2 и m_3, радиуса r. В начальный момент система находилась в покое. Определить скорость груза, когда он опустится на высоту h, если к катку 3 приложен момент M.

Упражнение 5.4. Механическая система включает два груза 1 и 3 одинакового веса P и каток 2 весом $2P$, радиусом $R = 2r$ с цилиндрическим выступом радиусом r (рис. 5.16). Каток катится выступом по неподвижной поверхности без проскальзывания. К катку по касательной к окружности приложена сила $F = 2P$. Найти ускорение центра масс катка, если его радиус инерции относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения: $i_{zC} = r\sqrt{2}$.

5.4. Применение общих теорем динамики системы к описанию движений твёрдого тела

Поступательное движение твердого тела описывается дифференциальными уравнениями: $m\ddot{x} = \sum F_{kx}^e$, $m\ddot{y} = \sum F_{ky}^e$, $m\ddot{z} = \sum F_{kz}^e$ - или в алгебраической форме $ma_{Cx} = \sum F_{kx}^e$, $ma_{Cy} = \sum F_{ky}^e$, $ma_{Cz} = \sum F_{kz}^e$, где m – масса тела; $\ddot{x} = a_{Cx}$, $\ddot{y} = a_{Cy}$, $\ddot{z} = a_{Cz}$ – проекции ускорения центра масс тела на координатные оси; F_{kx}^e, F_{ky}^e, F_{kz}^e – проекции внешних сил.

Вращательное движение твердого тела относительно неподвижной оси z описывается дифференциальным уравнением: $J_z \frac{d\omega}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$ или алгебраическим уравнением: $J_z\varepsilon = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$, где ω, ε – угловая скорость и угловое ускорение тела; $\sum M_z(\vec{F}_k^e)$ – сумма моментов внешних сил относительно оси z; J_z – момент инерции тела относительно оси z.

Плоскопараллельное движение твердого тела описывается уравнениями движения центра масс и вращательного движения тела относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения.

В проекции на координатные оси уравнения плоскопараллельного движения тела имеют вид:

$$ma_{Cx} = \sum F_{kx}^e;\ ma_{Cy} = \sum F_{ky}^e;\ J_{zC}\varepsilon = \sum M_{zC}(\vec{F}_k^e),$$

где a_{Cx}, a_{Cy}– проекции ускорения центра масс тела; F_{kx}^e, F_{ky}^e – проекции на оси координат внешних сил, действующих на тело; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси z, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения; ε – угловое ускорение тела; $M_{zC}(\vec{F}_k^e)$ – моменты внешних сил относительно оси, проходящей через центр масс.

Проводя динамический расчет механической системы, следует рассматривать движение каждого тела системы в отдельности, предварительно освободив его от связей и заменив их действие реакциями.

Примеры решения задач на составление уравнений движения твердых тел

Задача 59. Лебёдка поднимает груз 1 массы $m_1 = 50$ кг посредством троса,

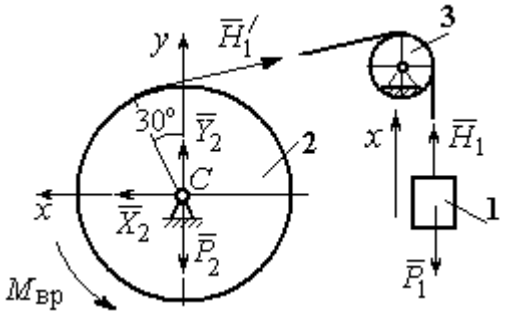


Рис. 5.18. Внешние силы и реакции, действующие на груз и барабан при движении системы

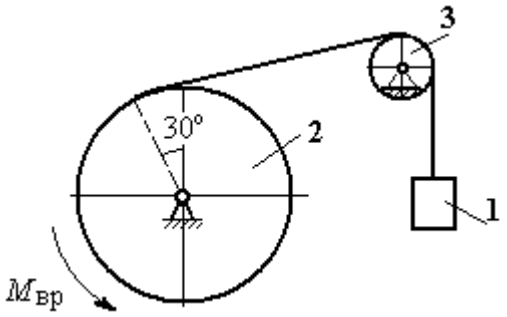


Рис. 5.17. Механизм лебёдки

переброшенного через блок 3 и навитого на барабан 2 массы $m_2 = 20$ кг, радиуса $r = 0{,}8$ м (рис. 5.17). К барабану приложен постоянный вращающий момент $M_{вр} = 480$ Н·м. Определить ускорение груза, натяжение троса и реакцию шарнира барабана 2. Весом троса и массой блока 3 пренебречь, барабан считать сплошным цилиндром.

Решение

Составим уравнение движения груза 1. Для этого освобождаем груз от связей, заменив действие троса реакцией. На груз действует сила тяжести $\vec{P}_1$ и реакция троса $\vec{H}_1$ (рис. 5.18). Выберем ось x по направлению движения груза. Уравнение движения груза в проекции на ось x: $m_1 a_1 = H_1 - P_1$.

Рассмотрим движение барабана 2. Освободим барабан от связей и заменим их действие реакциями.

На барабан действует сила тяжести $\vec{P}_2$, пара сил с моментом вращения $M_{вр}$, реакция троса $\vec{H}_1'$ и реакция шарнира (на рис. 5.18 разложена на составляющие $\vec{X}_2$, $\vec{Y}_2$). Так как массой блока 3 пренебрегаем, то модули сил $\vec{H}_1$ и $\vec{H}_1'$ равны. Направления действия сил и момента показаны на рис. 5.18.

Уравнение вращательного движения барабана относительно оси z: $J_z\varepsilon_2 = \sum M_z(F_k) = M_{вр} - H_1'r$, где момент инерции барабана $J_z = \dfrac{m_2 r^2}{2}$.

Продифференцируем по времени равенство $V_1 = \omega_2 r$ и выразим угловое ускорение барабана через ускорение груза 1. Получим $\varepsilon_2 = \dfrac{a_1}{r}$. Подставляя выражение углового ускорения в уравнение вращательного движения барабана с учётом равенства модулей сил $\vec{H}_1$ и $\vec{H}_1'$, напишем уравнения движения барабана и груза в виде системы уравнений:

$$m_1 a_1 = H_1 - P_1, \quad m_2 a_1 = \frac{2M_{вр}}{r} - 2H_1,$$

откуда находим a_1= 1,82 м/с^2, H_1 = 581,8 Н. Натяжение троса численно равно реакции.

Для определения реакции шарнира составим (формально) уравнение движения центра масс блока 2 в проекциях на оси x, y (см. рис. 5.18):

$$m_2 a_{Cx} = X_2 - H_1'\cos 30^\circ = 0, \; m_2 a_{Cy} = Y_2 + H_1'\cos 60^\circ - P_2 = 0.$$

Отсюда X_2 = 503,84 Н, Y_2 = – 94,7 Н, $R_2 = \sqrt{X_2^2 + Y_2^2}$ = 512,66 Н.

Задача 60. Барабан весом G, радиусом R имеет цилиндрический выступ радиусом r (рис. 5.19). Барабан скатывается по наклонной плоскости с углом наклона 30°, опираясь на неё поверхностью выступа. К барабану приложены постоянные силы $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$. Сила $\vec{F}_1$ направлена по касательной к поверхности барабана. Сила $\vec{F}_2$ действует под углом 30° к диаметру барабана, перпендикулярному наклонной плоскости. В начальный момент времени барабан приведён в равновесие парой сил с моментом M.

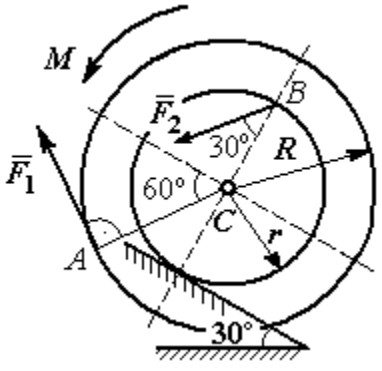


Рис. 5.19. Схема движения барабана по наклонной плоскости

Определить угловое ускорение барабана и закон движения центра масс, если в положении равновесия величину уравновешивающего момента увеличить в 1,2 раза. Исходные данные для решения задачи: R = 0,6 м, r = 0,2 м, G = 100 Н, F_1 = 60 Н, F_2 = 25 Н, радиус инерции барабана i_z = 0,4 м.

Решение

На барабан действуют силы $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, сила тяжести $\vec{G}$, пара сил с неизвестным моментом M, нормальная реакция опоры $\vec{N}$ и сила $\vec{F}_{\text{сц}}$ сцепления барабана с поверхностью. Сила сцепления приложена в точке K касания выступа барабана с наклонной плоскостью и направлена вдоль неё (рис. 5.20).

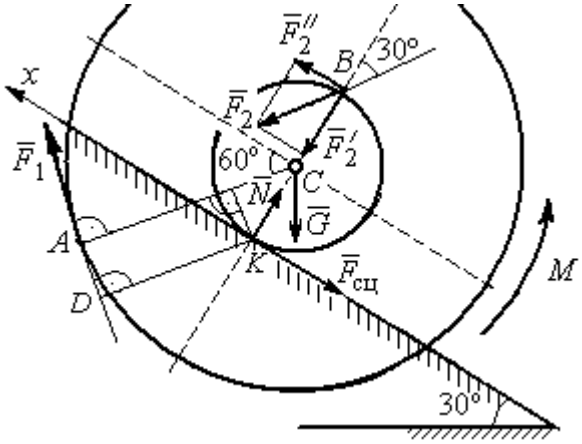


Рис. 5.20. Силы, действующие на барабан, во время движения

Для определения момента M, приводящего барабан в равновесие, запишем уравнение равновесия в виде равенства нулю моментов сил $\sum M_K(\vec{F}_k^e) = 0$ относительно точки K. Точка K выбрана с той целью, что в уравнение не будет входить момент неизвестной силы сцепления.

На рис. 5.20 показано разложение силы $\vec{F}_2$: $\vec{F}_2 = \vec{F}_2' + \vec{F}_2''$. Значения составляющих определяются как проекции: $F_2' = F_2\cos 30°$, $F_2'' = F_2\sin 30°$.

Применяя теорему Вариньона, вычислим момент силы $\vec{F}_2$ относительно точки K: $M_K(\vec{F}_2) = M_K(\vec{F}_2') + M_K(\vec{F}_2'') = F_2\sin 30° \cdot 2r$.

Момент силы $\vec{F}_1$ относительно точки K:

$$M_K(\vec{F}_1) = -F_1 \cdot KD = -F_1(R - r\cos 30°).$$

В результате уравнение моментов сил при равновесии барабана принимает вид

$$\sum M_K(\vec{F}_k^e) = -F_1(R - r\cos 30°) + F_2\sin 30° \cdot 2r - Gr\sin 30° + M = 0.$$

Подставляя сюда исходные данные задачи, находим величину уравновешивающего момента $M = 30{,}61$ Н·м. Направление момента показано дуговой стрелкой на рис. 5.20.

Увеличим значение момента M, удерживающего барабан в равновесии, в 1,2 раза: $M_1 = 1{,}2M$. Возникшее после этого качение барабана вверх по наклонной плоскости представляет собой плоскопараллельное движение, которое описывается с применением теорем о движении центра масс и об изменении кинетического момента.

Уравнение движения центра масс барабана в проекции на ось x, направленную вверх по наклонной плоскости, имеет вид:

$$m\ddot{x}_C = F_1\cos 30° + F_2\cos 60° - G\cos 60° - F_{\text{сц}},$$

где x_C – координата центра масс барабана.

Применив теорему об изменении кинетического момента барабана относительно оси z, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения и считая моменты сил положительными, если они создают вращение в сторону движущегося вверх барабана, выразим уравнение вращательного движения барабана вокруг оси z в виде:

$$J_{zC}\ddot{\varphi} = -F_1R + F_2r\cos 60° + F_{\text{сц}}r + M_1,$$

где φ – угол поворота барабана; J_{zC} – момент инерции барабана, $J_{zC} = mi_z^2$; i_z – радиус инерции. С учётом соотношения $\ddot{\varphi} = \dfrac{\ddot{x}_C}{r}$ получим уравнение:

$$m\ddot{x}_C\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right) = -F_1\left(\frac{R}{r} - \cos 30°\right) + 2F_2\cos 60° - G\cos 60° + \frac{M_1}{r}.$$

После подстановки данных задачи находим дифференциальное уравнение движения центра масс: $\ddot{x}_C = 0{,}6$. Дважды интегрируя его с нулевыми начальными условиями (так как движение началось из состояния покоя), находим закон движения центра масс: $x_C = 0{,}3t^2$ м. Из уравнения следует, что барабан движется в сторону положительного направления оси x.

Угловое ускорение барабана $\varepsilon = \ddot{\varphi} = \dfrac{\ddot{x}_C}{r}$ = 3 рад/с^2.

Задача 61. Механизм (рис. 5.21) включает в себя груз 1, каток 2 и ступенчатый барабан 3, соединённых нерастяжимыми нитями. Движение механизма происходит из состояния покоя в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы $\vec{F}$, приложенной в центре масс катка 2, и пары сил с моментом M, приложенной к барабану 3. Качение катка 2 по наклонной плоскости с углом наклона к горизонту 30º происходит без проскальзывания.

Каток 2 считать однородным диском радиуса R_2. Радиусы ступеней барабана 3: R_3, r_3, радиус инерции барабана i_3.

Найти ускорение груза 1, силы натяжения нитей и динамическую реакцию шарнира барабана 3, если $P_1 = P_2 = 2P$; $P_3 = 3P$, $F = 3P$; $M = Pr$, $R_2 = 2r$; $R_3 = 3r$; $r_3 = r$; $i_3 = r\sqrt{3}$.

Решение

Рассмотрим движение каждого тела системы отдельно, предварительно освободив тела от связей и заменив их действие реакциями. На рис. 5.22 изображены силы, действующие на тела системы, после освобождения их от

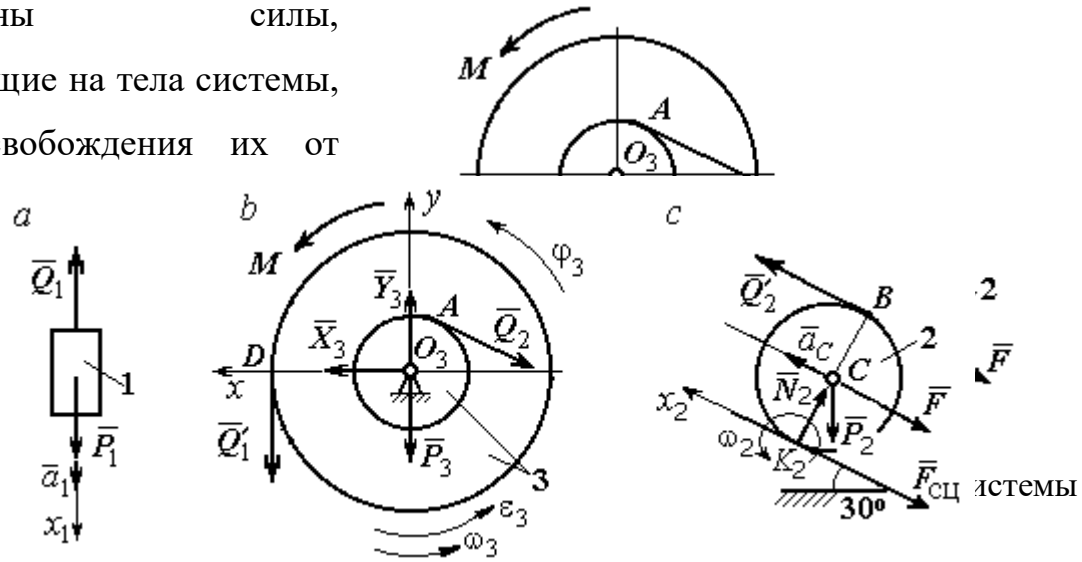


Рис. 5.22. Расчетные схемы для описания движения тел, входящих в систему

связей и направление движения каждого тела.

Допустим, груз движется вниз со скоростью V_1, ускорением a_1. К нему приложена сила тяжести $\vec{P}_1$ и реакция нити $\vec{Q}_1$ (рис. 5.22, *a*). Направим ось x_1 в сторону движения груза. Уравнение движения груза вдоль оси x_1 имеет вид:

$$m_1 a_1 = \sum F_{kx} = P_1 - Q_1 = 2P - Q_1 .$$

Барабан 3 вращается вокруг неподвижной оси z , проходящей через центр масс O_3. На диск 3 действует сила тяжести $\vec{P}_3$, реакция подшипника $\vec{R}_3$ (на рис. 5.22, *b* показано разложение реакции на составляющие $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$), пара сил с моментом M и реакции нитей $\vec{Q}_1'$ и $\vec{Q}_2$.

При составлении уравнения вращательного движения барабана моменты сил относительно оси считаем положительными, если они создают поворот в сторону вращения барабана. Уравнение вращения барабана 3 имеет вид:

$$J_{zO_3}\varepsilon_3 = \sum M_{zO_3}(F_k) = Q_1' R_3 + M - Q_2 r_3 = Q_1' 3r + Pr - Q_2 r ,$$

Момент инерции барабана относительно оси z: $J_{zO_3} = m_3 i_3^2 = \dfrac{9Pr^2}{g}$;

Каток 2 совершает плоскопараллельное движение. К нему приложена сила тяжести $\vec{P}_2$, сила $\vec{F}$, реакция нити $\vec{Q}_2'$, нормальная реакция $\vec{N}_2$ наклонной плоскости и сила $\vec{F}_{\text{сц}}$ сцепления диска с поверхностью (рис. 5.22, *c*).

Выберем ось x_2 по направлению движения центра масс катка 2. Плоскопараллельное движение катка описывается уравнениями движения его центра масс в проекции на ось x_2 и вращения вокруг оси, походящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска:

$$m_2 a_C = Q_2' - F - F_{\text{сц}} - P_2 \cos 60^\circ = Q_2' - 3P - F_{\text{сц}} - P ;$$

$$J_C \varepsilon_2 = Q_2' R_2 + F_{\text{сц}} R_2 = Q_2' 2r + F_{\text{сц}} 2r , \quad J_C = \frac{m_2 R_2^2}{2} .$$

При составлении второго уравнения момент силы считается положительным, если он создаёт поворот в сторону вращения катка.

К системе четырех уравнений, описывающих движения тел в системе, необходимо добавить уравнения связей между ускорениями точек и угловыми ускорениями тел. Предположим, скорость центра масс катка 2 равна V_C (см. рис. 5.22, *c*). Угловая скорость катка $\omega_2 = \dfrac{V_C}{CK_2} = \dfrac{V_C}{R_2}$, где CK_2 – расстояние от центра масс катка 2 до его мгновенного центра скоростей. Продифференцировав по времени последнее равенство, получим: $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \dfrac{\dot{V}_C}{R_2} = \dfrac{a_C}{2r}$.

Скорость точки *B* катка 2 $V_B = \omega_2 \cdot BK_2 = 2V_C$. Приравняв скорость точки *A* к скорости точки *B* (см. рис. 5.21), получим: $2V_C = V_B = V_A = \omega_3 r_3 = \omega_3 r$, откуда $\omega_3 = \dfrac{2V_C}{r}$. После дифференцирования найдём: $\varepsilon_3 = \dfrac{2a_C}{r}$.

Скорость груза 1 связана со скоростью центра масс катка 2 следующим образом: $V_1 = V_D = \omega_3 R_3 = \dfrac{2V_C}{r} 3r = 6V_C$. Тогда ускорение груза 1 $a_1 = 6a_C$.

После подстановки уравнений связи в уравнения движения с учётом равенства модулей сил $\vec{Q}_1'$ и $\vec{Q}_1$, а также $\vec{Q}_2$ и $\vec{Q}_2'$ получим систему:

$$\frac{12P}{g} a_C = 2P - Q_1; \quad \frac{18P}{g} a_C = 3Q_1 + P - Q_2,$$

$$\frac{2P}{g} a_C = Q_2 - 4P - F_{\text{сц}}; \quad \frac{P}{g} a_C = Q_2 + F_{\text{сц}},$$

откуда находим: $a_C = 0{,}09g$, $Q_1 = 0{,}92P$, $Q_2 = 2{,}14P$.

Динамические реакции $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$, действующие на ось вращающегося барабана 3 (рис. 5.22, *b*), определяются из уравнений, которые можно получить, формально применив к барабану теорему о движении центра масс. Так как центр масс барабана 3 неподвижен, его ускорение равно нулю, $a_{O_3} = 0$. Тогда уравнения движения его центра масс в проекциях на оси *x*, *y* имеют вид:

$$m_3 a_{O_3 x} = X_3 - Q_2 \cos 30^\circ = 0;$$

$$m_3 a_{O_3 y} = Y_3 - Q_1 - P_3 - Q_2 \cos 60^\circ = 0.$$

Подставляя значения $Q_1 = 0{,}92P$ и $Q_2 = 2{,}14P$, находим составляющие реакции оси барабана 3: $X_3 = Q_2 \cos 30^\circ = 1{,}85P$, $Y_3 = Q_1 + P_3 + Q_2 \cos 60^\circ = 4{,}98P$.

Полная величина реакции оси барабана 3: $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2} = 5{,}31P$.

Задача 62. Подъёмное устройство (рис. 5.23) состоит из однородного диска 1 массой m_1, радиусом r_1, ступенчатого диска 2 массой $m_2 = 3m_1$, радиусом $R_2 = 4r_1$ и радиусом ступеньки $r_2 = r_1$ и груза 3 массой $m_3 = 2m_1$. Система движется из состояния покоя в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом $M = m_1 g r_1$, приложенной к диску 1. Определить ускорение груза 3 и натяжение нити груза 3, если радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, походящей через центр масс, перпендикулярно плоскости диска 2, $i_{2C} = 2r_1$.

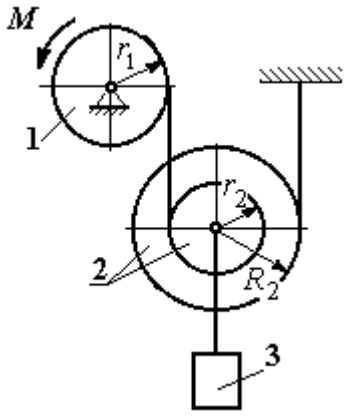


Рис. 5.23. Конструкция подъёмного устройства

Решение задачи осуществить с применением теоремы об изменении кинетической энергии системы и проверить его методом динамического расчёта, составляя уравнения движения тел, входящих в систему.

Решение

1. Для неизменяемой системы (состоящей из абсолютно твёрдых тел, соединённых нерастяжимыми нитями), движущейся из состояния покоя, теорема об изменении кинетической энергии на конечном перемещении имеет вид $T = \sum A(\vec{F}_k^e)$. Схема движения механизма в предположении, что груз 3 опускается, показана на рис. 5.24.

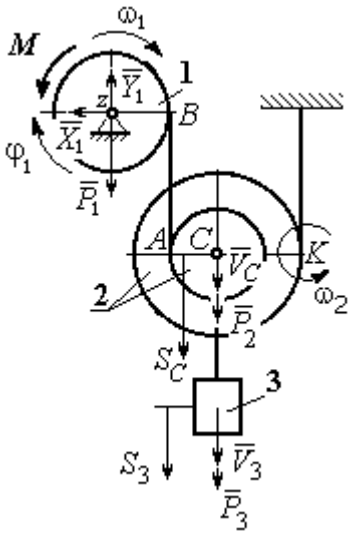


Рис. 5.24. Схема движения механизма

Диск 1 вращается вокруг неподвижной оси *z*. Кинетическая энергия диска 1: $T_1 = \frac{J_{1z}\omega_1^2}{2}$, где момент инерции диска $J_{1z} = \frac{m_1 r_1^2}{2}$.

У диска 2 плоскопараллельное движение. Кинетическая энергия диска 2: $T_2 = \frac{m_2 V_C^2}{2} + \frac{J_{2C}\omega_2^2}{2}$, где V_C – скорость центра масс диска 2. Момент инерции диска 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно движению диска, $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$.

Кинетическая энергия груза 3: $T_3 = \frac{m_3 V_3^2}{2}$.

Энергия механизма равна сумме энергий тел, входящих в систему:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{J_{1z}\omega_1^2}{2} + \frac{m_2 V_C^2}{2} + \frac{J_{2C}\omega_2^2}{2} + \frac{m_3 V_3^2}{2}.$$

Выразим угловые скорости дисков 1 и 2 и скорость центра масс диска 2 через скорость груза 3.

Скорость центра масс диска 2 равна скорости груза 3, $V_C = V_3$. Угловая скорость диска 2 $\omega_2 = \frac{V_C}{CK} = \frac{V_3}{R_2}$, где *CK* – расстояние от центра диска 2 до его мгновенного центра скоростей.

Скорость точки B нити равна скорости точки A. Из равенства $\omega_1 r_1 = \omega_2 (R_2 + r_2)$ найдём: $\omega_1 = \dfrac{(r_2 + R_2)}{r_1}\omega_2 = \dfrac{(r_2 + R_2)}{r_1}\dfrac{V_3}{R_2}$.

Подставляя найденные зависимости в выражение энергии системы, получим кинетическую энергию механизма:

$$T = \frac{V_3^2}{2}\left[\frac{m_1}{2}\left(1+\frac{r_2}{R_2}\right)^2 + m_2\left(1+\frac{i_{2C}^2}{R_2^2}\right) + m_3\right] = \frac{209}{64}m_1 V_3^2.$$

Во время движения механизма работу совершают силы тяжести $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ и пара сил с моментом M. Перемещения S_C и S_3 точек приложения сил $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ и угол φ_1 поворота диска 1 показаны на рис. 5.24.

Сумма работ сил $\sum A(\vec{F}_k^e) = P_3 S_3 + P_2 S_C - M\varphi_1$. Работа момента отрицательная, так как заданное направление момента противоположно выбранному направлению вращения колеса 1.

Выразим перемещение центра масс диска 2 и угол поворота диска 1 через перемещение груза 3. Проинтегрировав равенство скоростей $V_3 = V_C$, получим равенство перемещений: $S_3 = S_C$. Аналогично, из равенства $\omega_1 = \dfrac{(r_2 + R_2)}{r_1}\dfrac{V_3}{R_2}$ следует соотношение $\varphi_1 = \dfrac{(r_2 + R_2)}{r_1}\dfrac{S_3}{R_2}$.

В итоге суммарная работа внешних сил в механизме:

$$\sum A(\vec{F}_k^e) = \left[P_3 + P_2 - M\frac{(r_2 + R_2)}{r_1 R_2}\right]S_3 = \frac{15}{4}m_1 g S_3.$$

Составляя уравнение теоремы об изменении кинетической энергии системы, получим равенство:

$$\frac{209}{64}m_1 V_3^2 = \frac{15}{4}m_1 g S_3 \text{ или } V_3^2 = \frac{240}{209}g S_3.$$

Продифференцируем последнее равенство. Получим: $2V_3\dfrac{dV_3}{dt}=\dfrac{240}{209}g\dfrac{dS_3}{dt}$. Так как $\dfrac{dS_3}{dt}=V_3$, а $\dfrac{dV_3}{dt}=a_3$, находим ускорение груза 3: $a_3=\dfrac{120}{209}g$ м/с^2.

Для того чтобы найти натяжение нити груза 3, необходимо написать уравнение его движения. Выделим груз 3 из системы, заменив действие нити её реакцией H_3. Выберем ось x по направлению движения груза. Применим к описанию движения груза теорему о движении центра масс, написав её проекцию на ось x: $m_3a_3=P_3-H_3$, где H_3 –реакция нити. При известном ускорении a_3 находим реакцию нити $H_3=\dfrac{178}{209}m_1g$. Натяжение нити численно равно реакции, но направлено в противоположную сторону.

2. Для решения задачи вторым способом – путём составления уравнений движения тел, входящих в состав механизма, освободим тела от связей и заменим их реакциями. На рис. 5.25 изображены силы и реакции, действующие на каждое тело, после освобождения его от связей, а также направления угловых ускорений тел и ускорения центров масс.

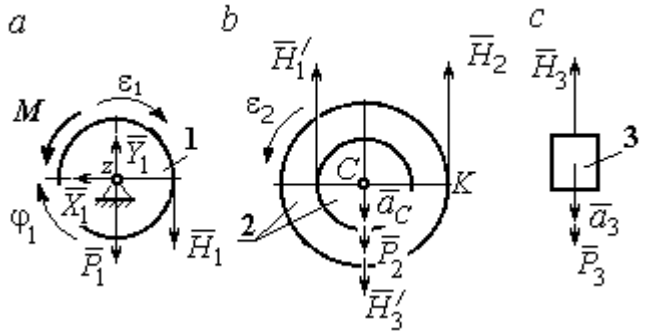


Рис. 5.25. Внешние силы и реакции связей, действующие на тела системы

Диск 1 вращается вокруг неподвижной оси z. На диск действует сила тяжести $\vec{P}_1$, реакция подшипника $\vec{X}_1$, $\vec{Y}_1$, пара сил с моментом M и реакция нити $\vec{H}_1$. Вращение диска описывается уравнением: $J_{1z}\varepsilon_1=\sum M_z(F_k)=H_1r_1-M$. Момент инерции диска 1 относительно оси z, $J_{1z}=\dfrac{m_1r_1^2}{2}$.

Диск 2 (рис. 5.25, *b*) совершает плоскопараллельное движение. К нему приложена сила тяжести $\vec{P}_2$ и реакции нитей $\vec{H}_1'$, $\vec{H}_2$ и $\vec{H}_3'$. Плоскопараллельное движение диска 2 описывается уравнением движения его центра масс в проекции

на вертикальную ось и уравнением вращения диска вокруг оси, походящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска:

$$m_2 a_C = P_2 - H_1' - H_2 + H_3'; \;\; J_{2C}\varepsilon_2 = H_2 R_2 - H_1' r_2 .$$

Момент инерции диска 2 $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$. При составлении уравнения вращательного движения диска 2 момент силы считается положительным, если он создаёт поворот в сторону вращения диска.

Груз 3 совершает поступательное движение. К нему приложены сила тяжести $\vec{P}_3$ и реакция нити $\vec{H}_3$ (рис. 5.25, *c*). Уравнение движения груза 3 в проекции на вертикальную ось, направленную в сторону его движения, имеет вид:

$$m_3 a_3 = P_3 - H_3 ,$$

Выразим угловые ускорения дисков 1 и 2 и ускорение центра масс диска 2 через ускорение груза 3. Для этого нужно продифференцировать соответствующие кинематические соотношения между скоростями. Так, из найденных ранее выражений: $V_3 = V_C$, $\omega_2 = \dfrac{V_3}{R_2}$, $\omega_1 = \dfrac{(r_2 + R_2)}{r_1}\dfrac{V_3}{R_2}$ следует:

$a_3 = a_C$, $\varepsilon_2 = \dfrac{a_3}{R_2}$, $\varepsilon_1 = \dfrac{(r_2 + R_2)}{r_1}\dfrac{a_3}{R_2}$.

Подставляя кинематические соотношения между ускорениями в уравнения движения тел с учётом равенства модулей сил $\vec{H}_1$ и $\vec{H}_1'$, а также $\vec{H}_3$ и $\vec{H}_3'$, получим систему уравнений, описывающих движение звеньев механизма:

$$\frac{5}{8} m_1 a_3 = H_1 - m_1 g ; \;\; 3m_1 a_3 = 3m_1 g - H_1 - H_2 + H_3 ;$$

$$3m_1 a_3 = 4H_2 - H_1 ; \;\; 2m_1 a_3 = 2m_1 g - H_3 .$$

Решая систему, найдём $a_3 = \dfrac{120}{209} g$ м/с^2, $H_3 = \dfrac{178}{209} m_1 g$. Выражения ускорения a_3 груза 3 и натяжения нити H_3 совпадают с аналогичными

выражениями, полученными в пункте 1 при решении данной задачи с применением теоремы об изменении кинетической энергии.

Упражнения

Упражнение 5.5. Система состоит из двух катков 1 и 2, соединённых невесомым стержнем (рис. 5.26). Каток 1 весом P, радиуса r. Каток 2 весом $2P$, радиуса $3r$ имеет цилиндрический выступ радиуса r. Невесомый стержень, параллельный плоскости качения катков, закреплён в центре катка 1 и передаёт движение катка 1 катку 2 в верхней точке вертикального диаметра цилиндрического выступа без проскальзывания. Качение катков без скольжения. К катку 1 приложена пара сил с моментом $M = 4Pr$. В центре масс катка 2 приложена сила $F = 2P$. Радиус инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр катка перпендикулярно плоскости движения, $i_2 = r\sqrt{2}$. Найти ускорение центра масс катка 1 и реакцию стержня.

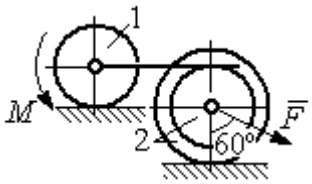


Рис. 5.26. Система катков

Упражнение 5.6. С помощью подъёмного устройства (рис. 5.27) производится подъём груза 1. Нить, закреплённая одним концом на неподвижной поверхности, спускается, охватывает снизу блок 2 массы $m_2 = m$, радиуса r, затем поднимается и проходит параллельно горизонтальной плоскости, где к концу её привязан груз 3 массы $m_3 = m$, передвигающийся по плоскости под действием силы $F = 2{,}5mg$. Нити, удерживающие блок 2, вертикальны. Груз 1 массы $m_1 = 3m$ прикреплён к оси блока 2. Найти ускорение груза 1 и натяжения нитей, удерживающих блок 2.

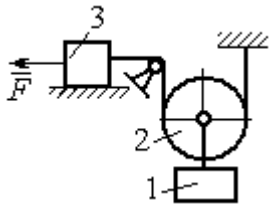


Рис. 5.27. Подъёмное устройство

Упражнение 5.7. Груз 1 массы $m_1 = m$, спускается вниз по наклонной плоскости без трения (рис. 5.28). Нить, прикреплённая к грузу 1, другим своим концом намотана на барабан катка 2 радиуса $R = 2r$ и при движении груза заставляет барабан катиться по горизонтальной поверхности цилиндрическим выступом радиуса r. Качение происходит без проскальзывания. К центру катка привязана другая нить, посредством которой каток тащит за собой груз 3 массы $m_3 = 2m$, скользящий по горизонтальной поверхности без трения. Масса катка $m_2 = 3m$, радиус инерции катка относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения $i_2 = r\sqrt{3}$. По касательной к ободу катка 2 приложена сила $F = mg$ (точка приложения силы см. рис. 5.28). Определить ускорение груза 1 и натяжения нитей.

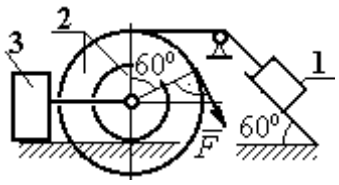


Рис. 5.28. Схема движения механической системы

6. ПРИНЦИПЫ МЕХАНИКИ

6.1. Принцип Даламбера для системы

Силой инерции материальной точки называют векторную величину, модуль которой равен произведению массы точки на модуль её ускорения. Направлен вектор силы инерции точки в сторону, противоположную ускорению $\vec{R}^{\text{и}} = -m\vec{a}$, где m – масса точки; $\vec{a}$ – вектор ускорения точки.

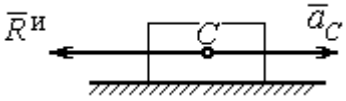


Рис. 6.1. Главный вектор сил инерции при поступательном движении твердого тела

При поступательном движении тела с ускорением центра масс $\vec{a}_C$ главный вектор сил инерции $\vec{R}^{\text{и}}$ по модулю $R^{\text{и}} = ma_C$, приложен в центре масс тела и направлен в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_C$ (рис. 6.1).

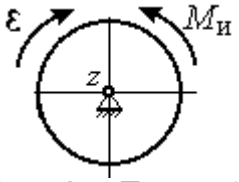


Рис. 6.2. Главный момент сил инерции при вращении тела вокруг оси, проходящей через центр масс

При вращении тела вокруг неподвижной оси z, проходящей через центр масс, главный вектор сил инерции обращается в нуль. Главный момент $\vec{M}^{\text{и}}$, сил инерции относительно оси вращения равен по величине $M^{\text{и}} = J_z\varepsilon$, где J_z – момент инерции тела относительно оси z; ε – угловое ускорение тела. Направлен главный момент сил инерции в сторону, противоположную угловому ускорению (рис. 6.2).

При плоскопараллельном движении тела с ускорением центра масс $\vec{a}_C$ и угловым ускорением ε главный вектор сил инерции $\vec{R}^{\text{и}}$ равен по модулю $R^{\text{и}} = ma_C$, приложен в центре масс тела и направлен в сторону, противоположную ускорению центра масс $\vec{a}_C$ (рис. 6.3).

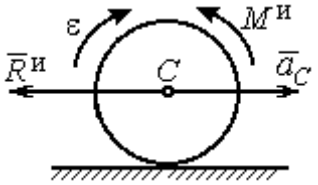


Рис. 6.3. Главный вектор и главный момент сил инерции при плоскопараллельном движении твердого тела

Главный момент сил инерции $\vec{M}^{\text{и}}$ относительно оси, проходящей через центр масс тела перпендикулярно плоскости движения: $M^{\text{и}} = J_C\varepsilon$, где J_C – момент инерции тела относительно оси вращения, и направлен в сторону, противоположную угловому ускорению.

Если в любой момент времени к каждой из точек системы кроме действующих на нее внешних сил присоединить соответствующие силы инерции, то полученная система сил будет уравновешенной.

Принцип Даламбера даёт возможность составлять уравнения движения механической системы в виде уравнений равновесия (метод кинетостатики):

$$\sum \vec{F}_k^e + \vec{R}^{\text{и}} = 0,\ \sum \vec{M}_O(\vec{F}_k^e) + \vec{M}_O^{\text{и}} = 0,$$

где $\vec{F}_k^e$ –внешние силы, действующие на систему; $\vec{R}^{\text{и}}$ – главный вектор сил инерции; $\vec{M}_O(\vec{F}_k^e)$, $\vec{M}_O^{\text{и}}$ – моменты внешних сил и главный момент сил инерции относительно произвольного центра *O*.

Примеры решения задач на применение принципа Даламбера

Задача 63. Груз 1 массы m_1 = 10 кг спускается вниз по наклонной грани клина, образующей угол 60º с горизонтом, и посредством нити, переброшенной через блок 2, укреплённый в верхней точке клина, приводит в движение груз 3 массы m_3 = 5 кг (рис. 6.4). Клин *ABC* массы m_4 = 15 кг стоит гранью *AC* на горизонтальной гладкой поверхности и упирается в выступ *E*.

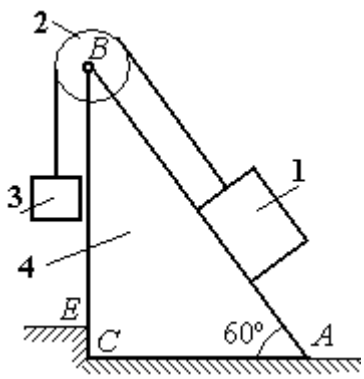


Рис. 6.4. Клин с грузами

Найти давление клина на выступ. Массой блока 2 и нити пренебречь.

Решение

Выберем систему, состоящую из клина *ABC*, блока 2, грузов 1 и 3 и нити, соединяющей грузы. Внешние силы, действующие на систему, – силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_3$ и $\vec{P}_4$ грузов 1, 3 и клина 4, горизонтальная реакция $\vec{R}_x$ упора клина в

выступ и вертикальная реакция $\vec{R}_y$ опоры на горизонтальную поверхность. Реакция нити, реакция опоры груза 1 на наклонную поверхность клина и реакция шарнира *B* блока 2 для данной системы являются внутренними.

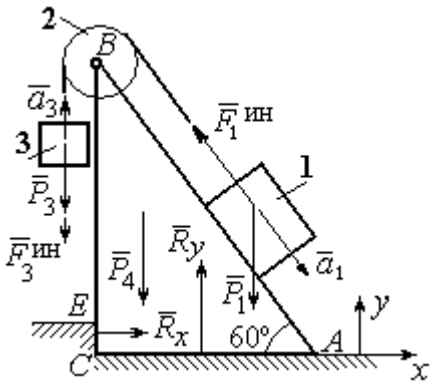


Рис. 6.5. Внешние силы и силы инерции, действующие на систему

Допустим, груз 1 движется вниз, груз 3 – вверх. Приложим силы инерции. Направления ускорений грузов и сил инерции показаны на рис. 6.5.

В соответствии с принципом Даламбера, полученная система сил находится в равновесии. Условие равновесия: $\sum \vec{F}_k^e + \vec{F}_1^{ин} + \vec{F}_3^{ин} = 0$.

Выберем оси *xy*, как показано на рис. 6.5, и спроектируем векторное равенство на ось *x*. Получим: $R_x - F_1^{ин}\cos 60^\circ = 0$, где модуль силы инерции $F_1^{ин} = m_1 a_1$.

Найдём ускорение груза 1. С этой целью рассмотрим отдельно движение грузов 1 и 3 (рис. 6.6 *a*, *b*).

Рассматривая груз 1 как отдельную систему, изобразим внешние силы: силу тяжести $\vec{P}_1$, реакцию нити $\vec{T}'$ и реакцию опоры $\vec{N}$ (см. рис. 6.6, *b*). Присоединим силу инерции $\vec{F}_1^{ин}$ и составим уравнение равновесия полученной системы сил в проекции на ось *x*, расположенную вдоль наклонной грани клина: $P_1 \sin 60^\circ - T' - F_1^{ин} = 0$, где $F_1^{ин} = m_1 a_1$.

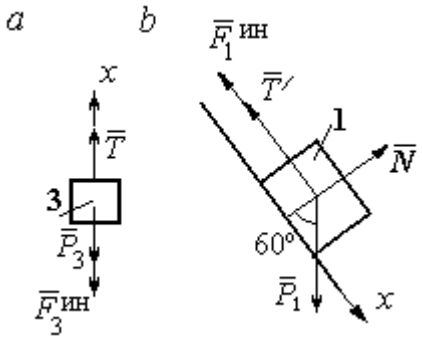


Рис. 6.6. Равновесие грузов

Для груза 3 внешними силами будут сила тяжести $\vec{P}_3$ и реакция нити $\vec{T}$. Присоединим к грузу 3 силу инерции $\vec{F}_3^{ин}$ (см. рис. 6.6, *a*) и составим уравнение

равновесия системы сил в проекции на ось x, выбранную по направлению движения груза 3: $T - P_3 - F_3^{\text{ин}} = 0$, где модуль силы инерции $F_3^{\text{ин}} = m_3 a_3$.

Решая полученную систему с учётом, что модули реакций нити и модули ускорений грузов равны: $T = T'$ и $a_1 = a_3$, находим ускорение грузов. Получим: $a_1 = a_3 = \dfrac{(m_1 \sin 60^\circ - m_3)g}{m_1 + m_3}$. Тогда давление клина на уступ:

$$R_x = F_1^{\text{ин}} \cos 60^\circ = m_1 g \frac{(m_1 \sin 60^\circ - m_3)}{(m_1 + m_3)} \cos 60^\circ .$$

Подставляя данные из условия задачи, найдём R_x = 11,97 Н.

Задача 64. Для подъёма грузов используется лебёдка со ступенчатым воротом, изображённая на рис. 6.7. Радиусы большой и малой ступенек барабана ворота r_1 и r_2, радиус инерции барабана относительно оси вращения i_3. Лебёдка установлена на горизонтальной балке AB, которая закреплена в точке A на неподвижном цилиндрическом шарнире и опирается на каток в точке B. Груз 1 поднимается на верёвке, навитой на большую ступеньку ворота. На малой ступеньке барабана ворота закреплена другая верёвка, удерживающая противовес 2. К барабану лебёдки приложен постоянный вращающий момент $M_{\text{вр}}$.

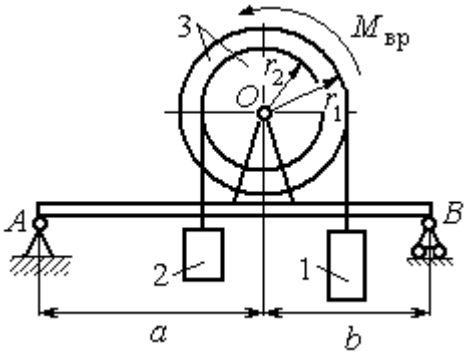


Рис. 6.7. Лебёдка на балке

Найти реакции опор балки во время движения груза, если радиусы ступенек барабана r_1 = 0,8 м, r_2 = 0,2 м, радиус инерции барабана относительно оси вращения i_3=0,6 м, масса груза 1 m_1 = 100 кг, противовеса 2 m_2 =30 кг, масса барабана m_1 = 50 кг, величина вращающего момента $M_{\text{вр}}$ = 1050 Н·м, расстояния от крайних точек балки A и B до линии вертикального диаметра барабана a = 2 м, b = 1 м.

Решение

Выберем систему, включающую только барабан 3, грузы 1 и 2 и нити, связывающие грузы с барабаном (рис. 6.8). Внешние силы, действующие на эту систему, – пара сил, создающая вращающий момент $M_{\text{вр}}$, силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ грузов 1, 2 и барабана 3 и реакция $\vec{R}_O$ опоры барабана на шарнир в точке O. Натяжения нитей для данной системы являются внутренними и на рис. 6.8 не показаны.

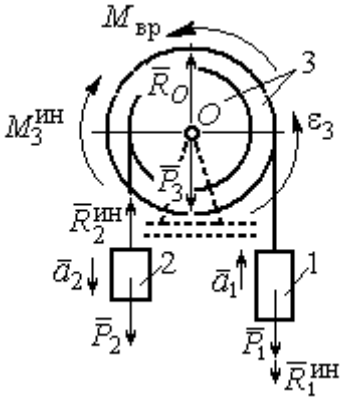


Рис. 6.8. Расчётная схема равновесия барабана

Приложим силы инерции. Направления главных векторов сил инерции $\vec{R}_1^{\text{ин}}$, $\vec{R}_2^{\text{ин}}$ и момента сил инерции $M_3^{\text{ин}}$ показаны на рис. 6.8.

Согласно принципу Даламбера, полученная система внешних сил и сил инерции является уравновешенной. Составим уравнения равновесия:

$$R_O + R_2^{\text{ин}} - P_2 - P_3 - P_1 - R_1^{\text{ин}} = 0; \;\; M_{\text{вр}} - M_3^{\text{ин}} - R_2^{\text{ин}} r_2 + P_2 r_2 - P_1 r_1 - R_1^{\text{ин}} r_1 = 0,$$

где $R_1^{\text{ин}} = m_1 a_1$, $R_2^{\text{ин}} = m_2 a_2$, $M_3^{\text{ин}} = J_{3O}\varepsilon_3$, $J_{3O} = m_3 i_3^2$.

Из второго уравнения с учётом кинематических соотношений: $\varepsilon_3 = \dfrac{a_1}{r_1}$ и $a_2 = \dfrac{r_2}{r_1} a_1$, найдём ускорение груза 1: $a_1 = \dfrac{r_1(M_{\text{вр}} + P_2 r_2 - P_1 r_1)}{m_3 i_3^2 + m_2 r_2^2 + m_1 r_1^2}$. Подставляя данные задачи, получим a_1 = 3,49 м/с^2.

Вычислим модули сил инерции $R_1^{\text{ин}} = m_1 a_1$=349 Н; $R_2^{\text{ин}} = m_2 a_2$ = 26,17 Н.

Подставляя модули сил инерции в первое уравнение условий равновесия, найдём реакцию опоры барабана на шарнир O:

$$R_O = -R_2^{\text{ин}} + P_2 + P_3 + P_1 + R_1^{\text{ин}} = 2088{,}63 \text{ Н}.$$

Для определения реакций опор балки AB выберем объектом равновесия саму балку (рис. 6.9). На балку действуют сила $\vec{R}'_O$ давления со стороны шарнира O, реакция шарнира в точке A (на рис. 6.9 разложенная на составляющие $\vec{R}_{Ax}$, $\vec{R}_{Ay}$) и реакция $\vec{R}_{By}$ опоры балки на шарнир в точке B. Составим уравнения равновесия балки:

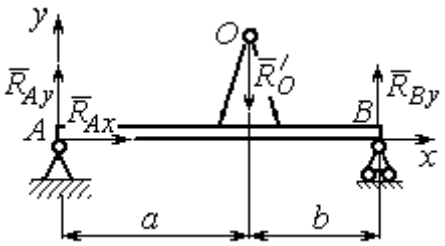


Рис. 6.9. Равновесие балки

$$\sum F_x = R_{Ax} = 0,\ \sum F_y = R_{Ay} - R'_O + R_{By} = 0,$$

$$\sum M_A(F) = R_{By}(a+b) - R'_O a = 0.$$

Решая систему с учётом того, что модули сил $\vec{R}'_O$ и $\vec{R}_O$ равны, найдём реакции опор балки: $R_{By} = R_O \dfrac{a}{a+b}$ = 1392,42 Н; $R_{Ay} = R_O - R_{By}$ = 696,21 Н.

Для сравнения реакции опор балки при неподвижном барабане R_{By} = 1419,18 Н, R_{Ay} = 346,62 Н.

Упражнение

Упражнение 6.1. Груз 1 соединён с грузом 2 нерастяжимой нитью, переброшенной через неподвижный блок (рис. 6.10). Опускаясь вниз, груз 2 перемещает груз 1 по горизонтальной поверхности призмы 3 без трения. Призма стоит на горизонтальной гладкой поверхности и упирается левым краем в выступ. Определить силу давления призмы на пол, если массы грузов 1, 2 и призмы 3 одинаковы и равны m. Массой нити и блока пренебречь.

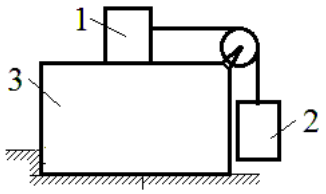


Рис. 6.10. Схема движения грузов в системе

6.2. Принцип возможных перемещений

Возможными перемещениями механической системы называют любую совокупность элементарных (бесконечно малых) перемещений точек системы из занимаемого в данный момент времени положения, которые допускаются всеми наложенными на систему связями.

Идеальными связями в механической системе называют такие связи, для

которых сумма элементарных работ их реакций на любом возможном перемещении равна нулю.

Принцип возможных перемещений.

Если все приложенные к точкам системы внешние и внутренние силы разделить на **активные силы** и **реакции связей**, то для равновесия механической системы с идеальными связями необходимо и достаточно, чтобы сумма элементарных работ всех активных сил была равна нулю на любом возможном перемещении системы: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = 0$.

Примеры решения задач на применение принципа возможных перемещений

Задача 65. В талевом механизме барабан 1 состоит из двух соосных жестко связанных валов (рис. 6.11). При поднятии груза верхний трос барабана 1 наматывается на вал большего радиуса R_1, нижний – сматывается с вала меньшего радиуса r_1.

Какой вращающий момент M, постоянный по величине, нужно приложить к барабану, чтобы уравновесить груз весом P, прикреплённый в центре блока 4. Массами блоков и троса пренебречь.

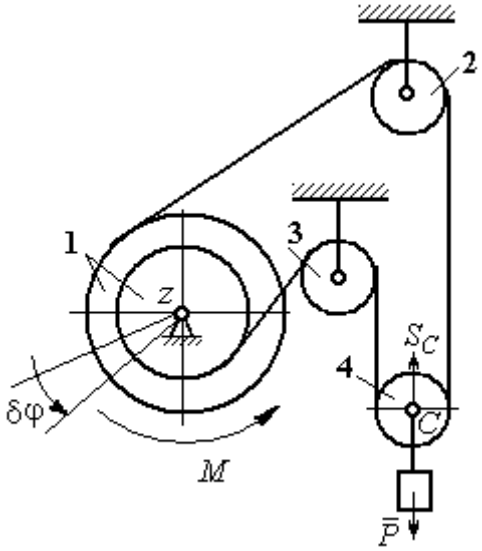


Рис. 6.11. Уравновешивание талевого механизма

Решение

Активными силами в системе являются сила тяжести груза $\vec{P}$ и уравновешивающий момент M. По принципу возможных перемещений для равновесия системы необходимо и достаточно выполнения условия:

$$\delta A(M) + \delta A(\vec{P}) = 0, \text{ или } M\delta\varphi_1 - P\delta S_C = 0.$$

где $\delta\varphi_1$ и δS_C – возможные перемещения барабана и груза.

Найдём связь между перемещениями $\delta\varphi_1$ и δS_C. Предположим, в механизме осуществляется подъём груза. На рис. 6.12 показано построение мгновенного центра скоростей блока 4 – точки *K*. Здесь скорость точки *A* блока 4 (рис. 6.12) равна скорости точек обода малого вала барабана 1, а скорость точки *B* – скорости точек обода большого вала. Составим пропорцию $\frac{V_B}{V_A}=\frac{BK}{AK}=\frac{r_4+CK}{r_4-CK}$, где r_4 – радиус блока 4 (см. рис.6.12). Подставляя выражения для скоростей точек *A* и *B* $V_A=\omega_1 r_1$, $V_B=\omega_1 R_1$, найдём расстояние: $CK=\frac{(R_1-r_1)r_4}{R_1+r_1}$.

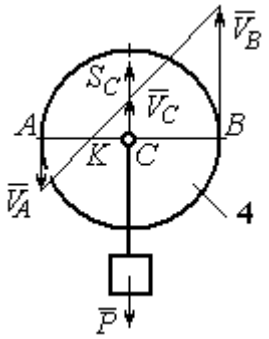


Рис. 6.12. Распределение скоростей точек блока 4

Угловая скорость блока 4 $\omega_4=\frac{V_B}{r_4+CK}=\frac{\omega_1(R_1+r_1)}{2r_4}$. Скорость его центра: $V_C=\omega_4\cdot CK=\frac{\omega_1(R_1-r_1)}{2}$. Выразим соотношение между скоростью точки *C* и угловой скоростью барабана 1 в дифференциальной форме: $dS_C=d\varphi_1\frac{(R_1-r_1)}{2}$. Поскольку действительное перемещение является одним из возможных (т. е. $ds=\delta s$, $d\varphi=\delta\varphi$), получим связь между возможными перемещениями барабана 1 и груза: $\delta S_C=\frac{\delta\varphi_1(R_1-r_1)}{2}$.

Подставляя найденное соотношение в уравнение принципа возможных перемещений, представим его в окончательном виде: $M\delta\varphi_1-P\frac{\delta\varphi_1(R_1-r_1)}{2}=0$, откуда найдём значение уравновешивающего момента: $M=\frac{P(R_1-r_1)}{2}$.

Задача 66. Брус 1 весом $P_1 = P$ лежит на цилиндрическом катке 2 и на блоке 3 одинаковых радиусов r, и одинакового веса $P_2 = P_3 = 2P$ (рис. 6.13). Каток 2 катится без проскальзывания по наклонной плоскости с углом наклона 30° к горизонту. Блок 3 вращается вокруг неподвижной оси z и к нему приложена пара сил с моментом $M = =Pr$. Каток и блок расположены так, что брус 1 параллелен наклонной плоскости.

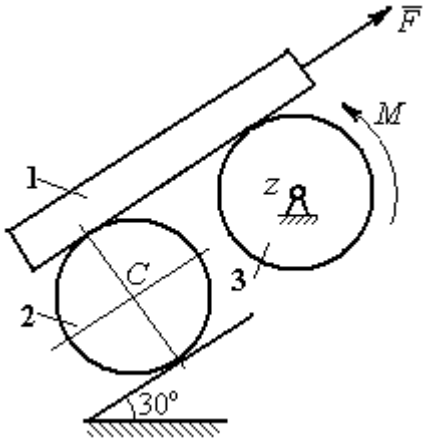


Рис. 6.13. Равновесие механической системы

Какую силу F, параллельную наклонной плоскости, нужно приложить к брусу 1, чтобы удержать его в равновесии. Скольжение между брусом и катком, брусом и блоком отсутствует.

Решение

Рассмотрим механизм, состоящий из бруса 1, катка 2 и блока 3. Активными силами, действующими на механизм, являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$ и $\vec{P}_3$ бруса, катка и блока, пара сил с моментом M, приложенная к блоку 3, и сила $\vec{F}$, приложенная к брусу. Связи в механизме идеальные, так как работа реакции $\vec{N}_2$ опоры катка 2 на плоскость, работа силы $\vec{F}_{\text{сц}}$ сцепления катка с плоскостью и работа реакции шарнира блока 3 при любом перемещении системы равны нулю. Направления векторов сил в системе показаны на рис. 6.14.

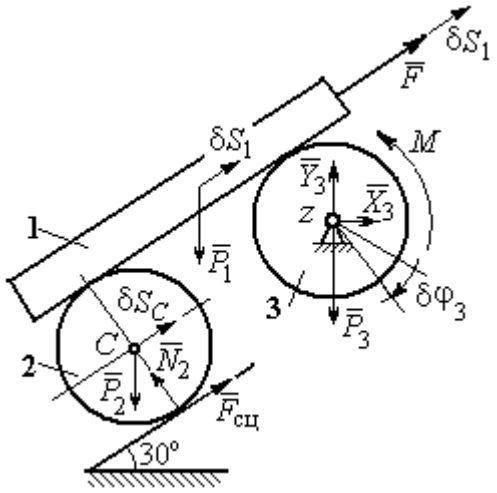


Рис. 6.14. Расчётная схема применения принципа возможных перемещений

Придадим системе возможное перемещение, сдвинув брус 1 на расстояние δS_1 вдоль линии действия силы $\vec{F}$, вверх по наклонной плоскости. Тогда центр

катка 2 переместится на расстояние δS_C, а блок 3 повернётся на элементарный угол $\delta\varphi_3$ (см. рис. 6.14).

Для определения условий равновесия применим к системе принцип возможных перемещений. Получим уравнение:

$$-P_1\delta S_1\cos 60^\circ - P_2\delta S_C\cos 60^\circ - M\delta\varphi_3 + F\delta S_1 = 0.$$

Выразим все перемещения через перемещение бруса δS_1. Допустим, скорость бруса равна V_1. Тогда $V_C = \frac{V_1}{2}$, и, следовательно, $\delta S_C = \frac{\delta S_1}{2}$.

Угловая скорость блока 3 $\omega_3 = \frac{V_1}{r}$, отсюда $\delta\varphi_3 = \frac{\delta S_1}{r}$.

Подставляя найденные соотношения в уравнение принципа возможных перемещений с учётом данных задачи, находим $F = 2P$.

Задача 67. Уравновешивание роликового катка 3 с противовесом 1 осуществляется с помощью пары сил с моментом *M*, приложенных к блоку 2. Каток состоит из двух соосных жестко связанных дисков (рис. 6.15) радиусов *r* и *R* = 2*r* с общей массой 3*m*. Масса груза 1 равна *m*. При движении каток катится без скольжения по вертикальной поверхности, касаясь её диском меньшего радиуса. Вертикальная пружина с закреплённым верхним концом своим нижним концом удерживает каток за центр масс. Жесткость пружины $c = mg/r$.

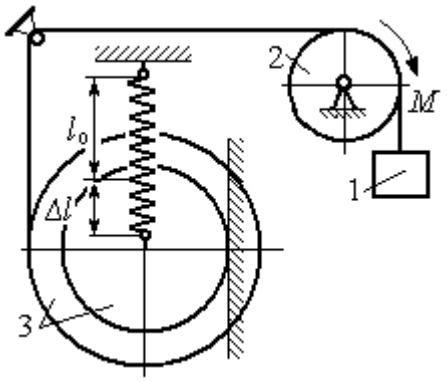


Рис. 6.15. Уравновешивание роликового катка

Какой величины уравновешивающий момент *M* приложен к блоку 2, если при равновесии катка пружина растянулась относительно недеформированного состояния на величину $\Delta l = r$.

Решение

Рассмотрим механическую систему, состоящую из груза 1, блока 2 и катка 3. Активными силами, действующими на механизм, являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$ и $\vec{P}_3$ – груза, блока и катка, пара сил с моментом M, приложенная к блоку 2, и сила $\vec{F}_{\text{упр}}$ упругости пружины, приложенная к центру катка. Реакциями связей в механизме являются: сила $\vec{F}_{\text{сц}}$ сцепления катка с плоскостью и реакция $\vec{R}_2$ шарнира блока 2.

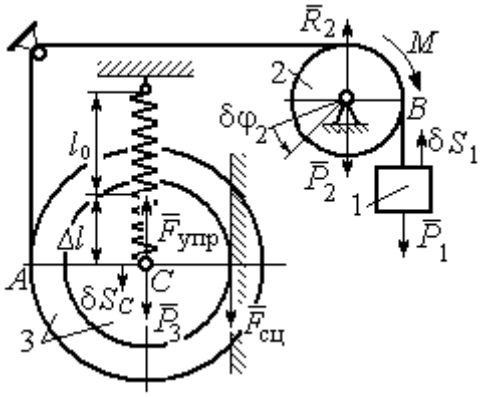


Рис. 6.16. Расчётная схема уравновешивания ролика

Реакция $\vec{N}_2$ опоры катка 2 на вертикальную плоскость равна нулю (на рис. 6.16 не показана).

Допустим, система находится в равновесии. Дадим центру катка возможное перемещение δS_C, направленное вертикально вниз. При этом блок 2 повернётся на угол $\delta\varphi_2$, а груз 1 получит бесконечно малое перемещение δS_1. Направления возможных перемещений показаны на рис. 6.16.

Составим уравнение принципа возможных перемещений:

$$P_3\delta S_C - F_{\text{упр}}\delta S_C + M\delta\varphi_2 - P_1\delta S_1 = 0,$$

где сила упругости в положении равновесия системы $F_{\text{упр}} = c\Delta l$.

Выразим перемещения $\delta\varphi_2$, δS_1 блока 2 и груза 1 через перемещение центра катка δS_C. Предположим, при возможном перемещении скорость центра масс катка равна V_C. Скорость груза 1 равна скорости точки A на ободе большого диска катка: $V_1 = V_A = \dfrac{R+r}{r}V_C$. Здесь учтено, что точка касания катка с вертикальной поверхностью является его мгновенным центром скоростей. Угловая скорость блока 2 $\omega_2 = \dfrac{V_A}{r} = \dfrac{R+r}{r^2}V_C$.

Представляя кинематические соотношения в дифференциальном виде, получим необходимые связи между возможными перемещениями:

$$\delta S_1 = \frac{R+r}{r}\delta S_C = 3\delta S_C;\ \ \delta\varphi_2 = \frac{R+r}{r^2}\delta S_C = \frac{3\delta S_C}{r}.$$

Окончательно уравнение принципа возможных перемещений выражается в виде: $P_3\delta S_C - c\Delta l\delta S_C + M\frac{3\delta S_C}{r} - P_1 3\delta S_C = 0$. Величина уравновешивающего момента $M = \frac{1}{3}mgr$.

Упражнения

Упражнение 6.2. Штамповка деталей осуществляется при помощи рычажного пресса (рис. 6.17). Найти соотношение между силой *F*, приложенной к внешнему рычагу, и силой *Q*, сжимающей деталь *A* вдоль центральной оси.

Длины рычагов *a*, *b*, *c*, *d* показаны на рис. 6.17.

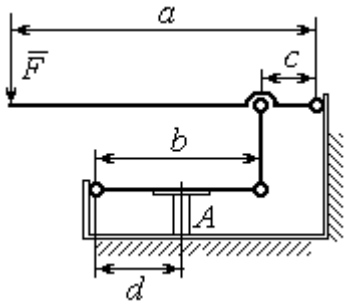


Рис. 6.17. Рычажный пресс

Упражнение 6.3. Конструкция состоит из двух валов, находящихся во внешнем зацеплении, и двух грузов, удерживающихся нитями, намотанными валы (рис. 6.18).

Радиус вала 1 $R_1 = r$. Вал 2 состоит из двух барабанов, жестко скреплённых на одной оси. Радиусы барабанов: $R_2 = 3r$, $r_2 = r$.

Найти величину уравновешивающего момента M_2, приложенного к валу 2, если к валу 1 приложена пара сил с моментом $M_1 = 2Pr$, а грузы 3 и 4 одинакового веса *P*.

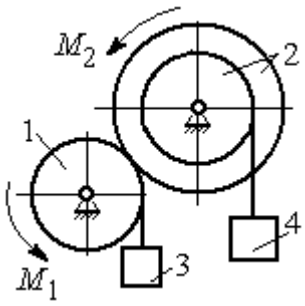


Рис. 6.18. Схема уравновешивания валов

6.3. Общее уравнение динамики

При движении механической системы с идеальными связями в каждый момент времени сумма элементарных работ активных сил и сил инерции на любом возможном перемещении равна нулю:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0,$$

где $\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}})$, $\delta A(\vec{R}_k^{\text{и}})$ – элементарные работы активных сил и сил инерции, приложенных к точкам системы на её возможном перемещении.

При вычислении элементарных работ активных сил и сил инерции используют обычные формулы для вычисления работы сил на элементарном перемещении точек их приложения.

Примеры решения задач на применение общего уравнения динамики

Задача 68. Механическая система включает груз 1, ступенчатый диск 2 (каток), катящийся ступенькой по неподвижному рельсу, и однородный диск 3 (блок), вращающийся вокруг неподвижной оси, соединённых нерастяжимыми нитями (рис. 6.19). Качение ступенчатого диска происходит без скольжения. К грузу 1 приложена сила $\vec{F}$ под углом 30° к горизонтальному направлению движения груза. К блоку 3 приложена пара сил с моментом M. Найти закон движения центра масс катка 2 и реакцию шарнира блока 3 в момент времени t = 1 с, если P_1= 10 Н; P_2 = 20 Н; P_3 = 15 Н; $F = 5(t+1)$ Н; $M = 3(1+2t)$ Н·м; R_2 = 0,8 м; r_2 = 0,2 м; R_3 = 0,4 м; момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, i_{2C} = 0,6 м.

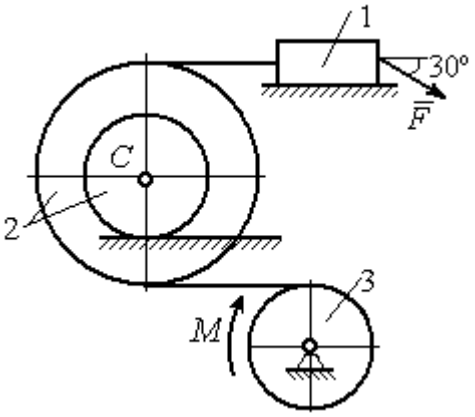


Рис. 6.19. Схема движения механической системы

Решение

В рассматриваемой механической системе активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, сила $\vec{F}$ и пара сил с моментом M (рис. 6.20).

Реакциями связей являются нормальные реакции опор: $\vec{N}_1$, $\vec{N}_2$, сила сцепления катка 2 с неподвижной поверхностью $\vec{F}_{\text{сц}}$ и реакция шарнира O блока 3 (на рис. 6.20 реакция показана в виде разложения на составляющие $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$). Связи идеальные, так как скольжение груза 1 происходит по гладкой поверхности, качение диска 2 без проскальзывания, а ось вращения блока 3 неподвижна.

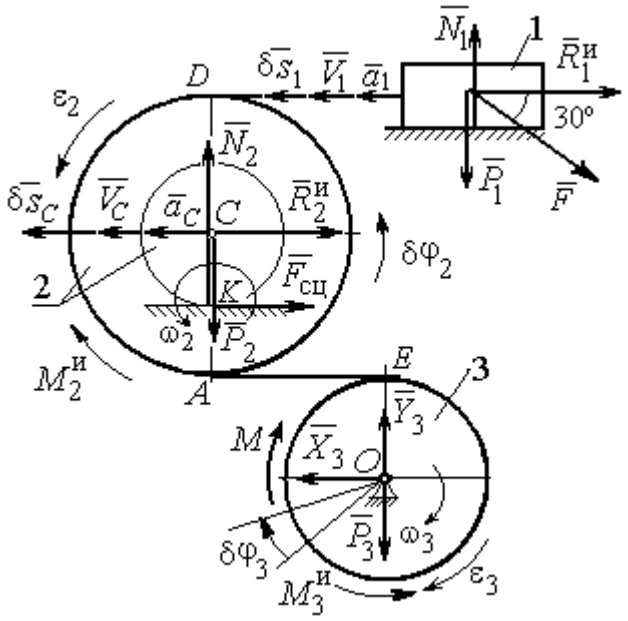


Рис. 6.20. Расчётная схема исследования движения механической системы

Предположим, система движется так, что блок 3 вращается с угловой скоростью ω_3 и угловым ускорением ε_3 в направлении поворота, создаваемого моментом M. Соответствующие направления скорости $\vec{V}_C$ и ускорения $\vec{a}_C$ центра масс катка 2, его угловой скорости ω_2 и ускорения ε_2, а также направление скорости $\vec{V}_1$ и ускорения $\vec{a}_1$ груза 1 показаны на рис. 6.20.

Присоединим к телам системы силы инерции. Главные векторы $\vec{R}_1^{\text{и}}$, $\vec{R}_2^{\text{и}}$ сил инерции груза 1 и катка 2 приложены в центрах масс груза и катка и направлены в сторону, противоположную ускорениям $\vec{a}_1$ и $\vec{a}_C$. Главные моменты $\vec{M}_2^{\text{и}}$, $\vec{M}_3^{\text{и}}$ сил инерции катка 2 и блока 3 направлены в сторону, противоположную угловым ускорениям ε_2 и ε_3.

Главные векторы и главные моменты сил инерции показаны на рис. 6.20.

Для механической системы с идеальными связями общее уравнение

динамики имеет вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0.$$

Угловая скорость катка 2 $\omega_2 = \dfrac{V_C}{CK} = \dfrac{V_C}{r_2}$. Здесь учтено, что в точке K находится мгновенный центр скоростей катка (см. рис. 6.20). Скорость точки E блока 3 равна скорости точки A катка 2 (см. рис. 6.20):

$$V_E = V_A = \omega_2 \cdot AK = \omega_2 (R_2 - r_2) = V_C \frac{R_2 - r_2}{r_2}.$$

Угловая скорость блока 3 $\omega_3 = \dfrac{V_E}{R_3} = V_C \dfrac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}$.

Скорость груза 1 равна скорости точки D катка 2:

$$V_1 = V_D = \omega_2 \cdot DK = \omega_2 (R_2 + r_2) = V_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}.$$

Соотношения между ускорениями определяются путем дифференцирования установленных кинематических равенств:

$$a_1 = a_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \quad \varepsilon_2 = \frac{a_C}{r_2}, \quad \varepsilon_3 = a_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Если выразить скоростные кинематические соотношения в дифференциальном виде, то, полагая действительное перемещение возможным (т. е. $ds = \delta s$, $d\varphi = \delta\varphi$), получим соотношения между перемещениями:

$$\delta s_1 = \delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \ \delta\varphi_2 = \frac{\delta s_C}{r_2}, \ \delta\varphi_3 = \delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Найдем элементарные работы активных сил.

Работы сил тяжести груза 1 и катка 2 равны нулю, так как перемещения точек приложения сил перпендикулярны векторам сил.

Работа силы тяжести блока 3 также равна нулю, поскольку точка приложения силы тяжести блока 3 не перемещается:

$$\delta A(\vec{P}_1) = P_1 \delta s_1 \cos 90^\circ = 0; \ \ \delta A(\vec{P}_2) = P_2 \delta s_C \cos 90^\circ = 0; \ \delta A(\vec{P}_3) = 0.$$

Работу совершают только пара сил с моментом M и сила $\vec{F}$:

$$\delta A(\vec{M}) = M\delta\varphi_3 = M\delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2};$$

$$\delta A(\vec{F}) = F\delta s_1 \cos 150^\circ = -F\delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}\cos 30^\circ.$$

В результате сумма элементарных работ активных сил:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = \delta A(\vec{M}) + \delta A(\vec{F}) =$$

$$= M\delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2} - F\delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}\cos 30^\circ = (0{,}85 + 23{,}35t)\delta s_C .$$

Определим модули главных векторов и главных моментов сил инерции:

$$R_1^{\text{и}} = m_1 a_1 = \frac{P_1}{g}\frac{(R_2 + r_2)}{r_2} a_C, \quad R_2^{\text{и}} = m_2 a_C = \frac{P_2 a_C}{g};$$

$$M_2^{\text{и}} = J_{2C}\varepsilon_2 = \frac{P_2}{g} i_{2C}^2 \frac{a_C}{r_2};$$

$$M_3^{\text{и}} = J_{3O}\varepsilon_3 = \frac{P_3 R_3}{2g}\frac{(R_2 - r_2)}{r_2} a_C,$$

где J_{2C} – момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$; i_{2C} – радиус инерции катка; J_{3O} – осевой момент инерции блока 3, $J_{3O} = \frac{m_3 R_3^2}{2}$.

Найдем элементарные работы сил инерции:

$$\delta A(\vec{R}_1^{\text{и}}) = -R_1^{\text{и}}\delta s_1 = -\frac{P_1(R_2 + r_2)^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{R}_2^{\text{и}}) = -R_2^{\text{и}}\delta s_C = -\frac{P_2 a_C}{g}\delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{M}_2^{\text{и}}) = -M_2^{\text{и}}\delta\varphi_2 = -\frac{P_2 i_2^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{M}_3^{\text{и}}) = -M_3^{\text{и}}\delta\varphi_3 = -\frac{P_3(R_2 - r_2)^2 a_C}{2gr_2^2}\delta s_C .$$

Сумма элементарных работ сил инерции:

$$\sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = -\frac{P_1(R_2 + r_2)^2 a_C}{gr_2^2}\delta s_C - \frac{P_2 a_C}{g}\delta s_C - \frac{P_2 i_2^2 a_C}{gr_2^2}\delta s_C -$$

$$-\frac{P_3(R_2 - r_2)^2 a_C}{2gr_2^2}\delta s_C = -52{,}75\, a_C \delta s_C, \text{ где } g = 9{,}81 \text{ м/с}^2.$$

С учетом проделанных вычислений общее уравнение динамики принимает вид: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = (0{,}85 + 23{,}35t)\delta s_C - 52{,}75\, a_C \delta s_C = 0$, откуда найдём ускорение центра масс катка 2 как функцию времени:

$$a_C(t) = 0{,}02 + 0{,}45t .$$

Представляя ускорение a_C в виде второй производной координаты движения центра масс $a_C = \ddot{s}_C$, получим дифференциальное уравнение $\ddot{s}_C = 0{,}02 + 0{,}45t$. Дважды проинтегрировав это уравнение с нулевыми начальными условиями, найдём закон движения центра масс:

$$s_C = 0{,}01t^2 + 0{,}075t^3 .$$

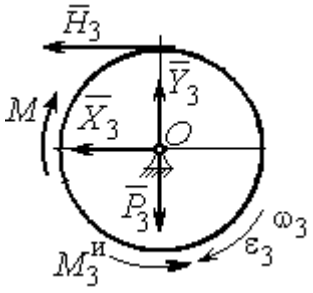


Рис. 6.21. Вращение блока 3

Рассмотрим вращательное движение блока 3, освободив его от связей. На блок действуют сила тяжести $\vec{P}_3$, реакция подшипника, разложенная на составляющие $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$, пара сил с моментом M и реакция нити $\vec{H}_3$ (рис. 6.21). Присоединим к блоку 3 силы инерции. При вращательном движении блока вокруг оси, проходящей через центр масс, главный вектор сил инерции равен нулю. Главный момент сил инерции $M_3^{\text{и}}$ направлен в сторону, противоположную угловому ускорению блока 3.

По принципу Даламбера система сил, приложенных к блоку 3, включая силы инерции, находится в равновесии. Составим уравнение равновесия в виде равенства нулю суммарного момента всех сил относительно оси вращения: $M - H_3 R_3 - M_3^{\text{и}} = 0$, откуда найдём реакцию нити: $H_3 = \dfrac{M}{R_3} - \dfrac{M_3^{\text{и}}}{R_3}$. Подставляя в уравнение величину модуля главного момента сил инерции блока 3 $M_3^{\text{и}}(1)$ = 0,7 Н·м и значение момента, приложенного к блоку 3, в момент времени t = 1 с, $M(1)$ = 9 Н·м найдём реакцию нити $H_3(1)$= 20,75 Н.

Уравнения равновесия, составленные в виде проекций сил на вертикальную и горизонтальную оси (см. рис. 6.21), имеют вид:

$$X_3 + H_3 = 0,\ Y_3 - P_3 = 0.$$

Составляющие реакции шарнира блока 3 в момент времени t = 1 с: X_3= – 20,75 Н, Y_3=15 Н. Полная реакция шарнира $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2}$ = 25,6 Н.

Задача 69. Груз 2 весом P_2, поднимаемый лебёдкой (рис. 6 22), подвешен в центре подвижного блока 3 весом P_3. Нерастяжимая нить одним концом прицеплена к грузу 1 весом P_1, лежащему на наклонной плоскости. Другой конец, переброшенный через невесомый блок B, охватывает снизу подвижный блок 3 радиуса r и закреплён в вертикальном положении. К грузу 1 приложена сила $\vec{F}$, направленная вдоль наклонной плоскости.

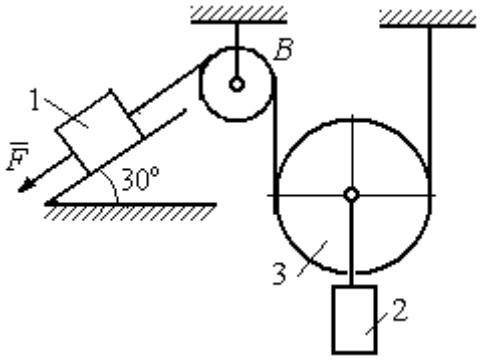


Рис. 6.22. Схема подъёмного устройства

Найти закон движения поднимаемого груза, если $P_1 = P_3 = P$, $P_2 = 3P$, $F = 2P$ и движение началось из состояния покоя.

Решение

Применим к решению задачи общее уравнение динамики. В данной механической системе активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ и сила $\vec{F}$ (рис. 6.23). Реакциями связей являются реакция шарнира блока B и

реакция опоры груза 1 (на рис. 6.23 не показаны). Связи идеальные, так как работа реакций связей равна нулю.

Предположим, груз 1 спускается вниз по наклонной плоскости с ускорением a_1. Приложим к телам системы силы инерции. Главные вектора сил инерции $\vec{R}_1^{\text{ин}}$ и $\vec{R}_2^{\text{ин}}$ грузов 1 и 2, движущихся поступательно, приложены в центрах масс грузов и направлены противоположно векторам ускорений тел. Главный вектор $\vec{R}_3^{\text{ин}}$ сил инерции блока 3 приложен в центре масс блока 3 и направлен противоположно вектору ускорения его центра масс. Главный момент сил инерции $M_3^{\text{ин}}$ относительно оси, проходящей через центр масс блока 3 перпендикулярно плоскости движения, направлен в сторону, противоположную направлению углового ускорения блока 3, совпадающего с направлением углового движения. Направления главных векторов и главного момента сил инерции тел показаны на рис. 6.23.

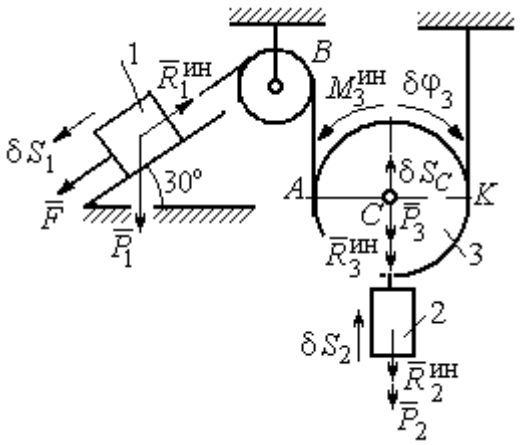


Рис.6.23. Активные силы и силы инерции, приложенные к системе

Дадим системе возможное перемещение, при котором груз 1 спустился вниз по наклонной плоскости на расстояние δS_1. В соответствии с приложенными в системе связями центр масс подвижного блока 2 и груз 2 переместились вверх на высоту δS_C, а сам блок повернулся на угол $\delta\varphi_3$ (см. рис. 6.23).

Составим общее уравнение динамики $\sum\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum\delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0$. Получим

$$F\delta S_1 + P_1\delta S_1\cos 60° - P_2\delta S_2 - P_3\delta S_C -$$

$$- R_1^{\text{ин}}\delta S_1 - R_2^{\text{ин}}\delta S_C - R_3^{\text{ин}}\delta S_C - M_3^{\text{ин}}\delta\varphi_3 = 0,$$

где модули сил инерции $R_1^{ин} = m_1 a_1$, $R_2^{ин} = m_2 a_2$, $R_3^{ин} = m_3 a_C$, $M_3^{ин} = \frac{m_3 r^2}{2}\varepsilon_3$.

Выразим перемещение δS_2 и ускорение a_2 груза 2, а также поворот $\delta\varphi_3$ и угловое ускорение ε_3 подвижного блока 3 через перемещение δS_1 и ускорение a_1 груза 1.

Угловая скорость блока 3 $\omega_3 = \frac{V_A}{AK} = \frac{V_1}{2r}$. Здесь учтено, что точка K блока 3 является его мгновенным центром скоростей. Тогда, элементарный поворот блока $\delta\varphi_3 = \frac{\delta S_1}{2r}$, а его угловое ускорение $\varepsilon_3 = \frac{a_1}{2r}$.

Скорость центра масс блока 3 и скорость груза 2: $V_2 = V_C = \frac{V_1}{2}$. Из этого равенства следует, что: $\delta S_2 = \delta S_C = \frac{\delta S_1}{2}$, $a_2 = a_C = \frac{a_1}{2}$.

Подставляя найденные соотношения в общее уравнение динамики с учётом данных задачи, окончательно получим уравнение: $\frac{1}{2}P\delta S_1 = \frac{17}{8g}Pa_1\delta S_1$.

Отсюда $a_1 = \frac{4}{17}g = 0{,}23g$. Ускорение груза 2, $a_2 = \frac{a_1}{2} = 0{,}12g$.

Представим ускорение груза 2 в виде второй производной координаты его движения. Получим дифференциальное уравнение: $\ddot{S}_2 = 0{,}12g$. Дважды проинтегрировав его с нулевыми начальными условиями, найдём закон движения груза: $S_2 = 0{,}06gt^2$.

Задача 70. Грузы 1 и 2 весом $P_1 = 20$ Н и $P_2 = 30$ Н привязаны к нерастяжимой нити. Нить переброшена через неподвижные блоки B и D и охватывает снизу подвижный блок 3 весом $P_3 = 40$ Н (рис. 6.24). Определить ускорения грузов 1 и 2 и центра масс блока 3. Весом неподвижных блоков B и D пренебречь.

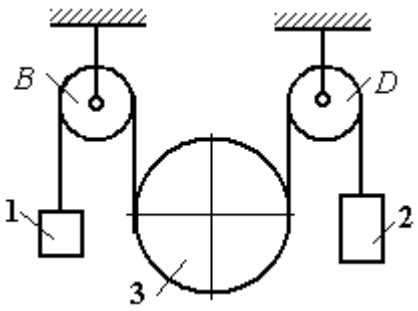


Рис. 6.24. Механическая система с двумя степенями свободы

Решение

В данной механической системе активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ (рис. 6.25), а реакциями связей – реакции шарниров блоков B и D. Связи идеальные, так как оси вращения блоков B и D неподвижны.

Применим к решению задачи общее уравнение динамики. Система имеет две степени свободы. В этом случае общее уравнение динамики необходимо составлять для каждого из независимых перемещений.

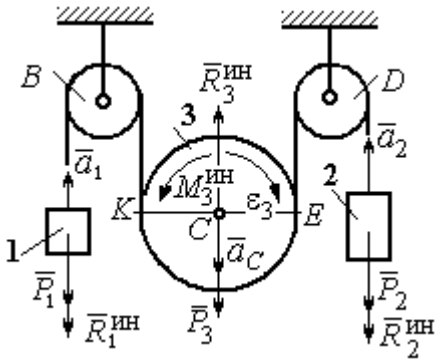


Рис.6.25. Активные силы и силы инерции, приложенные к системе

Предположим, система движется так, что оба груза 1 и 2 равноускоренно перемещаются вверх. Скорости грузов $\vec{V}_1$, $\vec{V}_2$, ускорения – $\vec{a}_1$ и $\vec{a}_2$. Блок 3 опускается вниз с ускорением центра $\vec{a}_C$, вращается и имеет угловое ускорение ε_3, направленное по ходу часовой стрелки (см. рис. 6.25).

Приложим к телам системы силы инерции (см. рис. 6.25). Модули сил инерции: $R_1^{\text{ин}} = m_1 a_1$, $R_2^{\text{ин}} = m_2 a_2$, $R_3^{\text{ин}} = m_3 a_C$. Главный момент сил инерции блока 3 $M_3^{\text{ин}} = J_{3C}\varepsilon_3$, где осевой момент инерции $J_{3C} = \dfrac{m_3 r^2}{2}$. Направления векторов сил и моментов сил инерции показаны на рис. 6.25.

Для вычисления углового ускорения блока 3 воспользуемся векторным представлением ускорения точки при плоскопараллельном движении тела.

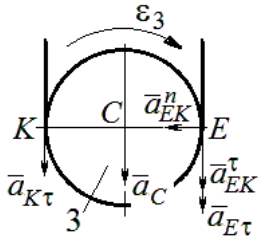


Рис. 6.26. Схема вычисления углового ускорения блока 3

Выберем точку K за полюс. Ускорение точки E определяется равенством $\vec{a}_E = \vec{a}_K + \vec{a}^{\,n}_{EK} + \vec{a}^{\,\tau}_{EK}$, где $\vec{a}_K$ – ускорение полюса K; $\vec{a}^{\,n}_{EK}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{EK}$ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки E при вращении блока 3 вокруг полюса K (рис. 6.26). Спроектируем векторное равенство на вертикальную ось $E\tau$. Получим: $a_{E\tau} = a_{K\tau} + a^{\tau}_{EK}$, где $a_{E\tau}$ и $a_{K\tau}$ – проекции ускорений точек E и K на вертикальную ось.

Поскольку модуль ускорения точки K нити равен модулю ускорения груза 1, то $a_{K\tau} = a_1$. Модуль ускорения точки E нити равен модулю ускорения груза 2 и $a_{E\tau} = a_2$. Так как $a^{\tau}_{EK} = \varepsilon_3 AK = \varepsilon_3 2r$, то $\varepsilon_3 = \dfrac{a_{E\tau} - a_{K\tau}}{2r} = \dfrac{a_2 - a_1}{2r}$.

Составляя такое же векторное уравнение для определения ускорения центра масс блока 3 (точки C) и проектируя его на вертикальную ось, найдём:

$$a_C = a_{K\tau} + a^{\tau}_{CK} = a_1 + \varepsilon_3 r = \frac{a_2 + a_1}{2}.$$

Выберем в качестве независимых координат s_1, s_2 – положения грузов 1 и 2, отсчитываемые от неподвижных осей вращения блоков B и D. Возможные перемещения грузов обозначим δs_1 и δs_2.

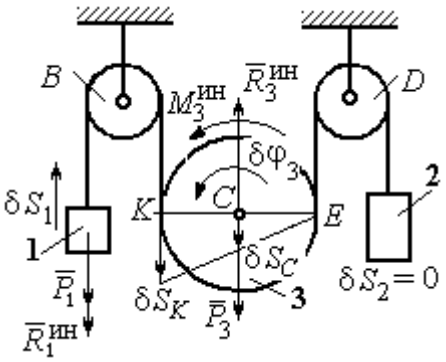


Рис.6.27. Движение системы при перемещении груза 1.

Дадим системе возможное перемещение, при котором груз 1 поднимается вверх на расстояние δs_1, а груз 2 – неподвижен. При таком движении нить, соединяющая груз 2 с блоком 3, неподвижна вплоть до точки E (рис. 6.27).

Вращение блока 3 происходит против направления хода часовой стрелки. Точка E является мгновенным центром скоростей блока 3, и угловая скорость блока $\omega_3 = \frac{V_K}{2r} = \frac{V_1}{2r}$. Скорость центра масс блока $V_C = \frac{1}{2}V_1$. Тогда элементарный поворот блока 3 $\delta\varphi_3 = \frac{\delta s_1}{2r}$ и элементарное перемещения центра масс $\delta s_C = \frac{1}{2}\delta s_1$.

На данном возможном перемещении работу совершают как активные силы – силы тяжести $\vec{P}_1$ и $\vec{P}_3$ груза 1 и блока 3, так и силы инерции – $\vec{R}_1^{\text{ин}}$, $\vec{R}_3^{\text{ин}}$ и пара сил инерции с моментом $M_3^{\text{ин}}$.

Составим общее уравнение динамики:

$$\sum \delta A\left(\vec{F}_k^{\text{акт}}\right) + \sum \delta A\left(\vec{R}_k^{\text{ин}}\right) = -P_1\delta s_1 + P_3\delta s_C - R_1^{\text{ин}}\delta s_1 - R_3^{\text{ин}}\delta s_C + M_3^{\text{ин}}\delta\varphi_3 = 0.$$

Здесь работа сил инерции

$$R_1^{\text{ин}}\delta s_1 = m_1 a_1 \delta s_1, \quad R_3^{\text{ин}}\delta s_C = m_3 a_C \delta s_C = \frac{P_3}{g}\left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right)\cdot\frac{1}{2}\delta s_1;$$

$$M_3^{\text{ин}}\delta\varphi_3 = J_{3C}\varepsilon_3\delta\varphi_3 = \frac{P_3 r^2}{2g}\cdot\frac{a_2 - a_1}{2r}\cdot\frac{\delta s_1}{2r}.$$

В результате общее уравнение динамики представляется выражением

$$-P_1\delta s_1 + \frac{1}{2}P_3\delta s_1 - \frac{P_1}{g}a_1\delta s_1 - \frac{P_3}{g}\left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right)\cdot\frac{1}{2}\delta s_1 + \frac{P_3 r^2}{2g}\cdot\frac{a_2 - a_1}{2r}\cdot\frac{\delta s_1}{2r} = 0,$$

которое преобразуется к виду:

$$(3P_3 + 8P_1)a_1 + P_3 a_2 = (4P_3 - 8P_1)g.$$

Дадим системе другое независимое возможное перемещение, при котором груз 2 движется вверх ($\delta s_2 \neq 0$), а груз 1 неподвижен ($\delta s_1 = 0$).

При этом перемещении нить, соединяющая груз 1 и блок 3 неподвижна вплоть до точки K (рис. 6.28). Вращение блока 3 происходит по направлению хода часовой стрелки. Точка K является мгновенным центром скоростей блока 3.

Тогда $\omega_3 = \frac{V_E}{2r} = \frac{V_2}{2r}$ и скорость центра масс блока $V_C = \frac{1}{2}V_2$. Элементарный поворот блока 3 $\delta\varphi_3 = \frac{\delta s_2}{2r}$ и перемещение центра масс $\delta s_C = \delta s_E = \frac{1}{2}\delta s_2$.

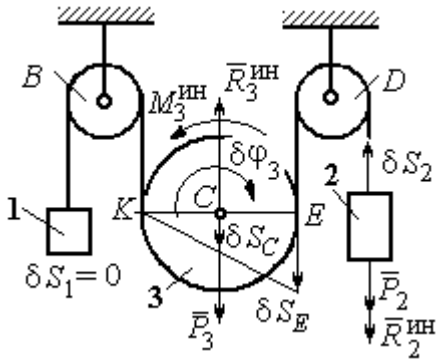


Рис. 6.28. Движение системы при перемещении груза 2

При таком движении работу совершают силы тяжести $\vec{P}_2$ и $\vec{P}_3$, силы инерции $\vec{R}_2^{ин}$, $\vec{R}_3^{ин}$ и пара сил с моментом $M_3^{ин}$.

Составим общее уравнение динамики на возможном перемещении δs_2 (см. рис. 6.28):

$$-P_2\delta s_2 - R_2^{ин}\delta s_2 + P_3\delta s_C - R_3^{ин}\delta s_C - M_3^{ин}\delta\varphi_3 = 0,$$

которое преобразуется к виду

$$-P_2\delta s_2 - \frac{P_2}{g}a_2\delta s_2 + \frac{1}{2}P_3\delta s_2 - \frac{P_3}{g}\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)\frac{1}{2}\delta s_2 - \frac{P_3 r^2}{2g}\left(\frac{a_2-a_1}{2r}\right)\frac{\delta s_2}{2r} = 0$$

или к виду

$$(8P_2 + 3P_3)a_2 + P_3 a_1 = (4P_3 - 8P_2)g.$$

Подставляя данные задачи в оба уравнения динамики, соответствующие независимым перемещениям δs_1 и δs_2, получим систему уравнений:

$$7a_1 + a_2 = 0, \quad 2g + 9a_2 + a_1 = 0.$$

Решение системы: $a_1 = \frac{1}{31}g$, $a_2 = -\frac{7}{31}g$ представляет ускорения грузов 1 и 2.

Ускорение центра масс блока 3 находится по формуле $a_C = \frac{a_1 + a_2}{2} = -\frac{3}{31}g$.

Знаки ускорений определяют направления движений тел: груз 1 движется в выбранном направлении – вверх, груз 2 – вниз, центр блока 3 – вверх.

Упражнения

Упражнение 6.4. В механической системе (рис. 6.29) блок 1 радиуса r и каток 2 соединены горизонтальным невесомым стержнем. Скольжение между стержнем и катками отсутствует. Каток 2 состоит из двух шкивов радиусов r и $R = 2r$, скреплённых на одной оси. Каток катится, опираясь малым шкивом на горизонтальную поверхность, без проскальзывания. Груз 3 представляет собой поршень, двигающийся по горизонтальной поверхности без трения и прикреплённый к центру масс катка 2. К блоку 1 приложена пара сил с переменным моментом $M_{\text{вр}} = mgr\sin\omega t$.

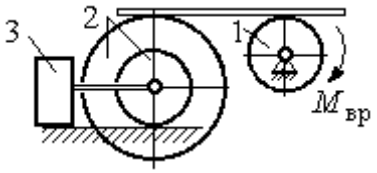


Рис. 6.29. Схема движения механической системы

Найти закон движения поршня 3, если массы грузов $m_1 = m_3 = m$, общая масса катка 2 $m_2 = 2m$, момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, $i_2 = 1{,}5r$. Движение началось из состояния покоя.

Упражнение 6.5. Груз 1, двигаясь горизонтально, приводит в движение ступенчатый барабан 2 посредством нерастяжимой нити, намотанной на его малую ступень (рис. 6.30). К барабану на нитях, намотанных на большую и малую ступеньки, подвешены два груза 3 и 4. На груз 1 действует сила $F = P(t+1)$. Определить закон движения груза 3, если веса грузов одинаковы и равны P, вес барабана 2 равен $2P$, радиусы ступенек барабана r и $2r$, радиус инерции барабана $i_2 = r\sqrt{2}$, и движение началось из состояния покоя.

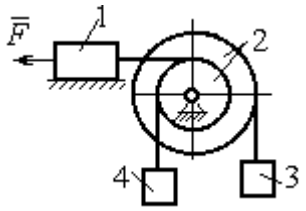


Рис. 6.30. Схема подъёмника

6.4. Уравнения Лагранжа II рода

Обобщенными координатами называется совокупность любых s независимых параметров $q_1, q_2, \ldots, q_s$, однозначно определяющих положение системы в любой момент времени.

Если системе сообщить возможное перемещение, при котором все обобщенные координаты изменятся на элементарные (бесконечно малые) величины $\delta q_1, \delta q_2, \ldots, \delta q_s$, называемые **вариациями обобщенных координат**, то все действующие активные силы совершат элементарную работу, которая может быть представлена в виде: $\delta A = Q_1 \cdot \delta q_1 + Q_2 \cdot \delta q_2 + \ldots + Q_s \cdot \delta q_s$.

Величина Q_k, $k = 1, 2, \ldots, s$, равная коэффициенту при вариации δq_k обобщенной координаты, называется **обобщенной силой**, соответствующей

данной обобщенной координате. Расчет обобщенных сил осуществляется путем последовательного придания системе возможных перемещений, при которых варьируется только одна из обобщенных координат, а вариации остальных координат равны нулю.

Для материальной системы с идеальными связями дифференциальные уравнения движения в обобщенных координатах – **уравнения Лагранжа II рода** – имеют вид: $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_k} = Q_k$, $k = 1,2,...,s$, где s – число степеней свободы системы; T – кинетическая энергия системы; $q_1, q_2, ..., q_s$ – обобщенные координаты; $\dot{q}_1, \dot{q}_2, ..., \dot{q}_s$ – обобщенные скорости.

Примеры решения задач на составление уравнений Лагранжа

Задача 71. В механизме домкрата (рис. 6.31) движение зубчатого колеса 1 передаётся шестерне 2, к которой соосно прикреплено зубчатое колесо 3, имеющее зацепление с зубчатой рейкой 4, на которой поднимается груз 5 массы m_5 = 50 кг.

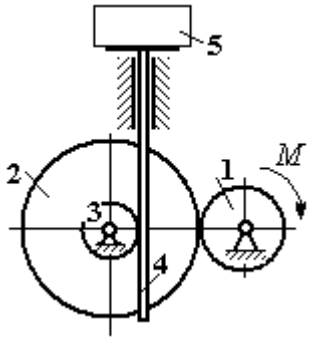


Рис. 6.31. Схема механизма домкрата

Радиусы зубчатых колёс r_1 = 5 см, r_2 = 12 см, r_3 = 6 см. Зубчатые колёса считать сплошными однородными дисками. Массы колёс m_1 = 0,8 кг, m_2 = 1,6 кг, m_3 = 0,6 кг, масса зубчатой рейки m_4 = 1 кг.

Какой величины постоянный вращающий момент нужно приложить к колесу 1 для того, чтобы в момент времени t = 2 с груз 5 имел скорость V_5 = 1 м/с, если движение системы начинается из состояния покоя.

Решение

Домкрат является механической системой с одной степенью свободы. Выберем в качестве обобщённой координаты координату x, отмечающую положение груза 5 (рис. 6.32).

Уравнение Лагранжа для обобщённой координаты x имеет вид: $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right)-\frac{\partial T}{\partial x}=Q_x$, где T – кинетическая энергия системы; $\dot{x}$ – обобщённая скорость; Q_x – обобщённая сила.

Кинетическая энергия колеса 1: $T_1=\frac{J_1\omega_1^2}{2}$, где ω_1 – угловая скорость колеса 1; J_1 – момент инерции колеса, $J_1=\frac{m_1r_1^2}{2}$.

Кинетические энергии шестерни 2 и зубчатого колеса 3, у которых угловые скорости одинаковы, соответственно: $T_2=\frac{J_2\omega_2^2}{2}$, $T_3=\frac{J_3\omega_2^2}{2}$, где ω_2 – угловая скорость шестерни 2; J_2, J_3 – моменты инерции шестерни 2 и зубчатого колеса 3 относительно оси, проходящей через общий центр масс, $J_2=\frac{m_2r_2^2}{2}$, $J_3=\frac{m_3r_3^2}{2}$. Скорость груза 5 равна скорости зубчатой линейки $V_5=V_4$. Кинетическая энергия зубчатой линейки 4 и груза 5: $T_4=\frac{m_4V_4^2}{2}$, $T_5=\frac{m_5V_4^2}{2}$.

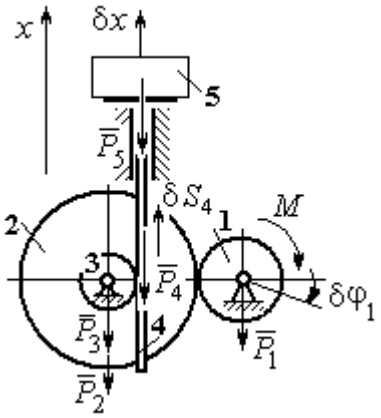


Рис. 6.32. Возможные перемещения звеньев механизма

Выразим угловые скорости колёс через скорость груза (зубчатой линейки).

Имеем: $\omega_2=\omega_3=\frac{V_4}{r_3}$ (см. рис. 6.32). Кроме того, из равенства $\omega_2r_2=\omega_1r_1$ следует $\omega_1=\frac{\omega_2r_2}{r_1}=\frac{V_4r_2}{r_1r_3}$.

Подставляя полученные соотношения в выражения кинетических энергий тел и с учётом данных задачи, получим кинетическую энергию системы:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 =$$

$$= \frac{m_1 r_1^2}{4}\left(\frac{V_4 r_2}{r_1 r_3}\right)^2 + \frac{m_2 r_2^2}{4}\left(\frac{V_4}{r_3}\right)^2 + \frac{m_3 r_3^2}{4}\left(\frac{V_4}{r_3}\right)^2 + \frac{m_4 V_4^2}{2} + \frac{m_5 V_4^2}{2} =$$

$$= \left[\frac{m_1 + m_2}{2}\left(\frac{r_2}{r_3}\right)^2 + \frac{m_3}{2} + m_4 + m_5\right]\frac{V_4^2}{2} = 28{,}05 V_4^2 = 28{,}05\,\dot{x}^2.$$

Вычислим обобщённую силу.

Дадим возможное перемещение δx грузу 5. При этом линейка 4 переместится на расстояние δs_4, а зубчатое колесо 1 повернётся на угол $\delta\varphi_1$. Найдём сумму работ всех сил, приложенных к системе, на этом возможном перемещении. Получим: $\delta A = -P_5\delta x - P_4\delta s_4 + M\delta\varphi_1$. Работа сил тяжести зубчатых колёс $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$ и $\vec{P}_3$ равна нулю, так как точки приложения этих сил неподвижны.

Из ранее полученных скоростных соотношений следуют равенства перемещений: $\delta s_4 = \delta x$, $\delta\varphi_1 = \frac{r_2}{r_1 r_3}\delta x$. В результате сумма работ сил на возможном перемещении системы выражается в виде $\delta A = \left(-m_5 g - m_4 g + M\frac{r_2}{r_1 r_3}\right)\delta x$. Отсюда обобщённая сила Q_x, соответствующая координате *x*: $Q_x = -(m_5 + m_4)g + M\frac{r_2}{r_1 r_3} = -500{,}31 + 40M$.

Составим уравнение Лагранжа.

С учётом, что $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) = 56{,}1\,\ddot{x}$ и $\frac{\partial T}{\partial x} = 0$, дифференциальное уравнение движения имеет вид: $56{,}1\,\ddot{x} = -500{,}31 + 40M$ или $\ddot{x} = -8{,}92 + 0{,}71M$.

Интегрируя это уравнение с нулевыми начальными условиями, получим закон изменения скорости груза 5: $V_5 = \dot{x} = (-8{,}92+0{,}71M)t$.

По условию задачи при $t = 2$ с $V_5 = 1$ м/с. Подставляя эти данные в уравнение, получим: $M = 13{,}27$ Н·м.

Задача 72. Механическая система состоит из ступенчатого блока 2, катка 3, соединённых невесомым брусом 1, и невесомой пружины жесткостью c. Радиусы ступеней блока r и $R = 1{,}5r$, радиус катка 3 равен r. Брус, лежащий на катке 3 и блоке 2, во время движения остаётся параллельным линии качения катка 3 (рис. 6.33). В центре катка 3 приложена сила $\vec{F}$, направленная вверх параллельно наклонной плоскости, а к блоку 2 – пара сил с моментом M. Качение катка по неподвижной поверхности без скольжения. Проскальзывание между брусом 1 и дисками отсутствует. Передача движения пружины блоку 2 производится посредством невесомого жесткого вертикального стержня, прижатого к малой ступеньке блока без скольжения. Радиус инерции блока 2 относительно оси вращения $i_z = r\sqrt{2}$. Веса тел: $P_3 = P$, $P_2 = 2P$, приложенная сила $F = 2P$, момент $M = Pr$, жесткость пружины $c = P/r$.

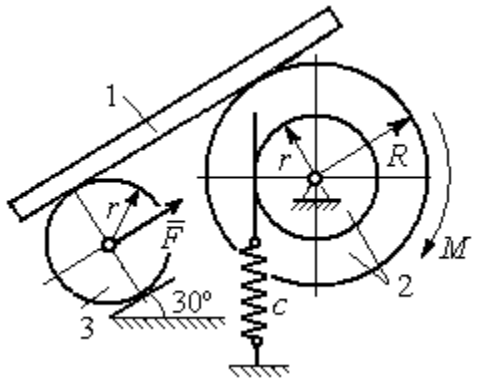


Рис. 6.33. Механическая система с одной степенью свободы

Определить закон угловых колебаний блока 2 при $P = 10$ Н, $r = 0{,}2$ м, если в начальный момент пружина находилась в нерастянутом состоянии, а блоку 2 придали угловую скорость $\omega_0 = 0{,}5$ рад/с в сторону вращения, создаваемого заданным моментом.

Решение

Рассматриваемая механическая система (рис. 6.34) имеет одну степень свободы. В качестве обобщённой координаты q выберем перемещение x

верхнего края пружины, отсчитываемого от уровня недеформируемой пружины (см. рис. 6.34). Обобщённая скорость $\dot{q} = \dot{x}$.

Уравнение Лагранжа II рода, описывающее движение системы, имеет вид $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_x$, где T – кинетическая энергия системы; Q_x – обобщенная сила, соответствующая обобщенной координате *x*.

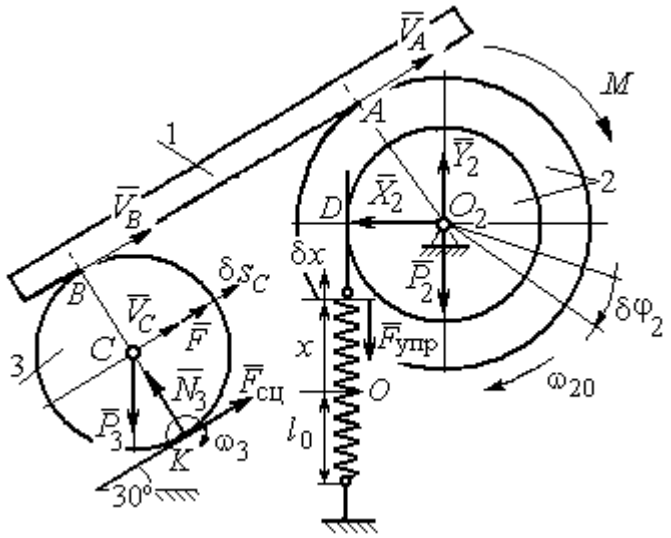


Рис. 6.34 Расчётная схема колебаний механической системы с одной степенью свободы

Вычислим кинетическую энергию системы. Энергия вращательного движения блока 2: $T_2 = \frac{1}{2} J_{2z} \omega_2^2$, где ω_2 – угловая скорость блока; J_{2z} – момент инерции блока 2 относительно оси *z*, $J_{2z} = m_2 i_z^2$. Каток 3 совершает плоскопараллельное движение. Его кинетическая энергия $T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_3^2$, где V_C, ω_3 – скорость центра масс катка 3 и его угловая скорость; J_{zC} – момент инерции катка относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{zC} = \frac{1}{2} m_3 r^2$; r – радиус катка.

Выразим угловые скорости ω_2, ω_3, а также скорость V_C через обобщённую скорость $\dot{x}$.

Заметим, что скорость точки *D* блока 2 равна скорости движения верхнего края пружины: $V_D = \dot{x}$ (см. рис. 6.34). Угловая скорость блока 2: $\omega_2 = \dfrac{V_D}{r} = \dfrac{\dot{x}}{r}$.

Скорость точки *A* блока 2: $V_A = \omega_2 R = \dfrac{\dot{x}R}{r}$.

Так как брус совершает поступательное движение, то скорости точек *A* и *B* равны: $V_B = V_A$. Угловая скорость катка 3 (точка *K* касания катка 3 с неподвижной поверхностью является его мгновенным центром скоростей): $\omega_3 = \dfrac{V_B}{2r} = \dfrac{V_A}{2r} = \dfrac{\dot{x}R}{2r^2}$. Скорость центра катка 3: $V_C = \dfrac{V_B}{2} = \dfrac{\dot{x}R}{2r}$.

Подставляя найденные кинематические соотношения с учётом исходных данных задачи, получим кинетическую энергию тел системы:

$$T_2 = \frac{1}{2} J_{2z} \omega_2^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2P}{g} \left(r\sqrt{2}\right)^2 \left(\frac{\dot{x}}{r}\right)^2 = \frac{2P}{g} \dot{x}^2;$$

$$T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_3^2 = \frac{1}{2} \frac{P}{g} \left(\frac{\dot{x}R}{2r}\right)^2 + \frac{1}{2} \frac{Pr^2}{2g} \left(\frac{\dot{x}R}{2r^2}\right)^2 = \frac{3P}{4g} \left(\frac{R}{2r}\right)^2 \dot{x}^2.$$

Полная кинетическая энергия системы:

$$T = T_2 + T_3 = \frac{P}{g} \left(2 + \frac{3}{4} \left(\frac{R}{2r}\right)^2\right) \dot{x}^2.$$

Найдём обобщённую силу. Произвольное положение системы определяется обобщённой координатой *x*, показывающей растяжение пружины. Дадим пружине в произвольном положении возможное (бесконечно малое) перемещение δx в положительном направлении оси *x* (см. рис. 6.34). При этом блок 2 повернётся на угол $\delta\varphi_2 = \dfrac{\delta x}{r}$, центр масс катка 3 сдвинется на расстояние $\delta s_C = \dfrac{R}{2r} \delta x$. На заданном перемещении системы работу совершают сила тяжести катка 3, пара сил с моментом *M*, сила $\vec{F}$ и сила упругости пружины.

Элементарная работа вращающего момента M: $\delta A(M) = M\delta\varphi_2 = M\dfrac{\delta x}{r}$.

Работа силы тяжести катка 3: $\delta A(\vec{P}_3) = P_3\delta s_C\cos 120^\circ = -P_3\dfrac{R}{4r}\delta x$.

Работа силы F: $\delta A(\vec{F}) = F\delta s_C = F\dfrac{R}{2r}\delta x$.

Модуль силы упругости пружины, растянутой из недеформированного положения на расстояние x: $F_{\text{упр}} = cx$. Сила упругости направлена в сторону, противоположную растяжению (см. рис. 6.34). Её работа при перемещении δx вычисляется по формуле $\delta A(\vec{F}_{\text{упр}}) = F_{\text{упр}}\delta x\cos 180^\circ = -cx\delta x$.

Сумма работ сил на рассматриваемом возможном перемещении системы с учётом данных задачи:

$$\delta A = M\frac{\delta x}{r} - P_3\frac{R}{4r}\delta x + F\frac{R}{2r}\delta x - cx\delta x = P\left(\frac{17}{8} - \frac{x}{r}\right)\delta x,$$

откуда обобщённая сила $Q_x = P\left(\dfrac{17}{8} - \dfrac{x}{r}\right)$.

Вычислим необходимые производные кинетической энергии: $\dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) = \dfrac{2P}{g}\left(2 + \dfrac{3}{4}\left(\dfrac{R}{2r}\right)^2\right)\ddot{x}$, $\dfrac{\partial T}{\partial x} = 0$ и, подставляя их в общий вид уравнений Лагранжа, получим дифференциальное уравнение колебаний верхнего края пружины:

$$\frac{2P}{g}\left(2 + \frac{3}{4}\left(\frac{R}{2r}\right)^2\right)\ddot{x} = P\left(\frac{17}{8} - \frac{x}{r}\right), \text{ или } \ddot{x} + 10{,}2x = 4{,}34 \text{ (здесь } g = 9{,}81 \text{ м/с}^2\text{).}$$

Решение дифференциального уравнения представляется в виде суммы: $x = x_{\text{одн}} + x_{\text{частн}}$. Общее решение однородного уравнения имеет вид $x_{\text{одн}} = C_1\sin kt + C_2\cos kt$, где C_1, C_2 – произвольные постоянные; k – круговая частота собственных колебаний пружины, $k = \sqrt{10{,}2}$ = 3,19 рад/с. Частное решение неоднородного уравнения ищется в виде константы $x_{\text{част}} = b$. Подставив

его в уравнение колебаний, получим: $b = 0{,}42$. Таким образом, общее решение неоднородного уравнения имеет вид $x(t) = C_1 \sin 3{,}19t + C_2 \cos 3{,}19t + 0{,}42$.

Произвольные постоянные C_1, C_2 находятся из начальных условий. По условию задачи в начальный момент пружина была в нерастянутом состоянии. Тогда начальная координата пружины (её верхнего края) $x(0) = 0$. Подставляя значение начальной координаты в общее решение неоднородного уравнения при $t = 0$, получим $C_2 = -0{,}42$. Скорость верхнего края пружины в начальный момент времени $\dot{x}(0)$ равна начальной скорости $V_D(0)$ точки D блока 2. Поскольку в начальный момент времени блоку 2 сообщили угловую скорость $\omega_{20} = 0{,}5$ рад/с, то при $r = 0{,}2$ м $\dot{x}(0) = V_D(0) = \omega_{20} r = 0{,}1$ м/с.

Вычисляем скорость движения края пружины, взяв производную: $\dot{x}(t) = 3{,}19 C_1 \cos 3{,}19t - 3{,}19 C_2 \sin 3{,}19t$. Подставляя начальное значение скорости, получим $C_1 = 0{,}03$.

Окончательно уравнение движения верхнего края пружин: $x(t) = 0{,}03 \sin 3{,}19t - 0{,}42 \cos 3{,}19t + 0{,}42$ м. Уравнение колебательного движения блока 2: $\varphi_2 = \dfrac{x}{r} = 0{,}15 \sin 3{,}19t - 2{,}1 \cos 3{,}19t + 2{,}1$ рад.

Задача 73. Прямоугольная призма 3 весом $2P$ лежит на катке 1 радиуса r и веса P и опирается на невесомый блок 2 (рис. 6.35). Каток 1 катится по неподвижной горизонтальной поверхности без скольжения. По наклонной поверхности призмы скатывается без скольжения каток 4 весом P и радиуса r. Угол наклона поверхности призмы к горизонту составляет 30º. На каток 1 действует пара сил с постоянным моментом $M = 3Pr$, а на призму 3 – горизонтальная сила $\vec{F}$ с модулем $F = P$. Катки считать однородными

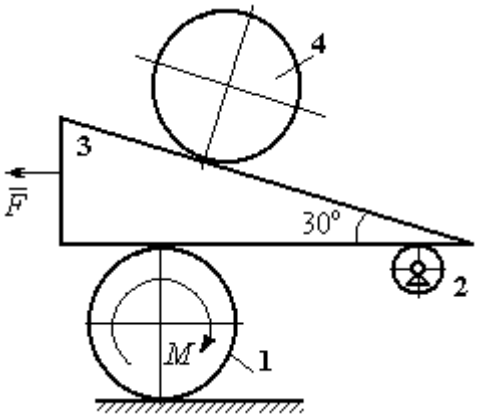


Рис. 6.35. Механическая система с двумя степенями свободы

дисками. Проскальзывание между катками 1, 4 и призмой отсутствует. В начальный момент система находилась в покое.

Определить закон движения призмы 3 и закон движения катка 4 относительно призмы.

Решение

Рассматриваемая механическая система – катки и призма имеет две степени свободы, так как перемещение катка 4 относительно призмы 3 не зависит от перемещения самой призмы и катка 1. За обобщенные координаты выберем перемещение x_4 центра масс катка 4 относительно края призмы и перемещение x_3 края призмы 3 относительно произвольной неподвижной вертикальной плоскости (рис. 6.36). Обобщенные скорости: $\dot{x}_4$, $\dot{x}_3$.

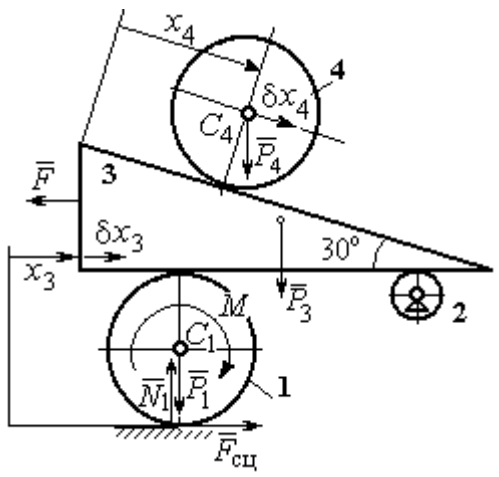


Рис. 6.36. Возможные перемещения механической системы

Уравнения Лагранжа II рода, описывающие движение системы в обобщённых координатах:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_4}\right) - \frac{\partial T}{\partial x_4} = Q_{x_4};$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3}\right) - \frac{\partial T}{\partial x_3} = Q_{x_3},$$

где T – кинетическая энергия системы; Q_{x_4}, Q_{x_3} – обобщенные силы, соответствующие указанным обобщенным координатам.

Вычислим кинетическую энергию тел в системе.

Каток 1 совершает плоскопараллельное движение. Кинетическая энергия катка $T_1 = \frac{1}{2} m_1 V_{C_1}^2 + \frac{1}{2} J_{C_1} \omega_1^2$, где V_{C_1} – скорость центра масс катка, $V_{C_1} = \frac{1}{2}\dot{x}_3$; J_{C_1} – момент инерции катка относительно оси, проходящей через центр масс

перпендикулярно плоскости движения, $J_{C_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$; ω_1 – угловая скорость катка 1, $\omega_1 = \frac{\dot{x}_3}{2r}$.

Призма 3 совершает поступательное движение со скоростью $V_3 = \dot{x}_3$. Её кинетическая энергия $T_3 = \frac{m_3 V_3^2}{2} = \frac{m_3 \dot{x}_3^2}{2}$.

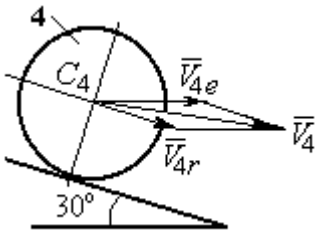


Рис. 6.37. Скорость центра масс катка 4

При расчёте кинетической энергии катка 4 по формуле $T_4 = \frac{1}{2} m_4 V_4^2 + \frac{1}{2} J_{C_4} \omega_4^2$ необходимо учитывать, что каток 4 совершает сложное движение. Здесь относительное движение катка – его качение по наклонной поверхности призмы, переносное – поступательное перемещение вместе с призмой.

Вектор абсолютной скорости центра масс катка 4 $\vec{V}_4$ представляется в виде суммы $\vec{V}_4 = \vec{V}_{4e} + \vec{V}_{4r}$ (рис. 6.37), где $\vec{V}_{4e}$ – вектор переносной скорости катка, равный по модулю скорости призмы: $V_{4e} = \dot{x}_3$; $\vec{V}_{4r}$ – вектор относительной скорости центра масс катка, равный по величине $V_{4r} = \dot{x}_4$. Модуль абсолютной скорости центра масс катка 4 (по теореме косинусов):

$$V_4^2 = V_{4e}^2 + V_{4r}^2 - 2V_{4e}V_{4r}\cos 150^\circ = \dot{x}_3^2 + \dot{x}_4^2 + 2\dot{x}_3\dot{x}_4\cos 30^\circ .$$

Поскольку переносное движение катка 4 поступательное, угловая скорость катка ω_4 равна его угловой скорости в относительном движении $\omega_4 = \frac{V_{4r}}{r} = \frac{\dot{x}_4}{r}$.

В результате выражение кинетической энергии системы, в обобщённых скоростях имеет вид:

$$T = \frac{1}{2} m_1 V_{C_1}^2 + \frac{1}{2} J_{C_1} \omega_1^2 + \frac{1}{2} m_3 V_3^2 + \frac{1}{2} m_4 V_4^2 + \frac{1}{2} J_{C_4} \omega_4^2 =$$

$$= \frac{P}{2g}\left(\frac{27}{8}\dot{x}_3^2 + \frac{3}{2}\dot{x}_4^2 + \dot{x}_3\dot{x}_4\sqrt{3}\right).$$

Дадим системе возможное перемещение по координате x_3, оставляя координату x_4 без изменения: $\delta x_3 > 0, \delta x_4 = 0$. При таком движении системы каток 4 не скатывается по призме, а движется поступательно вместе с ней. В этом случае работа сил тяжести катков 1, 4 и призмы равна нулю, так как нет вертикального перемещения точек приложения этих сил. Работу на этом перемещении будет производить только сила $\vec{F}$ и пара сил с моментом M, приложенная к катку 1. Суммарная элементарная работа

$$\delta A = -F\delta x_3 + M\delta\varphi_1 = \left(-F + \frac{M}{2r}\right)\delta x_3 .$$

Здесь учтено, что элементарный угол поворота катка 1 связан с перемещением призмы соотношением: $\delta\varphi_1 = \frac{\delta x_3}{2r}$. Отсюда обобщённая сила, соответствующая координате x_3: $Q_{x_3} = -F + \frac{M}{2r} = \frac{1}{2}P$.

Дадим системе другое независимое перемещение – по координате x_4, оставляя координату x_3 без изменения: $\delta x_4 > 0, \delta x_3 = 0$. При этом возможном перемещении вся система стоит, кроме катка 4, который скатывается по наклонной поверхности призмы. При таком движении системы работу совершает только сила тяжести катка 4. Выражая элементарную работу $\delta A = P_4\delta x_4 \cos 60^\circ = \frac{1}{2}P\delta x_4$, найдём обобщённую силу, соответствующую координате x_4: $Q_{x_4} = \frac{1}{2}P$.

Составим уравнения Лагранжа. С этой целью вычислим необходимые производные кинетической энергии

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3}\right) = \frac{27P}{8g}\ddot{x}_3 + \frac{P\sqrt{3}}{2g}\ddot{x}_4;\ \ \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_4}\right) = \frac{3P}{2g}\ddot{x}_4 + \frac{P\sqrt{3}}{2g}\ddot{x}_3;\ \ \frac{\partial T}{\partial x_3} = 0,\ \frac{\partial T}{\partial x_4} = 0.$$

Подставляя результаты расчётов в общий вид уравнений Лагранжа, получим систему дифференциальных уравнений:

$$\frac{27P}{8g}\ddot{x}_3 + \frac{P\sqrt{3}}{2g}\ddot{x}_4 = \frac{1}{2}P, \quad \frac{3P}{2g}\ddot{x}_4 + \frac{P\sqrt{3}}{2g}\ddot{x}_3 = \frac{1}{2}P$$

или

$$6{,}75\ddot{x}_3 + 1{,}73\ddot{x}_4 = g\,; \;\; 3\ddot{x}_4 + 1{,}73\ddot{x}_3 = g\,.$$

Решаем данную систему как алгебраическую относительно ускорений $\ddot{x}_3$, $\ddot{x}_4$. Получим: $\ddot{x}_3 = 0{,}07g$, $\ddot{x}_4 = 0{,}29g$.

Интегрируя дважды эти уравнения с нулевыми начальными условиями, получим закон движения призмы ($x_3 = 0{,}035gt^2$) и центра масс катка 4 относительно призмы ($x_4 = 0{,}145gt^2$). Движение призмы и катка 4 относительно призмы происходит в положительном направлении осей.

Задача 74. Механическая система состоит из трёх тел – груза 1, катка 2 и блока 3 (рис. 6.38). Невесомый стержень, соединяющий каток 2 с блоком 3, параллелен горизонтальной плоскости качения катка 2. К центру катка 2 прикреплена горизонтальная пружина, другой конец которой соединён с грузом 1. Коэффициент жесткости пружины *c*. Груз 1 весом P_1 движется без трения по горизонтальной поверхности. Каток 2 весом P_2 катится по горизонтальной поверхности без скольжения. Радиус катка 2 равен *r*. Блок 3 считать однородным диском весом P_3 радиуса *R*. К блоку 3 приложена пара сил с моментом *M*. Движение катка 2 блоку 3 передаётся горизонтальным невесомым стержнем. Скольжение между стержнем и дисками отсутствует. В начальный момент система находилась в покое. При этом груз 1 находился в положении, при котором пружина была растянута относительно своего недеформированного состояния на величину Δl_0.

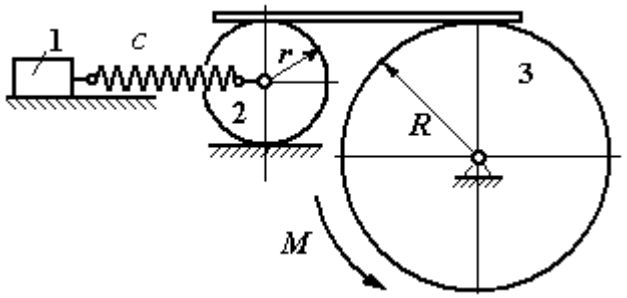


Рис. 6.38. Колебания механической системы с двумя степенями свободы

Найти закон абсолютного движения груза 1, если известно P_1 = 10 Н, P_2 = 20 Н, P_3 = 30 Н, M = 5 Н·м, R = 24 см, c = 207 Н/м, Δl_0 = 5 см.

Решение

Рассматриваемая механическая система имеет две степени свободы. В качестве обобщенных координат выберем удлинение пружины x_1 относительно недеформированного состояния и угол φ_3 поворота блока 3 (рис. 6.39). При этом x_1 является относительной координатой движения груза, а φ_3 – абсолютной координатой вращения блока 3.

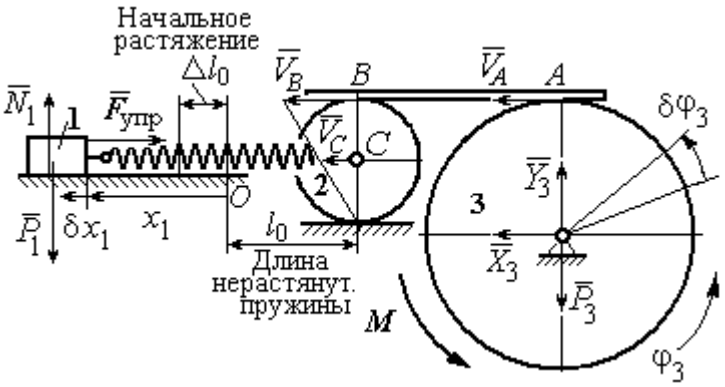


Рис. 6.39. Расчётная схема колебаний механической системы

Рассмотрим сложное движение груза 1. Относительное движение груза – это его движение на пружине в предположении, что точка крепления пружины неподвижна. Относительная скорость $V_{1r} = \dot{x}_1$. Переносное движение – это перемещение груза вместе с фиксированной длиной пружины (иначе, заменяя пружину жестким стержнем). Переносная скорость груза 1 $V_{1e} = V_C$, где V_C – скорость центра масс катка 2.

На рис. 6.39 показано распределение скоростей точек катка 2, откуда следует: $V_C = \frac{1}{2} V_B$. Имеем: $V_B = V_A = \omega_3 R = \dot{\varphi}_3 R$ и $V_C = \frac{1}{2}\dot{\varphi}_3 R$.

Для того чтобы найти модуль абсолютной скорости груза 1, спроектируем векторное равенство теоремы сложения скоростей $\vec{V}_1 = \vec{V}_{1r} + \vec{V}_{1e}$ на горизонтальную ось. Полагая, что движение системы происходит в

положительном направлении отсчета обобщённых координат, получим: $V_1 = \dot{x}_1 + \frac{1}{2}\dot{\varphi}_3 R$.

Уравнения Лагранжа II рода, описывающие движение системы:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1}\right) - \frac{\partial T}{\partial x_1} = Q_x, \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_3}\right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi_3} = Q_\varphi,$$

где T – кинетическая энергия системы; Q_x, Q_φ – обобщенные силы, соответствующие обобщенным координатам x_1 и φ_3.

Вычислим кинетическую энергию системы и выразим её через обобщённые скорости.

Кинетическая энергия поступательного движения груза 1 определяется выражением $T_1 = \frac{1}{2} m_1 V_1^2$, где V_1 следует рассматривать как абсолютную скорость груза. Тогда $T_1 = \frac{1}{2} m_1 \left(\dot{x}_1 + \frac{1}{2}\dot{\varphi}_3 R \right)^2$. Каток 2 совершает плоскопараллельное движение. Кинетическая энергия катка $T_2 = \frac{3}{4} m_2 V_C^2$, причём $V_C = \frac{1}{2}\dot{\varphi}_3 R$. Тогда $T_2 = \frac{3}{16} m_2 \dot{\varphi}_3^2 R^2$. Кинетическая энергия вращающегося блока 3: $T_3 = \frac{1}{2} J_{3z} \omega_3^2$, где J_{3z} – осевой момент инерции блока 3, $J_{3z} = \frac{m_3 R^2}{2}$. Окончательно $T_3 = \frac{1}{4} m_3 \dot{\varphi}_3^2 R^2$.

Кинетическая энергия системы имеет вид:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{1}{2} m_1 (\dot{x}_1 + \frac{1}{2}\dot{\varphi}_3 R)^2 + \frac{3}{16} m_2 \dot{\varphi}_3^2 R^2 + \frac{m_3 R^2}{4} \dot{\varphi}_3^2 =$$

$$= \frac{1}{2} m_1 \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} m_1 \dot{x}_1 \dot{\varphi}_3 R + \left(\frac{1}{8} m_1 + \frac{3}{16} m_2 + \frac{1}{4} m_3 \right) \dot{\varphi}_3^2 R^2.$$

Дадим системе возможное перемещение, при котором изменяется координата груза x_1 ($\delta x_1 > 0$), а другая координата – угол поворота блока 3 φ_3 остаётся постоянной ($\delta\varphi_3 = 0$). В этом случае груз 1 движется горизонтально, блок 3 и каток 2 – неподвижны. При таком движении работу будет производить только упругая сила пружины.

Модуль силы упругости пружины пропорционален её растяжению и в произвольном положении груза равен: $F_{\text{упр}} = c\Delta\ell = cx_1$. Направление силы упругости противоположно растяжению (см. рис. 6.39).

Сумма элементарных работ сил на заданном перемещении системы δx_1: $\delta A = -F_{\text{упр}}\delta x_1 = -cx_1\delta x_1$. Отсюда обобщенная сила Q_x, соответствующая координате x_1: $Q_x = -cx_1 = -207x_1$ Н.

Дадим системе другое возможное перемещение, при котором пружина не растягивается: $\delta x_1 = 0$, а блок 3 повернулся на угол $\delta\varphi_3$: $\delta\varphi_3 > 0$. В этом случае пружина рассматривается как жёсткий стержень, связывающий груз 1 с центром масс катка 2. В результате при повороте блока 3 груз 1 и точка *C* движутся одинаково в горизонтальном направлении. На этом перемещении системы работу совершает только пара сил с моментом *M*, приложенная к блоку 3. Имеем $\delta A = M\delta\varphi_3$, и, следовательно, обобщённая сила $Q_\varphi = M = 5$ Н·м.

Составим уравнения Лагранжа, для чего вычислим производные от кинетической энергии по обобщенным скоростям и координатам:

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1} = m_1\dot{x}_1 + \frac{1}{2}m_1R\dot{\varphi}_3;\ \ \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_3} = \frac{1}{2}m_1R\dot{x}_1 + \left(\frac{1}{4}m_1 + \frac{3}{8}m_2 + \frac{1}{2}m_3\right)\dot{\varphi}_3R^2;$$

$$\frac{\partial T}{\partial x_1} = 0,\ \ \frac{\partial T}{\partial \varphi_3} = 0.$$

Полные производные по времени:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1}\right) = m_1\ddot{x}_1 + \frac{1}{2}m_1R\ddot{\varphi}_3;\ \ \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_3}\right) = \frac{1}{2}m_1R\ddot{x}_1 + \left(\frac{1}{4}m_1 + \frac{3}{8}m_2 + \frac{1}{2}m_3\right)\ddot{\varphi}_3R^2.$$

Приравнивая полные производные обобщённым силам, получим уравнения Лагранжа окончательно в виде системы алгебраических уравнений относительно ускорений $\ddot{x}_1$ и $\ddot{\varphi}_3$:

$$1{,}02\ddot{x}_1 + 0{,}12\ddot{\varphi}_3 = -207x_1;\ \ 0{,}12\ddot{x}_1 + 0{,}15\ddot{\varphi}_3 = 5.$$

Разрешая систему относительно ускорения $\ddot{x}_1$, получим уравнение относительных колебаний груза:

$$\ddot{x}_1 + 225x_1 = -4{,}35.$$

Решение линейного неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами представляется в виде суммы общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного: $x_1 = x_{\text{одн}} + x_{\text{частн}}$.

Общее решение однородного уравнения $x_{\text{одн}} = C_1 \sin kt + C_2 \cos kt$, где C_1, C_2 – произвольные постоянные; k – круговая частота собственных колебаний груза 1, $k = \sqrt{225} = 15$ рад/с. Частное решение неоднородного уравнения ищется в виде константы $x_{\text{част}} = b$. Подставив его в уравнение колебаний, получим: b = – 0,02.

Таким образом, общее решение неоднородного уравнения

$$x_1(t) = C_1 \sin 15t + C_2 \cos 15t - 0{,}02.$$

Начальная координата x_{01} груза 1 определяется из условия, что в начальный момент времени при $t = 0$ груз находился в положении, при котором пружина была растянута относительно своего недеформированного состояния на расстояние Δl_0 = 0,05 м. Следовательно, $x_{01} = 0{,}05$. Подставляя значение начальной координаты в общее решение неоднородного уравнения при $t = 0$, получим: $C_2 = 0{,}07$.

Относительная скорость груза 1 в любой момент времени: $\dot{x}_1(t) = C_1 15\cos 15t - C_2 15\sin 15t$. По условию задачи начальная скорость груза 1 $\dot{x}_1(0) = 0$. После подстановки начального условия в выражение для скорости груза 1 получим: $C_1 = 0$.

Окончательно уравнение относительного движения груза 1:

$$x_1(t) = 0{,}07\cos 15t - 0{,}02 \text{ м}.$$

Найдём уравнение вращательного движения блока 3. Для этого в дифференциальное уравнение $0{,}12\ddot{x}_1 + 0{,}15\ddot{\varphi}_3 = 5$ подставим значение второй производной решения относительных колебаний груза 1. Получим: $\ddot{\varphi}_3 = 33{,}33 + 12{,}6\cos 15t$. Полагая $\ddot{\varphi}_3 = \dfrac{d\omega_3}{dt}$, получим дифференциальное уравнение первого порядка: $\dfrac{d\omega_3}{dt} = 33{,}33 + 12{,}6\cos 15t$, откуда найдём угловую скорость блока 3: $\omega_3 = 33{,}33t + 0{,}84\sin 15t + C_3$.

Аналогично, положив $\omega_3 = \dfrac{d\varphi_3}{dt}$, найдём закон вращательного движения блока 3: $\varphi_3 = 16{,}665t^2 - 0{,}056\cos 15t + C_3 t + C_4$.

Начальные условия движения блока: при $t = 0$, $\varphi_3(0) = 0$, $\omega_3(0) = 0$. Подставляя начальные условия в уравнения движения, получим: $C_4 = 0{,}056$, $C_3 = =0$.

Окончательно уравнение вращательного движения блока 3:

$$\varphi_3 = 16{,}665t^2 - 0{,}056\cos 15t + 0{,}056.$$

Абсолютное движение s_1 груза 1 представляется суммой относительного и переносного движений:

$$s_1 = x_1 + S_C = x_1 + \frac{1}{2}R\varphi_3 = 2t^2 - 0{,}06\cos 15t - 0{,}01.$$

Упражнения

Упражнение 6.6. Каток весом $P_1 = 2P$, радиуса r, движущийся без проскальзывания по вертикальной стене, удерживается вертикальной пружиной жесткостью $C = 4P/r$, прикреплённой одним концом к центру катка, другим – к неподвижной поверхности (рис. 6.40). К нити, намотанной на барабан катка, подвешен груз 2 весом $P_2 = P$. На груз действует сила $F = P$, к катку приложена пара сил с моментом $M = Pr$.

Найти закон движения груза 2 и максимальное растяжение пружины, если движение системы началось из состояния покоя при недеформированной пружине.

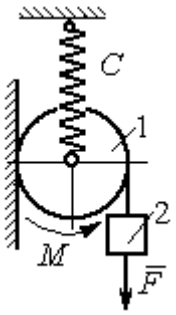


Рис. 6.40. Схема движения катка

Упражнение 6.7. Грузы 1 и 2 весом $P_1 = 20$ Н и $P_2 = 30$ Н привязаны к нерастяжимой нити. Нить переброшена через неподвижные блоки B и D и охватывает снизу подвижный блок 3 весом $P_3 = 40$ Н (рис. 6.41).

Определить ускорения грузов 1 и 2 и центра масс блока 3. Весом нити и неподвижных блоков B и D пренебречь.

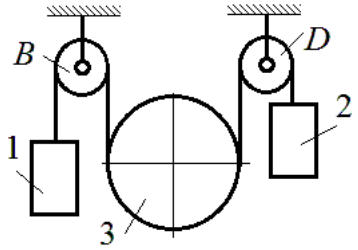


Рис. 6.41. Механическая система с двумя степенями свободы

Упражнение 6.8. Каток 1, радиуса r весом P катится по горизонтальной поверхности. К катку приложена пара сил с моментом $M = 2Pr$. Каток передаёт движение невесомой тележке (см. рис. 6.42). В кузове тележки находится каток 2 такого же радиуса r и веса P, который движется по горизонтальной поверхности кузова под действием силы $F = P$, приложенной в центре катка. Найти закон движения центра катка 2 относительно тележки, если движение системы началось из состояния покоя.

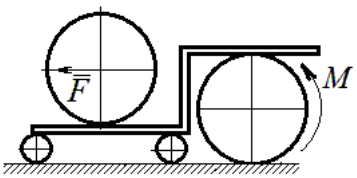


Рис. 6 42. Движение катка в кузове тележки

7. ОТВЕТЫ И КРАТКИЕ ПОЯСНЕНИЯ

7.1. Ответы к упражнениям главы 1

1.1

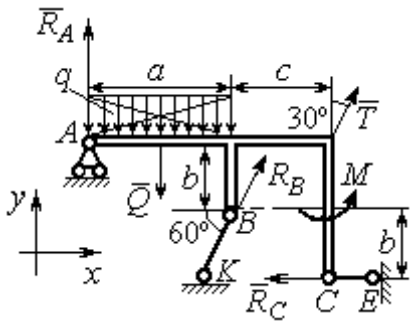


Рис. 7.1. Расчётная схема к упражнению 1.1

$T = 15$ кН, $Q = 15$ кН.

$$R_B\cos 60^\circ + T\cos 60^\circ - R_C = 0;$$

$$R_A - Q + R_B\cos 30^\circ + T\cos 30^\circ = 0;$$

$$-Q\cdot\frac{a}{2} + R_B\cos 30^\circ\cdot a + R_B\cos 60^\circ\cdot b + T\cos 30^\circ\cdot(a+c) + + M - R_C\cdot 2b = 0.$$

$R_B = -3{,}8$ кН, $R_C = 5{,}6$ кН, $R_A = 5{,}3$ кН.

1.2

$Q = 9$ кН. $T = 2$ кН.

$$X_A + T\cos 30^\circ + Q\cos 30^\circ = 0;$$

$$Y_A - Q\cos 60^\circ + R_B - T\cos 60^\circ - F = 0;$$

$$-Q\cdot\frac{c}{2} + R_B(b + c\cos 60^\circ) - Fc\cos 60^\circ + M -$$

$$-T\cos 60^\circ(b + c\cos 60^\circ) - T\cos 30^\circ(a + c\sin 60^\circ) = 0.$$

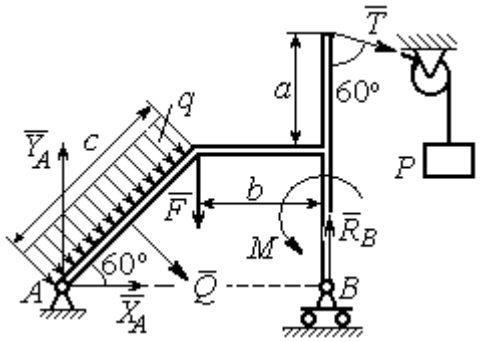


Рис. 7.2. Расчётная схема к упражнению 1.2

$R_B = 10{,}02$ кН, $X_A = -9{,}53$ кН, $Y_A = -0{,}52$ кН.

1.3

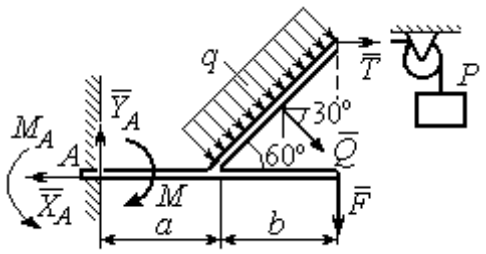


Рис. 7.3. Расчётная схема к упражнению 1.3

$Q = 8$ кН. $T = 3$ кН.

$$-X_A + T + Q\cos 30^\circ = 0;$$

$$Y_A - Q\cos 60^\circ - F = 0;$$

$$-T\,2b\cos 30^\circ - F(a+b) + M_A - M -$$

$$-Q\cos 60^\circ\left(a + \frac{b}{2}\right) - Q\cos 30^\circ\left(b\cos 30^\circ\right) = 0.$$

$M_A = 18{,}61$ кН·м, $X_A = 9{,}93$ кН, $Y_A = 6$ кН.

1.4

$Q = 6{,}93$ кН, $T = 2$ кН.

$$-X_B - T + Q\cos 30^\circ + F\cos 60^\circ = 0;$$

$$R_A - Q\cos 60^\circ + Y_B - F\cos 30^\circ = 0;$$

$$-\frac{Qa}{2\cos 30^\circ} + Y_B\left(b + \frac{a}{2\cos 30^\circ}\right) + Ta - Fa\cos 60^\circ -$$

$$-F\cos 30^\circ\left(b + \frac{a}{2\cos 30^\circ}\right) + M = 0.$$

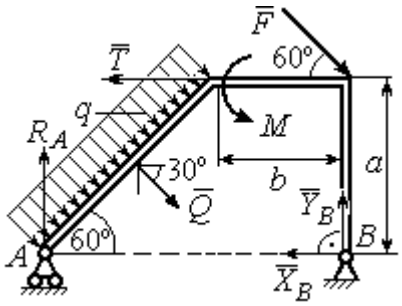


Рис.7.4. Расчётная схема к упражнению 1.4

$R_A = 0{,}72$ кН, $X_B = -5{,}5$ кН, $Y_B = 5{,}34$ кН.

1.5

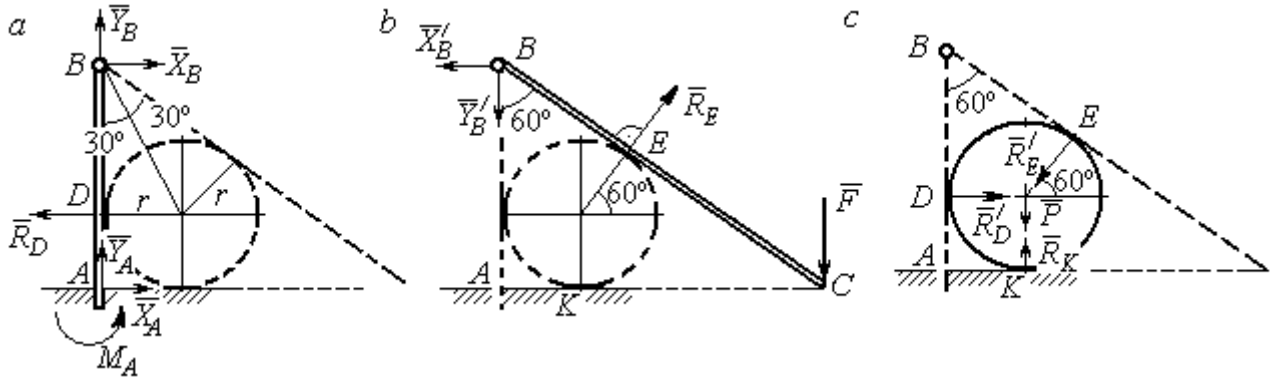


Рис. 7.5. Расчётные схемы к упражнению 1.5:
a – равновесие балки *AB*; *b* – равновесие балки *BC*; *c* – равновесие шара

$X_B = X'_B$, $Y_B = Y'_B$, $R_D = R'_D$, $R_E = R'_E$.

Балка *AB*. $AB = r + BD = r + r\operatorname{ctg}30^\circ = 2{,}73$ м.

$$X_A - R_D + X_B = 0,\ Y_A + Y_B = 0,\ M_A + R_D \cdot r - X_B \cdot AB = 0.$$

Балка BC. $BE = BD$ = 1,73 м. $AC = BC\cos 30^\circ = 2AB\cos 30^\circ$ = 4,73 м.

$$R_E\cos 60^\circ - X'_B = 0,\ RE\sin 60\circ - Y'B - F = 0,\ R_E \cdot BE - F \cdot AC = 0.$$

Шар.

$$R'_D - R'_E\cos 60^\circ = 0,\ R_K - P - R'_E\cos 30^\circ = 0.$$

R_E = 21,87 кН, Y_B = 10,94 кН, X_B = 10,94 кН, R_D = 10,94 кН;

R_K = 20,94 кН, X_A = 0, Y_A = – 10,94 кН, M_A = 18,93 кН·м.

1.6

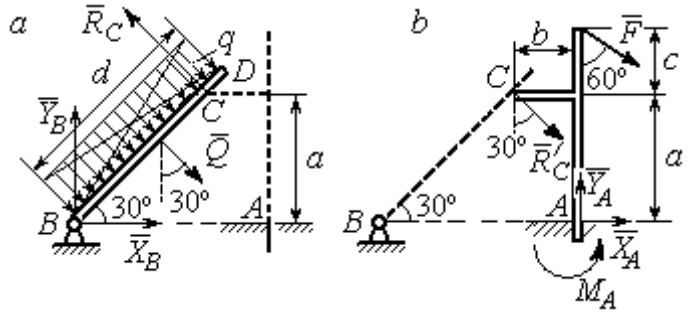


Рис. 7.6. Расчётные схемы к упражнению № 1.6:
a – равновесие балки *BD*; *b* – равновесие балки *AC*

Балка BD. Q = 15 кН.

$$X_B + Q\cos 60^\circ - R_C\cos 30^\circ = 0;$$

$$Y_B - Q\cos 30^\circ + R_C\cos 60^\circ = 0;$$

$$-Q\frac{d}{2} + R_C 2a = 0.$$

Балка AC. $R_C = R'_C$.

$$X_A + R'_C\cos 60^\circ + F\cos 30^\circ = 0,\ Y_A - R'_C\cos 30^\circ - F\cos 60^\circ = 0;$$

$$M_A - R'_C\cos 60^\circ \cdot a + R'_C\cos 30^\circ \cdot b - F\cos 30^\circ(a + c) = 0.$$

X_B = 0,61 кН, Y_B = 8,3 кН, R_C = 9,37 кН;

X_A = – 8,15 кН, Y_A = 10,11 кН, M_A = 11,65 кН·м.

1.7

Балка AB. Q_1 = 6 кН.

$T = P$ = 3 кН.

$$X_A + R_B - T\cos 60^\circ + F = 0;$$

$$Y_A - Q_1 - T\cos 30^\circ = 0;$$

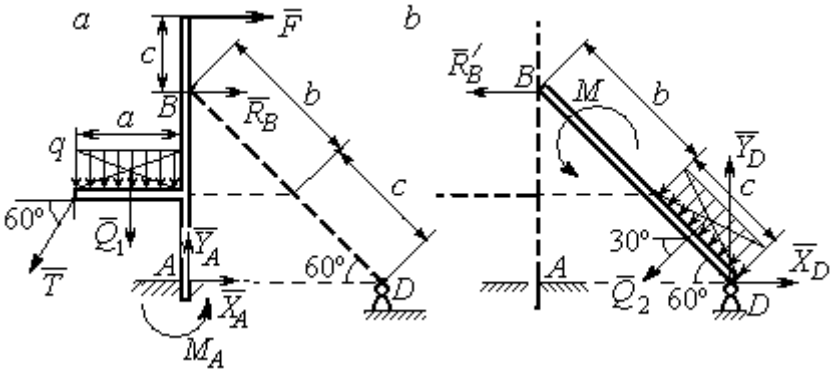


Рис. 7.7. Расчётные схемы к упражнению 1.7:
a – равновесие балки *AB*; *b* – равновесие балки *BD*

$$M_A - R_B(b+c)\cos 30^\circ + Q_1\frac{a}{2} +$$

$$+ T\cos 30^\circ a + T\cos 60^\circ c\cos 30^\circ -$$

$$- F\left[c + (b+c)\cos 30^\circ\right] = 0.$$

Балка DB. $Q_2 = 3$ кН. $R'_B = R_B$.

$$X_D - R'_B - Q_2\cos 30^\circ = 0,\ Y_D - Q_2\cos 60^\circ = 0,\ M + R'_B(b+c)\cos 30^\circ + Q_2\frac{c}{2} = 0.$$

$X_A = -1{,}49$ кН, $Y_A = 8{,}6$ кН, $M_A = 8{,}86$ кН, $R_B = -1{,}01$ кН;

$X_D = 1{,}59$ кН, $Y_D = 1{,}5$ кН.

1.8

Шар.

$$R_B\cos 60^\circ - R_D\cos 60^\circ = 0;$$

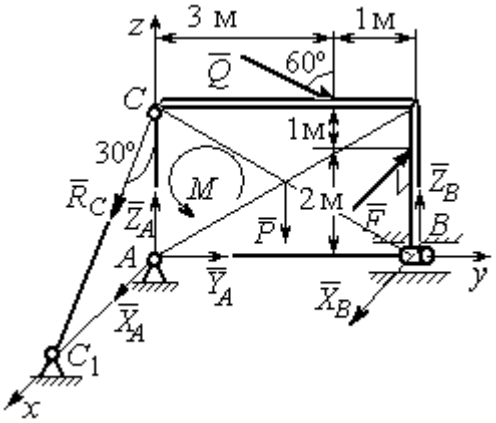


Рис. 7.9. Расчётная схема к упражнению 1.9

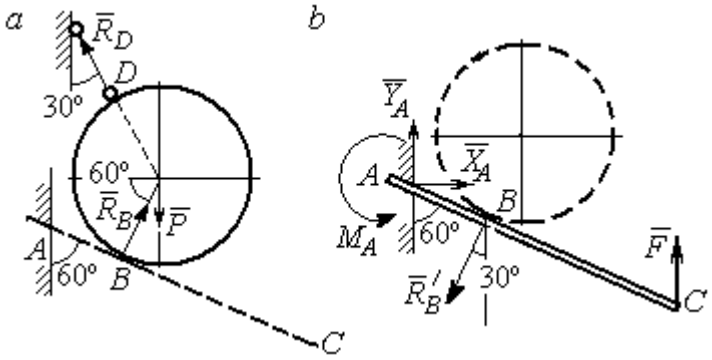


Рис. 7.8. Расчётные схемы к упражнению 1.8: *a* – равновесие шара; *b* – равновесие балки AC

$$R_B\cos 30^\circ + R_D\cos 30^\circ - P = 0.$$

Балка AC. $R'_B = R_B$.

$$X_A - R'_B\cos 60^\circ = 0;\ Y_A - R'_B\cos 30^\circ + F = 0;$$

$$M_A - R'_B AB + F\cdot AC\cos 30^\circ = 0.$$

$X_A = 2{,}89$ кН, $Y_A = 0$ кН, $M_A = -11{,}55$ кН·м, $R_B = 5{,}77$ кН, $R_D = 5{,}77$ кН.

1.9

$$X_A + R_C\cos 60^\circ + X_B - F = 0;\ Y_A + Q\cos 30^\circ = 0;$$

$$Z_A - R_C\cos 30^\circ - Q\cos 60^\circ + Z_B - P = 0;$$

$$M - Q\cos 60^\circ\cdot 3 - Q\cos 30^\circ\cdot 3 + Z_B\cdot 4 - P\cdot 2 = 0;$$

$$R_C\cos60^\circ\cdot 3 - F\cdot 2 = 0,\ -X_B\cdot 4 + F\cdot 4 = 0.$$

$$X_A = 5{,}34 \text{ кН},\ Y_A = 2{,}6 \text{ кН};$$

$$Z_A = 8{,}92 \text{ кН},\ R_C = 10{,}67 \text{ кН};$$

$$X_B = 8 \text{ кН},\ Z_B = 3{,}82 \text{ кН}.$$

1.10

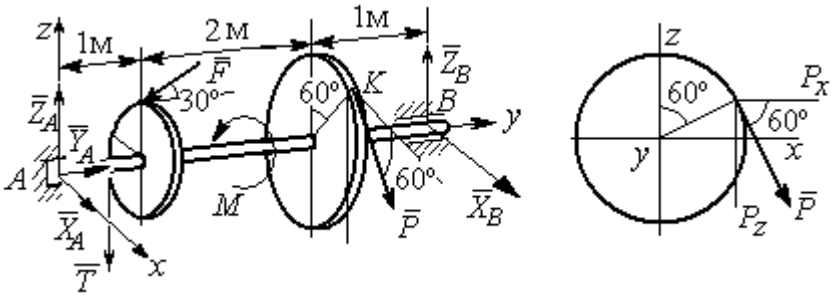


Рис. 7.10. Расчётные схемы к упражнению 1.10

$T = Q = 3$ кН.

$$X_A + P\cos60^\circ + X_B = 0,\ Y_A - F\cos30^\circ = 0;$$

$$Z_A - F\cos60^\circ - P\cos30^\circ - T + Z_B = 0.$$

$$-T\cdot 1 - F\cos60^\circ\cdot 1 + F\cos30^\circ\cdot r - P\cos30^\circ\cdot 3 + Z_B\cdot 4 = 0;$$

$$-Tr + PR - M = 0,\ -P\cos60^\circ\cdot 3 + X_B\cdot 4 = 0.$$

$X_A = 5{,}6$ кН, $Y_A = 3{,}46$ кН, $Z_A = 5{,}48$ кН, $P = 6{,}4$ кН, $X_B = 2{,}4$ кН, $Z_B = 5{,}06$ кН.

1.11

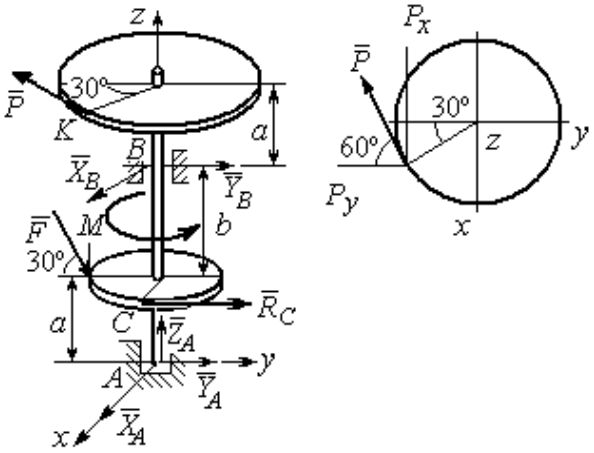


Рис. 7.11. Расчётные схемы к упражнению 1.11

$R_C = Q = 3$ кН.

$$X_A + X_B - P\cos30^\circ = 0;$$

$$Y_A + Y_B - P\cos60^\circ + R_C + F\cos30^\circ = 0;$$

$$Z_A - F\cos60^\circ = 0;$$

$$-Y_B(a+b) + P\cos60^\circ(2a+b) - R_C a - -$$

$$F\cos30^\circ\cdot a + F\cos60^\circ\cdot r = 0;$$

$$X_B(a+b) - P\cos30^\circ(2a+b) = 0;$$

$$-PR + R_C r + M = 0.$$

X_A = – 1,85 кН, Y_A = – 5,64 кН, Z_A = 2 кН, P = 6,4 кН, X_B = 7,39 кН, Y_B = 2,38кН.

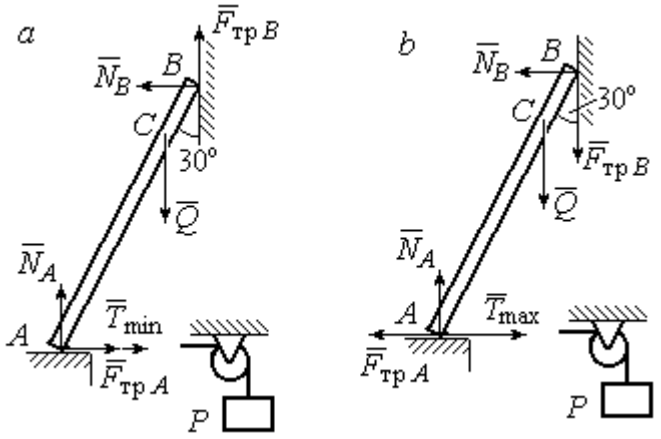


Рис. 7.13. Расчётные схемы к упражнению 1.13:
a – расчёт минимального веса груза;
b – расчёт максимального веса груза

1.12

$$T = Q = 3 \text{ кН}.$$

$$X_A + T + X_D = 0;$$

$$Y_A - F + P\cos 60^\circ = 0,$$

$$Z_A + Z_D + P\cos 30^\circ = 0;$$

$$Fa\sin 30^\circ + Z_D(b + 2a) + P(2b + 2a)\cos 30^\circ = 0;$$

$$Ta\sin 30^\circ - Pa\cos 30^\circ + M = 0;$$

$$-Ta - X_D(b + 2a) + Pa\cos 60^\circ + Fa\cos 30^\circ = 0.$$

X_A = 0,8 кН, Y_A = 2,56 кН, Z_A = 1,3 кН;

P = 2,89 кН, X_D = 0,76 кН, Z_D = – 3,80 кН.

1.13

Минимальный вес груза P:

$$T_{\min} + F_{\text{тр}A} - N_B = 0; \quad F_{\text{тр}B} + N_A - Q = 0;$$

$$F_{\text{тр}B} \cdot AB\sin 30° + N_B \cdot AB\cos 30° - Q \cdot AC\sin 30° = 0$$

Максимальный вес груза P:

$$T_{\max} - F_{\text{тр}A} - N_B = 0; \quad -F_{\text{тр}B} + N_A - Q = 0;$$

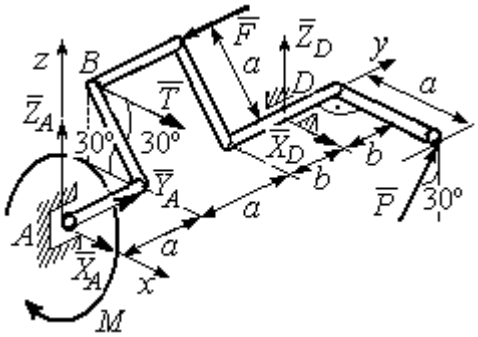


Рис. 7.12. Расчётная схема к упражнению 1.12

$$-F_{\text{тр}B} \cdot AB\sin 30° + N_B \cdot AB\cos 30° - Q \cdot AC\sin 30° = 0;$$

$$F_{\text{тр}A} = f N_A, \quad F_{\text{тр}B} = f N_B.$$

$$T_{\min} = 31.77 \text{ Н} < P < T_{\max} = 130{,}51 \text{ Н}.$$

1.14

Шкив. $T = T_1 = Q$.

$$T \cdot R - T_1 r + M - F_{\text{тр}} R = 0.$$

$$F_{\text{тр}} = 266{,}67 \text{ Н};$$

$$N = \frac{F_{\text{тр}}}{f} = 666{,}67 \text{ Н}.$$

Рычаг. $N = N'$. $F_{\text{тр}} = F'_{\text{тр}}$.

$$P(a+b) - N' \cdot b + F'_{\text{тр}} c = 0.$$

$$P = 320 \text{ Н}.$$

$$-X_A - P + N' = 0;$$

$$Y_A - F'_{\text{тр}} = 0.$$

X_A=346,67 Н, Y_A=266,67 Н.

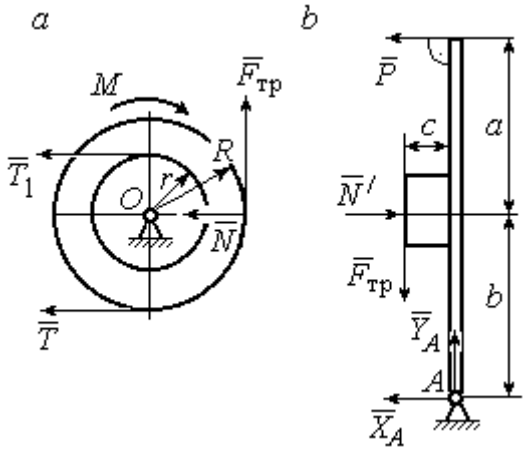


Рис. 7.14. Расчётные схемы к упражнению 1.14: *a* – равновесие шкива; *b* – равновесие рычага

$$\omega_{3z} = \omega_{1z} \frac{R_1}{r_2} \frac{R_2}{R_3} = \left(3 + \pi \cos\frac{\pi t}{2}\right)\frac{4}{3};$$

$$\omega_3(1) = |\omega_{3z}(1)| = 4 \text{ рад/с}.$$

7.2. Ответы к упражнениям главы 2

2.1

$$\omega_{1z} = \dot{\varphi}_1 = 3 + \pi \cos\frac{\pi t}{2},\ \omega_1(1) = |\omega_{1z}(1)| = 3$$

рад/с.

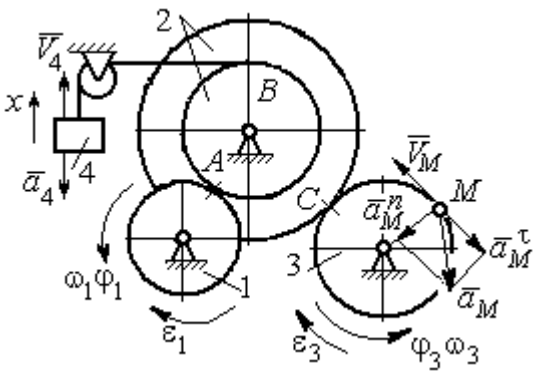


Рис. 7.15. Расчётная схема к упражнению 2.1

$$V_M(1) = \omega_3(1) R_3 = 40 \text{ см/с}.$$

$$\varepsilon_{3z} = \dot{\omega}_{3z} = -\frac{2\pi^2}{3}\sin\frac{\pi t}{2}, \quad \varepsilon_{3z}(1) = -\frac{2\pi^2}{3};$$

$$\varepsilon_3(1) = |\varepsilon_{3z}(1)| = \frac{2\pi^2}{3} = 6{,}58 \text{ рад/с}^2.$$

$\bar{a}_M = \bar{a}_M^n + \bar{a}_M^\tau$, $a_M^n(1) = \omega_3^2(1)R_3 = 160$ см/с^2, $a_M^\tau(1) = \varepsilon_3(1)R_3 = 65{,}8$ см/с^2.

$$a_M(1) = 173 \text{ см/с}^2.$$

$$V_{4x} = V_A = \omega_{1z}R_1 = \left(3 + \pi\cos\frac{\pi t}{2}\right)8; \quad V_4(1) = |V_{4x}(1)| = 24 \text{ см/с}.$$

$$\dot{V}_{4x} = -4\pi^2\sin\frac{\pi t}{2}, \; \dot{V}_{4x}(1) = -4\pi^2; \; a_4(1) = |\dot{V}_{4x}(1)| = 39{,}48 \text{ см/с}^2.$$

2.2

$$V_{4x} = \dot{x}_4 = 1 - \frac{\pi}{3}\cos\frac{\pi t}{3} - \frac{\pi}{3}\sin\frac{\pi t}{3};$$

$$V_{4x}(3) = 2{,}05 \text{ м/с}, \; V_4 = |V_{4x}(3)|$$

$$\omega_{3z} = \frac{V_{4x}}{r_3} = \frac{1}{r_3}\left(1 - \frac{\pi}{3}\cos\frac{\pi t}{3} - \frac{\pi}{3}\sin\frac{\pi t}{3}\right);$$

$$\omega_{3z}(3) = 6{,}83 \text{ рад/с}; \; \omega_3 = |\omega_{3z}(3)|.$$

$$\varepsilon_{3z} = \dot{\omega}_{3z} = \frac{1}{r_3}\left(\frac{\pi^2}{9}\sin\frac{\pi t}{3} - \frac{\pi^2}{9}\cos\frac{\pi t}{3}\right).$$

$$\varepsilon_{3z}(3) = 3{,}65 \text{ рад/с}^2; \; \varepsilon_3 = |\varepsilon_{3z}(3)|.$$

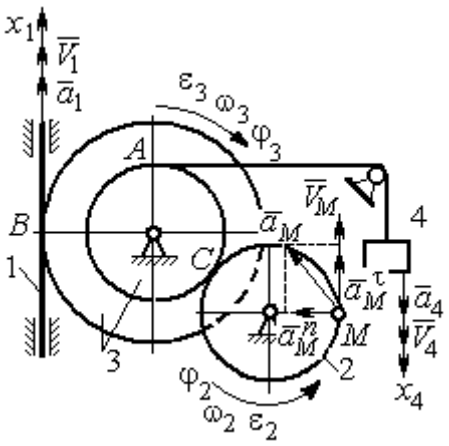


Рис. 7.16. Расчётная схема к упражнению 2.2

$$\frac{\omega_3}{\omega_2} = \frac{R_2}{r_3}; \; \omega_2 = \omega_3\frac{r_3}{R_2} = 10{,}25 \text{ рад/с}; \; V_M = \omega_2 R_2 = 2{,}05 \text{ м/с}.$$

$$\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_2} = \frac{R_2}{r_3}; \; \varepsilon_2 = \varepsilon_3\frac{r_3}{R_2} = 5{,}47 \text{ рад/с}^2.$$

$$a_M^n = \omega_2^2 R_2 = 20{,}4 \text{ м/с}^2; \; a_M^\tau = \varepsilon_2 R_2 = 1{,}09 \text{ м/с}^2.$$

$$a_M = \sqrt{\left(a_M^n\right)^2 + \left(a_M^\tau\right)^2} = 20{,}43 \text{ м/с}^2.$$

$$V_1 = \omega_3 R_3 = 2{,}73 \text{ м/с}; \; a_1 = \dot{V}_1 = \dot{\omega}_3 R_3 = \varepsilon_3 R_3 = 2{,}19 \text{ м/с}^2.$$

2.3

$BP_2 = BC\cos 30° = 4{,}33$ см; $CP_2 = 2{,}5$ см.

$$\omega_{BC} = \frac{V_B}{BP_2} = 1{,}15 \text{ рад/с};\quad V_C = \omega_{BC} CP_2 = 2{,}87 \text{ см/с};$$

$$\omega_1 = \frac{V_C}{CP_1} = 0{,}72 \text{ рад/с};\quad EP_1 = 2R_1\cos 30^\circ = 3{,}46 \text{ см};$$

$$V_E = \omega_1 EP_1 = 2{,}49 \text{ см/с};\quad EP_3 = 2AE\cos 30^\circ = 10{,}39 \text{ см};$$

$$\omega_{AE} = \frac{V_E}{EP_3} = 0{,}24 \text{ рад/с};\quad EA = AP_3;$$

$$V_A = \omega_{AE} AP_3 = 1{,}44 \text{ см/с},\quad \omega_{AO} = \frac{V_A}{AO} = 0{,}24 \text{ рад/с}.$$

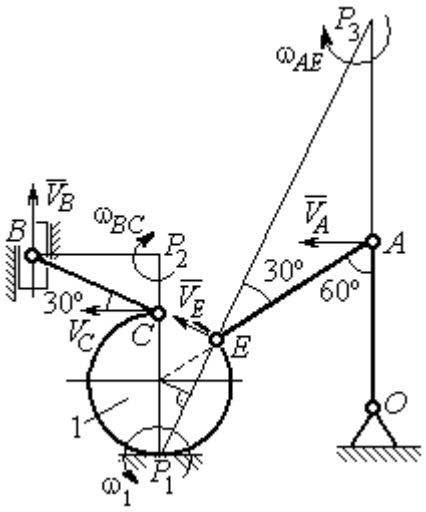


Рис. 7.17. Расчётная схема к упражнению 2.3

2.4

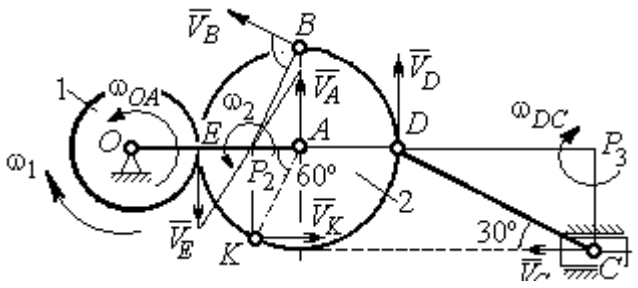


Рис. 7.18. Расчётная схема к упражнению 2.4

E – точка касания дисков.

$$V_E = \omega_1 r_1 = 18 \text{ см/с}.$$

$$V_A = \omega_{OA}(r_1 + r_2) = 18 \text{ см/с}.$$

$$EP_2 = P_2A = 3 \text{ см},\ \omega_2 = \frac{V_E}{EP_2} = 6 \text{ рад/с}.$$

$$V_K = \omega_2 P_2 K = 31{,}18 \text{ см/с}.$$

$$V_B = \omega_2 P_2 B = 40{,}25 \text{ см/с};\ V_D = \omega_2 P_2 D = 54 \text{ см/с}.$$

$$DC = 2r_2,\ \omega_{DC} = \frac{V_D}{DP_3} = 5{,}197 \text{ рад/с};\ V_C\cos 30^\circ = V_D\cos 60^\circ,\ V_C = 31{,}18 \text{ см/с}.$$

2.5

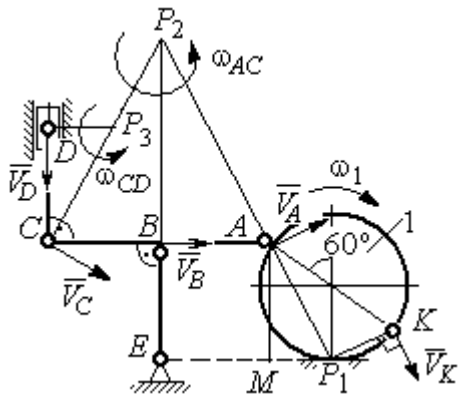


Рис. 7. 19. Расчётная схема к упражнению 2.5.

$$BE = 1{,}5R_1;\ R_1 = 2{,}67 \text{ см}.$$

$$KP_1 = R_1;\ \omega_1 = \frac{V_K}{KP_1} = 0{,}75 \text{ рад/с}.$$

$$AP_1 = \frac{AM}{\cos 30^\circ} = 4{,}62 \text{ см};\ V_A = \omega_1 P_1 A = 3{,}46 \text{ см/с}.$$

$$AP_2 = 2AB = 8 \text{ см};\ \omega_{AC} = \frac{V_A}{AP_2} = 0{,}43 \text{ рад/с}.$$

$$V_B \cos 0^\circ = V_A \cos 30^\circ;\ V_B = 2{,}99 \text{ см/с}.$$

$$\omega_{BE} = \frac{V_B}{BE} = 0{,}75 \text{ рад/с};\ V_C = V_A = 3{,}46 \text{ см/с};\ CP_3 = \frac{DC}{\cos 30^\circ} = 4{,}62 \text{ см};$$

$$\omega_{CD} = \frac{V_C}{CP_3} = 0{,}75 \text{ рад/с};\ V_D \cos 0^\circ = V_C \cos 60^\circ;\ V_D = 1{,}73 \text{ см/с}.$$

2.6

$$V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 12 \text{ см/с};\ \omega_{AD} = 0,\ V_D = V_A.$$

$$\omega_{O_1C} = \frac{V_D}{DO_1} = 3 \text{ рад/с};$$

$$V_C = \omega_{O_1C} \cdot O_1C = 48 \text{ см/с}.$$

$$CB = CP = 16 \text{ см};\ \omega_{CB} = \omega_{CL} = \frac{V_C}{CP} = 3 \text{ рад/с}.$$

$$PL = \frac{CP}{\cos 30^\circ} = 18{,}48 \text{ см};\ PB = 2BC\cos 30^\circ.$$

$$V_L = \omega_{CL} \cdot PL = 55{,}44 \text{ см/с};$$

$$V_B = \omega_{CB} \cdot PB = 83{,}13 \text{ см/с}.$$

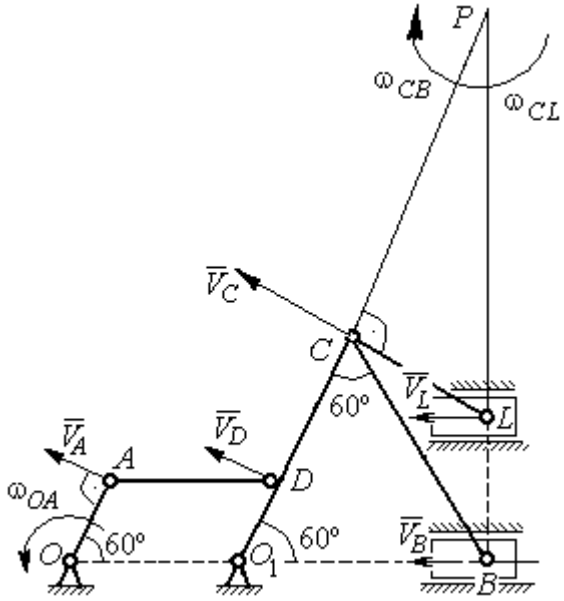


Рис. 7.20. Расчётная схема к упражнению 2.6.

2.7

$V_D = \omega_1 R_1 = 30$ см/с; $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 15$ см/с.

$$\omega_2 = \frac{V_A}{AP_2} = 3 \text{ рад/с.}$$

$$V_B = \omega_2 \cdot P_2 B = 21{,}21 \text{ см/с.}$$

$$V_C \cos 0^\circ = V_B \cos 45^\circ;\ V_C = 15 \text{ см/с.}$$

$$CP_3 = CB;\ \omega_{BC} = \frac{V_C}{CP_3} = 1{,}87 \text{ рад/с.}$$

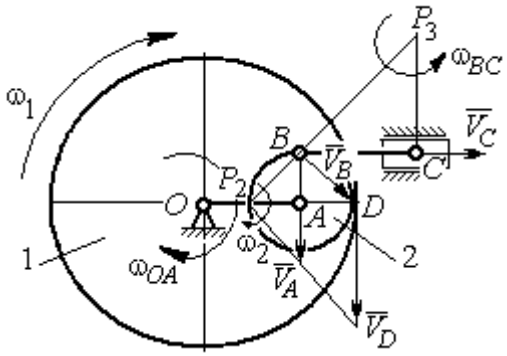


Рис. 7.21. Расчётная схема к упражнению 2.7

2.8

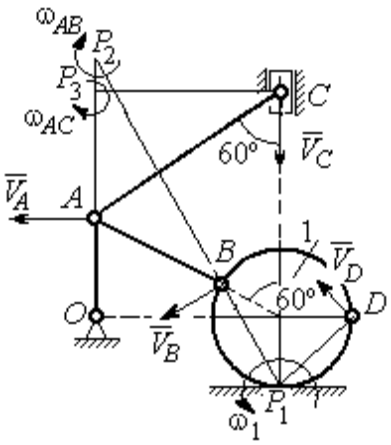


Рис. 7.22. Расчётная схема к упражнению 2.8

$AC = AB + R_1 = 12$ см; $CP_3 = AC \cos 30^\circ = 10{,}39$ см.

$$\omega_{AC} = \frac{V_C}{CP_3} = 0{,}48 \text{ рад/с;}\ V_A = \omega_{AC} \cdot AP_3 = 2{,}89 \text{ см/с.}$$

$$AB = AP_2;\ \omega_{AB} = \frac{V_A}{AP_2} = 0{,}29 \text{ рад/с.}$$

$$BP_2 = 2AB \cos 30^\circ = 17{,}32 \text{ см.}$$

$$V_B = \omega_{AB} BP_2 = 5{,}02 \text{ см/с.}$$

$$OA = (AB + R_1)\sin 30^\circ = 6 \text{ см;}\ \omega_{OA} = \frac{V_A}{AO} = 0{,}48 \text{ рад/с.}$$

$$BP_1 = 2R_1 \cos 30^\circ = 3{,}46 \text{ см;}\ \omega_1 = \frac{V_B}{BP_1} = 1{,}45 \text{ рад/с.}$$

$$DP_1 = R_1\sqrt{2} = 2{,}82 \text{ см;}\ V_D = \omega_1 DP_1 = 4{,}09 \text{ см/с.}$$

2.9

$$V_A = \omega_{OA} OA = 12 \text{ см/с;}\quad AP = 2AB = 2BC \cdot \operatorname{tg} 60^\circ = 27{,}71 \text{ см.}$$

$$\omega_{AB} = \frac{V_A}{AP} = 0{,}43 \text{ рад/с;}\ V_B \cos 0^\circ = V_A \cos 30^\circ;\ V_B = 10{,}38 \text{ см/с.}$$

$$\omega_{BC} = \frac{V_B}{BC} = 1{,}29 \text{ рад/с.}$$

$$\bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}^n_{BA} + \bar{a}^\tau_{BA};\quad \bar{a}_B = \bar{a}_C + \bar{a}^n_{BC} + \bar{a}^\tau_{BC},\ a_C = 0.$$

$$\bar{a}_A = \bar{a}_O + \bar{a}^n_{AO} + \bar{a}^\tau_{AO},\ a_O = 0.$$

$$\bar{a}^n_{BC} + \bar{a}^\tau_{BC} = \bar{a}^n_{AO} + \bar{a}^\tau_{AO} + \bar{a}^n_{BA} + \bar{a}^\tau_{BA}.$$ Найти a^τ_{BC}

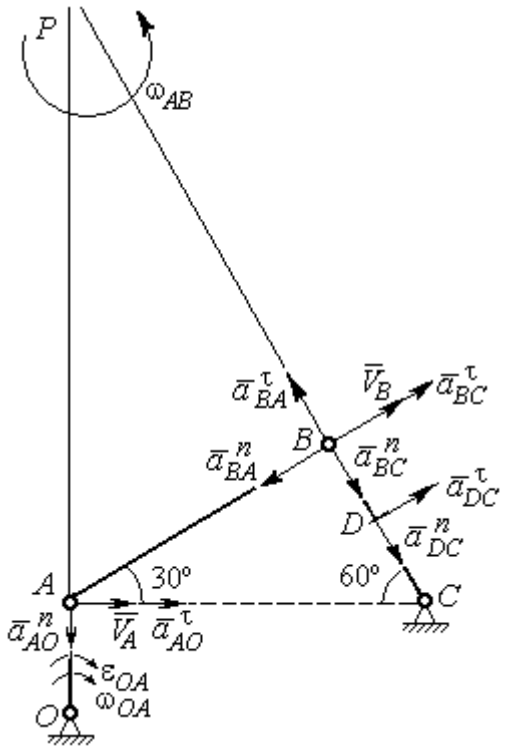


Рис. 7.23. Расчётная схема к упражнению 2.9

$$a^n_{AO} = \omega^2_{AO} \cdot AO = 36 \text{ см/с}^2;$$

$$a^\tau_{AO} = \varepsilon_{AO} \cdot AO = 8 \text{ см/с}^2;$$

$$AB = BC \cdot \text{tg}60^\circ = 13{,}86 \text{ см}.$$

$$a^n_{BA} = \omega^2_{AB} \cdot AB = 2{,}56 \text{ см/с}^2;\ \ a^\tau_{AB} = \varepsilon_{AB} AB.$$

$$a^n_{BC} = \omega^2_{BC} \cdot BC = 13{,}31 \text{ см/с}^2;\ \ a^\tau_{BC} = \varepsilon_{BC} BC.$$

Проекция на AB:

$$a^\tau_{BC} = -a^n_{AO}\cos 60^\circ +$$

$$+ a^\tau_{AO}\cos 30^\circ - a^n_{BA} = 13{,}63 \text{ см/с}^2.$$

$$\varepsilon_{BC} = \frac{\left|a^\tau_{BC}\right|}{BC} = 1{,}7 \text{ рад/с}^2.$$

$$\bar{a}_D = \bar{a}^n_{DC} + \bar{a}^\tau_{DC}.$$

$$a^n_{DC} = \omega^2_{BC} \cdot DC = 6{,}65 \text{ см/с}^2;\ \ a^\tau_{DC} = \varepsilon_{BC} \cdot DC = 6{,}8 \text{ см/с}^2.$$

$$a_D = \sqrt{\left(a^n_{DC}\right)^2 + \left(a^\tau_{DC}\right)^2} = 9{,}51 \text{ см/с}^2.$$

2.10

$$V_A = \omega_1 r_1 = 12 \text{ см/с};\ P_2A = \frac{1}{2}BC = 5 \text{ см}.$$

$$\omega_{AB} = \frac{V_A}{P_2A} = 2{,}4 \text{ рад/с}.$$

$$V_B\cos 30^\circ = V_A\cos 60^\circ;\ V_B = 6{,}93 \text{ см/с}.$$

$$P_3B = BC\cos 30^\circ = 8{,}66 \text{ см};$$

$$\omega_{BC} = \frac{V_B}{P_3B} = 0{,}8 \text{ рад/с}.$$

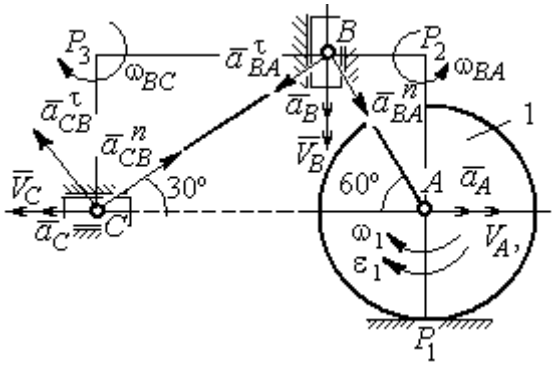


Рис. 7.24. Расчётная схема к упражнению 2.10

$$\bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}^n_{BA} + \bar{a}^\tau_{BA}.$$ Найти a_B.

Проекция на BA: $a_B\cos 30^\circ = a_A\cos 60^\circ + a_{BA}^n$.

$$a_A = a_A^\tau = \varepsilon_1 r_1 = 8 \text{ см/с}^2;\ AB = BC\operatorname{tg}30^\circ = 5{,}77 \text{ см}.$$

$$a_{BA}^n = \omega_{BA}^2 \cdot BA = 33{,}23 \text{ см/с}^2;\ \ a_B = 43{,}03 \text{ см/с}^2.$$

$$\bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^\tau.$$

Проекция на BC: $a_C\cos 60^\circ = a_B\cos 60^\circ - a_{CB}^n$,

$$a_{CB}^n = \omega_{CB}^2 \cdot CB = 6{,}4 \text{ см/с}^2;\ \ a_C = a_B - 2a_{CB}^n = 30{,}23 \text{ см/с}^2.$$

7.3. Ответы к упражнениям главы 3

3.1

$$CM_1 = S_r(1) = \frac{40}{3}\sin\frac{\pi}{3} = 11{,}55 \text{ см}.$$

Так как $CM_1\cos 30^\circ = 10$ см $= R$, то точка M_1 лежит на вертикальном диаметре.

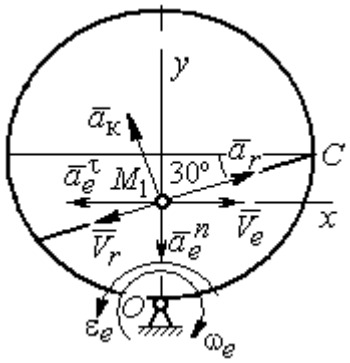


Рис. 7.25. Расчётная схема к упражнению 3.1

$$V_r = \dot{S}_r = \frac{40\pi}{9}\cos\frac{\pi t}{3};\ V_r(1) = 6{,}98 \text{ см/с}.$$

$$\omega_e(1) = 0{,}5 \text{ рад/с};\ OM_1 = R - \frac{1}{2}CM_1 = 4{,}23 \text{ см}.$$

$$V_e = \omega_e OM_1;\ \ V_e(1) = 2{,}12 \text{ см/с}.$$

$$\bar{V}_M = \bar{V}_e + \bar{V}_r.$$

$$V_{Mx} = V_e - V_r\cos 30^\circ = -3{,}93 \text{ м/с};\ V_{My} = -V_r\cos 60^\circ = -3{,}49 \text{ м/с};$$

$$V_M = \sqrt{(V_{Mx})^2 + (V_{My})^2} = 5{,}26 \text{ см/с}.$$

$$\bar{a}_M = \bar{a}_e + \bar{a}_r + \bar{a}_к.$$

$$\bar{a}_e = \bar{a}_e^n + \bar{a}_e^\tau,\ \ a_e^n = \omega_e^2 OM_1;\ \ a_e^n(1) = 1{,}06 \text{ см/с}^2.$$

$$\dot{\omega}_e = -\frac{\pi}{3}\sin\frac{\pi t}{3},\ \ \dot{\omega}_e(1) = -0{,}91 \text{ рад/с}^2;\ \ \varepsilon_e = |\dot{\omega}_e(1)| = 0{,}91 \text{ рад/с}^2,$$

$$a_e^\tau(1) = \varepsilon_e \cdot OM_1 = 3{,}85 \text{ см/с}^2.$$

$$\dot{V}_r = -\frac{40\pi^2}{27}\sin\frac{\pi t}{3},\ \dot{V}_r(1) = -12{,}66;\ a_r = \left|\dot{V}_r(1)\right| = 12{,}66\ \text{см/с}^2$$

$$a_к = 2\left|\omega_e\right| \cdot \left|V_r\right|;\ \ a_к(1) = 6{,}98\ \text{см/с}^2.$$

$$\bar{a}_M = \bar{a}_e^n + \bar{a}_e^\tau + \bar{a}_r + \bar{a}_к.$$

$$a_{Mx} = -a_e^\tau + a_r\cos 30° - a_к\cos 60° = 3{,}62\ \text{см/с}^2;$$

$$a_{My} = -a_e^n + a_r\cos 60° + a_к\cos 30° = 11{,}31\ \text{см/с}^2.$$

$$a_M = \sqrt{(a_{Mx})^2 + (a_{My})^2} = 11{,}87\ \text{см/с}^2.$$

3.2

Положение M_1:

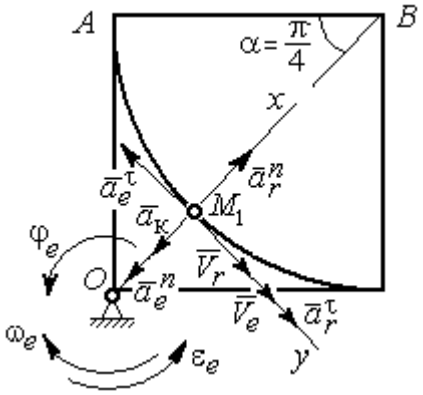


Рис. 7.26. Расчётная схема к упражнению 3.2

$$\alpha = \frac{S_r(1)}{R} = \frac{\pi}{4};\ \ OM_1 = 8{,}28\ \text{см}.$$

$$\dot{S}_r = 10\pi t;\ \ V_r = \left|\dot{S}_r(1)\right| = 31{,}42\ \text{см/с}.$$

$$\dot{\varphi}_e = 2t - 5,$$

$$\dot{\varphi}_e(1) = -3\ \text{рад/с},\ \ \omega_e = \left|\dot{\varphi}_e(1)\right| = 3\ \text{рад/с}.$$

$$V_e = \omega_e \cdot OM_1 = 24{,}6\ \text{см/с}.$$

$$\bar{V}_M = \bar{V}_e + \bar{V}_r \cdot\ V_{Mx} = V_e + V_r = 56{,}02\ \text{см/с};$$

$$V_{My} = 0;\ V_M = 56{,}02\ \text{см/с}.$$

$$\bar{a}_M = \bar{a}_e + \bar{a}_r + \bar{a}_к = \bar{a}_e^n + \bar{a}_e^\tau + \bar{a}_r^n + \bar{a}_r^\tau + \bar{a}_к.$$

$$\bar{a}_e = \bar{a}_e^n + \bar{a}_e^\tau\ \cdot\ a_e^n = \omega_e^2 \cdot OM_1 = 74{,}52\ \text{см/с}^2;$$

$$\dot{\omega}_e = 2\ \text{рад/с}^2;\ \varepsilon_e = \left|\dot{\omega}_e\right|;\ \ a_e^\tau(1) = \varepsilon_e OM_1 = 16{,}56\ \text{см/с}^2;$$

$$\bar{a}_r = \bar{a}_r^n + \bar{a}_r^\tau \cdot \dot{V}_r = 10\pi;\ a_r^\tau = \left|\dot{V}_r\right| = 10\pi = 31{,}42\ \text{см/с}^2;$$

$$a_r^n(1) = \frac{V_r^2}{R} = 49{,}36\ \text{см/с}^2;\ \ a_к = 2\left|\omega_e\right| \cdot \left|V_r\right|;\ \ a_к(1) = 62{,}84\ \text{см/с}^2.$$

$$a_{Mx} = -a_e^n + a_r^n - a_к = -88\ \text{см/с}^2;\ a_{My} = -a_e^\tau + a_r^\tau = 14{,}86\ \text{см/с}^2.$$

$$a_M = \sqrt{(a_{Mx})^2 + (a_{My})^2} = 89{,}24\ \text{см/с}^2.$$

7.4. Ответы к упражнениям главы 4

4.1

$$m\ddot{x} = F - P\cos 60° - F_{\text{тр}}, \quad m\ddot{y} = N - P\cos 30° = 0.$$

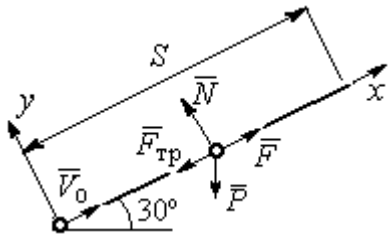


Рис. 7.27. Расчётная схема к упражнению 4.1

$$F_{\text{тр}} = fN = fmg\cos 30°;$$

$$\ddot{x} = \frac{1}{2}kt - 3{,}4, \quad \dot{x} = \frac{1}{4}kt^2 - 3{,}4t + V_0;$$

$$x = \frac{1}{12}kt^3 - 1{,}7t^2 + V_0 t.$$

Конечные условия: $t = 2$ с; $x = S = 2$ м; $V = 2V_0$.

$$V_0 = k - 6{,}8; \quad 1 = \frac{1}{3}k - 3{,}4 + V_0.$$

$$k = 8{,}4; \; V_0 = 1{,}6 \text{ м/с}.$$

4.2

Уравнения движения точки:

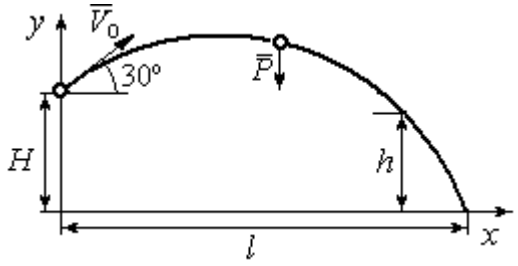


Рис. 7.28. Расчётная схема к упражнению 4.2

$$m\ddot{x} = 0; \; \dot{x} = V_0\cos 30°; \; x = V_0 t\cos 30°.$$

$$m\ddot{y} = -P; \dot{y} = -gt + V_0\cos 60°;$$

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 t\cos 60° + H.$$

Краевое условие пролёта высоты h:

$$t = 1 \text{ с}; \; y = h = 7 \text{ м}.$$

Подставляя краевые условия в уравнение движения, находим: $V_0 = 3{,}81$ м/с.

Краевое условие падения точки:

$$t = t_{\text{пад}}; \; x = l; \; y = 0.$$

Подстановка в уравнения движения условия приводит к системе:

$$l = V_0 t_{\text{пад}}\cos 30°; \; 0 = -\frac{1}{2}gt_{\text{пад}}^2 + V_0 t_{\text{пад}}\cos 60° + H.$$

Находим: $t_{\text{пад}} = 1{,}64$ с; $l = 5{,}41$ м.

4.3

Уравнение движения груза (рис. 7.29, *a*): $m\ddot{S} = -F = -k\dot{S}$.

Начальные условия: $t = 0$; $S = 0$; $\dot{S} = V_0$.

Решение: $S = \frac{mV_0}{k}\left(1 - e^{-\frac{k}{m}t}\right) = 6\left(1 - e^{-t}\right)$ м.

Скорость груза: $\dot{S} = 6e^{-t}$.

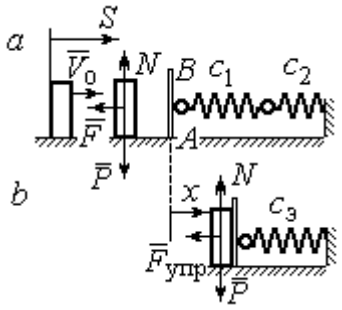


Рис. 7.29. Расчётная схема к упражнению 4.3: *a* – движение груза до начала колебаний; *b* – колебания груза

Скорость груза в момент соединения с площадкой *AB*: $V_1 = \dot{S}(1) = 0{,}21$ м/с.

Уравнение колебаний груза на эквивалентной пружине (рис. 7.29, *b*):

$$m\ddot{x} = -F_{упр} = -c_э x;\ c_э = \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2} = 30 \text{ Н/м}.$$

Начальные условия движения: $t = 0$; $x = 0$; $\dot{x} = V_1$.

Общий вид решения: $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$; $\omega = \sqrt{\frac{c_э}{m}} = 7{,}75$ рад/с, где константы: $C_1 = 0$; $C_2 = \frac{V_1}{\omega} = 0{,}28$ м. Закон движения груза $x = 0{,}28\sin 7{,}75t$.

Максимальное сжатие 0,28 м.

4.4

Жесткость эквивалентной пружины

$$c_э = \frac{c \cdot 2c}{c + 2c} = \frac{2}{3}c.$$

Уравнение колебаний:

$$m\ddot{x} = P - F_{упр} = P - c_э(\lambda_{ст} + x) = -c_э x.$$

Общее решение:

$$x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t;\ \omega = \sqrt{\frac{c_э}{m}} = 10{,}33 \text{ рад/с}.$$

Начальные условия: $t = 0$; $x = 0$; $\dot{x} = -V_0$.

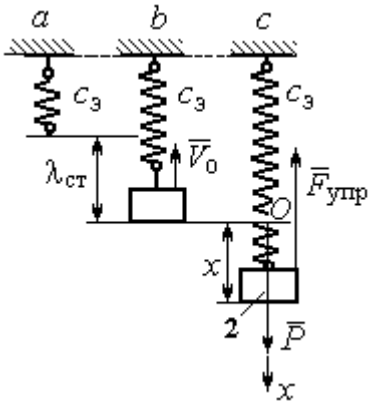


Рис. 7.30. Расчётная схема к упражнению 4.4: *a* – нерастянутая пружина; *b* – положение статического равновесия; *c* – произвольное положение груза

Находим константы интегрирования: $C_1 = 0$; $C_2 = \dfrac{V_0}{\omega} = 0{,}39$ м.

Закон движения груза: $x = 0{,}39\sin 10{,}33t$.

Амплитуда $A = 0{,}39$ м, частота $\omega = 10{,}33$ рад/с.

4.5

Скорость человека, находящегося в самолёте, в нижней точке траектории (точка C):

$$\frac{mV_C^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = mg\left[l\sin\varphi + r(1-\cos\varphi)\right].$$

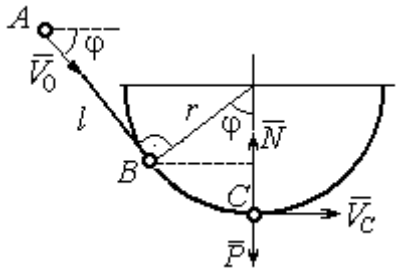


Рис. 7.31. Расчётная схема к упражнению 4.5

Откуда $V_C^2 = V_0^2 + 2g\left[l\sin\varphi + r(1-\cos\varphi)\right]$.

Уравнение движения человека, двигающегося вместе с самолётом, в проекции на нормаль в точке C: $\dfrac{mV_C^2}{r} = N - P$, где N – реакция корпуса самолёта. Сила давления человека на корпус самолёта по величине равна реакции, но направлена в противоположную сторону.

Из условия $N \le 3P$ следует неравенство: $V_C^2 \le 2gr$, или

$$V_0^2 + 2g\left[l\sin\varphi + r(1-\cos\varphi)\right] \le 2gr.$$ Откуда $r \ge \dfrac{V_0^2 + 2gl\sin\varphi}{2g\cos\varphi}$.

4.6

Из уравнения теоремы об изменении кинетической энергии шарика в точке B с учётом, что $V_A = 0$, найдём:

$$\frac{mV_B^2}{2} = \frac{ca^2}{2} + mg\left[R + R\cos 60° - a\cos 30°\right].$$

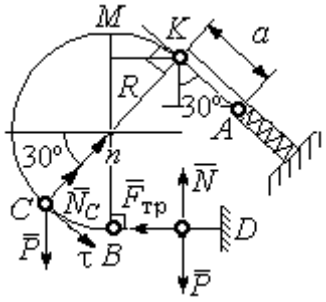


Рис. 7.32. Расчётная схема к упражнению 4.6

Составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки на участке BD:

$-\frac{mV_B^2}{2} = -fNs$, где s – путь точки до остановки. С учётом данных задачи, получим: s = 5,39 м.

Уравнение движения шарика в проекции на нормальную ось в точке C

$$\frac{mV_C^2}{R} = N_C - P\cos 60°.$$

Для вычисления реакции опоры шарика на трубу имеем равенство $N_C = \frac{mV_C^2}{R} + P\cos 60° = \frac{1}{R}\left[mV_B^2 - 2mgR(1-\cos 60°)\right] + mg\cos 60°$, где кинетическая энергия шарика в точке B: $mV_B^2 = ca^2 + 2mgR\left[(1+\cos 60°) - \frac{a}{R}\cos 30°\right]$. Получим: $N_C = 18{,}71$ Н. Давление шарика на трубку равно реакции опоры и направлено в противоположную сторону.

7.5. Ответы к упражнениям главы 5

5.1

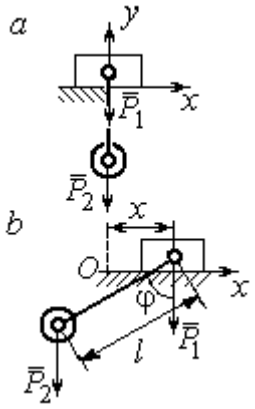


Рис. 7.33. Расчётная схема к упражнению 5.1:
a – начальное положение системы;
b – произвольное положение

x_0 – координата центра тяжести системы в начальном положении, x_0 = 0 (см. рис.7.33); x – текущая координата центра тележки; x_1 – координата центра тяжести системы в её произвольном положении: $x_1 = \frac{m_1 x - m_2(l\sin\varphi - x)}{m_1 + m_2}$.

Уравнение закона сохранения движения центра масс системы: $x_1 = x_0$, или

$$m_1 x - m_2(l\sin\varphi - x) = 0.$$

Отсюда зависимость координаты движения тележки от положения груза 2: $x = \frac{m_2 l}{m_1 + m_2}\sin\varphi$.

5.2

Теорема об изменении кинетического момента системы относительно оси z: $\frac{dL_z}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$.

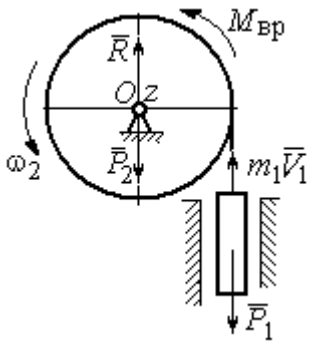


Рис. 7.34. Расчётная схема к упражнению 5.2

Кинетический момент системы:

$$L_z = L_z^{бар} + L_z^{гр} = \frac{m_2 r^2}{2}\omega + m_1 V_1 r = \left(m_1 + \frac{m_2}{2}\right)\omega r^2.$$

Суммарный момент внешних сил относительно оси z: $\sum M_z(\vec{F}_k^e) = M_{вр} - P_1 r = kt - m_1 g r$.

Дифференциальное уравнение вращения барабана:

$$\left(m_1 + \frac{m_2}{2}\right) r^2 \frac{d\omega}{dt} = kt - m_1 g r.$$

При нулевых начальных условиях $\omega = \frac{kt^2 - 2m_1 grt}{(2m_1 + m_2)r^2}$.

5.3

Уравнение теоремы об изменении кинетической энергии для неизменяемых систем на конечном перемещении: $T - T_0 = \sum A(F_k)$, $T_0 = 0$.

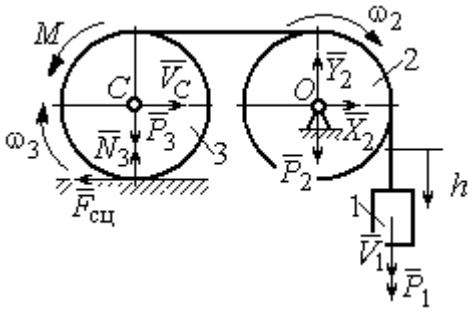


Рис. 7.35. Расчётная схема к упражнению 5.3

Кинетическая энергия груза 1: $T_1 = \frac{m_1 V_1^2}{2}$. Энергия вращательного движения блока 2: $T_2 = \frac{1}{2} J_O \omega_2^2$, где осевой момент инерции блока: $J_O = \frac{m_2 r^2}{2}$, угловая скорость блока $\omega_2 = \frac{V_1}{r}$. Кинетическая энергия катка 3: $T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_C \omega_3^2$, где момент инерции катка относительно оси, проходящей

через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_C = \frac{m_3 r^2}{2}$, угловая скорость катка и скорость его центра масс $\omega_3 = \frac{V_1}{2r}$, $V_C = \frac{V_1}{2}$.

Энергия системы: $T = T_1 + T_2 + T_3 = (8m_1 + 4m_2 + 3m_3)\frac{V_1^2}{16}$.

Суммарная работа вешних сил на перемещении h: $\sum A(F_k) = P_1 h - M\frac{h}{2r}$.

Уравнение теоремы об изменении кинетической энергии:

$$(8m_1 + 4m_2 + 3m_3)\frac{V_1^2}{16} = \left(m_1 g - \frac{M}{2r}\right)h.$$

Скорость груза на высоте h: $V_1 = 4\sqrt{\frac{\left(m_1 g - \frac{M}{2r}\right)h}{8m_1 + 4m_2 + 3m_3}}$.

5.4

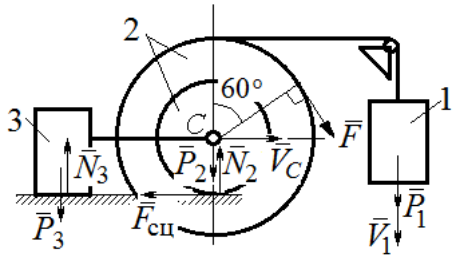


Рис. 7.36. Расчётная схема к упражнению 5.4

Для решения задачи используется теорема об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме: $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e)$, где T – энергия системы в её текущем положении; $\sum N(\vec{F}_k^e)$ – суммарная мощность внешних сил.

Допустим, груз 1 движется вниз со скоростью V_1. Скорость центра масс катка V_C.

Кинетическая энергия катка 2: $T_2 = \frac{1}{2}m_2 V_C^2 + \frac{1}{2}J_{zC}\omega_2^2$. Здесь $m_2 = \frac{2P}{g}$, $J_{zC} = m_2 i_z^2$, $\omega_2 = \frac{V_C}{r}$. В результате кинетическая энергия катка $T_2 = \frac{3P}{g}V_C^2$.

Скорость груза 3 $V_3 = V_C$. Кинетическая энергия груза 3 $T_3 = \frac{P}{g}V_C^2$.

Скорость груза 1 $V_1 = \omega_2 3r = 3V_C$. Кинетическая энергия груза 1: $T_1 = \frac{9P}{2g}V_C^2$.

Суммарная кинетическая энергия (энергия системы): $T = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{17P}{2g}V_C^2$. Производная $\frac{dT}{dt} = \frac{17P}{g}V_C\frac{dV_C}{dt} = \frac{17}{g}V_C a_C$.

Мощности сил $\vec{P}_2$, $\vec{N}_2$, $\vec{F}_{сц}$, $\vec{P}_3$, $\vec{N}_3$ равны нулю.

Мощность силы $\vec{F}$, приложенной к колесу, определяется по формуле: $N(\vec{F}) = \vec{F}\cdot\vec{V}_C + \vec{M}_C(\vec{F})\cdot\vec{\omega}_2 = FV_C\cos 60° + FR\omega_2$. Мощность силы $\vec{P}_1$ $N(\vec{P}_1) = P_1V_1$. Суммарная мощность внешних сил: $\sum N(F^e) = 7PV_C$.

Составляем уравнение теоремы об изменении кинетической энергии системы: $\frac{17P}{g}V_C a_C = 7PV_C$, откуда $a_C = \frac{7}{17}g$ м/с^2.

5.5

Рассмотрим движение катков отдельно, заменив невесомый стержень реакцией. Предположим, катки движутся направо (см. рис. 7.37). Уравнения движения катков:

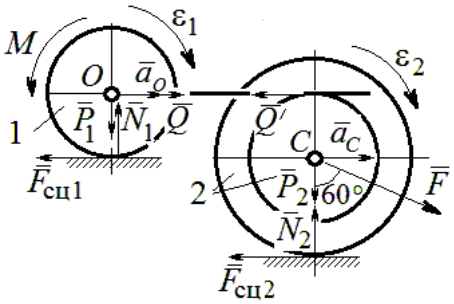


Рис. 7.37. Расчётная схема к упражнению 5.5

$$m_1 a_O = Q - F_{сц1},\ J_{1O}\varepsilon_1 = F_{сц1}r - M;$$

$$m_2 a_C = -Q' - F_{сц2} + F\cos 30°;$$

$$J_{2C}\varepsilon_2 = F_{сц2}3r - Q'r.$$

Здесь $\vec{Q}$ – реакция невесомого стержня, $|\vec{Q}| = |\vec{Q}'|$; $\vec{F}_{сц1}$, $\vec{F}_{сц2}$ – силы сцепления катков с поверхностями качения; моменты инерции катков $J_{1O} = \frac{m_1 r^2}{2}$, $J_{2C} = m_2 i_2^2$. Подставляя кинематические соотношения $\varepsilon_2 = \frac{a_C}{3r}$; $a_O = \frac{4}{3}a_C$; $\varepsilon_1 = \frac{4a_C}{3r}$, с учётом данных задачи, получим систему уравнений:

$$\frac{4P}{3g}a_C = Q - F_{сц1};\ \ \frac{2P}{3g}a_C = F_{сц1} - 4P;$$

$$\frac{2P}{g}a_C = -Q - F_{сц2} + P\sqrt{3};\ \ \frac{4P}{3g}a_C = 3F_{сц2} - Q.$$

Находим ускорение центра катка 2: $a_C = \dfrac{3\left(3\sqrt{3}-16\right)g}{46} \approx -\,0{,}7g$. Каток движется в противоположную сторону. Реакция стержня $Q = 2{,}6P$.

5.6

Выделяем звенья механизма, заменяя действия нитей их реакциями. Допустим, направления движений тел в системе соответствуют подъёму груза 1.

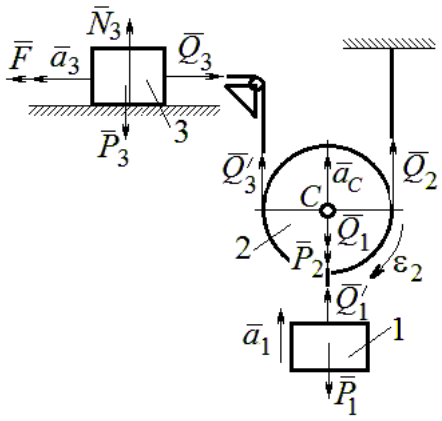


Рис. 7.38. Расчётная схема к упражнению 5.6

Уравнения движения тел:

$$m_3a_3 = F - Q_3,\ m_2a_C = Q'_3 + Q_2 - P_2 - Q_1;$$

$$J_{2C}\varepsilon_2 = Q'_3r - Q_2r,\ m_1a_1 = Q'_1 - P_1.$$

С учётом, что $\left|\vec{Q}_3\right| = \left|\vec{Q}'_3\right|$, $\left|\vec{Q}_1\right| = \left|\vec{Q}'_1\right|$ и

$$a_C = a_1,\quad a_3 = 2a_1,\quad \varepsilon_2 = \frac{a_1}{r},\quad J_{2C} = \frac{m_2r^2}{2},$$

подставляя данные задачи, получим систему уравнений:

$$2ma_1 = 2{,}5mg - Q_3;\ \ ma_1 = Q_3 + Q_2 - mg - Q_1;$$

$$\frac{ma_1}{2} = Q_3 - Q_2;\ m_1a_1 = Q_1 - P_1.$$

Решая систему, находим: $a_1 = \dfrac{2}{17}g \approx 0{,}12g;\ \ Q_3 = 2{,}26mg;\ Q_2 = 2{,}15mg$.

5.7

Заменяем действия нитей реакциями. Предположим, груз 1 спускается по наклонной плоскости. Уравнения движения тел:

$$m_1a_1 = P_1\cos 30° - Q_1;\ \ m_3a_3 = Q_3;$$

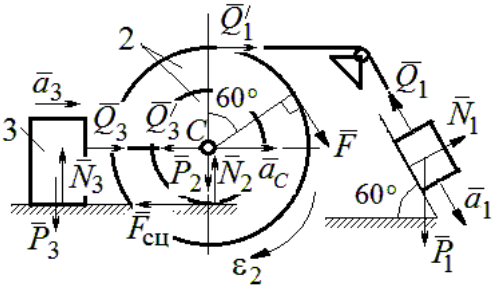


Рис. 7.39. Расчётная схема к упражнению 5.7

$$m_2 a_C = Q_1' - Q_3' - F_{\text{сц}} + F\cos 60^\circ;\ J_{2C}\varepsilon_2 = Q_1' R + FR + F_{\text{сц}} r,\ J_{2C} = m_2 i_2^2.$$

Соотношения ускорений: $\varepsilon_2 = \dfrac{a_1}{R+r}$, $a_C = \dfrac{a_1 r}{R+r}$, $a_3 = a_C$. Подставляя данные задачи, с учётом, что модули сил $Q_1' = Q_1$ и $Q_3' = Q_3$, получим систему уравнений:

$$ma_1 = mg\frac{\sqrt{3}}{2} - Q_1;\ \frac{2}{3}ma_1 = Q_3;$$

$$ma_1 = Q_1 - Q_3 - F_{\text{сц}} + \frac{1}{2}mg;\ 3ma_1 = 2Q_1 + 2mg + F_{\text{сц}}.$$

Находим $a_1 = \dfrac{3}{46}\left(5+3\sqrt{3}\right)g \approx 0{,}44g;\ Q_1 = 0{,}21mg;\ Q_3 = 0{,}44mg$.

7.6. Ответы к упражнениям главы 6

6.1

Внешние силы, действующие на систему: силы тяжести – $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ и реакции опор $\vec{N}_3$, $\vec{R}_3$ Приложим к телам системы, силы инерции $\vec{R}_1^{\text{ин}}$, $\vec{R}_2^{\text{ин}}$ (рис. 7.40, *a*). В соответствии с принципом Даламбера, полученная система сил находится в равновесии. Составляем условие равновесия системы сил в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси:

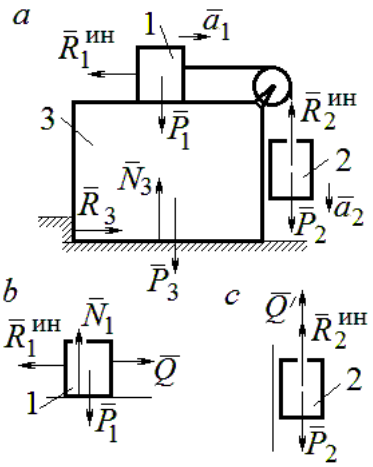


Рис. 7.40. Расчётная схема к упражнению 6.1

$$R_3 - R_1^{\text{ин}} = 0,\ N_3 - P_3 - P_1 - P_2 + R_2^{\text{ин}} = 0.$$

Для вычисления сил инерции рассмотрим отдельно грузы 1 и 2, заменяя действие соединяющей их нити реакцией (рис. 7.40, *b*, *c*). Присоединим к грузам силы инерции и, применив принцип Даламбера, составим уравнения равновесия систем сил - для груза 1 в проекции на горизонтальную ось, для груза 2 – на вертикальную:

$$Q - R_1^{\text{ин}} = 0;\ P_2 - Q' - R_2^{\text{ин}} = 0,$$

где $R_1^{ин} = m_1 a_1$, $R_2^{ин} = m_2 a_2$.

Решая полученную систему с учётом равенства модулей сил $Q = Q'$ и ускорений грузов $a_1 = a_2$, находим ускорение грузов: $a_1 = a_2 = 0{,}5g$. Тогда давление призмы на горизонтальную поверхность: $N_3 = 2{,}5mg$.

6.2

Активными силами в системе являются силы $\vec{F}$ и $\vec{Q}$. Для равновесия системы необходимо и достаточно выполнения условия: $\delta A(\vec{F}) + \delta A(\vec{Q}) = 0$ или $F\delta s_F - Q\delta s_Q = 0$, где δs_F и δs_Q – возможные перемещения точек приложения сил $\vec{F}$ и $\vec{Q}$.

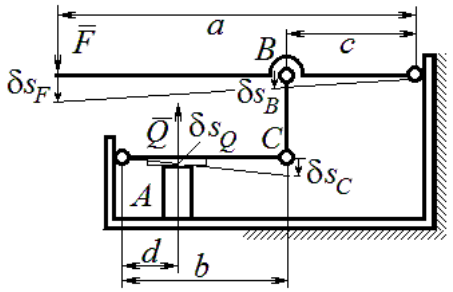


Рис. 7.41. Расчётная схема к упражнению 6.2

Имеем соотношения: $\dfrac{\delta s_F}{\delta s_B} = \dfrac{a}{c}$, $\dfrac{\delta s_C}{\delta s_Q} = \dfrac{b}{d}$, где δs_B и δs_C – возможные перемещения точек B и C, причём $\delta s_B = \delta s_C$. Тогда $\delta s_Q = \dfrac{cd}{ab}\delta s_F$ и сила, сжимающая деталь A под прессом, равна $Q = \dfrac{ab}{cd}F$.

6.3

Активными силами, совершающими работу при движении системы, являются силы тяжести $\vec{P}_3$, $\vec{P}_4$ и пары сил с моментами M_1 и M_2. Связи идеальные.

Для равновесия системы необходимо и достаточно выполнения условия:

$$\delta A(\vec{P}_3) + \delta A(\vec{P}_4) + \delta A(M_1) + \delta A(M_2) = 0 \text{ или}$$

$$P_3\delta s_3 - P_4\delta s_4 + M_1\delta\varphi_1 - M_2\delta\varphi_2 = 0,$$

где $\delta s_3, \delta s_4$ – элементарные перемещения грузов 3, 4; $\delta\varphi_1, \delta\varphi_2$ – элементарные повороты валов 1 и 2. Выразим все перемещения через угол поворота

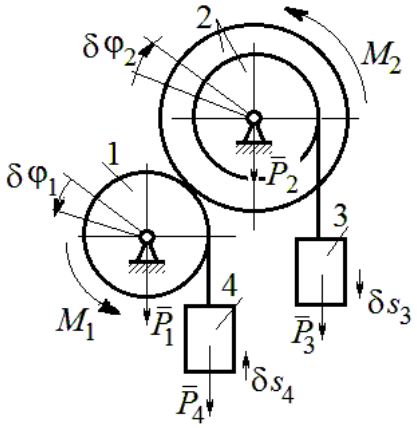


Рис. 7.42. Расчётная схема к упражнению 6.3

вала 2: $\delta s_3 = \delta\varphi_2 r$, $\delta\varphi_1 = 3\delta\varphi_2$, $\delta s_4 = 3r\delta\varphi_2$ и подставим в уравнение равновесия. Получим: $M_2 = 4Pr$.

6.4

Система с идеальными связями. Активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ и пара сил с моментом $M_{\text{вр}}$ (рис. 7.43).

Направления поворотов дисков и их угловые ускорения показаны на рис. 7.43 дуговыми стрелками $\delta\varphi_1, \varepsilon_1$ и $\delta\varphi_2, \varepsilon_2$. Направления движения центра масс катка 2, груза 3 и их ускорения обозначены: $\delta s_C, a_C$ и $\delta s_3, a_3$.

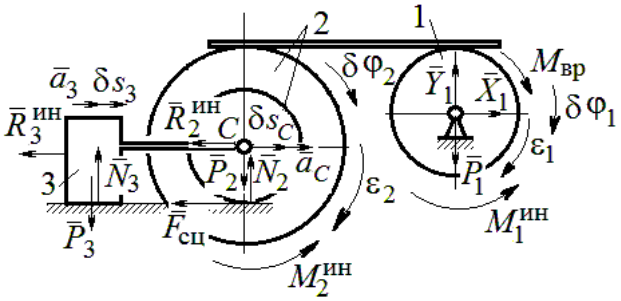


Рис. 7.43. Расчётная схема к упражнению 6.4

Кинематические соотношения между перемещениями и ускорениями: $\delta s_C = \delta s_3$, $a_C = a_3$, $\delta\varphi_2 = \dfrac{\delta s_3}{r}$, $\varepsilon_2 = \dfrac{a_3}{r}$, $\delta\varphi_1 = \dfrac{3\delta s_3}{r}$, $\varepsilon_1 = \dfrac{3a_3}{r}$.

Присоединим к телам системы силы инерции.

Модули главных векторов сил инерции: $R_3^{\text{ин}} = m_3 a_3 = ma_3$; $R_2^{\text{ин}} = m_2 a_C = 2ma_3$; $M_2^{\text{ин}} = m_2 i_2^2 \varepsilon_2 = 4{,}5mra_3$; $M_1^{\text{ин}} = \dfrac{m_1 R_1^2}{2}\varepsilon_1 = 1{,}5mra_3$.

Элементарные работы активных сил:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = M_{\text{вр}}\delta\varphi_1 = (mg\sin\omega t)3\delta s_3.$$

Элементарные работы сил инерции:

$$\sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{ин}}) = -R_3^{\text{ин}}\delta s_3 - R_2^{\text{ин}}\delta s_C - M_2^{\text{ин}}\delta\varphi_2 - M_1^{\text{ин}}\delta\varphi_1 =$$

$$= -ma_3\delta s_3 - 2ma_3\delta s_3 - 4{,}5ma_3\delta s_3 - 1{,}5ma_3 3\delta s_3 = -12ma_3\delta s_3.$$

Общее уравнение динамики имеет вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{ин}}) = m(3g\sin\omega t - 12a_3)\delta s_3 = 0.$$

Ускорение груза 3: $a_3 = 0{,}25g\sin\omega t$, или $\ddot{s}_3 = 0{,}25g\sin\omega t$. Интегрируя дифференциальное уравнение с нулевыми начальными условиями, получим закон движения груза: $s_3 = \dfrac{0{,}25g}{\omega}\left(t - \dfrac{1}{\omega}\sin\omega t\right)$.

6.5

Система с идеальными связями. Активные силы и главные вектора сил инерции показаны на рис. 7.44.

Элементарные работы активных сил: $\sum\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = F\delta s_1 + P_3\delta s_3 - P_4\delta s_4$ и сил инерции $\sum\delta A(\vec{R}_k^{\text{ин}}) = -R_1^{\text{ин}}\delta s_1 - R_3^{\text{ин}}\delta s_3 - R_4^{\text{ин}}\delta s_4 - M_2^{\text{ин}}\delta\varphi_2$, где модули сил инерции: $R_1^{\text{ин}} = \dfrac{P_1}{g}a_1$, $R_3^{\text{ин}} = \dfrac{P_3}{g}a_3$, $R_4^{\text{ин}} = \dfrac{P_1}{g}a_4$, $M_2^{\text{ин}} = \dfrac{P_2}{g}i_2^2\varepsilon_2$.

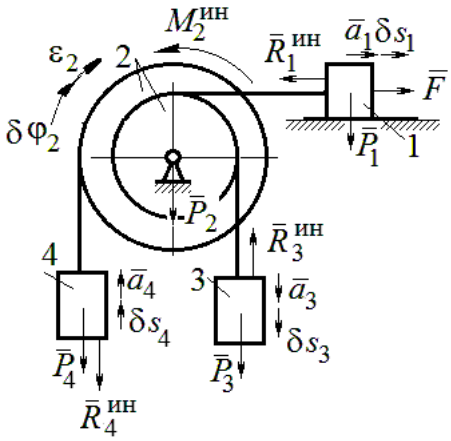


Рис. 7.44. Расчётная схема к упражнению 6.5

Кинематические соотношения: $\delta s_3 = \delta s_1$, $a_3 = a_1$, $\delta s_4 = 2\delta s_1$, $a_4 = 2a_1$, $\delta\varphi_2 = \dfrac{\delta s_1}{r}$, $\varepsilon_2 = \dfrac{a_1}{r}$.

Общее уравнение динамики:

$$\sum\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum\delta A(\vec{R}_k^{\text{ин}}) = P(t+1)\delta s_1 + P\delta s_1 - 2P\delta s_1 -$$

$$-\left(\frac{P}{g}a_1\delta s_1 + \frac{P}{g}a_1\delta s_1 + \frac{2P}{g}2a_1 2\delta s_1 + \frac{2P}{g}2r^2\frac{a_1}{r}\frac{\delta s_1}{r}\right) = P\left(t - \frac{14a_1}{g}\right)\delta s_1 = 0.$$

Находим уравнение движения груза 3: $a_3 = a_1 = \dfrac{1}{14}gt$, или $\ddot{x}_3 = \dfrac{1}{14}gt$.

Проинтегрировав дифференциальное уравнение с нулевыми начальными условиями, получим закон движения груза 3: $x_3 = \dfrac{1}{84}gt^3 \approx 0{,}012gt^3$.

6.6

Рассматриваемая механическая система (рис. 7.45) имеет одну степень свободы. Уравнение Лагранжа: $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right)-\frac{\partial T}{\partial x}=Q_x$, где T – кинетическая энергия системы: Q_x – обобщенная сила.

В качестве обобщённой координаты x выберем положение точки C относительно недеформированной пружины, отмеченной на рис. 7.45 величиной l_0. Обобщённая скорость $\dot{x}$.

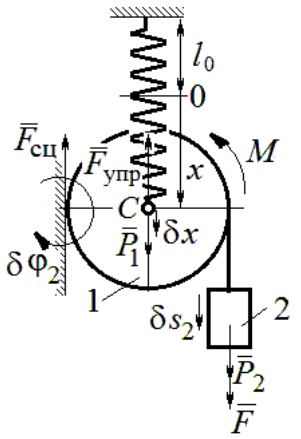


Рис. 7.45. Расчётная схема к упражнению 6.6

Кинетическая энергия катка: $T_1=\frac{1}{2}m_1V_C^2+\frac{1}{2}J_{zC}\omega_1^2$, где ω_1, V_C – угловая скорость катка и скорость его центра масс, $V_C=\dot{x}$, $\omega_1=\frac{V_C}{r}=\frac{\dot{x}}{r}$; момент инерции $J_{zC}=\frac{1}{2}m_1r^2$. Кинетическая энергия груза 2: $T_2=\frac{1}{2}m_2V_2^2$, где V_2 – скорость груза 2, $V_2=2V_C=2\dot{x}$. Кинетическая энергия системы, выраженная через обобщённую скорость: $T=T_1+T_2=\frac{7P}{2g}\dot{x}^2$.

В произвольном положении системы, определяемом координатой x, дадим центру масс катка возможное перемещение δx (см. рис. 7.45). Элементарная работа активных сил $\sum\delta A(F_{\text{к}})=P_1\delta x-F_{\text{упр}}\delta x+(P_2+F)\delta s_2-M\delta\varphi_1$. Полагая перемещения $\delta s_2=2\delta x$, $\delta\varphi_1=\frac{\delta x}{r}$, модуль силы упругости $F_{\text{упр}}=cx$ и с учётом данных задачи, получим $\sum\delta A(F_{\text{к}})=(3P-cx)\delta x$. Обобщённая сила $Q_x=3P-cx$.

Уравнение Лагранжа $\frac{7P}{g}\ddot{x}=3P-cx$, или $\ddot{x}+\frac{4g}{7r}x=\frac{3g}{7}$.

Решение уравнения (с нулевыми начальными условиями): $x = \frac{3}{4} r(1 - \cos\omega t)$. Закон движения груза: $s_2 = 2x = \frac{3}{2} r(1 - \cos\omega t)$.

6.7

Рассматриваемая система имеет две степени свободы. Обобщённые координаты – расстояния x_1, x_2 соответственно до грузов 1 и 2, отсчитываемые от неподвижных центров блоков *B* и *D* (рис. 7.46, *a*). Обобщённые скорости $\dot{x}_1$, $\dot{x}_2$. Кинетическая энергия грузов и блока 3:

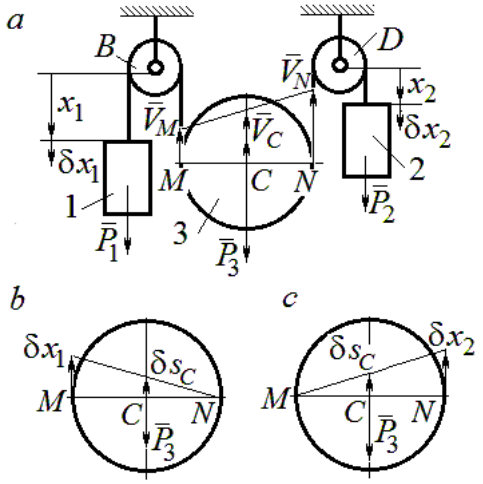


Рис. 7.46. Расчётная схема к упражнению 6.7:
a – кинематика механизма;
b, *c* – возможные перемещения блока 3 при вычислении обобщённых сил

$$T_1 = \frac{P_1 \dot{x}_1^2}{2g},\ T_2 = \frac{P_2 \dot{x}_2^2}{2g};$$

$$T_3 = \frac{P_3}{2g}\left(\frac{\dot{x}_1 + \dot{x}_2}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}\frac{P_3 r^2}{2g}\left(\frac{\dot{x}_2 - \dot{x}_1}{2r}\right)^2.$$

Здесь учтено (см. рис. 7.46, *a*): что

$$V_C = \frac{V_N + V_M}{2} = \frac{\dot{x}_2 + \dot{x}_1}{2};$$

$$\omega_2 = \frac{V_N - V_M}{2r} = \frac{\dot{x}_2 - \dot{x}_1}{2r}.$$

Дадим системе возможное перемещение по координате x_1, оставляя координату x_2 постоянной: $\delta x_1 \neq 0$, $\delta x_2 = 0$. На этом перемещении сумма элементарных работ внешних сил (см. рис. 7.46, *a*, *b*):

$$\sum \delta A(F_к) = P_1 \delta x_1 - P_3 \delta s_C = \left(P_1 - \frac{1}{2} P_3\right)\delta x_1.$$

Обобщённая сила $Q_{x_1} = P_1 - \frac{1}{2} P_3$.

Дадим системе другое независимое возможное перемещение – по координате x_2, так, что $\delta x_1 = 0$, $\delta x_2 \neq 0$. При этом перемещении сумма элементарных работ внешних сил (см. рис. 7.46, *a*, *c*):

$$\sum \delta A(F_к) = P_2 \delta x_2 - P_3 \delta s_C = \left(P_2 - \frac{1}{2} P_3\right)\delta x_2.$$

Обобщённая сила $Q_{x_2} = P_2 - \frac{1}{2}P_3$.

Уравнения Лагранжа

$$\left(P_1 + \frac{3}{8}P_3\right)\frac{\ddot{x}_1}{g} + \frac{1}{8}P_3\frac{\ddot{x}_2}{g} = P_1 - \frac{1}{2}P_3,\ \ \frac{1}{8}P_3\frac{\ddot{x}_1}{g} + \left(P_2 + \frac{3}{8}P_3\right)\frac{\ddot{x}_2}{g} = P_2 - \frac{1}{2}P_3 \text{ или}$$

$$7\ddot{x}_1 + \ddot{x}_2 = 0,\ \ddot{x}_1 + 9\ddot{x}_2 = 2g.$$

Ускорения грузов: $\ddot{x}_1 = -\frac{1}{31}g$, $\ddot{x}_2 = \frac{7}{31}g$. Ускорение центра масс блока $\ddot{x}_C = \frac{\ddot{x}_2 + \ddot{x}_1}{2} = \frac{6}{31}g$. Груз 1 и центр блока 3 движутся вверх, груз 2 – вниз. (Сравнить с задачей 70.)

6.8

Система с двумя степенями свободы. Обобщённые координаты: x_1 – положение центра масс катка 1 (точки C_1) относительно неподвижной вертикальной стены; x_2 – положение центра масс катка 2 (точки C_2) относительно подвижного края платформы.

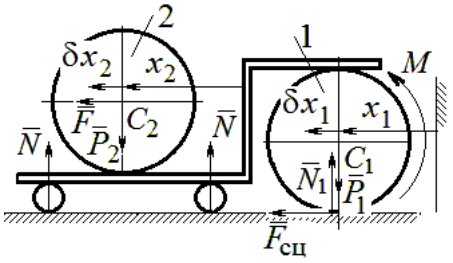


Рис. 7.47. Расчётная схема к упражнению 6.8

Кинетическая энергия системы

$$T = \frac{3}{4}m_1\dot{x}_1^2 + \frac{1}{2}\left[m_2\left(\dot{x}_2 + 2\dot{x}_1\right)^2 + \frac{m_2 r^2}{2}\left(\frac{\dot{x}_2}{r}\right)^2\right] = \frac{P}{g}\left(\frac{11}{4}\dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2 + 2\dot{x}_1\dot{x}_2\right).$$

Дадим системе возможное перемещение по координате x_1 $\left(\delta x_1 \neq 0\right)$, оставляя другую координату x_2 неизменной $\left(\delta x_2 = 0\right)$. Работу совершают момент M и сила $\overline{F}$. Суммарная работа

$$\sum \delta A(F_к) = M\delta\varphi_1 + F\delta s_{C_2} = M\frac{\delta x_1}{r} + F\,2\delta x_1 = 4P\delta x_1.$$

Обобщённая сила $Q_{x_1} = 4P$.

При другом независимом возможном перемещении $\delta x_1 = 0$, $\delta x_2 \neq 0$ суммарная работа внешних сил $\sum \delta A(F_к) = F\delta x_2$ и обобщённая сила, соответствующая координате x_2, равна $Q_{x_2} = P$.

Уравнения Лагранжа

$$\frac{P}{g}\left(\frac{11}{2}\ddot{x}_1 + 2\ddot{x}_2\right) = 4P,\ \frac{P}{g}\left(2\ddot{x}_2 + 2\ddot{x}_1\right) = P, \text{ или}$$

$$11\ddot{x}_1 + 4\ddot{x}_2 = 8g,\ 2\ddot{x}_2 + 2\ddot{x}_1 = g$$

Ускорение центра катка 1 $\ddot{x}_1 = \frac{6}{7}g$. Тележка катится в направлении оси x_1. Ускорение центра катка 2 относительно тележки $\ddot{x}_2 = -\frac{5}{14}g$. Закон относительного движения центра катка 2 при нулевых начальных условиях: $x_2 = -\frac{5}{28}gt^2$. Каток катится к правому борту тележки.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бать М. И., *Джанелидзе Г. Ю.*, *Кельзон А. С.* Теоретическая механика в примерах и задачах: Т. 1–2.– СПб.: Лань, 2010.

Бутенин Н. В., *Лунц Я. Л.*, *Меркин Д. Р.* Курс теоретической механики: В 2-х томах.– М.: Наука, 2009.

Вебер Г. Э., *Ляпцев, С. А*. Лекции по теоретической механике. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008.

Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 2010.

Учебное издание

Валерий Григорьевич Брагин
Евгений Борисович Волков
Юрий Михайлович Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебное пособие

Редактор *Л.В. Устьянцева*

Компьютерная версия

Подписано в печать 26.10.2018 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 15,625. Уч. изд. л. 10,5. Тираж экз. Заказ №
Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. СТАТИКА..... **Error! Bookmark not defined.**
1.1. Основные понятия статики..... **Error! Bookmark not defined.**
1.2. Система сходящихся сил. Условия равновесия**Error! Bookmark not defined.**
1.3. Произвольная плоская система сил..... **Error! Bookmark not defined.**
1.4. Равновесие систем тел ..... **Error! Bookmark not defined.**
1.5. Произвольная пространственная система сил**Error! Bookmark not defined.**
1.6. Равновесие тел при наличии сил трения..... **Error! Bookmark not defined.**
2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЁРДОГО ТЕЛА..... **Error! Bookmark not defined.**
2.1. Криволинейное движение точки ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.2. Поступательное движение и вращение твердого тела .**Error! Bookmark not defined.**
вокруг неподвижной оси ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.3. Скорости точек при плоскопараллельном движении твёрдого тела ....**Error! Bookmark not defined.**
2.4. Ускорения точек при плоскопараллельном движении твёрдого тела ..**Error! Bookmark not defined.**
3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.1. Основные понятия и определения сложного движения точки .....**Error! Bookmark not defined.**
4. ДИНАМИКА ТОЧКИ ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.1. Дифференциальные уравнения движения точки.....**Error! Bookmark not defined.**
4.2. Колебания материальной точки ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.3. Теорема об изменении кинетической энергии точки ..**Error! Bookmark not defined.**
5. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.1. Теорема о движении центра масс системы... **Error! Bookmark not defined.**
5.2. Теорема об изменении кинетического момента системы
относительно оси ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы**Error! Bookmark not defined.**
5.4. Применение общих теорем динамики системы к описанию
движений твёрдого тела ..... **Error! Bookmark not defined.**
6. ПРИНЦИПЫ МЕХАНИКИ ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.1. Принцип Даламбера для системы ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.2. Принцип возможных перемещений ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.3. Общее уравнение динамики ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.4. Уравнения Лагранжа II рода..... **Error! Bookmark not defined.**
7. ОТВЕТЫ И КРАТКИЕ ПОЯСНЕНИЯ .....**Error! Bookmark not defined.**
7.1. Ответы к упражнениям главы 1 .....**Error! Bookmark not defined.**
7.2. Ответы к упражнениям главы 2 .....**Error! Bookmark not defined.**
7.3. Ответы к упражнениям главы 3 .....**Error! Bookmark not defined.**
7.4. Ответы к упражнениям главы 4 .....**Error! Bookmark not defined.**
7.5. Ответы к упражнениям главы 5 .....**Error! Bookmark not defined.**
7.6. Ответы к упражнениям главы 6 .....**Error! Bookmark not defined.**

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**Error! Bookmark not defined.**



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

В. Г. Брагин, Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебное пособие

Екатеринбург
2018

Минобрнауки Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный
горный университет»

Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов,
выполнению практических и контрольных работ

Екатеринбург
2019

Минобрнауки Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ:
проректор по УМК

_____доц. С. А. Упоров

«___»_____2019 г.

Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов,
выполнению практических и контрольных работ

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

В 67

Рецензент: *Н. М. Суслов*, д-р техн. наук, заведующий кафедрой ГМК
Уральского государственного горного университета

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры технической механики от 19.12.2016 г. (протокол № 2) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета.

Волков Е. Б., Казаков Ю. М.

В67 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов, выполнению практических и контрольных работ / Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков, Уральский государственный горный университет. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. 156 с.

Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов содержит краткие методические указания, контрольные задания и примеры выполнения заданий по темам: «Статика твердого тела. Равновесие произвольной плоской и пространственной систем сил», «Кинематика вращательного и плоскопараллельного движений твердого тела. Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела», «Сложное движение точки», «Динамика точки. Дифференциальные уравнения движения точки. Гармонические и вынужденные колебания точки. Применение теоремы об изменении кинетической энергии при исследовании движения точки», «Применение общих теорем динамики к исследованию движения механической системы», «Принципы механики. Применение общего уравнения динамики к исследованию движения механической системы», «Уравнения Лагранжа II рода».

Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей очной формы обучения.

© Волков Е. Б., Казаков Ю. М., 2019
©Уральский государственный горный университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА 4
1.1. Основные виды связей и их реакции 4
1.2. Моменты силы относительно центра и относительно оси. Пара сил. Момент пары 5
1.3. Условия равновесия систем сил 7
1.4. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел 8
1.5. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил 17
2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЕРДОГО ТЕЛА 26
2.1. Кинематика точки. Основные параметры движения точки 26
2.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси 28
2.3. Плоскопараллельное движение твёрдого тела 29
2.4. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях 32
2.5. Задание К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении 38
2.6. Задание К3. Определение ускорений точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении 46
3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ 57
3.1. Основные понятия сложного движения точки 57
3.2. Задание К4. Определение скорости и ускорения точки при сложном движении 60
4. ДИНАМИКА ТОЧКИ 73
4.1. Дифференциальные уравнения движения точки. 73
4.2. Задание Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки 73
4.3. Колебания материальной точки 80
4.4. Задание Д2. Исследование колебаний точки 84
4.5. Теорема об изменении кинетической энергии точки. 95
4.6. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии 96
5. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ 103
5.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы . 103
5.2. Задание Д4. Динамический расчет механической системы 104
5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы. 112
5.4. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии 114
6. АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА 124
6.1. Принципы механики. Общее уравнение динамики 124
6.2. Задание Д6. Исследование механической системы с применением общего уравнения динамики 126
6.3. Уравнения Лагранжа II рода 136
6.4. Задание Д7. Исследование механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа 137
6.5. Задание Д8. Исследование механической системы с двумя степенями свободы 145
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 155

1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Статика представляет раздел теоретической механики, в котором изучаются условия равновесия твердых тел под действием системы сил.

1.1. Основные виды связей и их реакции

Опора тела на гладкую плоскость (поверхность) без трения. Реакция приложена в точке касания и направлена перпендикулярно к общей касательной соприкасающихся поверхностей. При опоре углом, или на угол (рис. 1.1, *a*), реакция направлена по нормали к одной из поверхностей. **Гибкая связь**. Если на тело наложена связь в виде гибкой нерастяжимой нити (каната, троса), то реакция связи $\vec{T}$, равная натяжению нити, приложена к телу и направлена вдоль нити (рис. 1.1, *b*).

Цилиндрический шарнир (подшипник) создает соединение, при котором

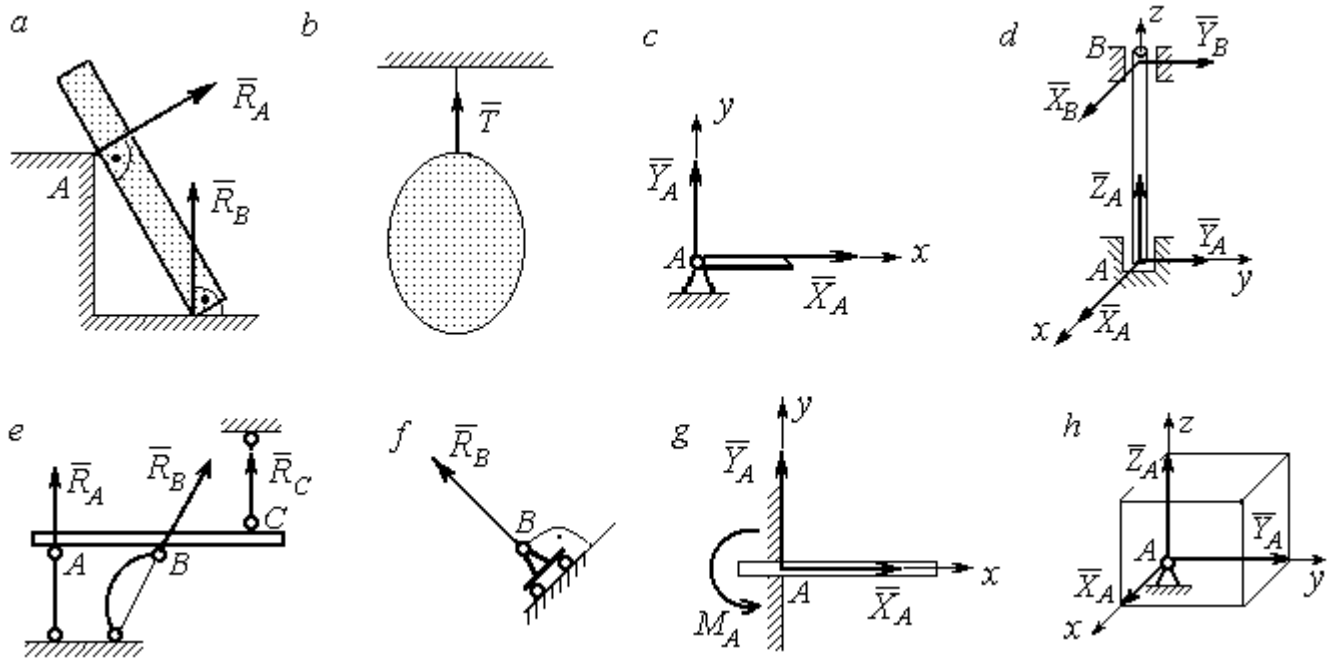


Рис. 1.1. Виды связей и их реакции:
a – реакция опоры тела на гладкую поверхность без трения; *b* – реакция связи гибкой нерастяжимой нити; *c* – реакция цилиндрического шарнира; *d* – реакция подшипника и подпятника; *e* – реакция невесомого стержня; *f* – реакция подвижной опоры; *g* – реакция жесткой заделки; *h* – реакция пространственного шарнира

одно тело может вращаться по отношению к другому. Реакция цилиндрического шарнира лежит в плоскости, перпендикулярной оси шарнира. При решении задач

реакцию цилиндрического шарнира $\vec{R}_A$ изображают ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, взятыми по направлениям координатных осей (рис. 1.1, *c*). Реакция подшипника $\vec{R}_B$ (рис. 1.1, *d*) также изображается своими составляющими $\vec{X}_B$ и $\vec{Y}_B$, взятыми по направлениям координатных осей в плоскости, перпендикулярной оси вращения подшипника. Величина реакции определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$. **Реакция прямолинейного невесомого стержня с шарнирными соединениями на краях** направлена вдоль самого стержня, а криволинейного – вдоль линии, соединяющей точки крепления стержня (рис. 1.1, *e*). **Реакция подвижной опоры** $\vec{R}_B$ (рис. 1.1, *f*) направлена по нормали к поверхности, на которую опираются катки опоры. **Жесткая заделка** (рис. 1.1, *g*) препятствует не только линейным перемещениям тела, но и повороту. Реакция заделки состоит из силы реакции $\vec{R}_A$ и пары сил с моментом M_A. При решении задач силу реакции жесткой заделки $\vec{R}_A$ изображают ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, взятыми по направлениям координатных осей. Модуль реакции определяется по формуле $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$. Виды связей и их реакции показаны на рис. 1.1.

1.2. Моменты силы относительно центра и относительно оси. Пара сил. Момент пары

Алгебраическим моментом силы F относительно центра O $M_O(\vec{F})$, или просто **моментом силы** $\vec{F}$ относительно центра *O,* называют взятое с соответствующим знаком произведение модуля силы $\vec{F}$ на кратчайшее расстояние *h* от центра *O* до линии действия силы: $M_O(\vec{F}) = \pm Fh$ (рис. 1.2, *a*).

Величину *h* называют **плечом силы**. Момент силы относительно центра считается положительным, если сила стремится повернуть тело вокруг центра против хода часовой стрелки, и отрицательным – в обратном случае.

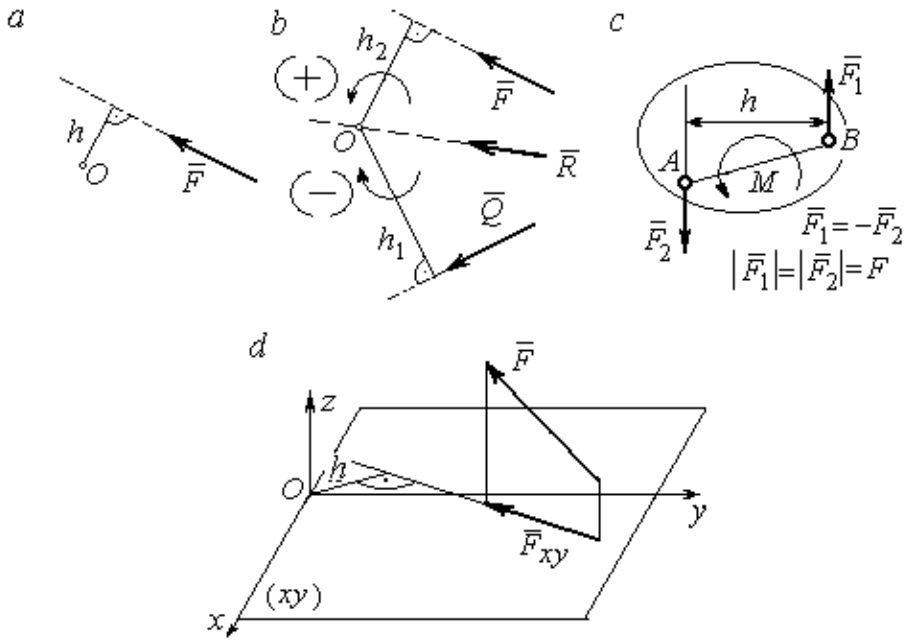


Рис. 1.2. Схемы для вычисления моментов сил:
a, *b* – момент силы относительно центра; *c* – момент пары сил;
d – момент силы относительно оси

На рис. 1.2, *b* показано, что момент силы $\vec{F}$ относительно центра *O* положительный, а момент силы $\vec{Q}$ относительно того же центра – отрицательный. Момент силы $\vec{R}$ относительно центра *O* равен нулю, так как линия действия этой силы проходит через центр *O* и плечо силы равно нулю.

Парой сил, или просто парой (рис.1.2, *c*), называют систему двух равных по модулю сил, параллельных, направленных в противоположные стороны и не лежащих на одной прямой. Алгебраическим моментом пары сил, или **моментом пары,** называют взятое со знаком плюс или минус произведение модуля одной из сил пары на плечо пары – кратчайшее расстояние между линиями действия ее сил. Правило знаков такое же, как и для момента силы. На рисунках пару часто изображают дуговой стрелкой, показывающей направление поворота твердого тела под действием пары (см. *M* на рис. 1.2, *c*).

Моментом силы относительно оси называют момент проекции этой силы на плоскость, перпендикулярную оси, относительно точки пересечения оси с этой плоскостью. На рис. 1.2, *d* показано вычисление момента силы *F* относительно

оси z: $M_z(\vec{F}) = F_{xy}h$, где F_{xy} – проекция силы $\vec{F}$ на плоскость xy, перпендикулярную оси z, h – плечо проекции F_{xy} относительно центра O – точки пересечения оси z и плоскости xOy.

1.3. Условия равновесия систем сил

Плоской системой сил называется система сил, расположенных в одной плоскости.

Основная форма условий равновесия плоской системы сил. Для равновесия плоской системы сил, приложенных к твердому телу, необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух осей прямоугольной системы координат, расположенной в плоскости действия сил, были равны нулю и сумма моментов сил относительно любого центра, находящегося в плоскости действия сил, также была равна нулю:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum M_A(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky} – проекции всех сил на координатные оси; $M_A(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно произвольно выбранного центра A.

Пространственной системой сил называется система сил, расположенных произвольно в пространстве.

Для **равновесия пространственной системы сил** необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на оси прямоугольной системы координат были равны нулю и суммы моментов всех сил относительно тех же осей также были равны нулю:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum F_{kz} = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_y(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_z(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} – проекции всех сил на координатные оси x, y, z; $M_x(\vec{F}_k)$, $M_y(\vec{F}_k)$, $M_z(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно выбранных осей.

Равновесие систем тел

Связи, соединяющие части конструкции, называют **внутренними,** в отличие от **внешних** связей, скрепляющих конструкцию с внешними телами, не входящими в данную конструкцию. Одним из способов решения задач на равновесие сил, действующих на сочленённую конструкцию с внутренними связями, является **разбиение конструкции на отдельные тела** и составление уравнений равновесия для каждого из тел, входящих в конструкцию. При этом в уравнения равновесия должны входить только силы, непосредственно приложенные к тому телу, равновесие которого рассматривается.

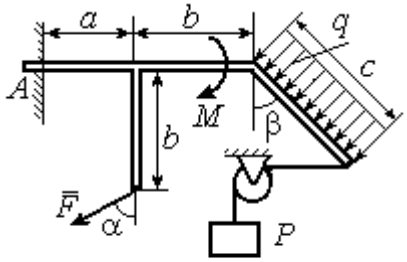
1.4. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел

Каждый вариант задания включает две задачи по темам: «Равновесие произвольной плоской системы сил» и «Равновесие системы тел».

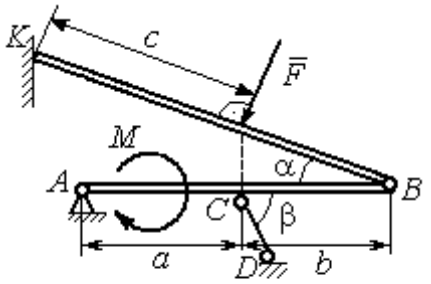
В задачах требуется определить реакции связей конструкции исходя из условия равновесия произвольной плоской системы сил. Весом стержневых подпорок, поддерживающих балочные конструкции, и блоков, через которые перекинуты невесомые нити, пренебречь.

Варианты заданий даны на рис. 1.3 – 1.6. Исходные данные приведены в табл. 1.1. Из таблицы исходных данных выбираются значения тех параметров, которые указаны на схемах.

Варианты № 1, 11, 21	
Задача 1	Задача 2



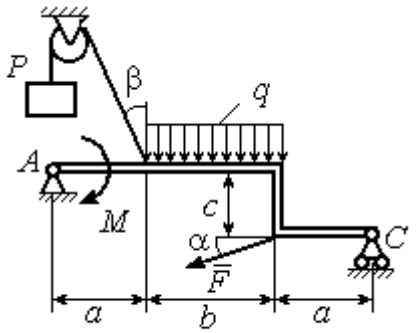
Найти реакцию жесткой заделки в точке A



Найти реакции шарниров A, B, реакцию стержня CD и реакцию опоры в точке K

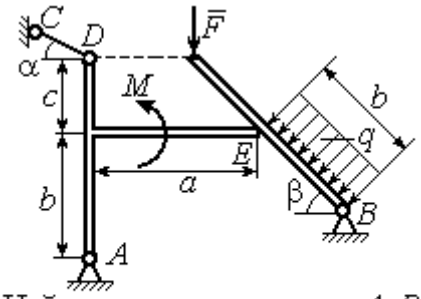
Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



Найти реакции шарниров A и C

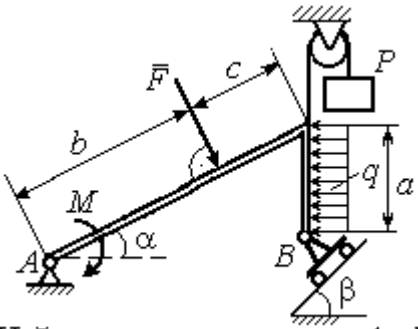
Задача 2



Найти реакции шарниров A, B, реакцию опоры в точке E и реакцию стержня CD

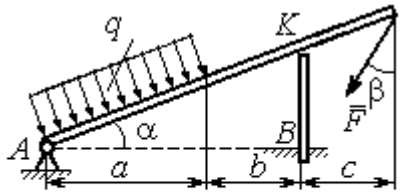
Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



Найти реакцию шарниров A и B

Задача 2

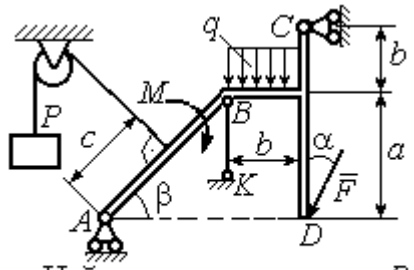


Найти реакцию шарнира A, реакцию опоры в точке K и реакцию жесткой заделки в точке B

Рис. 1.3. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

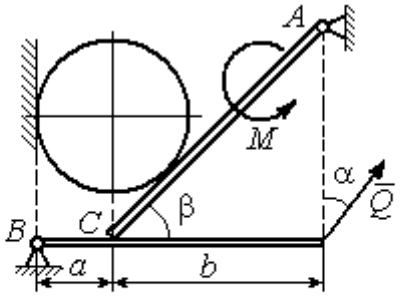
Варианты № 4, 14, 24

Задача 1



Найти усилие в стержне BK и реакцию шарниров A, C

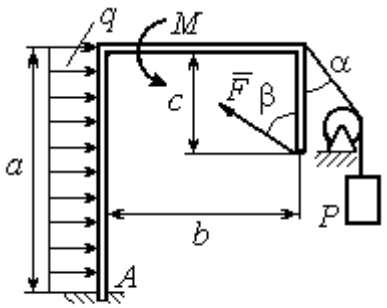
Задача 2



Вес шара P. Найти реакцию шарниров A, B, давление шара на балку и стенку, реакцию опоры балки в точке C и уравновешивающую силу Q

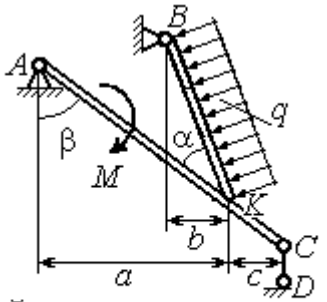
Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

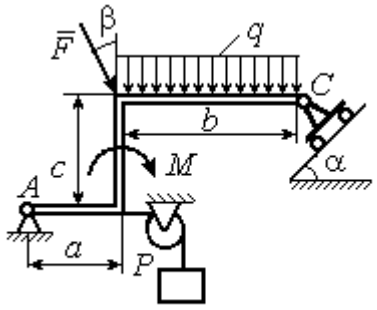
Задача 2



Найти реакцию шарнирв A, B, реакцию стержня CD и реакцию опоры в точке K

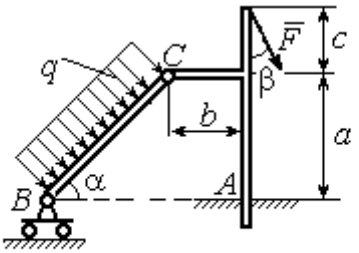
Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Найти реакции шарниров A и C

Задача 2

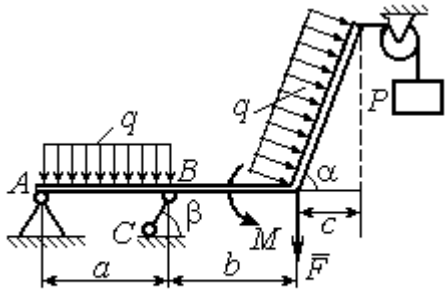


Найти реакцию жесткой заделки в точке A и реакции шарниров B и C

Рис. 1.4. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 4 – 6, 14 – 16, 24 –26

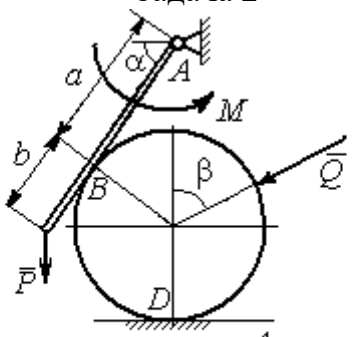
Варианты № 7, 17, 27

Задача 1



Найти реакцию стержня BC и реакцию шарнира A

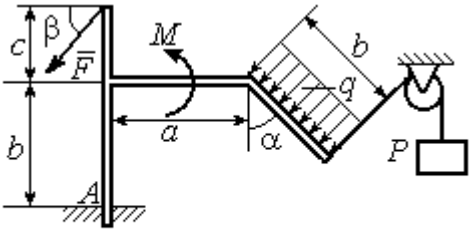
Задача 2



Найти реакцию шарнира A, давление балки на шар, реакцию опоры шара в точке D и уравновешивающую силу Q

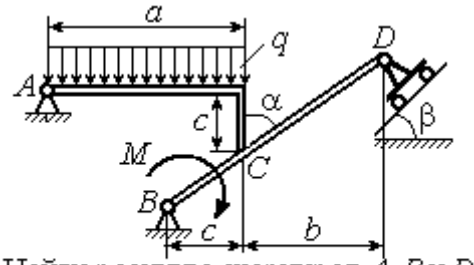
Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

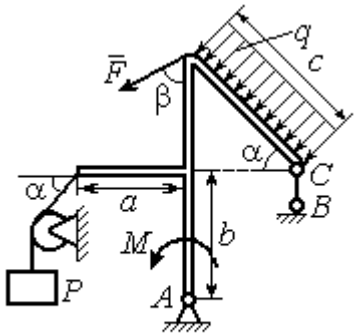
Задача 2



Найти реакцию шарниров A, B и D и реакцию опоры в точке C

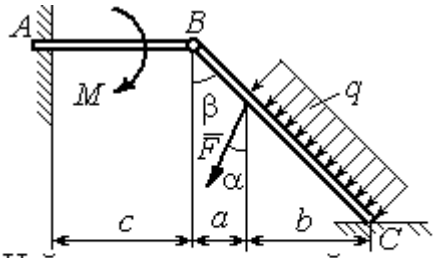
Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Найти реакцию стержня BC и реакцию шарнира A

Задача 2

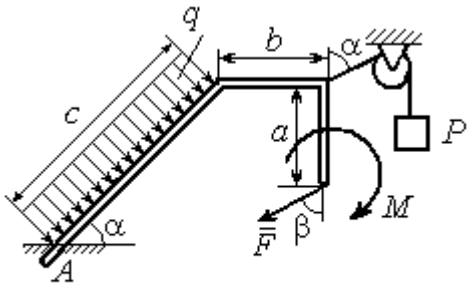


Найти реакцию жесткой заделки в точке A, реакцию шарнира B и реакцию опоры в точке C

Рис. 1.5. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

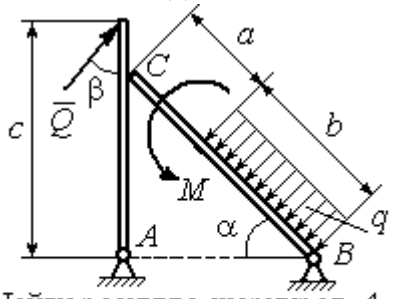
Варианты № 10, 20, 30

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

Задача 2



Найти реакцию шарниров A, B, реакцию опоры в точке C и уравновешивающую силу Q

Рис. 1.6. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 10, 20, 30

Таблица 1.1

Исходные данные задания С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел.

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
P, кН	6	5	6	12	6	6	10	3	8	5	10	4	8	10	8
F, кН	12	6	10	5	12	8	6	5	6	2	12	8	12	6	10
q, кН/м	5	4	2	3	6	3	5	2	2	4	6	2	3	4	5
M, кН·м	12	8	6	8	12	5	12	8	4	6	8	12	10	6	10
α, град	45	60	30	60	30	30	45	60	30	30	45	30	60	45	60
β, град	60	30	45	30	60	90	60	60	30	45	30	45	30	60	30
a, м	3	4	3	4	3	4	3	4	1	2	2	3	2	3	4
b, м	3	3	4	3	2	4	3	3	2	3	3	3	4	3	2
c, м	4	2	2	2	3	2	2	1	5	4	4	2	1	2	2

Номер варианта задания	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
P, кН	10	8	10	6	4	6	12	10	5	6	8	6	8	4	6
F, кН	6	12	12	8	3	14	10	8	15	10	12	8	10	10	2
q, кН/м	5	3	4	3	2	3	2	5	4	2	3	4	5	2	4
M, кН·м	10	6	8	6	5	12	4	6	8	10	12	10	6	4	8
α, град	60	60	30	45	60	30	60	45	30	60	45	30	30	30	45
β, град	45	30	30	60	60	45	30	60	30	45	90	30	60	45	30
a, м	3	4	3	1	2	2	4	1	4	3	4	3	2	1	2
b, м	2	4	3	3	4	1	4	3	2	2	2	2	2	2	2
c, м	3	2	2	4	5	4	2	2	1	1	1	2	1	3	5

Пример выполнения задания С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел.

Задача 1**.** Рама *ACE* (рис. 1.7) в точке *A* закреплена на цилиндрической шарнирной опоре, а в точке *B* поддерживается вертикальным невесомым стержнем *BK*. На раму действуют: пара с моментом $M = 8$ Нм, сила $F = 10$ Н, приложенная в точке *D* под углом 60° к раме, и равномерно распределенная нагрузка интенсивностью $q = 2$ Н/м, приложенная на отрезке *AB*. В точке *E* под прямым углом к участку балки *CE* прикреплен трос, несущий груз $P = 20$ Н. Пренебрегая весом балки, определить реакцию шарнира *A* и реакцию стержневой опоры *BK*, если $a = 2$ м.

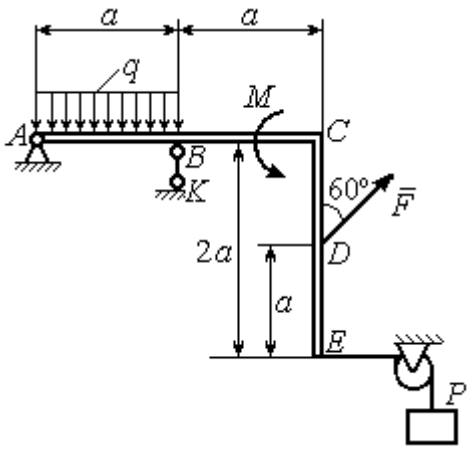


Рис. 1.7. Конструкция рамы

Решение

Выбираем систему координат *xAy*, например, как показано на рис. 1.8. Заменяем действие связей их реакциями. Изображаем реакцию шарнира *A* двумя ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, направленными вдоль горизонтальной и вертикальной осей (см. рис. 1.8). Реакция $\vec{R}_B$ невесомой стержневой опоры *BK* приложена в точке *B* и направлена вдоль стержня *BK*. Заменяем распределенную нагрузку её равнодействующей $\vec{Q}$. Сила $\vec{Q}$ приложена в середине отрезка *AB* и по модулю равна $Q = qa = 4$ Н. Действие груза *P* на раму изображается реакцией $\vec{T}$, равной по величине весу груза.

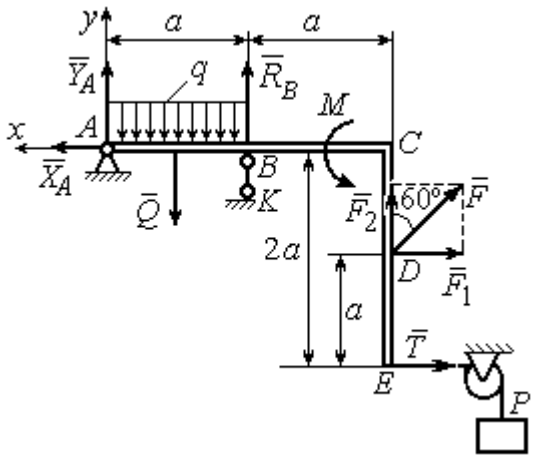


Рис. 1.8. Силы и реакции связей, действующие на раму при её равновесии

При равновесии рамы действующие на неё силы составляют уравновешенную произвольную плоскую систему. Условия равновесия системы сил имеют вид: $\sum F_{kx} = 0$, $\sum F_{ky} = 0$, $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$. Вычисляя проекции сил на оси *x*, *y*, и моменты сил относительно центра *A*, уравнения равновесия получим в виде:

$$\sum F_{kx} = X_A - F\cos 30^\circ - T = 0, \quad \sum F_{ky} = Y_A - Q + R_B + F\cos 60^\circ = 0.$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -Q\frac{a}{2} + R_B a + M + F\cos 60^\circ \cdot 2a + F\cos 30^\circ \cdot a + T2a = 0.$$

Здесь для вычисления момента силы $\vec{F}$ относительно центра A использована теорема Вариньона: $M_A(\vec{F}) = M_A(\vec{F}_1) + M_A(\vec{F}_2) = F_1 \cdot a + F_2 \cdot 2a$, где $F_1 = F\cos 30^\circ$, $F_2 = F\cos 60^\circ$ (см. рис. 1.8).

Подставляя в уравнения равновесия исходные данные задачи, получим систему уравнений относительно неизвестных X_A, Y_A, R_B:

$$X_A - 28{,}66 = 0, \quad Y_A + R_B + 1 = 0, \quad R_B \cdot 2 + 121{,}32 = 0.$$

Решая систему, найдем X_A = 28,66 Н, Y_A = 59,66 Н, R_B = – 60,66 Н.

Отрицательное значение величины R_B означает, что фактическое направление реакции R_B стержневой опоры BK противоположно направлению, показанному на рис. 1.8. Численное значение реакции шарнира

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = \sqrt{28{,}66^2 + 59{,}66^2} = 66{,}18 \text{ Н}.$$

Задача 2. Балка *ABLC* с вертикальной частью *AB* и горизонтальной перекладиной *LC* закреплена в точке *A* с помощью жесткой заделки (рис. 1.9). Наклонная балка *EC* с углом наклона к горизонту 60° в точке *C* шарнирно прикреплена к горизонтальной перекладине *CL*, а в точке *E* закреплена на шарнирно-подвижной опоре, установленной на горизонтальной поверхности. На конструкцию действуют равномерно распределенная на отрезках *BL* и *DE* нагрузка с одинаковой интенсивностью q = 2 кН/м, сила $\vec{F}$, приложенная в точке *D* перпендикулярно балке *EC* и равная по величине F = 10 кН, и пара сил с моментом M = 5 кН·м. Определить реакцию жесткой заделки *A* и реакции шарниров *C* и *E*, если a = 2 м.

Решение

Разделяем систему на две части по шарниру *C* и рассмотрим равновесие балок *ABLC* и *EC* отдельно. Изобразим обе балки и расставим внешние силы и реакции связей (рис. 1.10). Рассмотрим балку *ABLC* (рис. 1.10, *a*). Заменим распределенную нагрузку эквивалентной силой $\vec{Q}_1$, приложенной в середине отрезка *BL*, направленной в сторону действия нагрузки и равной $Q_1 = q \cdot a = 4$ кН. Кроме силы $\vec{Q}_1$ и пары сил с моментом *M* на балку действуют реакция жёсткой заделки в точке *A*, имеющая своими составляющими силы $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$ и пару сил с моментом M_A, а также реакция шарнира *C*, разложенная на составляющие $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$ (см. рис. 1.10, *a*). Действующие на раму силы составляют уравновешенную плоскую систему сил. Выберем систему координат *xAy*, как показано на рис. 1.10, *a*, и составим уравнения равновесия:

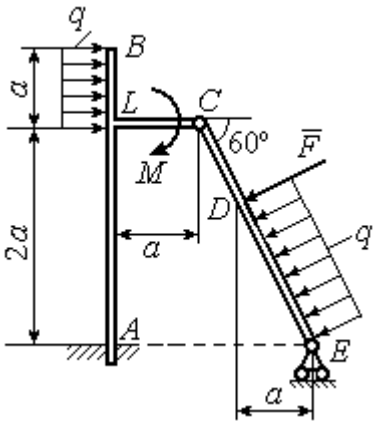


Рис. 1.9. Равновесие конструкции двух балок, соединённых шарниром

$$\sum F_{kx} = X_A + Q_1 + X_C = 0,$$

$$\sum F_{ky} = Y_A + Y_C = 0,$$

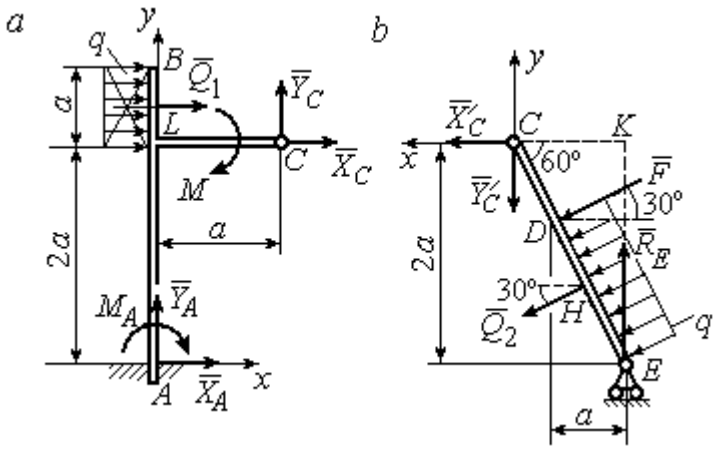


Рис. 1.10. Равновесие частей конструкции:
a - силы и реакции связей, действующие на балку *ABLC*;
b - силы и реакции связей, действующие на балку *CE*

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -M_A - Q_1 \cdot \left(2a + \frac{a}{2}\right) - M + Y_C a - X_C 2a = 0.$$

Рассмотрим равновесие балки *EC*. Заменим равномерную нагрузку эквивалентной силой $\vec{Q}_2$, приложенной в середине отрезка *ED*, направленной в сторону действия нагрузки и равной по модулю $Q_2 = q \cdot 2a = 8$кН. На балку кроме сил $\vec{Q}_2$, $\vec{F}$ действуют реакции связей: $\vec{R}_E$ – реакция шарнирно-подвижной опоры в точке

E и $\vec{X}'_C$, $\vec{Y}'_C$ – составляющие реакции шарнира *C*. Силы $\vec{X}'_C$, $\vec{Y}'_C$ направлены противоположно силам $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$ и равны им по модулю $X_C = X'_C$, $Y_C = Y'_C$ (см. рис. 1.10, *a*, *b*). Действующие на балку *EC* силы образуют плоскую уравновешенную систему сил. Выберем систему координат *xCy*, как показано на рис. 1.10, *b*, и составим уравнения равновесия. При этом центром, относительно которого будем считать моменты сил, выберем точку *C*. Получим:

$$\sum F_{kx} = Q_2 \sin 60^\circ + F\cos 30^\circ + \vec{X}'_C = 0,\ \sum F_{ky} = R_E - Q_2 \cos 60^\circ - F\sin 30^\circ - Y'_C = 0,$$

$$\sum M_C\left(\vec{F}_k\right) = -F \cdot CD - Q_2 \cdot CH + R_E \cdot CK = 0.$$

Здесь плечи сил: $CD = \dfrac{2a}{\cos 30^\circ} - 2a$, $CH = \dfrac{2a}{\cos 30^\circ} - a$, $CK = 2a\,\mathrm{tg}\,30^\circ$. Заменяя в уравнениях величины X'_C на X_C, а Y'_C на Y_C и подставляя исходные данные, получим систему уравнений:

$$X_A + X_C + 4 = 0,\ Y_A + Y_C = 0,\ -M_A - 4X_C + 2Y_C - 25 = 0,$$

$$X_C + 15{,}59 = 0,\ -Y_C + R_E - 9 = 0,\ 2{,}31R_E - 27{,}14 = 0,$$

откуда найдём величины реакции жесткой заделки и реакции шарниров:

$$X_A = 11{,}59 \text{ кН},\ Y_A = -2{,}76 \text{ кН},\ M_A = 42{,}87 \text{ кН·м},$$

$$X_C = -15{,}59 \text{ кН},\ Y_C = 2{,}76 \text{ кН},\ R_E = 11{,}76 \text{ кН}.$$

Модули реакций жесткой заделки *A* и шарнира *C*:

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 11{,}91 \text{ кН},\ R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 15{,}83 \text{ кН}.$$

1.5. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил

В заданиях рассматривается равновесие однородной плиты или вала (прямого или с «ломаной» осью) с насаженным на него шкивом.

Вал закреплен подпятником и подшипником и удерживается в равновесии. На вал действуют сила $\vec{F}$, пара сил с моментом M и сила $\vec{P}$. На шкив вала намотана нить, к свободному концу которой, перекинутому через невесомый блок, подвешен груз весом Q. Для вала определить реакции подшипника и подпятника и величину уравновешивающей силы Q (или момента M).

Плита весом P закреплена пространственным шарниром, подшипником и удерживается в заданном положении невесомым стержнем. На плиту действуют силы $\vec{F}$, $\vec{Q}$ и пара сил с моментом M. Для плиты найти реакции сферического и цилиндрического шарниров и реакцию стержня.

Варианты задания даны на рис. 1.11 – 1.13. Исходные данные для выполнения задания приведены в табл. 1.2.

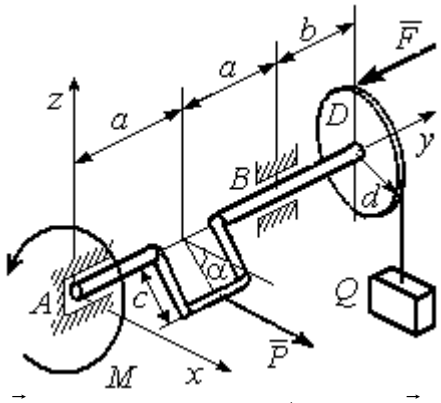
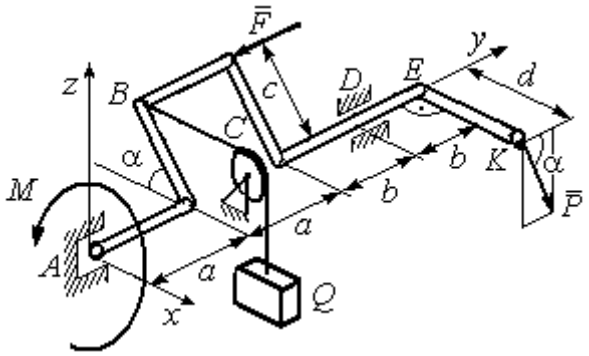
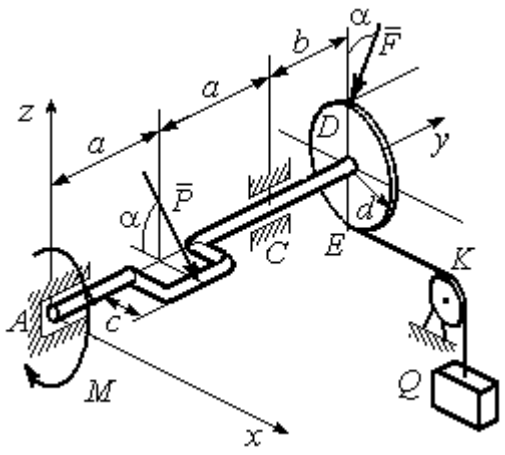
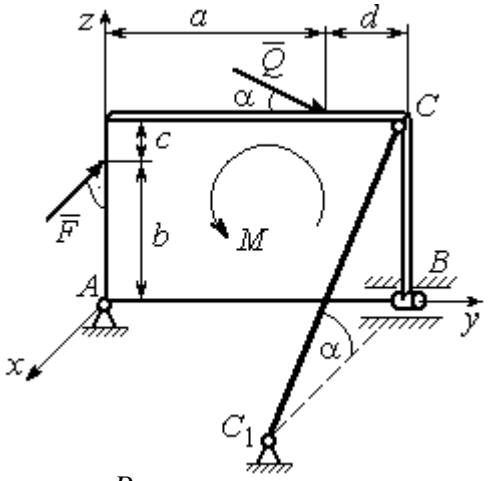
Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
	
Сила $\vec{F}$ параллельна оси Ay; сила $\vec{P}$ параллельна оси Ax; нить, удерживающая груз, сходит со шкива вертикально. Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и B и величину уравновешивающего груза Q	Сила $\vec{F}$ параллельна оси Ay; сила $\vec{P}$ лежит в плоскости, параллельной zAy; отрезок нити BC параллелен оси Ax; рукоять вала EK параллельна оси Ax. Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и D и величину уравновешивающего момента M

Рис. 1.11. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.
Номера вариантов задания 1 – 2, 11 – 12, 21 – 22

Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
	
Сила $\vec{F}$, лежит в плоскости zAy; сила $\vec{P}$ лежит в плоскости, параллельной zAx, отрезок нити EK параллелен оси Ax. Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и C, а также величину уравновешивающего груза Q	Плита весом P расположена в плоскости zAy; пара сил с моментом M действует в плоскости плиты; стержень CC_1 расположен в плоскости, параллельной zAx; сила $\vec{Q}$ действует в плоскости плиты; сила $\vec{F}$ перпендикулярна плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1

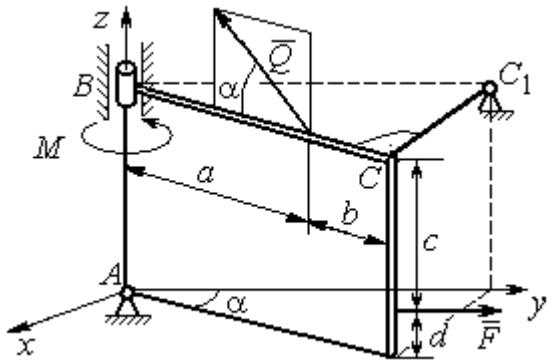
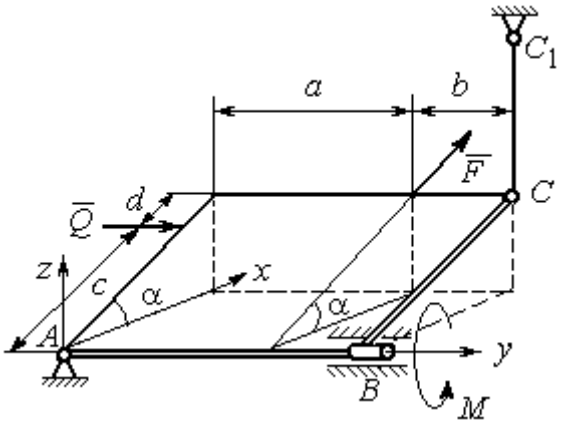
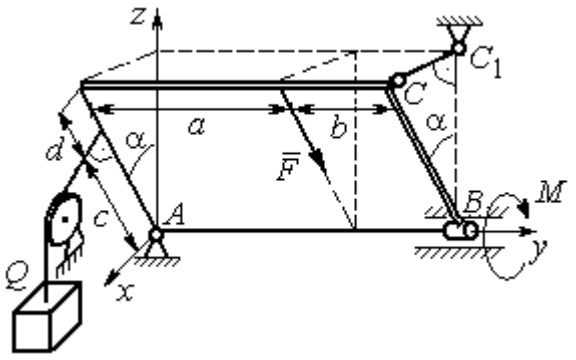
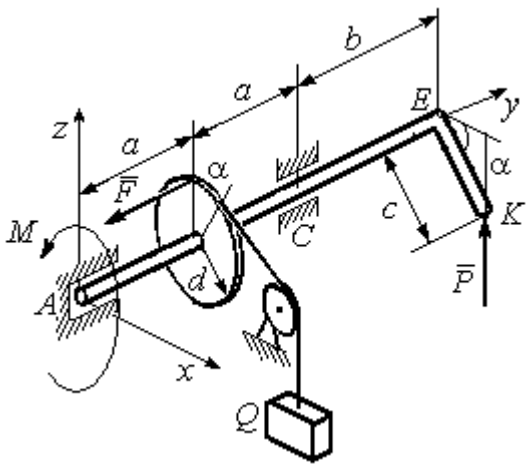
Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	
Плита весом P отклонена на угол α от вертикальной плоскости zAy; сила $\vec{Q}$ лежит в плоскости плиты; сила $\vec{F}$ параллельна оси Ay; стержень CC_1 перпендикулярен плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1	Плита весом P отклонена на угол α от горизонтальной плоскости xAy; сила $\vec{Q}$ перпендикулярна боковой стенке плиты и параллельна оси Ay; сила $\vec{F}$ расположена в плоскости плиты и параллельна её боковым стенкам; стержень CC_1 параллелен оси Az. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1

Рис. 1.12. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.
Номера вариантов задания 3 – 6, 13 – 16, 23 – 26

Варианты № 7, 17, 27	Варианты № 8, 18, 28
	
Плита весом *P* отклонена на угол α от вертикальной плоскости z*Ay*; нить, удерживающая груз *Q*, находится плоскости z*Ax*, прикреплена к боковой стенке плиты и перпендикулярна ей; сила $\vec{F}$ параллельна боковым стенкам плиты; стержень CC_1 перпендикулярен плоскости z*Ay*. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках *A* и *B* и реакцию стержня CC_1	Рукоять *EK* перпендикулярна оси вала и наклонена под углом α к горизонтальной плоскости *xAy*; сила $\vec{P}$ параллельна оси *Az*; сила $\vec{F}$ параллельна оси Ay; нить, удерживающая груз *Q*, сходит со шкива по касательной. Найти реакции подпятника *A*, подшипника *C*, и величину уравновешивающего груза *Q*

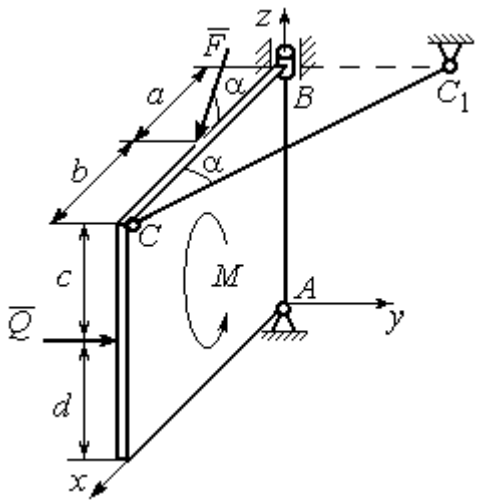
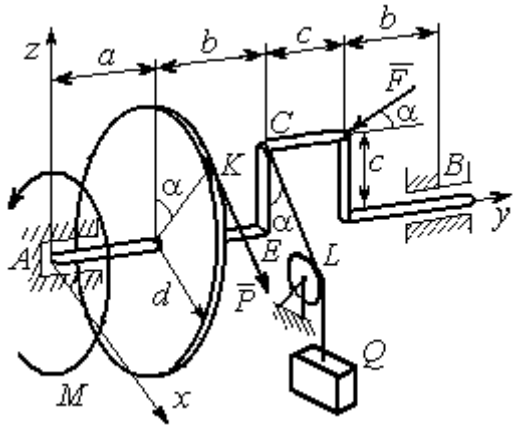
Варианты № 9, 19, 29	Варианты № 10, 20, 30
	
Плита весом *P* находится в вертикальной плоскости z*Ax*; стержень CC_1 расположен в плоскости, параллельной *xAy*; пара сил с моментом *M* действует в плоскости плиты; сила $\vec{Q}$ перпендикулярна плоскости плиты; сила $\vec{F}$ лежит в плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках *A* и *B* и реакцию стержня CC_1	Сила $\vec{F}$ находится в плоскости z*Ay*; стойка *CE* находится в плоскости z*Ay*; отрезок *CL* нити, удерживающей груз, находится в плоскости параллельной *xAz*; сила $\vec{P}$ находится в плоскости шкива и направлена по касательной к ободу в точке *K*. Найти реакции подпятника *A*, подшипника *B* и величину уравновешивающего момента *M*

Рис. 1.13. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.
Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 1.2

Исходные данные для задания С2.

Равновесие пространственной системы сил

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
P, кН	5	4	6	10	16	15	12	10	15	14
F, кН	8	6	12	6	10	10	8	12	12	10
Q, кН	–	12	–	12	8	12	10	–	10	12
M, кН·м	12	–	10	8	12	6	8	6	8	–
α, град	60	30	30	30	60	60	60	30	30	60
a, м	1,2	0,8	1,4	0,6	1,2	0,9	1,4	0,4	0,8	0,8
b, м	1,0	0,6	1,1	0,4	0,8	0,4	0,6	1,2	0,2	0,6
c, м	0,8	0,5	0,8	0,3	1,4	0,8	1,2	0,8	0,4	0,4
d, м	0,4	0,4	0,6	0,2	0,4	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6

Номер варианта задания	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
P, кН	8	10	10	15	14	10	16	9	10	12
F, кН	6	12	16	8	12	14	10	15	8	10
Q, кН	–	14	–	10	10	12	14	–	12	14
M, кН·м	10	–	12	12	12	8	10	10	10	–
α, град	30	60	60	60	30	30	30	60	60	30
a, м	0,8	1,3	0,9	0,5	1,3	1,2	1,6	0,6	0,9	1,2
b, м	0,6	1,1	0,6	0,4	0,9	0,6	0,8	1,2	0,3	0,8
c, м	0,4	0,8	0,5	0,2	1,5	0,9	1,2	0,4	0,6	0,6
d, м	0,2	0,4	0,4	0,1	0,5	0,4	0,6	0,2	0,2	0,8

Номер варианта задания	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
P, кН	10	12	5	8	10	14	18	12	14	10
F, кН	12	8	15	10	12	8	10	15	9	8
Q, кН	–	10	–	12	14	10	16	–	12	6
M, кН·м	12	–	16	14	8	10	8	12	10	–
α, град	90	30	60	30	45	30	30	60	60	30
a, м	0,6	0,8	1,1	1,2	1,5	0,8	1,0	0,8	1,2	0,9
b, м	0,8	0,6	0,9	1,0	0,9	0,6	0,8	1,4	0,6	0,4
c, м	0,4	1,2	0,8	0,6	1,5	0,9	1,1	0,5	0,8	0,6
d, м	0,4	1,5	0,5	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5

Примеры решения задания С2. Равновесие пространственной системы сил

Задача 1. Горизонтальный вал (рис. 1.14) закреплен в подпятнике *C* и подшипнике *K*. Вал имеет шкив I радиуса *R* и шкив II радиуса *r*, перпендикулярные оси вала. Рукоять *AE* параллельна оси *Cx*. Нить, удерживающая груз *Q*, сходит со шкива I по касательной вертикально вниз. На вал действуют силы $\vec{F}$, $\vec{P}$ и пара сил с моментом *M*, закручивающая вал вокруг оси *Cy*. Сила $\vec{F}$ находится в плоскости, параллельной *zCy*, и составляет угол 60° с направлением оси *Cy*. Сила $\vec{P}$ приложена в точке *B* шкива II, определяемой центральным углом 30º, и направлена по касательной. Определить величину уравновешивающего момента *M* и реакции подшипника и подпятника, если *P* = 4 кН, *F* = 2 кН, *Q* = 3 кН, *R* = 0,6 м, *r* = 0,3 м, *a* = 0,8 м, *b* = 0,4 м.

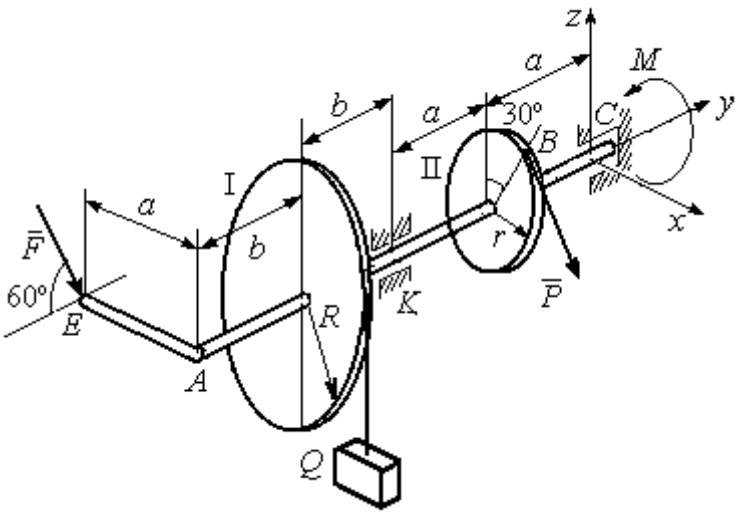


Рис. 1.14. Схема вала и его нагрузка

Решение

Рассмотрим равновесие вала. На вал действуют внешние силы $\vec{F}$, $\vec{P}$, пара сил с моментом *M* и реакции связей. Связями являются нить, натянутая грузом *Q*, подпятник *C* и подшипник *K*. Освобождаем вал от связей, заменяя их действие реакциями. Реакцию подпятника *C* раскладываем на три составляющие: $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$, $\vec{Z}_C$, направленные

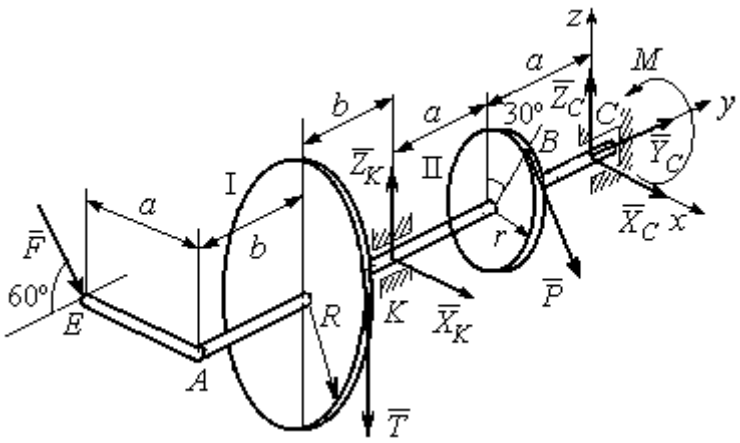


Рис. 1.15. Внешние силы и реакции связей вала

вдоль координатных осей. Реакция подшипника *K* лежит в плоскости, перпендикулярной оси вала, и ее составляющими будут вектора $\vec{X}_K, \vec{Z}_K$, направленные вдоль координатных осей *x*, *z*. Реакция нити $\vec{T}$ направлена вдоль нити от точки *K* и по модулю равна весу груза. Действие на вал внешних сил и реакций связи показано на рис. 1.15.

Внешние силы, действующие на вал, и реакции связей составляют произвольную пространственную систему сил, эквивалентную нулю ($\vec{P}$, $\vec{F}$, $\vec{X}_K, \vec{Z}_K, \vec{T}$, $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C, \vec{Z}_C, M$) ∞ 0, для которой уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum F_{kz} = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_y(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_z(\vec{F}_k) = 0.$$

Для удобства при составлении уравнений равновесия изобразим вал вместе с действующими на него силами в проекциях на координатные плоскости (рис. 1.16)

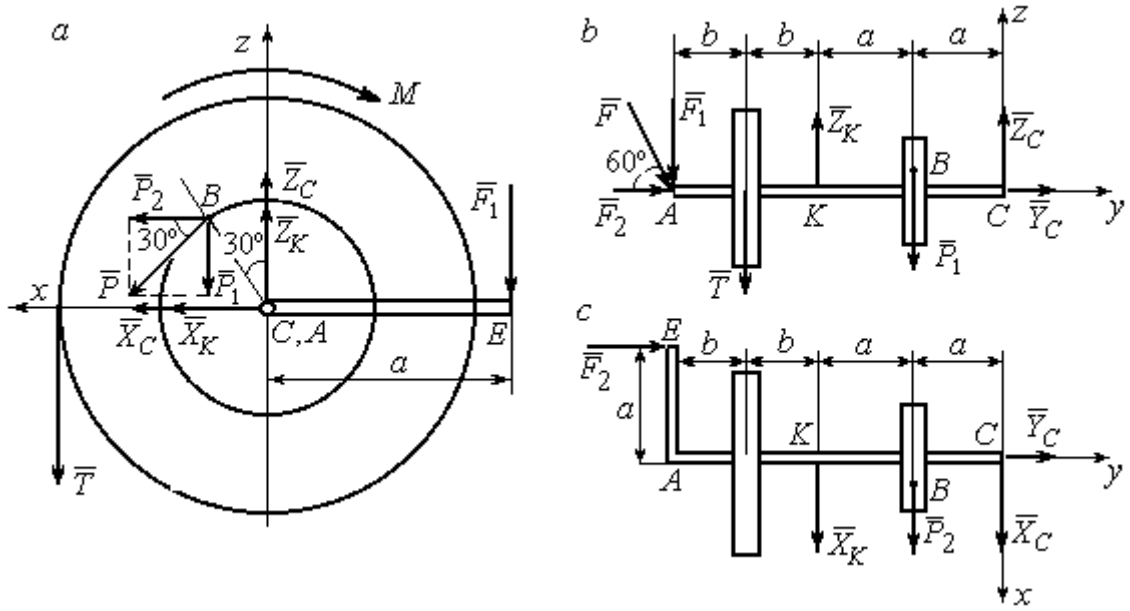


Рис. 1.16. Вал и действующие на него силы в проекциях на координатные плоскости:
a – вид вала в проекции на плоскость *zCx* с положительного конца оси *y*;
b – вид вала в проекции на плоскость *zCy* с положительного конца оси *x*;
c – вид вала в проекции на плоскость *xCy* с положительного конца оси *z*.

На рис. 1.16, *а* показаны проекции всех сил на плоскость *zCx*. Вычисляя моменты проекций этих сил относительно точки *C*, получим значения моментов исходных сил относительно оси *y*.

Для вычисления моментов сил относительно оси *x* достаточно найти моменты проекций сил на плоскость *zCy* относительно точки *C* (см. рис. 1.16, *b*), а вычисляя моменты проекций сил на плоскость *xCy* относительно точки *C*, получим значения моментов сил относительно оси z.

Составляем уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = P_2 + X_K + X_C = 0,\ \sum F_{ky} = F_2 + Y_C = 0,$$

$$\sum F_{kz} = -P_1 + Z_K - T + Z_C - F_1 = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = P_1 a - Z_K 2a - T(2a + b) + F_1(2a + 2b) = 0,$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = -F_1 a + TR + Pr - M = 0,$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = P_2 a + X_K 2a - F_2 a = 0.$$

Подставляя исходные данные задачи, с учётом того, что

$$P_1 = P\cos 60^\circ = 0{,}5P,\ P_2 = P\cos 30^\circ = 0{,}87P,$$

$$F_1 = F\cos 30^\circ = 0{,}87F,\ F_2 = F\cos 60^\circ = 0{,}5F$$ (см. рис. 1.16 *a*, *b*),

получим систему уравнений:

$$0{,}87 \cdot 4 + X_K + X_C = 0,\ \ 2 \cdot 0{,}5 + Y_C = 0,\ -4 \cdot 0{,}5 + Z_K - 3 + Z_C - 2 \cdot 0{,}87 = 0,$$

$$0{,}5 \cdot 4 \cdot 0{,}8 - 1{,}6Z_K - 3 \cdot 0{,}87(2 \cdot 0{,}8 + 0{,}4) + 2 \cdot 0{,}87(2 \cdot 0{,}8 + 2 \cdot 0{,}4) = 0,$$

$$-0{,}87 \cdot 0{,}8 + 3 \cdot 0{,}6 + 4 \cdot 0{,}3 - M = 0,\ 0{,}87 \cdot 4 \cdot 0{,}8 + 1{,}6 \cdot X_K - 2 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}8 = 0.$$

Решая систему, найдём: $X_C = -2{,}24$ кН, $Y_C = -1$ кН, $Z_C = 6{,}39$ кН, $X_K = -1{,}24$ кН, $Z_K = 0{,}35$ кН, $M = 2{,}3$ кН·м.

Окончательно, реакция подпятника $R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2 + Z_C^2} = 6{,}84$ кН,

реакция подшипника $R_K = \sqrt{X_K^2 + Z_K^2} = 1{,}29$ кН.

Задача 2. Плита весом *P* расположена в вертикальной плоскости z*Ay*. В точке А плита закреплена пространственным шарниром, а в точке *B* на оси *y* опирается на цилиндрический шарнир (подшипник). Плита удерживается в равновесии при помощи невесомого стержня CC_1, прикреплённого шарниром к плите в её верхнем углу, в точке *C* перпендикулярно плоскости плиты (рис. 1.17).

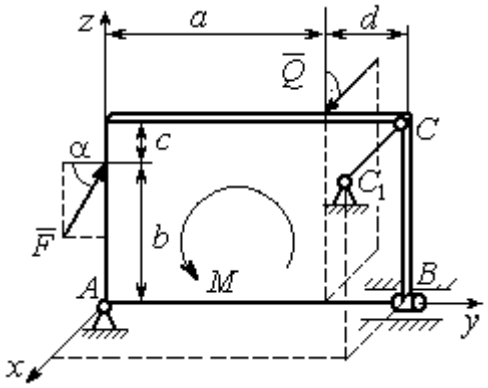


Рис. 1.17. Равновесие плиты

На плиту действует сила $\vec{Q}$, приложенная на краю плиты перпендикулярно её плоскости, и сила $\vec{F}$, лежащая в плоскости плиты и направленная под углом α к горизонту (см. рис. 1.17). Кроме того, в плоскости плиты на неё действует пара сил с моментом *M*. Найти реакции шарниров *A* и *B* и усилие в стержневой подпорке CC_1 при равновесии плиты, если параметры нагрузки: *P* = 1 кН, *Q* = 500 Н, *F* = 400 Н, *M* = 300 Н·м, $\alpha = 35^\circ$, *a* = 2 м, *b* = 1,5 м, *c* = 0,2 м, *d* = 0,4 м.

Решение

Заменим связи плиты их реакциями. Реакция шарнира *A* раскладывается на три составляющие: $\vec{X}_A$ $\vec{Y}_A$, $\vec{Z}_A$ по направлениям координатных осей. Направления координатных осей показаны на рис. 1.17. Реакция подшипника *B* лежит в плоскости, перпендикулярной оси подшипника, и ее составляющими будут вектора $\vec{X}_B, \vec{Z}_B$, направленные вдоль координатных осей *x*, *z*. Реакция стержня $\vec{T}$ направлена вдоль стержня. Действие сил и реакций показано на рис.1.18.

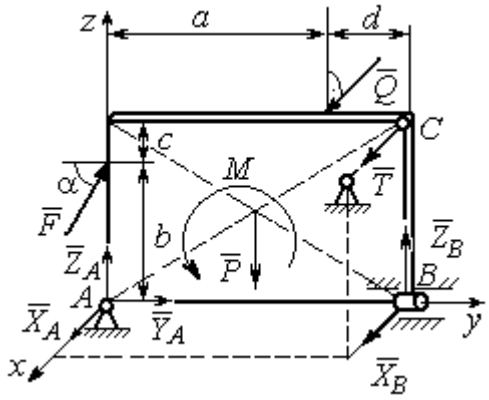


Рис. 1.18. Действие сил и реакций при равновесии плиты

Пространственная система сил, действующих на плиту, является уравновешенной: $(\vec{P}, \vec{F}, \vec{X}_B, \vec{Z}_B, \vec{T}, \vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{Z}_A, M) \infty 0$. Уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = 0\,,\ \sum F_{ky} = 0\,,\ \sum F_{kz} = 0\,,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_y(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_z(\vec{F}_k) = 0.$$

В вычислениях моментов сил относительно осей будем считать момент положительным, если при взгляде со стороны положительного направления оси, сила вращает тело (плиту) против хода часовой стрелки. Получим:

$$\sum F_{kx} = 0,\ X_A + Q + X_B + T = 0,$$

$$\sum F_{ky} = 0,\ Y_A + F\cos\alpha = 0,$$

$$\sum F_{kz} = 0,\ Z_A + F\sin\alpha - P + Z_B = 0$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0,\ -F\cos\alpha \cdot b - P \cdot 0{,}5(a+d) + Z_B(a+d) + M = 0,$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = 0,\ Q \cdot (b+c) + T \cdot (b+c) = 0,$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = 0,\ -Q \cdot a - T \cdot (a+d) - X_B \cdot (a+d) = 0.$$

Подставив исходные данные задачи, получим систему уравнений:

$$X_A + 500 + X_B + T = 0,\ \ Y_A + 400 \cdot 0{,}82 = 0,\ Z_A + 400 \cdot 0{,}57 - 1000 + Z_B = 0,$$

$$-400 \cdot 0{,}82 \cdot 1{,}5 - 1000 \cdot 0{,}5 \cdot 2{,}4 + Z_B \cdot 2{,}4 + 300 = 0,$$

$$500 \cdot 1{,}7 + T \cdot 1{,}7 = 0,\quad -500 \cdot 2 - T \cdot 2{,}4 - X_B \cdot 2{,}4 = 0,$$

откуда находим значения составляющих реакций:

$$T = -500\ \text{Н},\ X_B = 83{,}33\ \text{Н},\ Z_B = 580\ \text{Н},$$

$$X_A = -83{,}33\ \text{Н},\ Y_A = -328\ \text{Н},\ Z_A = 192\ \text{Н}.$$

Полные реакции пространственного шарнира A:

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2} = 389{,}09\ \text{Н},$$

цилиндрического шарнира B: $R_B = \sqrt{X_B^2 + Z_B^2} = 585{,}95\ \text{Н}$.

2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЕРДОГО ТЕЛА

Кинематикой называется раздел механики, в котором изучаются свойства движения материальных тел без учета их масс и действующих на них сил.

2.1. Кинематика точки. Основные параметры движения точки

Кривая, которую описывает движущаяся точка, называется **траекторией** точки. Движение точки может быть задано **векторным**, **координатным** или **естественным** способами.

Векторный способ основан на определении положения точки ее радиусом-вектором в виде векторного уравнения $\vec{r} = \vec{r}(t)$. При **координатном способе** задания движения точки положение точки определяется ее координатами, заданными для каждого момента времени: $x = x(t)$, $y = y(t)$, $z = z(t)$. **Естественный способ** задания движения используется, если заранее известна траектория движения точки. Тогда положение точки однозначно определяется длиной дуги $\breve{OM} = S(t)$, отсчитываемой от некоторой фиксированной точки O, принятой за начало отсчета.

Мгновенная скорость, или скорость точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от радиуса-вектора точки: $\vec{V} = \dot{\vec{r}}$. Вектор скорости точки $\vec{V}$ всегда направлен по касательной к траектории в сторону движения точки.

При координатном способе задания движения величины проекций вектора скорости $\vec{V}$ на координатные оси определяются как производные по времени от соответствующих координат: $V_x = \dot{x}$, $V_y = \dot{y}$, $V_z = \dot{z}$. Модуль вектора скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$. При естественном способе задания движения вектор скорости точки определяется равенством: $\vec{V} = \dot{S}\vec{\tau}$, где $S = S(t)$ – закон изменения длины дуги, $\vec{\tau}$ –единичный вектор касательной к траектории движения, направленный в сторону возрастающих расстояний.

Величина $V = |\dot{S}|$ называется алгебраической скоростью точки. При $\dot{S} > 0$ вектор скорости $\vec{V}$ направлен по единичному вектору $\vec{\tau}$ – в сторону возрастающих расстояний. При $\dot{S} < 0$ он имеет направление, противоположное единичному вектору $\vec{\tau}$, т. е. в сторону убывающих расстояний.

Мгновенное ускорение, или ускорение точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от вектора скорости точки или как вторая производная от радиус-вектора точки: $\vec{a} = \dot{\vec{V}} = \ddot{\vec{r}}$. При координатном способе проекции вектора ускорения $\vec{a}$ на координатные оси – величины a_x, a_y, a_z – определяются равенствами: $a_x = \dot{V}_x = \ddot{x}$, $a_y = \dot{V}_y = \ddot{y}$, $a_z = \dot{V}_z = \ddot{z}$. Модуль вектора ускорения равен: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$.

При естественном способе задания движения вектор ускорения точки $\vec{a}$ раскладывается на две взаимно перпендикулярные составляющие $\vec{a}_n$ и $\vec{a}_\tau$, параллельные осям n и τ естественной системы координат, и представляется в виде равенства $\vec{a} = a_\tau \vec{\tau} + a_n \vec{n}$, или $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$, где $\vec{\tau}$ – единичный направляющий вектор оси, касательной к траектории (касательная ось); $\vec{n}$ – единичный направляющий вектор главной нормали траектории. Величина a_n называется **нормальным ускорением** точки и вычисляется по формуле: $a_n = \dfrac{V^2}{\rho}$, где ρ – радиус кривизны траектории. (У окружности радиус кривизны равен её радиусу, у прямой линии – бесконечности.) Вектор $\vec{a}_n$ нормальной составляющей ускорения всегда направлен к центру кривизны траектории. При движении по окружности радиус кривизны траектории равен радиусу окружности, а центр кривизны траектории совпадает с центром окружности. Величина a_τ называется **касательным ускорением** и равна модулю второй производной от заданного закона изменения длины дуги: $a_\tau = |\ddot{S}|$, где $S = S(t)$ – закон изменения длины дуги. Направление вектора касательного ускорения $\vec{a}_\tau$ зависит от знака второй производной $\ddot{S}$. При $\ddot{S} > 0$

вектор $\vec{a}_\tau$ в направлен в сторону возрастающих расстояний, по направлению единичного вектора $\vec{\tau}$, при $\ddot{S} < 0$ – в сторону убывающих расстояний (противоположно единичному вектору $\vec{\tau}$). Вектор полного ускорения $\vec{a}$ направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_n$ и $\vec{a}_\tau$. Модуль вектора ускорения: $a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$.

2.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси

Движение тела, при котором все точки некоторой его прямой остаются неподвижными, называется **вращательным**, а указанная прямая называется осью вращения. Вращение тела задается углом поворота $\varphi = \varphi(t)$ подвижной плоскости, связанной с телом, относительно некоторого ее начального положения. Направление вращения с возрастанием угла поворота считается положительным.

Величина **угловой скорости** вращения тела равна модулю производной от угла поворота тела по времени: $\omega = |\dot{\varphi}|$. Направление угловой скорости вращения тела зависит от знака производной $\dot{\varphi}$. При $\dot{\varphi} > 0$ вращение происходит в положительном направлении, в сторону возрастания угла поворота, при $\dot{\varphi} < 0$ – в отрицательном. Направление угловой скорости обычно показывают дуговой стрелкой вокруг оси вращения. Вектор угловой скорости $\vec{\omega}$ направлен вдоль оси вращения в сторону, откуда вращение тела видно против хода часовой стрелки.

Величина **углового ускорения** при вращении тела равна модулю второй производной от угла поворота тела по времени: $\varepsilon = |\ddot{\varphi}|$. Если $\ddot{\varphi}$ одного знака с $\dot{\varphi}$, то угловое ускорение ускоряет вращение тела, если разных знаков, то угловое ускорение замедляет вращение.

При вращательном движении тела все его точки движутся по окружностям, радиусы которых равны расстояниям от выбранной точки до неподвижной оси. **Скорость точки вращающегося твердого тела (**в отличие от угловой скорости тела) называют **линейной,** или **окружной скоростью** точки. Величина скорости рассчитывается по формуле: $V = \omega h$, где ω – величина угловой скорости тела; h

– расстояние от точки до оси вращения. Вектор скорости точки лежит в плоскости описываемой точкой окружности и направлен по касательной к ней в сторону вращения тела. Отношение скоростей двух точек вращающегося тела равно отношению расстояний от этих точек до оси: $\frac{V_{M1}}{V_{M2}} = \frac{h_1}{h_2}$.

Ускорение точки вращающегося твердого тела рассчитывается как ускорение точки при естественном способе задания движения в виде суммы векторов касательного и нормального ускорений: $\vec{a}_M = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$. Величины касательного, нормального и полного ускорений точки вращающегося тела, соответственно: $a_\tau = \varepsilon h$, $a_n = \omega^2 h$, $a_M = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$, где ω, ε – угловая скорость и угловое ускорение тела; h – расстояние от точки до оси вращения.

2.3. Плоскопараллельное движение твёрдого тела

Плоскопараллельным, или плоским движением твердого тела, называется такое движение, при котором все точки тела движутся параллельно некоторой неподвижной плоскости. Плоское движение представляется в виде суммы мгновенного поступательного движения, при котором все точки плоской фигуры движутся со скоростью выбранной точки-полюса, и мгновенного вращательного движения вокруг этого полюса.

Скорость любой точки M плоской фигуры равна векторной сумме вектора скорости точки-полюса и вектора скорости точки M при вращении тела вокруг этого полюса: $\vec{V}_M = \vec{V}_A + \vec{V}_{MA}$, где $\vec{V}_M$ – скорость точки M; $\vec{V}_A$ – скорость полюса A; $\vec{V}_{MA}$ – вектор скорости точки M при вращении тела вокруг полюса A, модуль скорости $V_{MA} = \omega \cdot MA$, где ω – угловая скорость мгновенного вращательного движения тела вокруг полюса; MA – расстояние между полюсом A и точкой M.

Мгновенным центром скоростей называется такая точка P плоской фигуры, скорость которой в данный момент времени равна нулю. Выбрав в качестве полюса мгновенный центр скоростей, скорость любой точки плоской фигуры

находят так, как если бы мгновенное движение фигуры было вращательным вокруг мгновенного центра скоростей.

Способы построения мгновенного центра скоростей

1. Если известны направления скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ каких-нибудь двух точек *A* и *B* плоской фигуры, то мгновенный центр скоростей находится в точке пересечения перпендикуляров, восстановленных из этих точек к векторам скоростей (рис. 2.1, *a*).

2. Если скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ двух точек *A* и *B* плоской фигуры известны и параллельны друг другу, а линия *AB* перпендикулярна $\vec{V}_A$ (и, конечно, $\vec{V}_B$), то мгновенный центр скоростей определяется как точка пересечения линий, проведенных через основания и вершины векторов скоростей (построение показано на рис. 2.1, *b*, *c*).

3. Если скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ двух точек *A* и *B* параллельны друг другу, но линия *AB*, соединяющая эти точки, не перпендикулярна векторам скоростей (рис. 2.1, *d*), то мгновенная угловая скорость тела равна нулю и движение тела в данный момент времени является мгновенным поступательным. В этом случае скорости всех точек равны по величине и направлению.

4. Если плоскопараллельное движение осуществляется путем качения без скольжения одного тела по неподвижной поверхности другого, то мгновенный

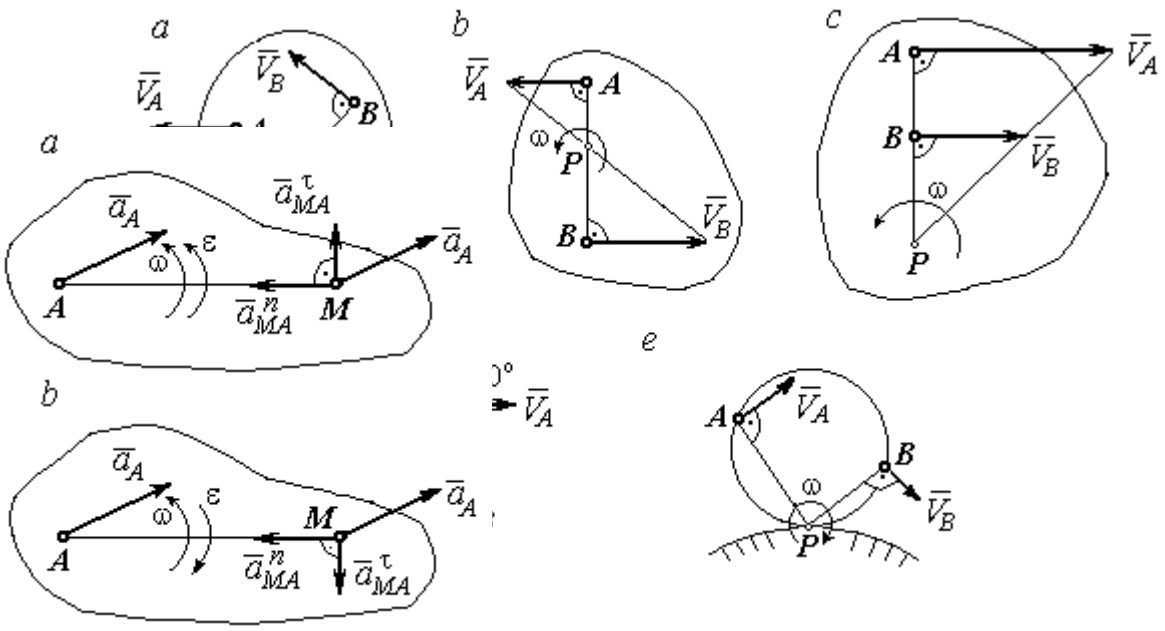


Рис. 2.1. Способы построения мгновенного центра скоростей

Рис. 2.2. Ускорение точки плоской фигуры:
a – ускоренное движение;
b – замедленное движение

центр скоростей расположен в точке касания катящегося тела с неподвижной поверхностью (рис. 2.1, *e*).

Ускорение любой точки *M* плоской фигуры при плоскопараллельном движении твердого тела представляется как сумма векторов – ускорения полюса и ускорения точки *M* при вращении фигуры вокруг полюса. Учитывая, что ускорение точки вращающегося тела представляется как сумма нормального и касательного ускорений, получим:

$$\vec{a}_M = \vec{a}_A + \vec{a}^{\tau}_{MA} + \vec{a}^{n}_{MA},$$

где $\vec{a}_A$ – ускорение полюса *A*; $\vec{a}^{\tau}_{MA}$, $\vec{a}^{n}_{MA}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки *M* при вращении фигуры вокруг полюса *A*.

Вектор нормального ускорения $\vec{a}^{n}_{MA}$ всегда направлен от точки *M* к полюсу *A*. Вектор касательного ускорения $\vec{a}^{\tau}_{MA}$ направлен перпендикулярно отрезку *AM* в сторону вращения, если оно ускоренное (рис. 2.2, *a*), и против вращения, если оно

замедленное (рис. 2.2, *b*). Численно величины касательного и нормального составляющих ускорения точки *M* определяются по формулам:

$$a^{\tau}_{MA} = \varepsilon \cdot AM\ ,\ \ a^{n}_{MA} = \omega^2 \cdot AM\ ,$$

где ω, ε – угловая скорость и угловое ускорение тела (плоской фигуры); AM – расстояние от точки *M* до полюса *A* (см. рис. 2.2).

Если при движении плоской фигуры известны траектории движения полюса *A* и точки *M*, то для определения ускорения точки *M* используется векторное равенство

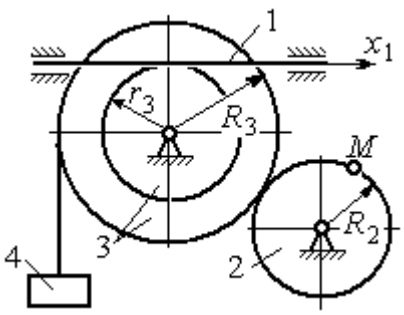
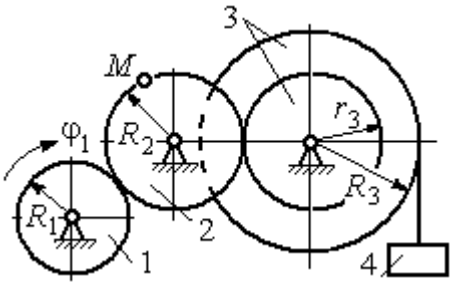
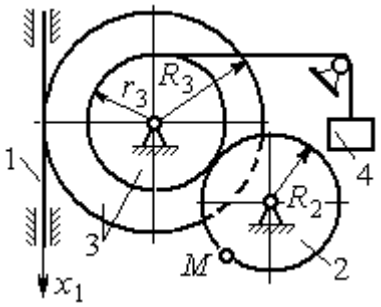
$$\vec{a}^{\tau}_{M} + \vec{a}^{n}_{M} = \vec{a}^{\tau}_{A} + \vec{a}^{n}_{A} + \vec{a}^{\tau}_{MA} + \vec{a}^{n}_{MA},$$

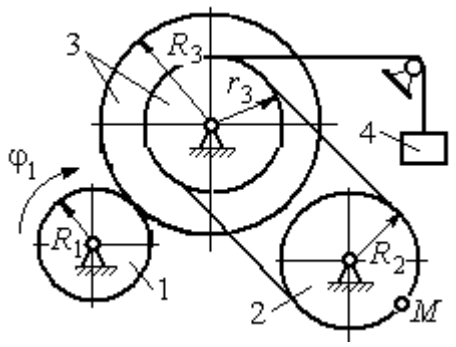
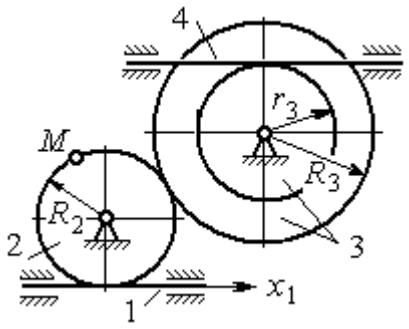
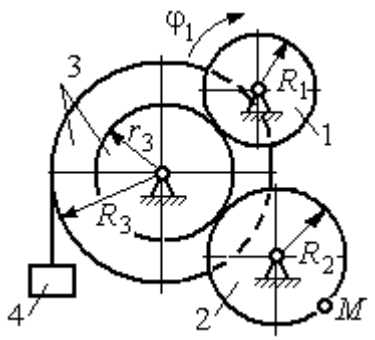
где $\vec{a}^{\tau}_{M}$, $\vec{a}^{n}_{M}$, $\vec{a}^{\tau}_{A}$, $\vec{a}^{n}_{A}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки *M* и полюса *A* при движении их по заданным траекториям.

2.4. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях

По заданному движению одного из звеньев механизма $x_1 = x_1(t)$ (варианты 1, 3, 5, 7, 9) или $\varphi_1 = \varphi_1(t)$ (варианты 2, 4, 6, 8, 10) найти в момент времени t_1 скорость, касательное, нормальное и полное ускорения точки *M* звена механизма, совершающего вращательное движение, а также скорость и ускорение звена 4, совершающего поступательное движение.

Варианты заданий даны на рис. 2.3, 2.4. Исходные данные представлены в табл. 2.1.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**	**Варианты № 3, 13, 23**
		

Варианты № 4, 14, 24	Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
		

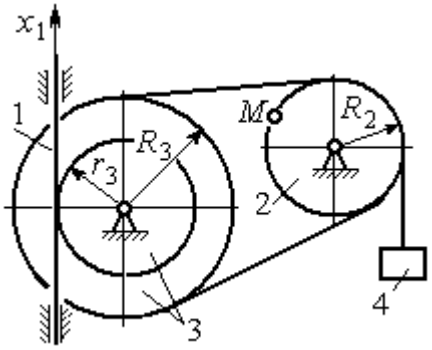
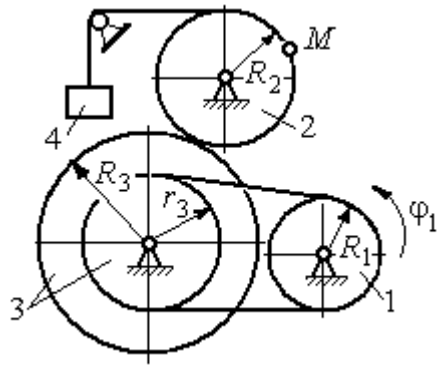
Варианты № 7, 17, 27	Варианты № 8, 18, 28
	

Рис. 2.3. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела. Номера вариантов задания 1 – 8, 11 – 18, 21 – 28

Окончание вариантов задания К1

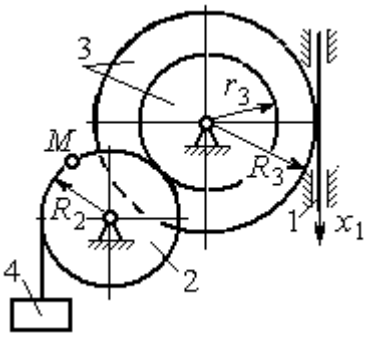
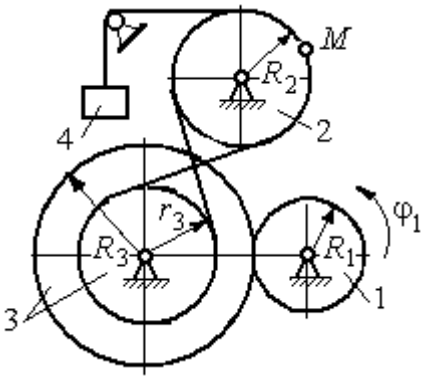
Варианты № 9, 19, 29	Варианты № 10, 20, 30
	

Рис. 2.4. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Таблица 2.1

Исходные данные вариантов задания К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела

Номер варианта задания	R_1,см	R_2, см	R_3, см	r_3, см	$x_1(t)$, см $\varphi_1(t)$, рад	t_1, с
1	–	40	45	35	$x_1(t) = (3t-1)^2$	2
2	10	20	38	18	$\varphi_1(t) = t^2 + 6\cos(\pi t/6)$	3
3	–	30	42	18	$x_1(t) = 5t^2 - 2\cos(\pi t/2)$	1
4	15	30	45	20	$\varphi_1(t) = 5t^2 + \cos(\pi t/2)$	2
5	–	30	40	20	$x_1(t) = 6t - \cos(\pi t/3)$	3
6	10	20	30	10	$\varphi_1(t) = t^3 - \cos(\pi t/2)$	1
7	–	30	40	30	$x_1(t) = 2\sin(\pi t/2) + \cos(\pi t/2)$	2
8	8	10	30	25	$\varphi_1(t) = 5t + \cos(\pi t/2)$	2
9	–	18	30	18	$x_1(t) = 5t + \cos(\pi t/3)$	3
10	15	30	50	20	$\varphi_1(t) = 2t^2 + \sin(\pi t/4)$	2
11	–	30	40	25	$x_1(t) = (t^2 - 3t)$	2
12	12	20	40	28	$\varphi_1(t) = 3t^2 + 6\sin(\pi t/6)$	3
13	–	25	60	42	$x_1(t) = 2t^2 + \cos(\pi t/2)$	1
14	10	30	45	30	$\varphi_1(t) = 3t^2 + 2\cos(\pi t/2)$	2

Окончание табл. 2.1

Номер варианта задания	R_1,см	R_2, см	R_3, см	r_3, см	$x_1(t)$, см $\varphi_1(t)$, рад	t_1, с
15	–	20	30	20	$x_1(t)=3t^2-\cos(\pi t/3)$	3
16	12	18	40	20	$\varphi_1(t)=2t^3+\cos(\pi t/2)$	1
17	–	20	35	15	$x_1(t)=2\sin(\pi t/2)-\cos(\pi t/2)$	2
18	15	18	40	25	$\varphi_1(t)=5t+\cos(\pi t/2)$	1
19	–	22	50	18	$x_1(t)=t^2+\cos(\pi t/3)$	3
20	10	20	45	10	$\varphi_1(t)=2t^2+\sin(\pi t/4)$	4
21	–	20	40	20	$x_1(t)=t+(3t-4)^2$	2
22	8	18	42	18	$\varphi_1(t)=2t^2+12\cos(\pi t/6)$	3
23	–	45	60	40	$x_1(t)=4t^2+\sin(\pi t/2)$	1
24	5	15	30	20	$\varphi_1(t)=2t^2+4\cos(\pi t/2)$	2
25	–	15	35	25	$x_1(t)=2t^2+\cos(\pi t/3)$	3
26	18	20	35	20	$\varphi_1(t)=2t^3+\sin(\pi t/2)$	1
27	–	15	35	15	$x_1(t)=2\sin(\pi t/2)-\cos(\pi t/2)$	1
28	10	12	40	25	$\varphi_1(t)=2t^2+\cos(\pi t/2)$	1
29	–	35	50	10	$x_1(t)=t^3-\cos(\pi t/2)$	1
30	10	20	40	10	$\varphi_1(t)=2t^2+\cos(\pi t/4)$	4

Пример выполнения задания К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела

По заданному уравнению движения звена 1 механизма (рис. 2.5, *а*) определить скорость, нормальное, касательное и полное ускорения точки *M* на момент времени t_1, а также скорость и ускорение звена 4, если значения радиусов колес механизма и закон движения звена 1: $R_2 = 20$ см, $r_2 = 5$ см, $R_3 = 8$ см, $r_3 = 4$ см, $x_1 = 2t^2 - 5t$ см, $t_1 = 1$ с.

Решение

Отметим на схеме положительные направления отсчета углов поворота дисков 2 и 3, соответствующие заданному положительному направлению движения звена 1.

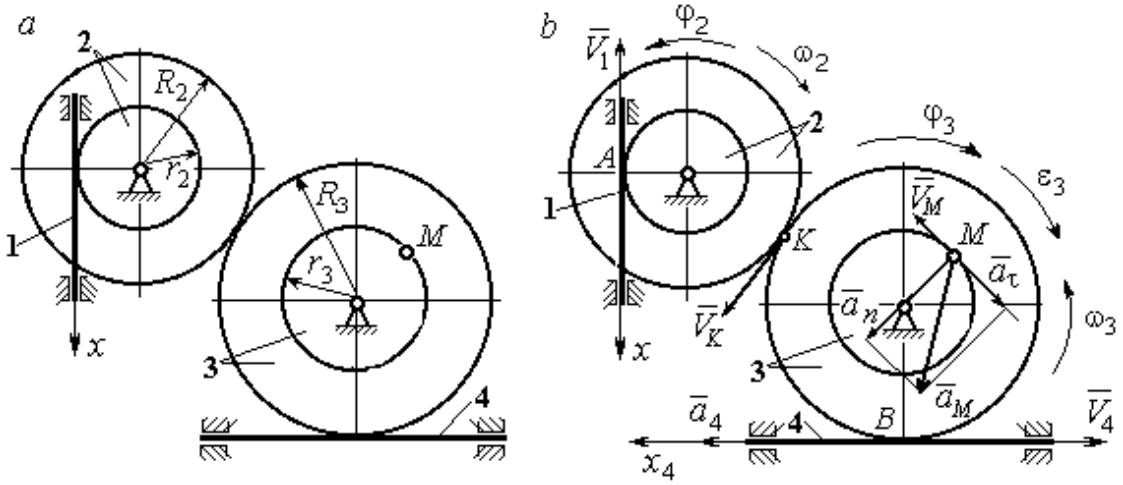


Рис. 2.5. Кинематика вращательного движения твердого тела:
a – схема механизма; *b* – расчетная схема для определения скоростей и ускорений точек механизма

Направления показаны на рис 2.5, *b* дуговыми стрелками φ_2, φ_3, а положительное направление движения звена 4 – направлением оси x_4.

Звено 1 движется поступательно. Движение задано координатным способом в виде закона изменения координаты x. Дифференцируем по времени уравнение движения: $\dot{x} = 4t - 5$ см/с. В момент времени $t_1 = 1$ с значение производной: $\dot{x}(1)$ = –1 см/с. Отрицательное значение производной $\dot{x}$ показывает, что в данный момент времени звено 1 движется в отрицательном направлении оси *x*. Скорость звена 1 равна модулю производной: $V_1 = |\dot{x}|$. На рис. 2.5, *b* направление движения звена 1 в момент времени $t_1 = 1$ с показано вектором скорости $\vec{V}_1$, направленным в сторону, противоположную положительному направлению оси *x*. Эту же скорость будет иметь точка *A* – точка контакта звена 1 с диском 2, лежащая на расстоянии r_2 от оси вращения диска. Следовательно, $V_1 = V_A = \omega_2 r_2$, где ω_2 – угловая скорость диска 2. Отсюда угловая скорость диска: $\omega_2 = \dfrac{V_A}{r_2} = \dfrac{|4t-5|}{5} = |\dot{\varphi}_2|$ рад/с.

При $t_1 = 1$ с значение производной отрицательно: $\dot{\varphi}_2(1)$ = – 0,2 рад/с. Это означает, что в заданный момент времени вращение диска 2 с угловой скоростью

$\omega_2(1)=|\dot{\varphi}_2(1)|$ = 0,2 рад/с происходит в отрицательном для диска 2 направлении. На рис. 2.5, *b* направление вращения диска 2 показано дуговой стрелкой ω_2 в сторону, противоположную положительному направлению отсчета угла φ_2. При передаче вращения диска 2 диску 3 величины угловых скоростей дисков обратно пропорциональны радиусам дисков, которым принадлежит точка контакта: $\frac{\omega_2}{\omega_3}=\frac{R_3}{R_2}$. Тогда, угловая скорость диска 3 $\omega_3=\omega_2\frac{R_2}{R_3}=|2t-2{,}5|$ = $|\dot{\varphi}_3|$ рад/с.

В момент времени $t_1=1$с значение производной $\dot{\varphi}_3$ отрицательно: $\dot{\varphi}_3(1)=$ – 0,5 рад/с, и, следовательно, вращение диска 3 в данный момент времени с угловой скоростью $\omega_3(1)$ = $|\dot{\varphi}_3(1)|=0{,}5$ рад/с происходит в сторону, противоположную положительному направлению отсчета угла φ_3, как показано на рис. 2.5, *b*. Величина (модуль) скорости точки *M* рассчитывается по формуле: $V_M=\omega_3 r_3$. В момент времени $t_1=1$ с модуль скорости $V_M(1)=2$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_M$ расположен по касательной к траектории движения точки *M* (окружности) и направлен в сторону вращения диска 3 (см. рис. 2.5, *b*).

Звено 4 движется поступательно. Скорость звена 4 равна скорости точки касания его с диском 3: $V_4=V_B=\omega_3 R_3$ = $|2t-2{,}5|\cdot 8$ = $|\dot{x}_4|$. В момент времени $t_1=1$ с значение производной от координаты движения звена 4 отрицательно: $\dot{x}_4(1)=-4$ см/с. В результате, вектор скорости $\vec{V}_4(1)$, равный по модулю $V_4(1)$ = 4 см/с, направлен вдоль оси x_4 в сторону, противоположную ее положительному направлению (см. рис. 2.5, *b*).

Угловое ускорение диска 3: $\varepsilon_3(t)=|\dot{\omega}_3|=|\ddot{\varphi}_3|$ = 2 рад/с^2. Из того, что угловая скорость ω_3 и угловое ускорение $\dot{\omega}_3$ диска 3 имеют разные знаки, следует, что вращение диска 3 замедленное. Угловое ускорение диска направлено в сторону положительного направления отсчета угла поворота φ_3, диска 3 (см. рис. 2.5, *b*).

Касательное ускорение a_τ точки *M* рассчитывается по формуле $a_\tau=\varepsilon_3 r_3$ и в момент времени $t_1=1$ с: $a_\tau=8$ см/с^2. Так как вращение диска 3 замедленное,

вектор касательного ускорения точки M $\vec{a}_\tau(t)$ направлен в сторону, противоположную вектору скорости $\vec{V}_M(1)$ (см. рис. 2.5, *b*). Нормальное ускорение a_n точки M рассчитывается как $a_n = \omega_3^2 r_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с величина нормального ускорения: $a_n(1)$ = 1 см/с^2. Вектор нормального ускорения $\vec{a}_n(1)$ направлен по радиусу к центру диска 3 (см. рис. 2.5, *b*). Полное ускорение точки M в заданный момент времени: $a_M(1) = \sqrt{a_\tau^2(1) + a_n^2(1)}$ = 8,06 см/с^2. Вектор полного ускорения $\vec{a}_M$ направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_n$ и $\vec{a}_\tau$.

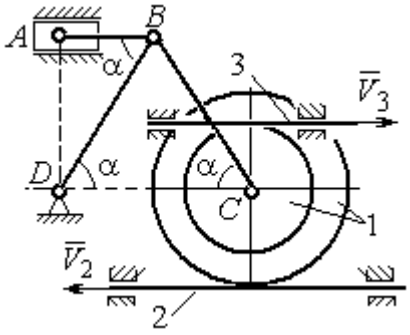
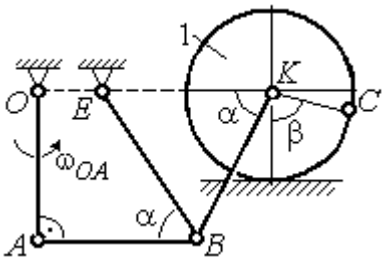
Ускорение a_4 звена 4 находится из условия, что звено 4 движется поступательно и прямолинейно. При прямолинейном движении нормальная составляющая ускорения равна нулю. Тогда $a_4 = a_{4\tau} = \dot{V}_4 = = \dot{V}_B = |\dot{\omega}_3| R_3 = \varepsilon_3 R_3$.

Так как угловое ускорение диска 3 является постоянной величиной, ускорение a_4 не зависит от времени: a_4 = 16 см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}_4$ направлен вдоль оси x_4 в сторону положительных значений.

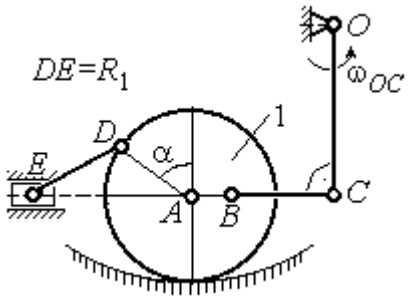
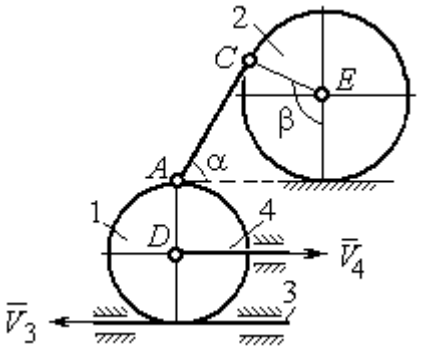
2.5. Задание К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Для заданного положения плоского механизма определить скорости точек и угловые скорости звеньев механизма.

Варианты заданий показаны на рис. 2.6 – 2.8. Исходные данные вариантов заданий выбираются из таблиц, приведённых на рисунках схем механизмов.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
 Найти: $V_A, V_B, V_C, \omega_{AB}, \omega_{BC}, \omega_1, \omega_{BD}$	 Найти: V_A, V_B, V_K, $\omega_1, \omega_{AB}, \omega_{OA}$, ω_{BE}, ω_{BK}

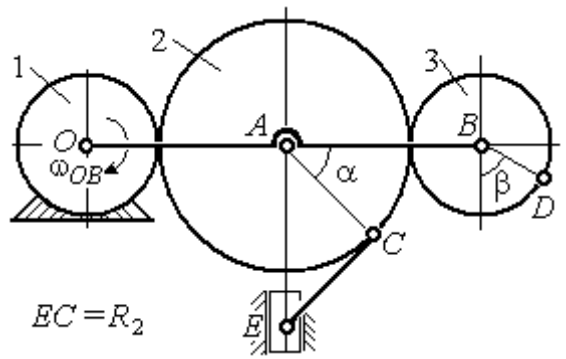
Номер варианта задания	R_1, см	r_1, см	AD, см	α, град	V_2, см/с	V_3, см/с	Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	OE, см	α, град	β, град	V_C, см/с
1	10	5	20	30	8	10	**2**	3	5	4	30	60	10
11	12	8	25	45	10	4	**12**	4	8	6	45	90	8
21	10	6	15	60	5	5	**22**	5	12	2	60	120	12

Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
 Найти: V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, $\omega_{BC}, \omega_1, \omega_{DE}$	 Найти: V_A, V_C, V_E, $\omega_1, \omega_2, \omega_{AC}$

Номер варианта задания	R_1, см	OC, см	AB, см	BC, см	α, град	ω_{OC}, рад/с	Номер варианта задания	R_1, см	R_2, см	α, град	β, град	V_3, см/с	V_4, см/с
3	12	18	10	35	60	4	**4**	10	15	30	60	8	4
13	10	15	10	25	90	8	**14**	6	10	45	90	4	6
23	15	20	5	20	120	6	**24**	10	12	60	120	3	3

Рис. 2.6. Задание К2. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

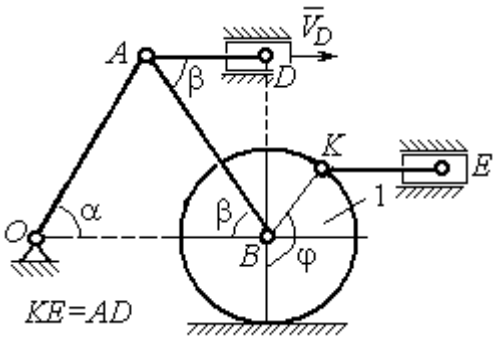
Варианты № 5, 15, 25



Найти: V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, ω_2, ω_3, ω_{EC}

Номер варианта задания	R_1, см	R_2, см	R_3, см	α, град	β, град	ω_{OB}, рад/с
5	10	20	12	60	0	6
15	6	18	10	90	90	8
25	20	25	15	120	180	4

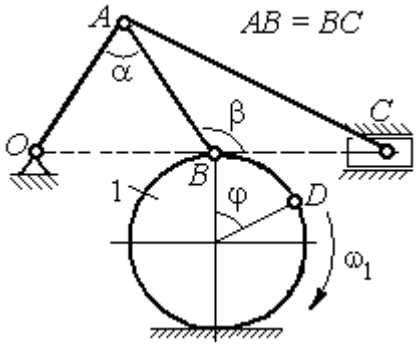
Варианты № 6, 16, 26



Найти: V_A, V_B, V_K, V_E, ω_1, ω_{OA}, ω_{AB}, ω_{AD}, ω_{KE}

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	α, град	β, град	φ, град	V_D, см/с
6	10	20	30	60	60	12
16	12	26	30	30	90	8
26	15	30	60	60	120	15

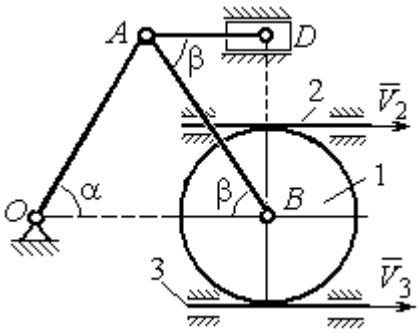
Варианты № 7, 17, 27



Найти: V_A, V_B, V_C, ω_1, ω_{OA}, ω_{AB}, ω_{AC}

Номер варианта задания	R_1, см	AB, см	α, град	β, град	φ, град	V_D, см/с
7	10	20	30	60	60	12
17	12	25	60	120	90	16
27	8	16	30	60	120	10

Варианты № 8, 18, 29

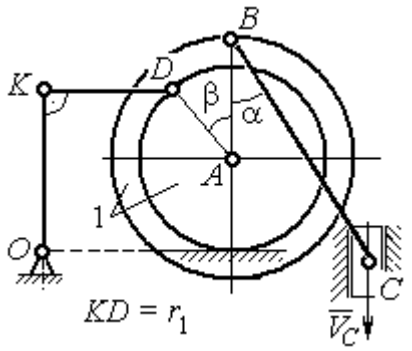
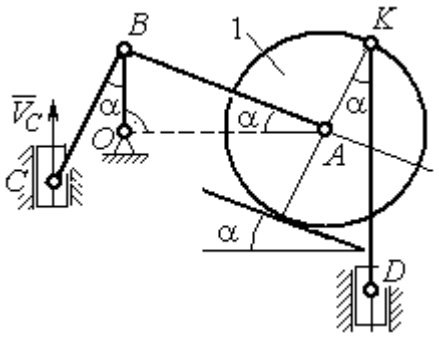


Найти: V_A, V_B, V_D, ω_1, ω_{OA}, ω_{AB}, ω_{AD}

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	α, град	β, град	V_2, см/с	V_3, см/с
8	10	20	30	60	12	4
18	12	26	30	30	8	2
28	15	30	60	60	6	3

Рис. 2.7. Задание К2. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 5 – 8, 15 – 18, 25 – 28

Окончание вариантов задания К2

Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
 Найти: ω_{OK}, ω_{KD}, ω_{BC}, ω_1, V_A, V_B, V_K, V_D	 Найти: V_A, V_B, V_D, V_K, ω_{CB}, ω_1, $\omega_{OB}, \omega_{AB}, \omega_{KD}$

Номер варианта задания	R_1, см	r_1, см	α, град	β, град	BC, см	V_C, см/с	Номер варианта задания	R_1, см	CB, см	OB, см	KD, см	α, град	V_C, см/с
9	20	12	45	60	60	8	**10**	10	20	30	60	30	4
19	24	16	60	90	50	4	**20**	12	26	30	50	45	2
29	16	10	30	120	40	6	**30**	15	30	60	60	60	3

Рис. 2.8. Задание К2. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Пример выполнения задания К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Задача 1. Плоский механизм (рис. 2.9) состоит из стержня OC и подвижных дисков 2 и 3 радиусами r_2, r_3, шарнирно закрепленными на стержне, соответственно, в точках A и C. Стержень OC вращается вокруг неподвижного центра O с угловой скоростью ω_{OC}. Диск 2, увлекаемый стержнем OC, катится без проскальзывания по неподвижной поверхности диска 1 радиусом r_1. Диск 3, также увлекаемый стержнем OC, катится без проскальзывания по подвижному диску 2. В точке D, расположенной на краю диска 3, шарнирно прикреплен стержень 4, к которому в точке E шарнирно

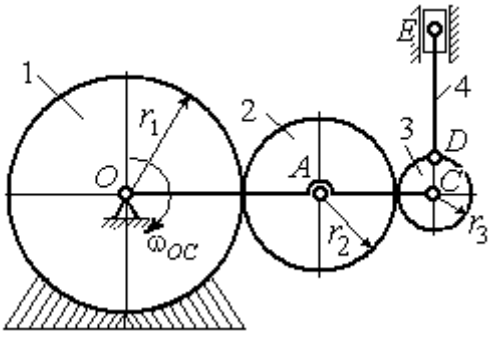


Рис. 2.9. Схема плоского механизма

прикреплен поршень *E*, способный совершать только вертикальное перемещение. Для заданного положения механизма (см. рис. 2.9), когда стержень *OC* горизонтален, стержень *DE* направлен по линии вертикального диаметра диска 3, найти скорости точек *A, C, D, E,* угловые скорости дисков 2, 3 и стержня 4, если: r_1 = 6 см, r_2 = 4 см, r_3 = 2 см, *DE* = 10 см, ω_{OC} = 1 рад/с.

Решение

Определим скорость точки *A*, общей для стержня *OC* и диска 2: $V_A = \omega_{OC}(r_1 + r_2)$ = 10 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ перпендикулярен стержню *OC* и направлен в сторону его вращения (рис. 2.10).

Диск 2 катится по неподвижной поверхности диска 1. Точка касания диска 2 с неподвижным диском 1 является мгновенным центром скоростей диска 2. На рис. 2.10 центр скоростей диска 2 обозначен точкой P_2. В этом случае скорость точки *A* может быть определена через угловую скорость диска ω_2 следующим образом: $V_A = \omega_2 \cdot AP_2 = 4\omega_2$. Так как V_A = 10 см/с, получим ω_2 = 2,5 рад/с.

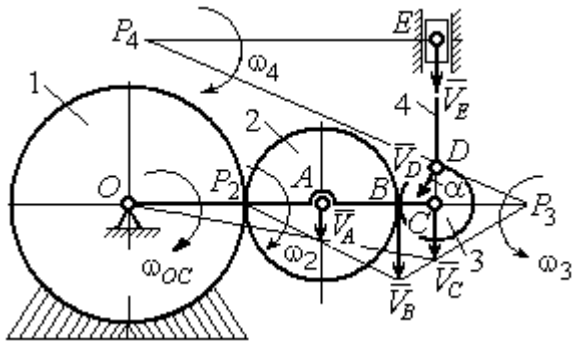


Рис. 2.10. Расчетная схема для определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев

Для того чтобы найти угловую скорость диска 3, необходимо определить положение его мгновенного центра скоростей. С этой целью вычислим скорости точек *B* и *C*. Скорость точки *B* может быть найдена через угловую скорость диска 2: $V_B = \omega_2 \cdot BP_2$ = 20 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_B$ перпендикулярен отрезку BP_2 и направлен в сторону мгновенного вращения диска 2 вокруг своего центра скоростей P_2.

Скорость точки *C* определяется через угловую скорость стержня *OC*: $V_C = \omega_{OC}(r_1 + 2r_2 + r_3)$ = 16 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_C$ перпендикулярен стержню *OC* и направлен в сторону его вращения (см. рис. 2.10).

Построение мгновенного центра скоростей P_3 диска 3 по известным скоростям $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$ показано на рис. 2.10. Его положение определяется из условия, что отношение скоростей двух точек тела, совершающего плоскопараллельное движение, равно отношению расстояний от этих точек до мгновенного центра скоростей: $\frac{V_B}{V_C} = \frac{r_3 + CP_3}{CP_3}$. Разрешая пропорцию относительно неизвестной величины CP_3, получим: $CP_3 = 8$ см. Скорость точки C выражается через угловую скорость диска 3 $V_C = \omega_3 \cdot CP_3$. Отсюда величина угловой скорости диска 3: $\omega_3 = \frac{V_C}{CP_3} =$ 2 рад/с. Направление мгновенного вращения диска 3 вокруг своего центра скоростей определяется известными направлениями скоростей точек C и B, принадлежащих диску 3 (см. рис. 2.10). Скорость точки D $V_D = \omega_3 \cdot DP_3 = 2 \cdot \sqrt{2^2 + 8^2}$ = 16,5 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_D$ перпендикулярен отрезку DP_3 и направлен в сторону мгновенного вращения диска 3 вокруг центра P_3.

Для определения скорости поршня E воспользуемся теоремой о проекциях скоростей точек плоской фигуры, согласно которой проекции скоростей двух точек плоской фигуры на ось, проходящую через эти точки, равны между собой. Проведем ось через точки D и E. По построению, угол α между вектором $\vec{V}_D$ и осью DE равен углу $\angle DP_3C$ (см. рис. 2.10). Тогда, $\cos\alpha = \frac{CP_3}{DP_3} = \frac{8}{\sqrt{2^2 + 8^2}} = 0{,}97$, откуда $\alpha = 14^\circ$. На основании теоремы о проекциях скоростей точек плоской фигуры имеем равенство: $V_D \cos\alpha = V_E \cos 0$, откуда скорость точки E: V_E =16 см/с.

Мгновенный центр скоростей стержня 4 – точка P_4 – определяется как точка пересечения перпендикуляров к векторам скоростей $\vec{V}_D$ и $\vec{V}_E$, восстановленных, соответственно, из точек D и E (см. рис. 2.10). Угловая скорость стержня 4, совершающего мгновенный поворот вокруг своего центра скоростей, равна: $\omega_4 = \frac{V_E}{EP_4}$, где EP_4 – расстояние от точки E до мгновенного центра скоростей звена 4,

$EP_4 = DE \cdot \mathrm{ctg}\alpha$ = 40 см. В результате, ω_4 = 0,4 рад/с. Направление мгновенного вращения звена 4 вокруг своего центра скоростей определяется направлением скорости точки *D*.

Задача 2. В плоском стержневом механизме (рис. 2.11) кривошипы *OA* и *ED* вращаются вокруг неподвижных центров *O* и *E*. В крайней точке *D* кривошипа *ED* к нему прикреплён шатун *DB*, второй конец которого в точке *B* прикреплён к кривошипу *OA*. Шатун *AC* прикреплён в точке *A* к кривошипу *AO*, а другим своим концом – к ползуну *C*, способному совершать только вертикальное движение. Все соединения шарнирные. В заданном положении механизма кривошип *OA* вертикален, шатун *DB* расположен горизонтально, кривошип *ED* наклонен под углом 60° к горизонтали, а шатун *AC* отклонён на угол 30° от вертикального положения кривошипа *AO*. Найти скорости всех отмеченных на схеме точек и угловые скорости всех звеньев, если линейные размеры звеньев механизма *AC* = 6 см, *AB* = 2 см, *BO* = 8 см, *DB* = 10 см и скорость ползуна в данный момент V_C = 4 см/с.

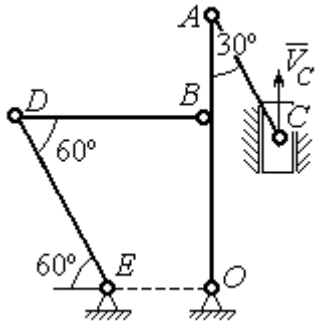


Рис. 2.11. Стержневой механизм

Решение

Кривошипы *OA* и *ED* совершают вращательные движения вокруг неподвижных центров. Скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ точек *A* и *B* перпендикулярны кривошипу *OA*, а скорость $\vec{V}_D$ точки *D* перпендикулярна кривошипу *ED*. Направления векторов скоростей точек показаны на рис. 2.12.

Шатун AC совершает плоскопараллельное движение. Его мгновенный центр скоростей P_1 находится как точка пересечения перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_C$. Угловая скорость звена AC равна $\omega_{AC} = \frac{V_C}{P_1C} = \frac{V_C}{AC \cdot \sin 30^\circ} = \frac{4}{3}$ рад/с. Далее, полагая, что точка A принадлежит шатуну AC, найдем её скорость:

$$V_A = \omega_{AC} \cdot P_1A = \frac{4}{3} AC \cdot \cos 30^\circ = 4\sqrt{3} \text{ см/с.}$$

Теперь, исходя из того, что точка A принадлежит как шатуну AC, так и кривошипу OA, найдём его угловую скорость: $\omega_{AO} = \frac{V_A}{AO} = 0{,}4\sqrt{3}$ рад/с. Скорость точки B кривошипа $V_B = \omega_{AO} \cdot OB = 3{,}2\sqrt{3}$ см/с.

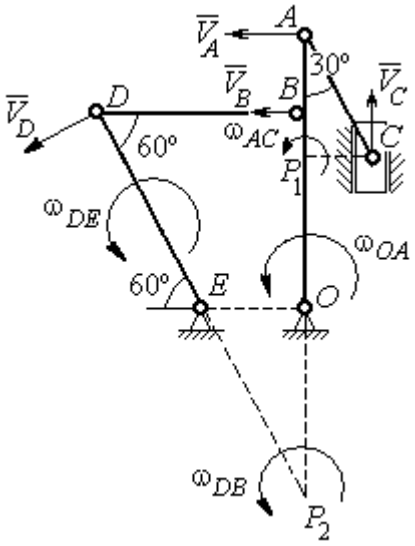


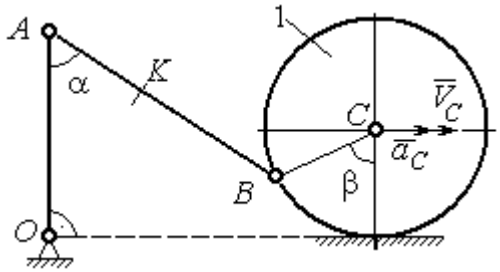
Рис. 2.12. Расчётная схема определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев

Шатун DB совершает плоскопараллельное движение. Зная направления скоростей точек B и D, построим мгновенный центр скоростей P_2 звена DB как точку пересечения перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_D$ (см. рис. 2.12). Тогда, угловая скорость шатуна DB $\omega_{DB} = \frac{V_B}{P_2B} = \frac{3{,}2\sqrt{3}}{DB \cdot \operatorname{tg} 60^\circ} = 0{,}32$ рад/с. Скорость точки D $V_D = \omega_{DB} \cdot P_2D = 0{,}32 \frac{DB}{\sin 30^\circ} = 6{,}4$ см/с. Угловая скорость кривошипа DE $\omega_{DE} = \frac{V_D}{DE} = \frac{6{,}4}{(OB / \sin 60^\circ)} = 0{,}69$ рад/с.

2.6. Задание К3. Определение ускорений точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Для заданного положения плоского механизма определить ускорения точек звеньев механизма и угловые ускорения звеньев. Варианты заданий и исходные данные приведены на рис. 2.13 – 2.15.

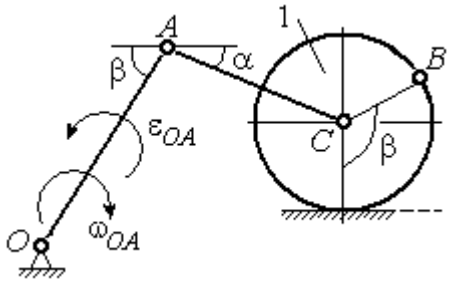
Варианты № 1, 11, 21



Найти: $a_A, a_K, \varepsilon_{AB}$

Номер варианта задания	AB, см	AK, см	α, град	β, град	R_1, см	V_C, см/с	a_C, см/с^2
1	16	10	60	120	10	12	6
11	20	16	30	60	8	10	8
21	18	10	60	180	6	8	4

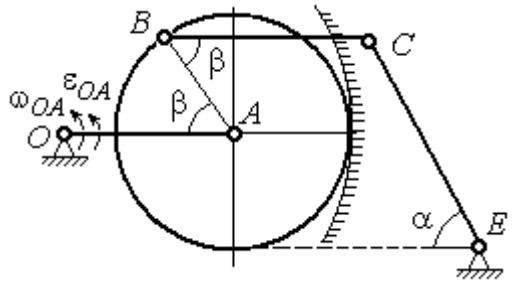
Варианты № 2, 12, 22



Найти: $a_C, a_B, \varepsilon_{AC}$

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	AC, см	α, град	β, град	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
2	5	10	12	30	60	2	4
12	8	24	20	30	120	1	2
22	6	12	15	60	90	2	3

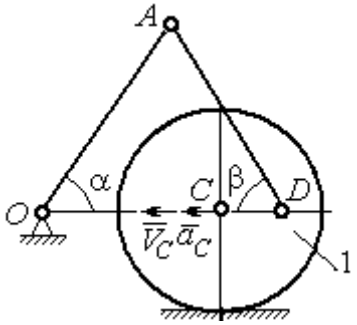
Варианты № 3, 13, 23



Найти: a_C, a_B, ε_{BC}

Номер варианта задания	BC, см	AO, см	α, град	β, град	R_1, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
3	16	15	60	90	10	2	3
13	18	12	90	60	8	3	2
23	14	12	30	120	10	2	4

Варианты № 4, 14, 24

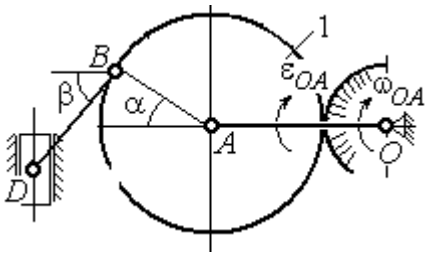


Найти: $a_A, a_D, \varepsilon_{DA}$

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	DC, см	α, град	β, град	V_C, см/с	a_C, см/с^2
4	10	28	5,78	60	30	10	2
14	8	24	4,62	30	90	8	3
24	6	20	6	45	45	12	2

Рис. 2.13. Задание К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

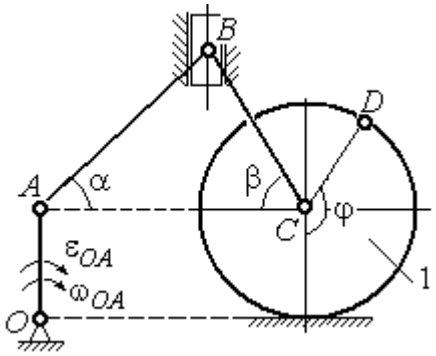
Варианты № 5, 15, 25



Найти: $a_D, a_B, \varepsilon_{BD}$

Номер варианта задания	*OA*, см	*BD*, см	α, град	β, град	R_1, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
5	16	10	60	30	10	4	3
15	18	8	90	45	12	2	4
25	14	12	30	60	8	3	2

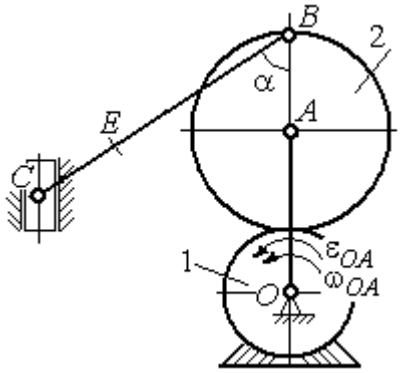
Варианты № 6, 16, 26



Найти: $a_B, a_D, \varepsilon_{BC}$

Номер варианта задания	R_1, см	*AB*, см	φ, град	α, град	β, град	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
6	6	18	60	30	30	2	3
16	8	20	90	60	30	2	4
26	5	16	120	30	60	3	4

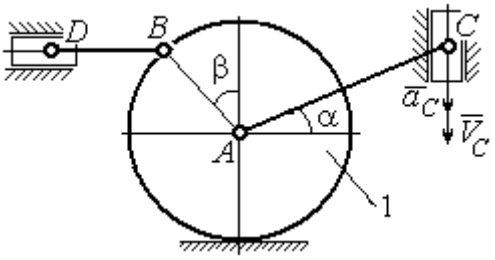
Варианты № 7, 17, 27



Найти: $a_E, a_C, \varepsilon_{BC}$

Номер варианта задания	*BC*, см	*BE*, см	α, град	R_1, см	R_2, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
7	22	10	60	2	10	2	3
17	28	15	30	3	6	3	4
27	20	8	45	4	8	2	2

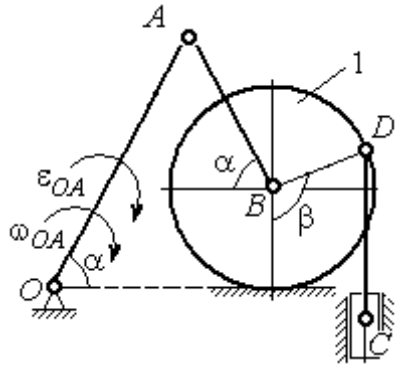
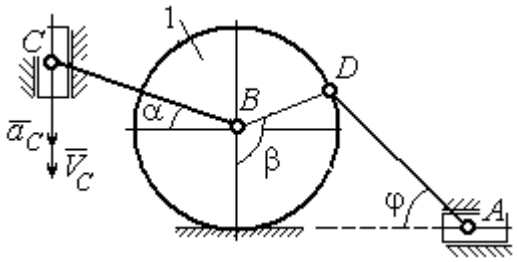
Варианты № 8, 18, 28



Найти: $a_D, a_B, \varepsilon_{BD}$

Номер варианта задания	R_1, см	*BD*, см	*AC*, см	α, град	β, град	V_C, см/с	a_C, см/с^2
8	4	5	12	60	60	12	5
18	6	10	16	45	90	10	8
28	8	8	16	30	120	8	6

Рис. 2.14. Задание К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 5 – 8, 15 – 18, 25 – 28

Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
 Найти: $a_C, a_B, \varepsilon_{AB}$	 Найти: $a_A, a_B, \varepsilon_{CB}$

Номер варианта задания	*OA*, см	*DC*, см	α, град	β, град	R_1, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2	Номер варианта задания	R_1, см	*BC*, см	φ, град	α, град	β, град	V_C, см/с	a_C, см/с^2
9	18	10	30	120	4	2	3	**10**	6	14	60	30	120	15	3
19	20	12	60	60	6	3	4	**20**	5	18	45	60	90	10	5
29	18	8	60	90	4	2	3	**30**	4	16	30	45	60	12	4

Рис. 2.15. Задание К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Примеры решения задания К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении

Задача 1. Ступенчатый барабан 1 с радиусами ступенек $R = 0{,}5$ м и $r = 0{,}3$ м катится окружностью малой ступеньки по горизонтальной поверхности без скольжения (рис. 2.16). Барабан приводится в движение шатуном *AC*, один конец которого соединён с центром барабана в точке *A*, а другой – с ползуном *C*, перемещающимся вертикально. В положении механизма, когда шатун *AC* отклонён от вертикали на угол 60°, найти ускорение точки *B* барабана, лежащей на его горизонтальном диаметре, если заданы скорость и ускорение ползуна *C*: $V_C = 9$м/с, $a_C = 4$ м/с^2.

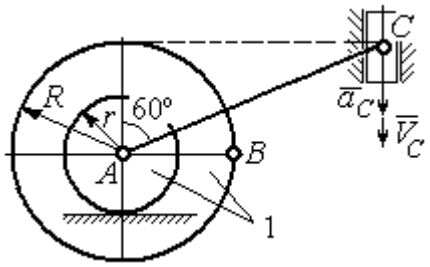


Рис. 2.16. Схема движения плоского механизма

Решение

Найдём угловые скорости ω_{AC}, ω_1 шатуна AC и барабана 1. Шатун совершает плоское движение. Его мгновенный центр скоростей P_2 находится на пересечении перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_C$ (рис. 2.17). По условию, скорость точки C направлена вертикально вниз. Точка A принадлежит как шатуну AC, так и барабану 1. При качении барабана по горизонтальной поверхности скорость его центра – точки A параллельна поверхности качения барабана.

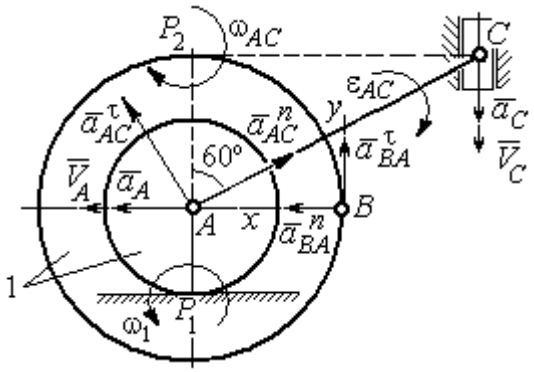


Рис. 2.17. Расчётная схема определения скоростей и ускорений точек механизма

Угловая скорость шатуна $\omega_{AC} = \dfrac{V_C}{CP_2} = \dfrac{9}{R\mathrm{tg}60^\circ} = 6\sqrt{3}$ рад/с. Скорость точки A шатуна $V_A = \omega_{AC} \cdot AP_2 = 3\sqrt{3}$ м/с. Угловая скорость барабана 1 $\omega_1 = \dfrac{V_A}{AP_1} = 10\sqrt{3}$ рад/с. При расчёте угловой скорости барабана учтено, что качение барабана по неподвижной поверхности представляет собой плоское движение, при котором мгновенный центр скоростей находится в точке касания с поверхностью (в точке P_1 на рис. 2.17).

Выразим ускорение $\vec{a}_A$ точки A через полюс C на основании векторного равенства: $\vec{a}_A = \vec{a}_C + \vec{a}_{AC}^{\tau} + \vec{a}_{AC}^{n}$, где $\vec{a}_C$ – ускорение точки C, выбранной в качестве полюса; $\vec{a}_{AC}^{\tau}$, $\vec{a}_{AC}^{n}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки A при вращении шатуна AC вокруг полюса C. Вектор нормального ускорения $\vec{a}_{AC}^{n}$ направлен вдоль шатуна AC от точки A к полюсу C и равен по величине $a_{AC}^{n} = \omega_{AC}^2 \cdot AC = (6\sqrt{3})^2 \cdot 2R = 108$ м/с^2. Вектор касательного ускорения $\vec{a}_{AC}^{\tau}$, модуль которого вычисляется по формуле $a_{AC}^{\tau} = \varepsilon_{AC} \cdot AC$, направлен перпендикулярно отрезку AC.

На данном этапе величина вектора касательного ускорения не может быть вычислена, поскольку угловое ускорение шатуна AC ε_{AC} неизвестно. На рис. 2.17 направление вектора касательного ускорения $\vec{a}_{AC}^{\tau}$ выбрано из предположения, что

вращение шатуна ускоренное и направление углового ускорения совпадает с направлением его угловой скорости.

Направление вектора $\vec{a}_A$ ускорения точки A определяется из того, что центр барабана движется по прямой, параллельной горизонтальной поверхности качения. На рис. 2.17 направление вектора ускорения $\vec{a}_A$ выбрано из предположения, что качение барабана ускоренное.

Выберем ось x вдоль линии AC (рис. 2.18) и спроектируем векторное равенство $\vec{a}_A = \vec{a}_C + \vec{a}^{\tau}_{AC} + \vec{a}^{n}_{AC}$ на эту ось. При таком выборе оси проекция неизвестного ускорения $\vec{a}^{\tau}_{AC}$ обращается в нуль. Получим $a_A \cos 30^\circ = a_C \cos 60^\circ - a^n_{AC}$. Отсюда найдём ускорение центра барабана $a_A = \dfrac{1}{\cos 30^\circ}\left(a_C \cos 60^\circ - a^n_{AC}\right) = -122{,}4$ м/с^2. Отрицательное значение ускорения точки A означает, что на рис. 2.17, 2.18 вектор ускорения $\vec{a}_A$ должен иметь противоположное направление. Таким образом, вектор ускорения $\vec{a}_A$ направлен в сторону, противоположную вектору скорости $\vec{V}_A$, и движение барабана замедленное.

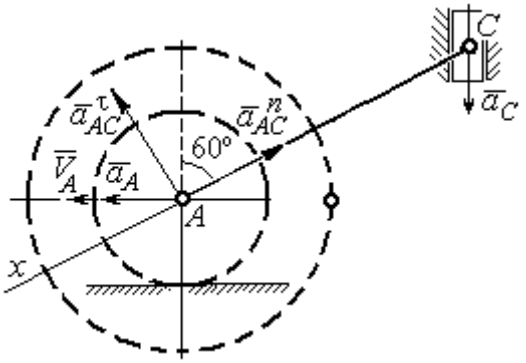


Рис. 2.18. Схема для определения ускорения центра барабана

Для того чтобы найти ускорение точки B, выразим его через полюс A на основании векторного равенства $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}^{\tau}_{BA} + \vec{a}^{n}_{BA}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение точки A, выбранной в качестве полюса; $\vec{a}^{\tau}_{BA}$, $\vec{a}^{n}_{BA}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки B при вращении барабана вокруг полюса A.

Модуль вектора нормального ускорения $\vec{a}^{n}_{BA}$ равен по величине $a^n_{BA} = \omega_1^2 \cdot BA = (10\sqrt{3})^2 \cdot R = 150$ м/с^2. Вектор направлен вдоль радиуса барабана от точки B к полюсу A (см. рис. 2.17).

Модуль вектора касательного ускорения $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ вычисляется по формуле $a^{\tau}_{BA} = \varepsilon_1 \cdot BA$, где ε_1 – угловое ускорение барабана. Значение углового ускорения катящегося барабана (в отличие от углового ускорения ε_{AC} шатуна AC) может быть найдено. Расчёт основан на том, что при движении барабана расстояние AP_1 от точки A до центра скоростей барабана P_1 остаётся постоянным, равным r. Тогда выражение $V_A = \omega_1 \cdot AP_1 = \omega_1 \cdot r$ для расчёта скорости точки A можно продифференцировать. Получим $\frac{dV_A}{dt} = \frac{d\omega_1}{dt} \cdot r$. Так как точка A движется по прямой, производная от скорости точки равна её полному ускорению, а производная от угловой скорости барабана равна его угловому ускорению. Тогда имеем: $a_A = \varepsilon_1 \cdot r$, откуда находим угловое ускорение $\varepsilon_1 = \frac{a_A}{r} = 40{,}8$ рад/с^2, а затем и модуль вектора касательного ускорения $a^{\tau}_{BA} = \varepsilon_1 \cdot BA = 20{,}4$ м/с^2.

Заметим, что для вычисления углового ускорения ε_{AC} шатуна AC подобные рассуждения неприменимы. Формулу $V_A = \omega_{AC} \cdot AP_2$ невозможно продифференцировать, так как при движении механизма расстояние AP_2 от точки A до центра скоростей P_2 шатуна AC является неизвестной функцией времени.

Выберем систему координат xBy как показано на рис. 2.17, и спроецируем на эти оси векторное равенство $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}^{\tau}_{BA} + \vec{a}^{n}_{BA}$. Полагая, что движение барабана ускоренное (т. е. вектора ускорений $\vec{a}_A$ и $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ направлены, как показано на рис. 2.17), получим значения составляющих ускорения точки B: $a_{Bx} = a_A + a^{n}_{BA}$, $a_{By} = a^{\tau}_{BA}$. Подставляя значения ускорений, найдём $a_{By} = 20{,}4$ м/с^2, $a_{Bx} = -122{,}4 + 150 = 27{,}6$ м/с^2. Вектор полного ускорения точки B направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_{Bx}$, $\vec{a}_{By}$. Величина ускорения точки B: $a_B = \sqrt{a^2_{Bx} + a^2_{By}} = 34{,}32$ м/с^2.

Задача 2. В плоском механизме (рис. 2.19) кривошип *OA* вращается вокруг оси *O* с угловой скоростью ω_{OA} и угловым ускорением ε_{OA}. Диск 2, шарнирно присоединённый к кривошипу в точке *A*, катится без проскальзывания по неподвижному диску 1. Радиусы дисков R_1 и R_2. На краю диска 2 в точке *B* шарнирно прикреплен стержень *BC*, соединенный с центром *C* диска 3. Радиус диска 3 равен радиусу диска 2: $R_3 = R_2$. Диск 3 катится без скольжения по горизонтальной поверхности, по прямой. Для положения механизма, изображенного на рис. 2.19, определить ускорение точки *D* и угловое ускорение стержня *BC*, если $\omega_{OA} = 4$ рад/с, $\varepsilon_{OA} = 2$ рад/с^2, $R_1 = 4$ см, $R_2 = 8$ см. Длина стержня $BC = 20$ см.

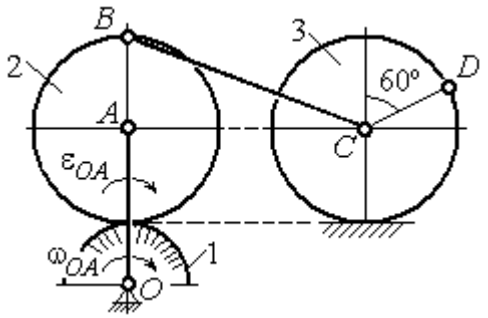


Рис. 2.19. Схема движения плоского механизма

Решение

Определение угловых скоростей звеньев механизма.

Рассмотрим вращательное движение кривошипа *OA*. Скорость точки *A*: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 48$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ направлен перпендикулярно кривошипу *OA* в сторону движения кривошипа (рис. 2.20).

При движении диска 2 точка P_2 соприкосновения второго диска с неподвижным первым является мгновенным центром скоростей диска 2. Угловая скорость диска 2: $\omega_2 = \dfrac{V_A}{AP_2} = \dfrac{48}{8} = 6$ рад/с.

Скорость точки *B* диска 2: $V_B = \omega_2 BP_2 = 6 \cdot 16 = 96$ см/с.

Для определения угловой скорости стержня BC заметим, что скорости двух точек стержня $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$ параллельны, но точки B и C не лежат на общем перпендикуляре к скоростям. В этом случае мгновенный центр скоростей стержня BC отсутствует (бесконечно удалён), угловая скорость стержня равна нулю: $\omega_{BC} = 0$, а стержень совершает мгновенное поступательное движение. В результате имеем: $V_C = V_B = 96$ см/с.

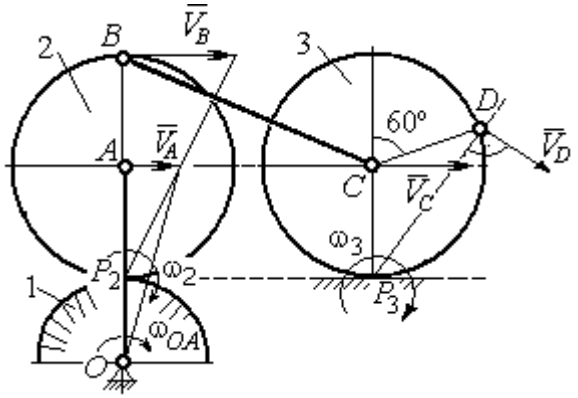


Рис. 2.20. Расчетная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

При качении диска 3 по неподвижной поверхности без проскальзывания точка P_3 касания его с поверхностью является мгновенным центром скоростей. Тогда угловая скорость диска 3: $\omega_3 = \dfrac{V_C}{CP_3} = 12$ рад/с. Скорость точки D диска 3: $V_D = \omega_3 \cdot DP_3$. Величину DP_3 находим из треугольника P_3DC. В результате $DP_3 = 2R_3\cos 30^\circ = 13{,}8$ см и $V_D = 165{,}6$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_D$ направлен в сторону движения диска 3 перпендикулярно линии DP_3 и (см. рис. 2.20).

Определение ускорений точек механизма.

Представим ускорение $\vec{a}_C$ точки C векторной суммой $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}^{\,n}_{CB} + \vec{a}^{\,\tau}_{CB}$, где $\vec{a}_B$ – ускорение точки B, выбранной в качестве полюса; $\vec{a}^{\,n}_{CB}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{CB}$ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки C при вращении стержня BC вокруг полюса B, $a^n_{CB} = \omega^2_{CB} \cdot CB$, $a^\tau_{CB} = \varepsilon_{CB} \cdot CB$.

Нормальная составляющая ускорения точки C $a^n_{CB} = 0$, так как стержень CB совершает мгновенное поступательное движение и $\omega_{BC} = 0$.

Направление касательной составляющей $\vec{a}^{\tau}_{CB}$ неизвестно, так как неизвестно направление углового ускорения стержня ε_{CB}. Для определённости выберем направление углового ускорения стержня *BC* в сторону против хода часовой стрелки. На рис. 2.21 это направление показано дуговой стрелкой ε_{CB}.

В соответствии с выбранным направлением углового ускорения вектор $\vec{a}^{\tau}_{CB}$ строится перпендикулярно линии стержня *BC* в сторону углового ускорения ε_{CB} (см. рис. 2.21).

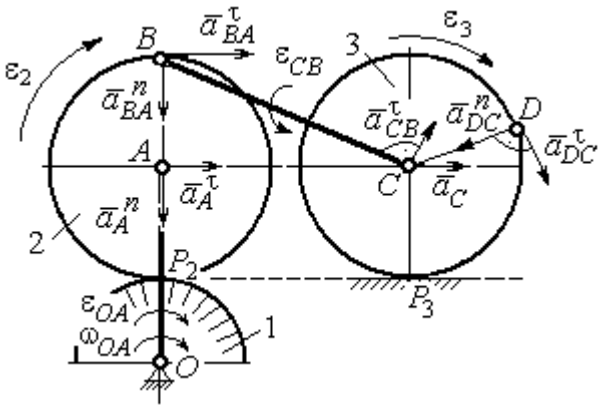


Рис. 2.21. Расчетная схема для определения ускорений точек механизма и угловых ускорений его звеньев

Выразим ускорение точки *B* через полюс *A*: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}^{n}_{BA} + \vec{a}^{\tau}_{BA}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение полюса *A*; $\vec{a}^{n}_{BA}$, $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки *B* при вращении диска 2 вокруг полюса *A*. Величина нормальной составляющей ускорения точки *B* $a^{n}_{BA} = \omega_2^2 \cdot BA$ = 288 см/с^2. Вектор $\vec{a}^{n}_{BA}$ направлен вдоль радиуса *BA* от точки *B* к полюсу *A* (см. рис. 2.21). Касательное ускорение точки *B* при вращении диска 2 вокруг полюса *A* вычисляется по формуле $a^{\tau}_{BA} = \varepsilon_2 \cdot BA$. Для определения углового ускорения ε_2 диска 2 заметим, что во время движения диска 2 расстояние AP_2 остается постоянным, равным R_2. Дифференцируя равенство $V_A = \omega_2 \cdot AP_2 = \omega_2 R_2$, получим: $\dfrac{dV_A}{dt} = \dfrac{d\omega_2}{dt} R_2$, или $a^{\tau}_A = \varepsilon_2 R_2$, откуда $\varepsilon_2 = \dfrac{a^{\tau}_A}{R_2}$.

Для того чтобы найти величину a^{τ}_A, рассмотрим вращательное движение кривошипа *OA* вокруг неподвижной оси *O*. Ускорение точки *A* представляется в виде векторного равенства $\vec{a}_A = \vec{a}^{n}_A + \vec{a}^{\tau}_A$, где $\vec{a}^{n}_A$ и $\vec{a}^{\tau}_A$ – известные нормальная и касательная составляющие ускорения точки *A* кривошипа *OA*:

$a_A^n = \omega_{OA}^2 \cdot OA$ = 192 см/с², $a_A^\tau = \varepsilon_{OA} \cdot OA$ = 24 см/с². Направления векторов нормального ускорения $\vec{a}_A^{\,n}$ и касательного ускорения $\vec{a}_A^{\,\tau}$ показаны на рис. 2.21.

Теперь найдём величину углового ускорения диска 2 и модуль касательного ускорения a_{BA}^τ точки B при вращении диска 2 вокруг полюса A: $\varepsilon_2 = \dfrac{a_A^\tau}{R_2} =$ = 3 рад/с², $a_{BA}^\tau = \varepsilon_2 \cdot BA$ = 24 см/с².

Для определения ускорения точки C имеем векторное равенство $\vec{a}_C = \vec{a}_A^{\,n} + \vec{a}_A^{\,\tau} + \vec{a}_{BA}^{\,n} + \vec{a}_{BA}^{\,\tau} + \vec{a}_{CB}^{\,\tau}$. Выберем оси Cx, Cy, как показано на рис. 2.22, – вдоль отрезка BC и перпендикулярно ему и спроецируем на них имеющееся векторное равенство. Получим:

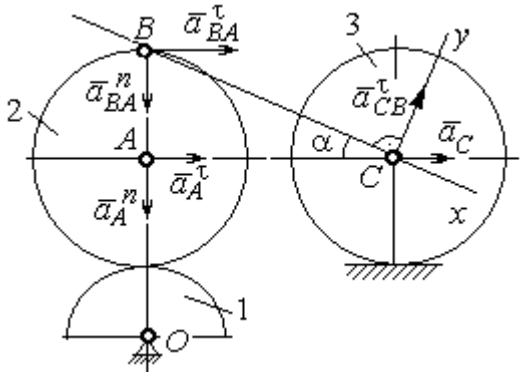


Рис. 2.22. Расчетная схема для вычисления ускорения точки С

$$a_C\cos\alpha = a_A^n\sin\alpha + a_A^\tau\cos\alpha + a_{BA}^n\sin\alpha + a_{BA}^\tau\cos\alpha;$$

$$a_C\sin\alpha = a_A^n\cos\alpha + a_A^\tau\sin\alpha + a_{BA}^n\cos\alpha + a_{BA}^\tau\sin\alpha + a_{CB}^\tau,$$

где α – угол между стержнем BC и линией центров AC; $\sin\alpha = \dfrac{AB}{BC}$ = 0,4; $\cos\alpha = 0{,}92$. Решая систему, найдём: a_C = 256,7 см/с², a_{CB}^τ = – 358,12 см/с².

Модуль углового ускорения стержня BC: $\varepsilon_{CB} = \dfrac{\left|a_{CB}^\tau\right|}{BC}$ = 17,9 рад/с².

Знак «минус» величины a_{CB}^τ означает, что вектор касательного ускорения $\vec{a}_{CB}^{\,\tau}$ на рис. 2.21 – 2.22 следует направить в противоположную сторону. Направление углового ускорения стержня BC, показанное на рис. 2.21 дуговой стрелкой ε_{CB}, также следует заменить на противоположное.

Выразим ускорение точки *D* через полюс *C*: $\vec{a}_D = \vec{a}_C + \vec{a}^n_{DC} + \vec{a}^\tau_{DC}$, где $\vec{a}_C$ – известное ускорение точки *C*; $\vec{a}^n_{DC}$, $\vec{a}^\tau_{DC}$ – нормальное и касательное составляющие ускорения точки *D* при вращении диска 3 вокруг полюса *C*. Величина нормального ускорения точки *D*: $a^n_{DC} = \omega_3^2 \cdot DC = 1152$ см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}^n_{DC}$ направлен по радиусу от точки *D* к полюсу *C* (рис. 2.23).

Для расчёта касательной составляющей a^τ_{DC} ускорения точки *D* найдём угловое ускорение диска 3. Продифференцируем по времени равенство $V_C = \omega_3 \cdot CP_3 = \omega_3 R_3$. Получим: $\frac{dV_C}{dt} = \frac{d\omega_3}{dt} R_3$, или $a_C = \varepsilon_3 R_3$. Угловое ускорение диска 3: $\varepsilon_3 = \frac{a_C}{R_3} = 32{,}09$ рад/с^2. Тогда величина касательной составляющей ускорения точки *D*: $a^\tau_{DC} = \varepsilon_3 \cdot DC = 256{,}7$ см/с^2. Направление вектора $\vec{a}^\tau_{DC}$ соответствует ускоренному движению диска 3.

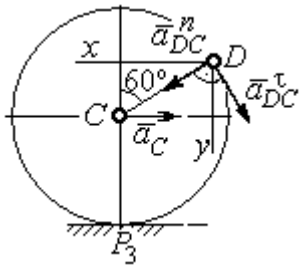


Рис.2.23. Расчетная схема для определения ускорения точки *D*

Проведём оси *Dx* и *Dy*, как показано на рис. 2.23, и спроецируем векторное равенство ускорения точки *D* на оси:

$$a_{Dx} = -a_C + a^n_{DC}\cos 30^\circ - a^\tau_{DC}\cos 60^\circ, \quad a_{Dy} = a^n_{DC}\cos 60^\circ + a^\tau_{DC}\cos 30^\circ.$$

Решая систему, находим значения проекций модуля ускорения $a_{Dx} = 612{,}5$ см/с^2, $a_{Dy} = 798{,}3$ см/с^2. Величина ускорения точки *D*:

$$a_D = \sqrt{a^2_{Dx} + a^2_{Dy}} = 1006{,}2 \text{ см/с}^2.$$

3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ

3.1. Основные понятия сложного движения точки

В неподвижной системе координат рассматривается подвижное твердое тело и точка, перемещающаяся относительно тела.

Траектория точки в её движении относительно тела называется **относительной траекторией.** Скорость точки в этом движении называют **относительной скоростью**, ускорение – **относительным ускорением**.

Траектория точки, перемещающейся вместе с телом, называется переносной траекторией точки, скорость точки при таком её движении – **переносной скоростью**, а ускорение – **переносным ускорением**.

Суммарное движение точки вместе с телом и относительно тела называется **сложным движением**. Траектория точки относительно неподвижной системы координат называется **абсолютной траекторией точки**, скорость и ускорение – **абсолютной скоростью и абсолютным ускорением.**

При вычислении абсолютной скорости используется теорема о сложении скоростей: **при сложном движении абсолютная скорость точки равна геометрической сумме относительной и переносной скоростей:** $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$, где $\vec{V}$, $\vec{V}_e$, $\vec{V}_r$ – вектора абсолютной, переносной и относительной скоростей точки.

В случае, когда относительное движение точки задается естественным способом в виде закона изменения пути $S = S(t)$, величина относительной скорости точки равна модулю производной: $V_r = \left|\dot{S}_r\right|$. Если переносное движение точки есть вращение тела вокруг неподвижной оси, скорость точки в переносном движении будет: $V_e = \omega_e h_e$, где ω_e – величина угловой скорости вращения тела; h_e – кратчайшее расстояние от места положения точки на теле до оси вращения тела.

При вычислении абсолютного ускорения используется теорема Кориолиса о сложении ускорений: **при сложном движении абсолютное ускорение точки равно геометрической сумме трех ускорений – относительного, переносного и ускорения Кориолиса** $\vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_к$, где $\vec{a}$ – вектор абсолютного ускорения точки; $\vec{a}_e, \vec{a}_r$ – вектора соответственно переносного и относительного ускорений точки; $\vec{a}_к$ – вектор ускорения Кориолиса. (Иногда его называют поворотным ускорением.)

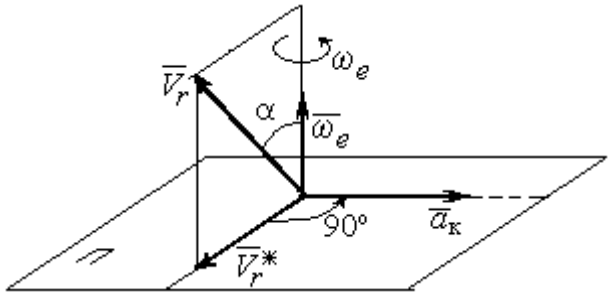


Рис. 3.1. Определение направления ускорения Кориолиса по правилу Жуковского

Вектор ускорения Кориолиса определяется векторным произведением $\vec{a}_к = 2(\vec{\omega}_e \times \vec{V}_r)$, где $\vec{\omega}_e$ – вектор угловой скорости переносного движения; $\vec{V}_r$ – вектор относительной скорости точки. Модуль ускорения Кориолиса: $|\vec{a}_к| = 2|\vec{\omega}_e| \cdot |\vec{V}_r| \sin\alpha$, где α – угол между вектором угловой скорости переносного движения и вектором относительной скорости точки (см. рис. 3.1). Направление вектора ускорения Кориолиса может быть получено по правилу построения вектора векторного произведения.

На рис. 3.1 показана последовательность выбора направления вектора ускорения Кориолиса по правилу Н. Е. Жуковского. Правило состоит в следующем: пусть имеется точка, движущаяся с относительной скоростью $\vec{V}_r$. Построим плоскость П, перпендикулярную вектору переносной угловой скорости $\vec{\omega}_e$, и спроецируем вектор $\vec{V}_r$ на эту плоскость. Проекцию обозначим $\vec{V}_r^*$ (см. рис. 3.1). Чтобы получить направление ускорения Кориолиса, следует вектор проекции относительной скорости $\vec{V}_r^*$ повернуть на 90° в плоскости П вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения.

Если сложное движение точки происходит в плоскости, перпендикулярной оси переносного вращения, направление ускорения Кориолиса можно получить

простым поворотом вектора относительной скорости на угол 90° вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения.

Относительное ускорение $\vec{a}_r$ представляется как сумма векторов относительного касательного $\vec{a}_r^{\tau}$ и относительного нормального $\vec{a}_r^{n}$ ускорений: $\vec{a}_r = \vec{a}_r^{\tau} + \vec{a}_r^{n}$. Переносное ускорение точки $\vec{a}_e$ тела имеет своими составляющими переносное касательное $\vec{a}_e^{\tau}$ и переносное нормальное $\vec{a}_e^{n}$ ускорения так, что $\vec{a}_e = \vec{a}_e^{\tau} + \vec{a}_e^{n}$.

Таким образом, абсолютное ускорение точки в сложном движении можно представить в виде векторного равенства

$$\vec{a} = \vec{a}_r^{\tau} + \vec{a}_r^{n} + \vec{a}_e^{\tau} + \vec{a}_e^{n} + \vec{a}_{\text{к}}.$$

Модули относительного касательного и относительного нормального ускорений при естественном способе задания относительного движения точки равны: $a_r^{\tau} = \left|\dot{V}_r\right|$, $a_r^{n} = \dfrac{V_r^2}{\rho}$, где ρ – радиус кривизны относительной траектории. При движении точки по окружности радиус кривизны равен радиусу окружности, при движении по прямой – бесконечности, и в этом случае $a_r^{n} = 0$.

При вращательном переносном движении точки значения переносного касательного и нормального ускорений вычисляются по формулам: $a_e^{\tau} = \varepsilon_e h_e$, $a_e^{n} = \omega_e^2 h_e$, где ε_e – угловое ускорение вращательного переносного движения, $\varepsilon_e = \left|\dot{\omega}_e\right|$; h_e – расстояние от точки до оси вращения тела; ω_e – величина угловой скорости вращения тела.

Вектора ускорений строятся по общим правилам построения векторов нормального и касательного ускорений.

При поступательном переносном движении ускорение Кориолиса и переносное нормальное ускорение равны нулю: $a_{\text{к}} = 0$, $a_e^{n} = 0$. Абсолютное ускорение точки при поступательном переносном движении можно представить в виде векторного равенства $\vec{a} = \vec{a}_r^{\tau} + \vec{a}_r^{n} + \vec{a}_e^{\tau}$.

3.2. Задание К4. Определение скорости и ускорения точки при сложном движении

Задание включает две задачи с вращательным и поступательным видами переносного движения точки.

Задача 1. Вращение тела относительно неподвижной оси задается законом изменения угла поворота: $\varphi_e = \varphi_e(t)$ или законом изменения его угловой скорости: $\omega_e = \omega_e(t)$. Движение точки относительно тела отсчитывается от её начального положения в точке C и задается законом изменения длины дуги окружности или отрезка прямой линии: $CM = S_r = S_r(t)$.

Определить абсолютные скорость и ускорение точки в заданный момент времени t_1.

Задача 2. Поступательное движение тела, несущего точку, задается законом изменения координаты $x_e = x_e(t)$. Движение точки относительно тела отсчитывается от её начального положения в точке C и задается законом изменения длины дуги окружности или отрезка прямой линии: $CM = y_r = y_r(t)$.

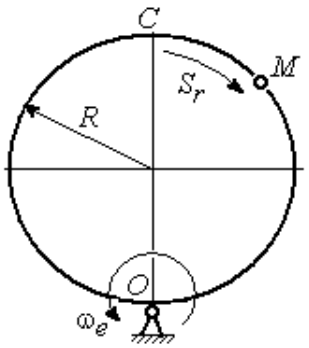
Определить абсолютные скорость и ускорение точки в момент времени t_2, который либо задаётся в исходных данных задачи, либо на схемеописаны условия, из которых он находится.

Номера вариантов заданий даны на рис. 3.2 – 3.5.

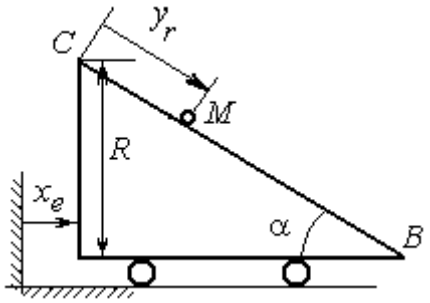
Варианты исходных данных приведены в табл. 3.1.

Варианты № 1, 11, 21

Задача 1



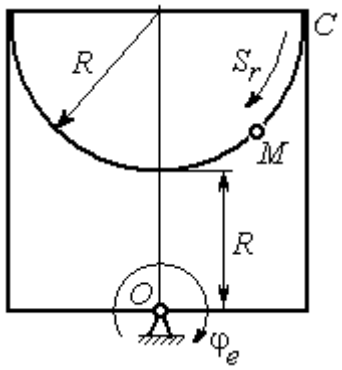
Задача 2



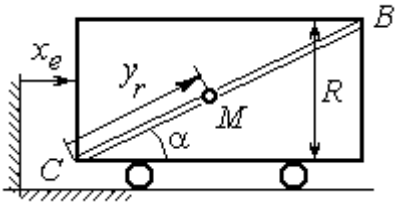
В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути CB

Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



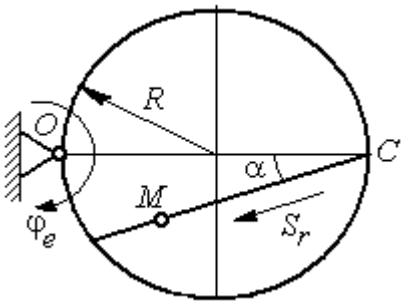
Задача 2



В момент $t = t_2$ точка M прошла 2/3 пути CB

Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



Задача 2

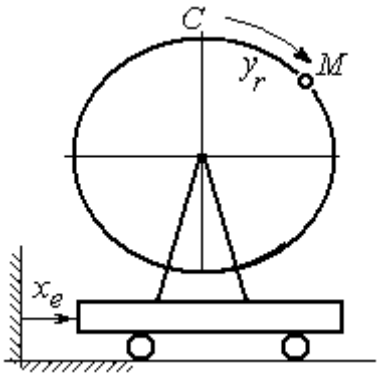
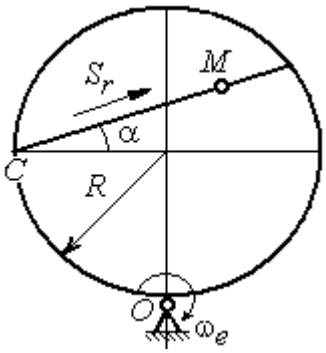


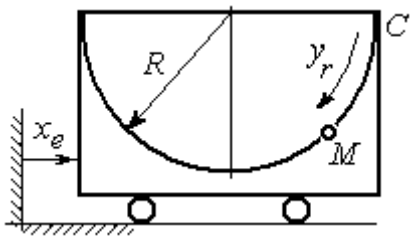
Рис. 3.2. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

Варианты № 4, 14, 24

Задача 1

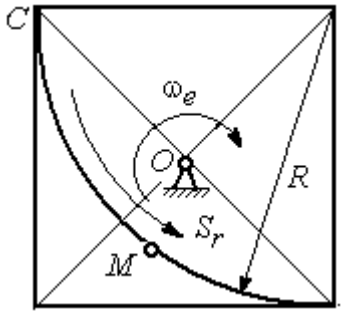


Задача 2

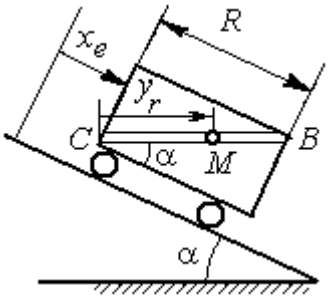


Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



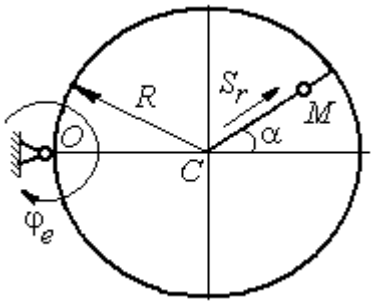
Задача 2



В момент $t = t_2$ точка *M* прошла путь *CB*

Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Задача 2

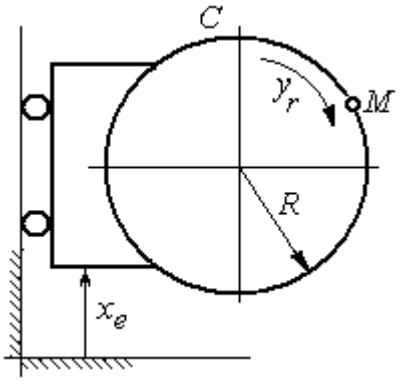
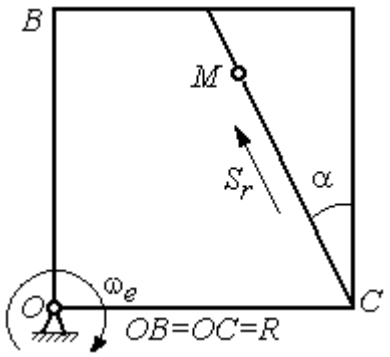


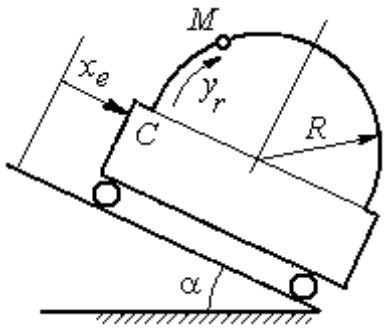
Рис. 3.3. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 4 – 6, 14 – 16, 24 – 26

Варианты № 7, 17, 27

Задача 1

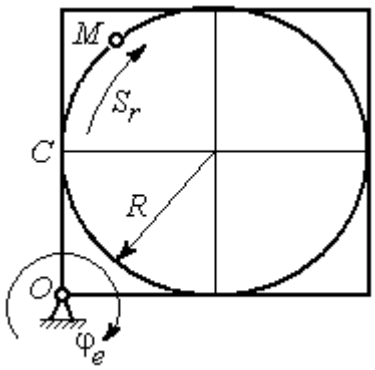


Задача 2

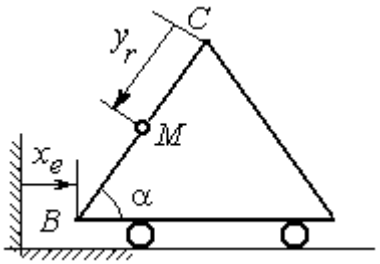


Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



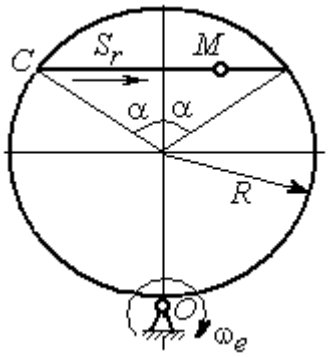
Задача 2



В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути $CB = R$

Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Задача 2

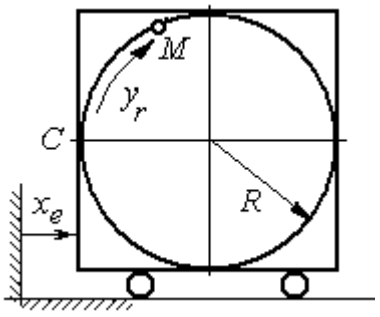


Рис. 3.4. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

Окончание вариантов задания К4

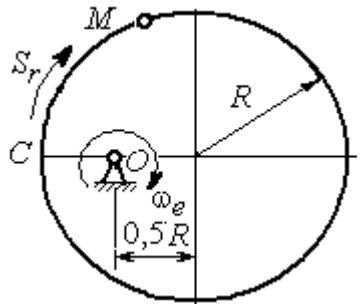
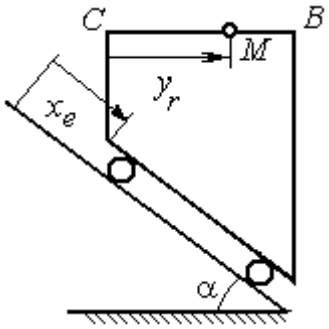
Варианты № 10, 20, 30	
Задача 1	Задача 2
	 В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути $CB = R$

Рис. 3.5. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 10, 20, 30

Таблица 3.1

Исходные данные для заданий по сложному движению точки

Номер варианта задания	Номер задачи	R, см	α, град	$C\breve{M} = S_r(t)$, см $C\breve{M} = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1, с t_2, с
1	1	3	–	$S_r = 2\pi\sin(\pi t/6)$	$\omega_e = 4t^2$	1
	2	4	30	$y_r = 4t^2$	$x_e = 2\cos(\pi t/6)$	–
2	1	2	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/6)$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/3)$	1
	2	3	60	$y_r = t^2 + t$	$x_e = 1 + \cos(\pi t)$	–
3	1	4	30	$S_r = 2\sqrt{3}\left[t + \sin(\pi t/2)\right]$	$\varphi_e = 4t - t^2$	1
	2	6	–	$y_r = \pi\left[2t + \sin\pi t\right]$	$x_e = 5t - t^2$	1
4	1	4	60	$S_r = 2(t^3 + t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	3	–	$y_r = \pi\left[2t + \cos(\pi t/2)\right]$	$x_e = t^3 - 4t$	1
5	1	6	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/6)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/3)$	1
	2	2	30	$y_r = t^2 + 2t$	$x_e = t^2 - 4t$	–
6	1	6	60	$S_r = t + 10\sin(\pi t/6)$	$\varphi_e = 2t^2 - 5t$	1
	2	3	–	$y_r = 4\pi\sin(\pi t/6)$	$x_e = \left[1 - \cos(\pi t/4)\right]$	1
7	1	8	30	$S_r = 2(t^3 + 3t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	4	30	$y_r = 2\pi t^2$	$x_e = t^3 - 5t$	1

Продолжение табл. 3.1

Номер варианта задания	Номер задачи	R, см	α, град	$CM = S_r(t)$, см $CM = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1, с t_2, с
8	1	8	–	$S_r = 2\pi\left[t^2 + \sin\pi t\right]$	$\varphi_e = t^2 - 5t$	2
	2	6	30	$y_r = t(t+1)$	$x_e = \cos\pi t$	–
9	1	8	30	$S_r = 2t^2$	$\omega_e = \cos(\pi t/8)$	2
	2	3	–	$y_r = 4\pi\sin^2(\pi t/4)$	$x_e = (3-2t)^2$	1
10	1	6	–	$S_r = \pi(2t^3 + \sin\pi t)$	$\omega_e = 5t - 2t^3$	1
	2	4	30	$y_r = t^2 + 2t$	$x_e = 1 + \cos\pi t$	–
11	1	6	–	$S_r = 8\pi\sin(\pi t/12)$	$\omega_e = 2 + \cos(\pi t/4)$	2
	2	6	60	$y_r = 4\sin\pi t$	$x_e = t^2 - 2t$	–
12	1	18	–	$S_r = \pi(2t^2 + 2t)$	$\varphi_e(t) = 3t - t^2$	2
	2	6	30	$y_r = 2t^2 + t$	$x_e = 1 + \cos(\pi t)$	–
13	1	10	60	$S_r = t^3 + t$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/6)$	2
	2	6	–	$y_r = 6\pi\cos(\pi t/3)$	$x_e = t(t+1)$	1
14	1	4	30	$S_r = 8\sqrt{3}\sin(\pi t/12)$	$\omega_e = (3-2t)^2$	2
	2	3	–	$y_r = 2\pi\sin(\pi t/6)$	$x_e = 2t^2 - 5t$	1
15	1	8	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/4)$	$\omega_e = 2 + \cos(\pi t/4)$	1
	2	5	60	$y_r = 5t + t^2$	$x_e = \cos(\pi t/6)$	–
16	1	12	90	$S_r = 3\left[t + \sin(\pi t/2)\right]$	$\varphi_e = 2t - 3t^2$	1
	2	15	–	$y_r = \pi(4t + t^2)$	$x_e = 6\sin(\pi t/3)$	1
17	1	6	45	$S_r = 3\sqrt{2}\left[t^2 + 2\sin\pi t\right]$	$\omega_e(t) = 4t^2 - 6$	1
	2	6	60	$y_r = 8\pi\sin(\pi t/12)$	$x_e = \sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	2
18	1	8	–	$S_r = 4\pi\sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	$\varphi_e = 18t - 4t^2$	2
	2	8	60	$y_r = 3t + 2t^2$	$x_e = \sin\pi t$	–
19	1	8	60	$S_r = 2\sqrt{3}\left[t + \sin(\pi t/2)\right]$	$\omega_e = 5t - t^2$	1
	2	9	–	$y_r = 6\pi\cos(\pi t/3)$	$x_e = \cos(\pi t/6)$	1
20	1	4	–	$S_r = 4\pi\sin(\pi t/6)$	$\omega_e = 3t - 5$	1
	2	6	60	$y_r = 3t + 2t^2$	$x_e = \pi\sin\pi t$	–
21	1	3	–	$S_r = 4\pi\sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	$\omega_e = 6t - 14$	2
	2	8	45	$y_r = (t^2 + 3t)$	$x_e = t + 2\sin\pi t$	–

Окончание табл. 3.1

Номер варианта задания	Номер задачи	R, см	α, град	$C\breve{M} = S_r(t)$, см $C\breve{M} = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1, с t_2, с
22	1	4	–	$S_r = 2\pi(t^2 + 2t)$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	9	60	$y_r = 8\sin\pi t$	$x_e = 5t - t^2$	–
23	1	6	45	$S_r = 12\sin(\pi t/8)$	$\varphi_e = t^2 + \cos(\pi t/4)$	2
	2	6	–	$y_r = 6\pi[t + \sin(\pi t/6)]$	$x_e = 5t - t^2$	1
24	1	6	45	$S_r = 12\sin(\pi t/8)$	$\omega_e = t + 4\cos(\pi t/4)$	2
	2	6	–	$y_r = \pi(t^2 + 2t)$	$x_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
25	1	6	–	$S_r = 2\pi t^2$	$\omega_e = 3\sin(\pi t/3)$	1
	2	4	45	$y_r = 2t(t + 3t)$	$x_e = 2(t^3 - 3t)$	–
26	1	6	120	$S_r = t^2 + t$	$\varphi_e = 12\cos(\pi t/12)$	2
	2	9	–	$y_r = \pi\sqrt{3}\sin(\pi t/3)$	$x_e = 2(t^2 - 3t)$	1
27	1	10	60	$S_r = \sqrt{3}(t^2 + t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	2
	2	9	30	$y_r = \sqrt{3}\pi\sin(\pi t/3)$	$x_e = t + 4\cos(\pi t/4)$	1
28	1	2	–	$S_r = 6\pi\sin(\pi t/6)$	$\varphi_e = 2t + \cos(\pi t/2)$	1
	2	6		$y_r = 2t + 3t^2$	$x_e = t + \sin\pi t$	–
29	1	8	30	$S_r = (t^2 + 2t)$	$\omega_e = 6\sin(\pi t/12)$	2
	2	3	–	$y_r = 2\pi\sqrt{3}\sin(\pi t/3)$	$x_e = 5t - t^2$	1
30	1	2	–	$\pi(t^2 + 2t)$	$\omega_e(t) = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	3	60	$y_r = t + t^2$	$x_e = t + \sin\pi t$	–

Пример выполнения задания К4. Сложное движение точки

Задача 1. Фигура, состоящая из половины диска и равнобедренного треугольника (рис. 3.6), вращается вокруг оси, перпендикулярной плоскости фигуры и проходящей через вершину *A* треугольника. Вращательное движение задается законом изменения угла поворота фигуры $\varphi_e = 5t - 2t^2$ рад.

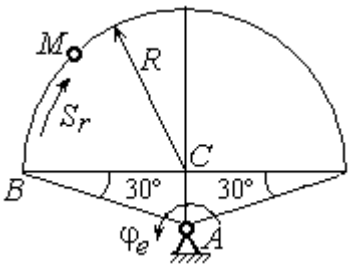


Рис. 3.6. Схема сложного движения точки

Положительное направление вращения отмечено на схеме дуговой стрелкой φ_e. По ободу диска от точки *B* движется точка *M*. Движение точки относительно диска задается законом изменения длины дуги окружности: $\overset{\cup}{BM} = S_r = 9\pi t^2$ см. Положительное направление движения точки *M* на рис. 3.6 показано дуговой стрелкой S_r. Радиус диска R = 9 см.

Найти абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки *M* в момент времени t_1 = 1с.

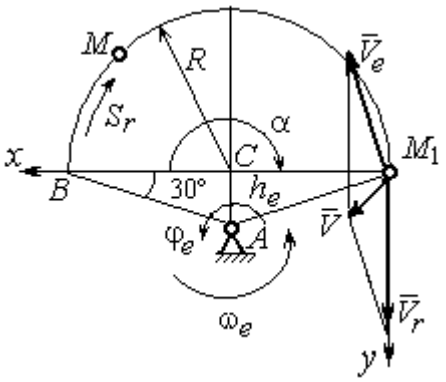


Рис. 3.7. Расчетная схема для вычисления абсолютной скорости точки при сложном движении

Решение

Вращение фигуры будет для точки *M* переносным движением. Относительное движение точки *M* – её движение по окружности обода диска.

Для определения **положения точки** *M* на ободе диска вычислим расстояние, которое она прошла на заданный момент времени. Длина дуги окружности, пройденной точкой за 1 с: $S_r(1) = 9\pi$ см. Положение точки *M* определяется центральным углом $\alpha = \dfrac{S_r(1)}{R} = \dfrac{9\pi}{9} = \pi$. Положение точки в момент времени t_1 = 1 с отмечено на рис. 3.7 точкой M_1.

Для определения **скорости переносного движения** точки вычисляем значение производной: $\dot{\varphi}_e = 5 - 4t$. Угловая скорость вращения фигуры: $\omega_e = |\dot{\varphi}_e|$. При t_1 = 1 с $\dot{\varphi}_e(1) = 1$ рад/с. Положительная величина производной $\dot{\varphi}_e(1)$ показывает,

что вращение фигуры в данный момент происходит в положительном направлении, что отмечено дуговой стрелкой ω_e на рис. 3.7.

В момент времени t_1 = 1 с точка M находится в положении M_1. Скорость V_e переносного движения точки в момент времени t_1 = 1 с $V_e(1) = \omega_e(1)h_e$, где расстояние от точки M_1 до оси вращения фигуры $h_e = AM_1 = \dfrac{R}{\cos 30^\circ} = 6\sqrt{3}$ см. Тогда $V_e(1) = 6\sqrt{3}$ см/с.

Вектор скорости переносного движения точки $\vec{V}_e$ перпендикулярен линии AM_1 и направлен в сторону вращения фигуры (см. рис. 3.7).

Относительное движение точки задано естественным способом, как закон изменения длины дуги BM. В этом случае **скорость относительного движения** точки $V_r = \left|\dot{S}_r\right| = \left|18\pi t\right|$. При t_1 = 1 с $V_r(1) = \left|\dot{S}_r(1)\right|$ = 18π = 56,5 см/с. Положительное значение производной $\dot{S}_r(1)$ указывает, что относительное движение точки в положении M_1 происходит в положительном направлении, указанном на рис. 3.7 дуговой стрелкой S_r. Вектор $\vec{V}_r$ относительной скорости точки в положении M_1 направлен по касательной к траектории относительного движения в сторону положительного направления движения (см. рис. 3.7).

Абсолютную скорость точки находим по теореме сложения скоростей $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Направление вектора абсолютной скорости, полученное по правилу сложения векторов, показано на рис. 3.5. Для определения величины абсолютной скорости выбираем прямоугольные оси координат M_1xy (см. рис. 3.7) и проецируем обе части векторного равенства теоремы сложения скоростей на эти оси. Получим:

$$V_x = V_e\cos 60^\circ = 3\sqrt{3} = 5{,}2 \text{ см/с};$$

$$V_y = -V_e\cos 30^\circ + V_r = -6\sqrt{3}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} + 56{,}5 = 29{,}5 \text{ см/с}.$$

Модуль абсолютной скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{5{,}2^2 + 29{,}5^2}$ = 29,95 см/с.

Абсолютное ускорение точки определяем по теореме Кориолиса, которая при вращательном переносном движении имеет вид:

$$\vec{a} = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_{\text{к}}.$$

Относительное касательное ускорение a_r^{τ} вычисляется по формуле: $a_r^{\tau} = \left|\ddot{S}_r\right|$. По условию задачи вторая производная $\ddot{S}_r = 18\pi$ = 56,5 см/с^2 – постоянная величина. Так как значение второй производной $\ddot{S}_r$ положительно, вектор ускорения $\vec{a}_r^{\,\tau}$ направлен по касательной к траектории относительного движения в точке M_1 в сторону положительного направления относительного движения, отмеченного дуговой стрелкой S_r.

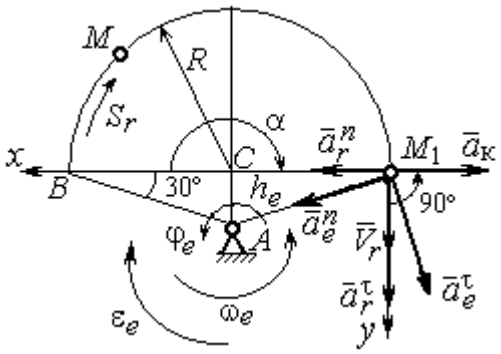


Рис. 3.8. Расчетная схема для определения абсолютного ускорения точки

Относительное нормальное ускорение точки вычисляется по формуле $a_r^n = \dfrac{V_r^2}{R}$ и в момент $t_1 = 1$ с равно: $a_r^n(1) = \dfrac{V_r^2(1)}{R} = \dfrac{(18\pi)^2}{9}$ = 355,3 см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}_r^{\,n}$ направлен по радиусу диска к центру C (см. рис. 3.8).

Переносное касательное ускорение вычисляется по формуле: $a_e^{\tau} = \varepsilon_e h_e$, где угловое ускорение $\varepsilon_e = \left|\ddot{\varphi}_e\right|$. Вычислим производную $\ddot{\varphi}_e = -4$ рад/с^2. Угловое ускорение $\varepsilon_e = \left|\ddot{\varphi}_e\right|$ = 4 рад/с^2 постоянно и не зависит от времени.

Отрицательное значение производной $\ddot{\varphi}_e < 0$ при условии, что расчетная величина угловой скорости положительна: $\dot{\varphi}_e > 0$, означает, что вращательное движение замедленное и переносное угловое ускорение ε_e направлено в сторону, противоположную направлению вращения.

Вектор $\vec{a}_e^{\,\tau}$ переносного касательного ускорения точки в её положении M_1 перпендикулярен линии AM_1 и направлен противоположно вектору переносной

скорости $\vec{V}_e$ (см. рис. 3.8). Модуль переносного касательного ускорения: a_e^τ = $a_e^\tau = \varepsilon_e h_e = 24\sqrt{3}$ = 41,6 см/с^2.

Переносное нормальное ускорение a_e^n рассчитывается по формуле: $a_e^n = \omega_e^2 h_e$ и в момент времени t_1 = 1 с $a_e^n(1) = \omega_e^2(1) h_e$ = $6\sqrt{3}$ = 10,4 см/с^2. Вектор переносного нормального ускорения $\vec{a}_e^{\,n}$ направлен по линии AM_1 к оси вращения (см. рис. 3.8).

По условию задачи вектор скорости относительного движения точки $\vec{V}_r$ лежит в плоскости, перпендикулярной оси переносного вращения, то есть перпендикулярен вектору угловой скорости переносного движения $\vec{\omega}_e$. Тогда модуль **ускорения Кориолиса** при t_1 = 1 с $a_к = 2\omega_e V_r$ = $2 \cdot 1 \cdot 18\pi$ = 113,1 см/с^2.

Так как вектор относительной скорости точки $\vec{V}_r \perp \vec{\omega}_e$, то по правилу Жуковского для определения направления ускорения Кориолиса достаточно повернуть вектор относительной скорости точки $\vec{V}_r$ на 90° в сторону переносного движения вокруг оси, параллельной оси вращения и проходящей через точку M_1 (см. рис. 3.8). Для определения абсолютного ускорения спроецируем на прямоугольные оси xM_1y (см. рис. 3.8) векторное равенство $\vec{a} = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_к$. Получим: $a_y = a_e^\tau \cos 30^\circ + a_e^n \cos 60^\circ + a_r^\tau$ = 97,9 см/с^2,

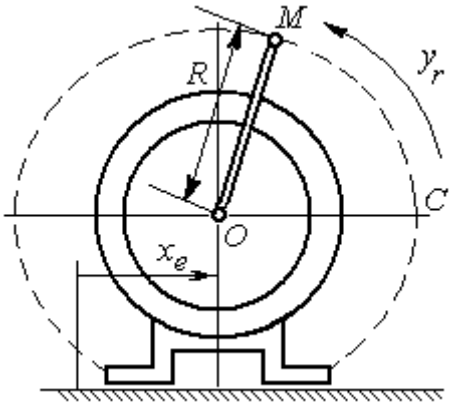


Рис. 3.9. Схема движения точки стержня, укреплённого на электромоторе

$a_x = -a_e^\tau \cos 60^\circ + a_e^n \cos 30^\circ + a_r^n - a_к$ =228,4 см/с^2. Модуль абсолютного ускорения: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$ = 248,5 см/с^2.

Задача 2. К вращающемуся валу электромотора прикреплён стержень OM длины R = 6 см. Во время работы электромотора точка M стержня из начального положения C перемещается по дуге окружности согласно уравнению $CM = y_r = \pi t^2$ см.

При этом электромотор, установленный без креплений, совершает горизонтальные гармонические колебания на фундаменте по закону $x_e = 5\sin(\pi t/3)$ см. Определить абсолютное ускорение точки M в момент времени $t_1 = 1$ с.

Решение

Точка M совершает сложное движение – относительно электромотора и вместе с ним. Относительным движением точки будет её движение по дуге окружности радиуса R, переносным – поступательное горизонтальное, прямолинейное движение электромотора.

Найдём положение точки относительно электродвигателя в заданный момент времени. Угол α, отсчитываемый стержнем OM от начального положения OC, в момент времени $t_1 = 1$ с составляет $\alpha = \dfrac{y_r(t_1)}{R} = \dfrac{\pi}{6} = 30°$. Положение точки в момент времени $t_1 = 1$ с отмечено на рис. 3.10 буквой M_1.

Относительное движение точки задано естественным способом, как закон изменения длины дуги. Относительная скорость $V_r = \dot{y}_r = 2\pi t$. В момент времени $t_1 = 1$ с $V_r =$ 6,28 см/с. Вектор $\vec{V}_r$ относительной скорости направлен перпендикулярно стержню OM_1.

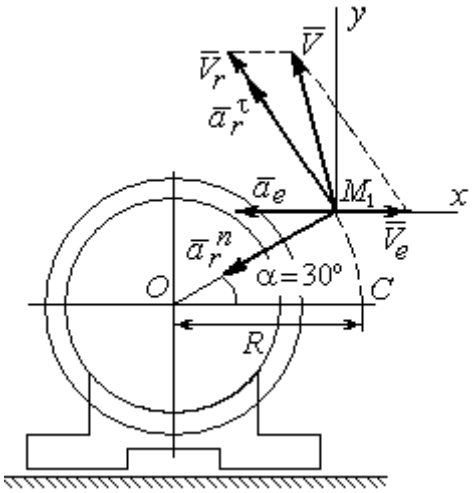


Рис. 3.10. Расчётная схема вычисления абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки

Скорость точки в переносном движении – это скорость горизонтального движения электродвигателя:

$$V_e = \dot{x}_e = \frac{5\pi}{3}\cos(\pi t/3).$$

В момент времени $t_1 = 1$с $V_e = \dfrac{5\pi}{3}\cos 60^\circ =$ 2,62 см/с. Вектор $\vec{V}_e$ переносной скорости точки M направлен параллельно линии движения электродвигателя (см. рис. 3.10).

Абсолютная скорость точки определяется на основании теоремы сложения скоростей при сложном движении: $\vec{V}_M = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Для того чтобы найти величину

абсолютной скорости, выберем оси xM_1y, как показано на рис. 3.10, и спроецируем векторное равенство сложения скоростей на эти оси. Получим: $V_{Mx} = V_e - V_r\cos 60^\circ$ = – 0,52 см/с (проекция направлена в отрицательную сторону оси x), $V_{My} = V_r\cos 30^\circ$ = 5,44 см/с. Модуль абсолютной скорости $V_M = \sqrt{V_{Mx}^2 + V_{My}^2}$ = 5,46 см/с. Вектор абсолютной скорости направлен по диагонали параллелограмма, построенного на векторах $\vec{V}_e$ и $\vec{V}_r$.

При поступательном переносном движении точки ω_e = 0 и потому $a_к$ = 0. Относительное ускорение точки при движении по окружности раскладывается на две составляющие $\vec{a}_r = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n}$, направленные вдоль стержня OM и перпендикулярно ему. Кроме того, при прямолинейном относительном движении a_e^n = 0. В результате, теорема о сложении ускорений принимает вид $\vec{a}_M = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e$, где модули векторов вычисляются по формулам $a_r^\tau = \dot{V}_r$, $a_r^n = \dfrac{V_r^2}{R}$, $a_e = a_e^\tau = \dot{V}_e$ = $-\dfrac{5\pi^2}{9}\sin(\pi t/3)$ и в момент времени $t_1 = 1$с равны a_r^τ = 6,28 см/с^2, a_r^n = 6,57 см/с^2, a_e = – 4,75 см/с^2. Направления векторов ускорений показаны на рис. 3.10. Для вычисления модуля абсолютного ускорения точки спроецируем векторное равенство сложения ускорений на оси выбранной ранее системы координат xM_1y. Получим:

$$a_{Mx} = -a_r^\tau\cos 60^\circ - a_r^n\cos 30^\circ - a_e = -4{,}08 \text{ см/с}^2;$$

$$a_{My} = a_r^\tau\cos 30^\circ - a_r^n\cos 60^\circ = 2{,}15 \text{ см/с}^2.$$

Величина абсолютного ускорения $a_M = \sqrt{a_{Mx}^2 + a_{My}^2}$ = 4,61 см/с^2.

4. ДИНАМИКА ТОЧКИ

4.1. Дифференциальные уравнения движения точки

Движение точки под действием системы сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, …, $\vec{F}_K$ в прямоугольной декартовой системе координат *Oxyz* описывается **дифференциальными уравнениями:** $m\frac{d^2x}{dt^2} = \sum F_{kx}$, $m\frac{d^2y}{dt^2} = \sum F_{ky}$, $m\frac{d^2z}{dt^2} = \sum F_{kz}$ или, обозначая вторые производные от координат по времени двумя точками, уравнениями: $m\ddot{x} = \sum F_{kx}$, $m\ddot{y} = \sum F_{ky}$, $m\ddot{z} = \sum F_{kz}$, где m – масса точки; x, y, z – текущие координаты точки; $\ddot{x}$, $\ddot{y}$, $\ddot{z}$ – проекции вектора ускорения точки на оси координат; $\sum F_{kx}$, $\sum F_{ky}$, $\sum F_{kz}$ – алгебраические суммы проекций сил на оси координат.

Интегрирование дифференциальных уравнений производится в зависимости от их вида методами, известными из курса математики.

4.2. Задание Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки

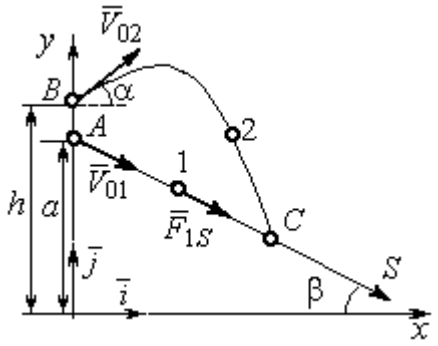
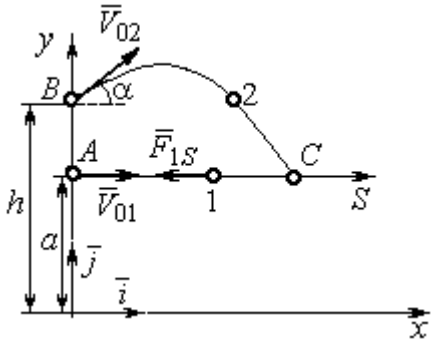
Две материальные точки движутся в вертикальной плоскости *xOy*. Точка 1 массой m_1, получив в начальном положении *A* скорость V_{01}, движется вдоль гладкой оси *AS*, наклоненной под углом β к горизонту. Во время движения на точку 1 действуют сила тяжести и постоянная сила $\vec{F}_1$, направленная вдоль оси *AS*. Направление вектора проекции силы на ось $\vec{F}_{1S}$ показано на схеме.

Одновременно с точкой 1 начинает движение точка 2 массой m_2 из положения *B* на оси *y*. На точку 2 действуют сила тяжести и постоянная сила $\vec{F}_2$. Направление вектора силы $\vec{F}_2$ определяется его разложением по единичным векторам $\vec{i}$, $\vec{j}$ координатных осей *x*, *y*.

Определить величину и направление (угол α) начальной скорости V_{02} точки 2, чтобы в момент времени t_1 точки 1 и 2 встретились на оси *AS* в точке *C*.

Момент времени t_1 задаётся в условиях задачи или определяется по дополнительным условиям встречи.

Варианты заданий представлены на рис. 4.1, 4.2. Исходные данные приведены в табл. 4.1.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
 Встреча в точке C в момент, когда скорость точки 1 увеличилась в 1,5 раза относительно начальной	 Встреча в точке C в момент, когда точка 1 максимально удалилась от места старта

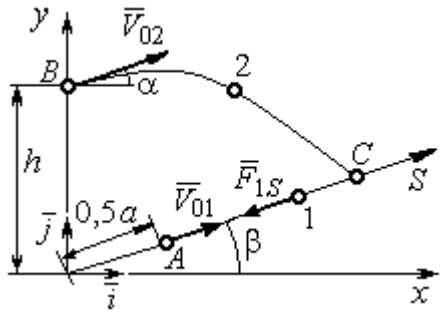
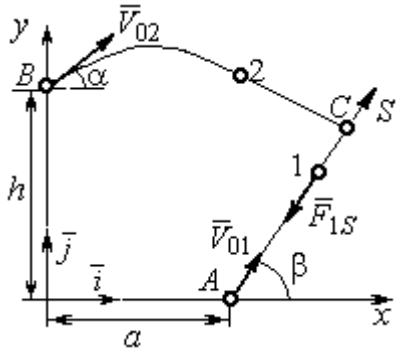
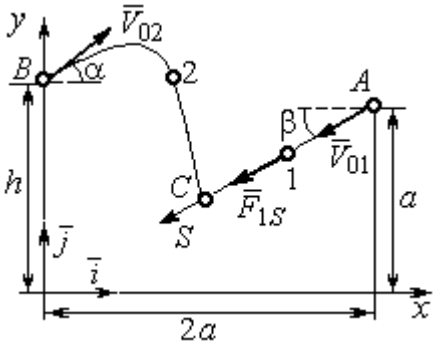
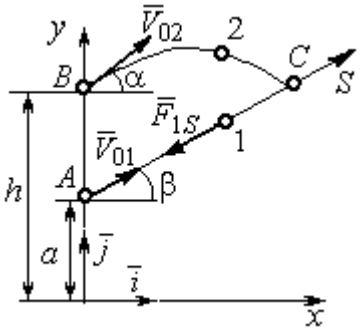
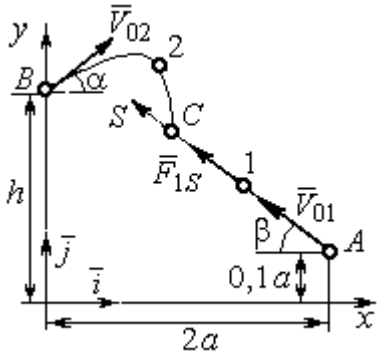
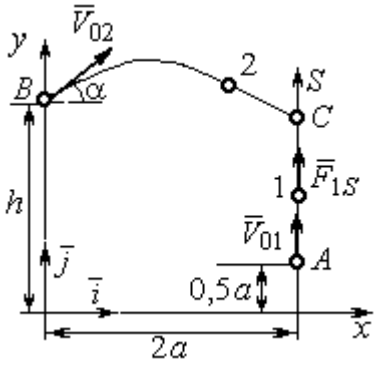
Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
 Встреча в точке C в момент, когда скорость точки 1 уменьшилась в 2 раза относительно начальной	 Встреча в точке C в момент времени $t_1 = 0{,}5$ с

Рис. 4.1. Задание Д1. Интегрирование уравнений движения точки.
Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	
Встреча в точке *C* в момент, когда скорость точки 1 увеличилась в 1,5 раза относительно начальной	Встреча в точке *C*, когда точка 1 максимально удалилась от места старта

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	
Встреча в точке *C* в момент времени $t_1 = 0{,}4$ с	Встреча в точке *C* в момент максимального подъёма точки 1

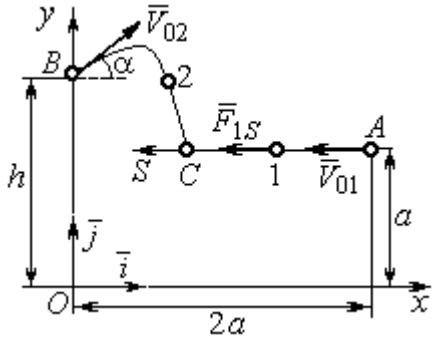
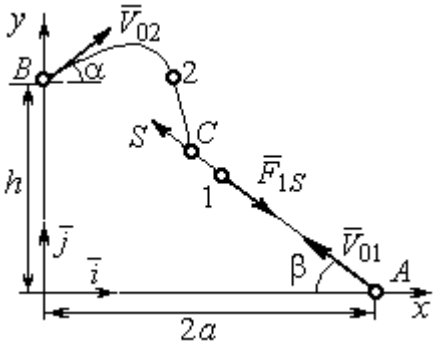
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	
Встреча в точке *C* в момент времени $t_1 = 0{,}6$ с	Встреча в точке *C* в момент, когда точка 1 достигла максимальной высоты подъёма

Рис. 4.2. Задание Д1. Интегрирование уравнений движения точки.
Номера вариантов задания 5 – 10, 15 – 20, 25 – 30

Таблица 4.1

Исходные данные задания Д1. Интегрирование уравнений движения точки

Номер варианта задания	m_1, кг	F_{1S}, Н	V_{01}, м/с	β, град	m_2, кг	$\vec{F}_2$, Н	a, м	h, м
1	1	3	3	30	2	$7\vec{i}$	2	4
2	3	6	2	0	2	$4\vec{i}+12\vec{j}$	1,5	1
3	2	5	4	35	1,5	$10\vec{i}+4\vec{j}$	2	2,5
4	1	10	2	60	2	$4\vec{i}+8\vec{j}$	2,2	2
5	1	3	3	30	2	$5\vec{i}$	3	4,5
6	0,8	6	6	50	3	$3\vec{i}+12\vec{j}$	1,5	4
7	2	5	4,5	40	1	$10\vec{i}+2\vec{j}$	3	2,5
8	1	2	3,5	90	2	$6\vec{i}+8\vec{j}$	1,2	2
9	2	4	4	0	1	$3\vec{i}+2\vec{j}$	2	2,5
10	1	3	3	55	1,5	$4\vec{i}$	1	1,5
11	0,5	2	3	60	2	$3\vec{i}+8\vec{j}$	1,5	2,5
12	0,2	3	4	0	1	$5\vec{i}-2\vec{j}$	1	2,5
13	1	2	6	50	1,5	$6\vec{i}-4\vec{j}$	0,8	2
14	0,5	6	4	35	1	$3\vec{i}-2\vec{j}$	2,5	2
15	0,2	3	3	50	2	$2\vec{i}-2\vec{j}$	3	4
16	2	4	6	40	2	$3\vec{i}+12\vec{j}$	1	1,5
17	1	6	5	60	1,5	$5\vec{i}+4\vec{j}$	3	2,5
18	1	2	2	90	2	$4\vec{i}+4\vec{j}$	2	2
19	1	3	2	2	2	$2\vec{i}+10\vec{j}$	1	1,5
20	5	4	2	30	1	$3\vec{i}-2\vec{j}$	1,5	1,5
21	0,2	4	4	45	1	$6\vec{i}-2\vec{j}$	1	3
22	0,4	3	2	0	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	1,5	2,5
23	1	3	8	60	2	$4\vec{i}+2\vec{j}$	1,2	1,5
24	0,5	8	3	30	2	$6\vec{i}+7\vec{j}$	2	1,5
25	2	4	4	60	1	$2\vec{i}-2\vec{j}$	3,5	4
26	1	3	5	50	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	0,5	1,5
27	1,5	3	6	30	2	$4\vec{i}+4\vec{j}$	2	2,5
28	2	5	3	90	2	$6\vec{i}+7\vec{j}$	2	1,5
29	2	4	4	0	1	$5\vec{i}-2\vec{j}$	1,5	2
30	1	3	2,5	70	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	1	1

Пример выполнения задания Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки

На рис. 4.3 представлена схема движения материальных точек в вертикальной плоскости *xOy*. Точка 1 массой $m_1 = 2$ кг, получив в начальном положении *A* скорость $V_{01} = 4$ м/с, движется вдоль гладкой оси *AS* с углом наклона $\beta = 30^{\circ}$. Во время движения на точку 1 действуют сила тяжести $\vec{P}_1$ и постоянная сила $\vec{F}_1$, проекция которой на ось *AS* равна $F_{1S} = 4{,}5$ Н. Направление вектора проекции силы $\vec{F}_{1S}$ на ось *AS* показано на рис. 4.3.

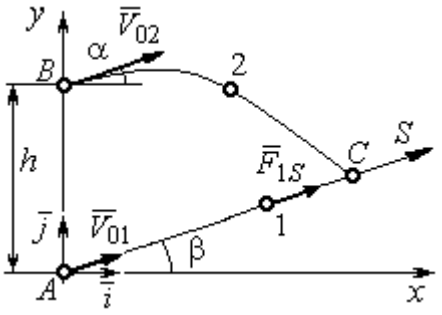


Рис. 4.3. Схема совместного движения точек

Одновременно с началом движения точки 1 из положения *B* на оси *y* высотой $h = 1$ м начинает движение точка 2 массой $m_2 = 1{,}2$ кг. На точку 2 действуют сила тяжести $\vec{P}_2$ и сила $\vec{F}_2$, направление которой определяется разложением по единичным векторам $\vec{i}$, $\vec{j}$ осей *x, y* декартовой системы координат: $\vec{F}_2 = 2{,}4\vec{i} + 4{,}5\vec{j}$, Н. Определить величину и направление (угол α) начальной скорости V_{02} точки 2, чтобы в момент времени t_1, когда скорость точки 1 уменьшилась в 2 раза по сравнению с начальным значением, обе они встретились на оси *AS* в точке *C*.

Решение

Рассмотрим движение точки 1. В текущий момент времени на точку 1 действует сила тяжести $\vec{P}_1$, нормальная реакция $\vec{N}_1$ наклонной оси *AS* и сила $\vec{F}_1$, величина проекции которой на ось *AS* равна F_{1S} (рис. 4.4). Дифференциальное уравнение движения точки 1 $m_1\ddot{S} = F_{1S} - P_1\sin\beta$, или $m_1\dfrac{dV_{1S}}{dt} = 4{,}5 - m_1 g\sin\beta$. С учетом исходных данных, полагая ускорение свободного падения $g = 9{,}81$ м/с^2, дифференциальное уравнение движения точки 1 приводится к виду: $\dfrac{dV_{1S}}{dt} = -2{,}66$. Разделим

переменные, представив дифференциальное уравнение в виде $dV_{1S} = -2{,}66dt$. Проинтегрировав его, получим зависимость скорости точки 1 от времени: $V_{1S} = -2{,}66t + C_1$. Для того чтобы определить закон движения точки 1, представим скорость точки как производную от координаты $V_{1S} = \dfrac{dS}{dt}$. Получим дифференциальное уравнение $\dfrac{dS}{dt} = -2{,}66t + C_1$, проинтегрировав которое, найдём уравнение движения точки 1: $S = -1{,}33t^2 + C_1 t + C_2$. Константы интегрирования C_1, C_2 находятся из начальных условий: при $t = 0$, $S = 0$, $\dot{S} = V_{1S} = V_{01} = 4$ м/с. Подставляя первое из условий в уравнение движения точки 1, получим $C_2 = 0$. Подставим начальное значение скорости в уравнение $\dot{S} = -2{,}66t + C_1$, выражающее зависимость скорости точки 1 от времени. Получим $C_1 = 4$. Таким образом, движение точки 1 вдоль оси AS описывается уравнением: $S = -1{,}33t^2 + 4t$.

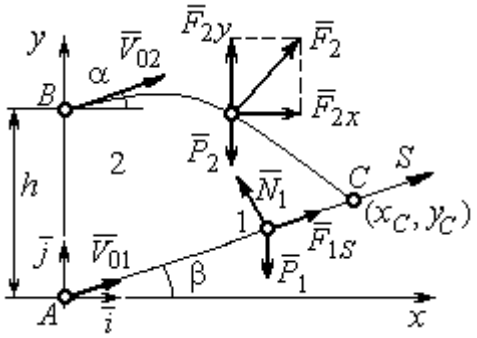


Рис. 4.4. Силы, действующие на точки 1 и 2, во время их движения

По условию задачи встреча двух точек происходит в момент времени t_1, когда скорость первой точки уменьшилась в 2 раза по сравнению с начальной: $V_{1S}(t_1) = \dfrac{V_{01}}{2} = 2$ м/с. Подставляя это условие в уравнение, выражающее зависимость скорости точки 1 от времени, получим: $2 = -2{,}66t_1 + 4$, откуда найдём момент времени встречи $t_1 = 0{,}75$ с. Расстояние AC, пройденное точкой 1 до встречи, определяется как путь, пройденный этой точкой за время $t_1 = 0{,}75$ с, $AC = S(t_1) = -1{,}33 \cdot 0{,}75^2 + 4 \cdot 0{,}75 = 2{,}25$ м. Координаты точки встречи x_C, y_C определяются из равенств: $x_C = S(t_1)\cos 30^\circ = 1{,}95$ м; $y_C = S(t_1)\sin 30^\circ = 1{,}12$ м.

Рассмотрим движение точки 2. В текущий момент времени на нее действует сила тяжести $\vec{P}_2$ и сила $\vec{F}_2 = 2{,}4\vec{i} + 4{,}5\vec{j}$, проекции которой на оси координат

$F_{2x} = 2{,}4$ Н, $F_{2y} = 4{,}5$ Н. Дифференциальные уравнения движения точки 2 в проекциях на оси координат *x*, *y* имеют вид:

$$m_2\ddot{x} = F_{2x} = 2{,}4, \quad m_2\ddot{y} = -P_2 + F_{2y} = -m_2 g + 4{,}5,$$

или после подстановки исходных данных: $\ddot{x} = 2$, $\ddot{y} = -6{,}06$.

Представим в первом уравнении проекцию ускорения точки 2 на ось *x* как производную от соответствующей проекции скорости $\ddot{x} = \frac{dV_{2x}}{dt}$. После разделения переменных получим дифференциальное уравнение $dV_{2x} = 2dt$. Проинтегрируем его и найдем зависимость горизонтальной составляющей скорости точки 2 от времени: $V_{2x} = 2t + C_3$. Заменим в этом уравнении проекцию скорости точки на ось *x* на производную от координаты $V_{2x} = \frac{dx}{dt}$. После интегрирования получим уравнение, описывающее движение точки 2 вдоль оси *x*, $x = t^2 + C_3 t + C_4$. Для того чтобы найти постоянные C_3 и C_4, воспользуемся граничными условиями движения точки 2 – известной начальной координатой движения точки и вычисленной координатой точки встречи, то есть при $t = 0$, $x = 0$, а при $t_1 = 0{,}75$ с $x(t_1) = x_C = 1{,}95$ м. Подставляя граничные условия в уравнение движения точки 2, получим $C_4 = 0$, $C_3 = 1{,}85$. Таким образом, уравнение движения точки 2 вдоль оси *x*: $x = t^2 + 1{,}85t$.

Закон движения точки 2 вдоль оси *y* находим путем интегрирования второго дифференциального уравнения. Его представим в виде: $\frac{dV_{2y}}{dt} = -6{,}06$. После разделения переменных и первого интегрирования получим зависимость проекции скорости точки 2 на ось *y* от времени: $V_{2y} = -6{,}06t + C_5$. Заменив проекцию скорости точки 2 на ось *y* производной от координаты $V_{2y} = \frac{dy}{dt}$, вторично проинтегрируем. В результате движение точки 2 вдоль оси *y* описывается уравнением: $y = -3{,}03t^2 + C_5 t + C_6$. Для определения констант C_5 и C_6 используем граничные условия: при $t = 0$ $y(0) = h = 1$ м, а при $t_1 = 0{,}75$ с $y(t_1) = y_C = 1{,}12$ м. Получим $C_6 = 1$

, C_5 = 2,43. Таким образом, точка 2 движется вдоль оси y по закону: $y = -3{,}03t^2 + 2{,}43t + 1$.

Проекции скорости точки 2 на оси координат как функции времени имеют вид: $V_{2x}(t) = \dot{x} = 2t + 1{,}85$, $V_{2y}(t) = \dot{y} = -6{,}06t + 2{,}43$. Значения проекций при t = 0: $V_{02x} = V_{2x}(0) = 1{,}85$ м/с, $V_{02y} = V_{2y}(0) = 2{,}43$ м/с. Величина начальной скорости: $V_{02} = \sqrt{{V_{02x}}^2 + {V_{02y}}^2}$ = 3,05 м/с.

Угол наклона вектора скорости в начальный момент определяется из равенства: $\mathrm{tg}\alpha = \dfrac{V_{02y}}{V_{02x}} = \dfrac{2{,}43}{1{,}85} = 1{,}31$. Откуда $\alpha = 52{,}64^\circ$.

4.3. Колебания материальной точки

Силы, возникающие при отклонении материальной точки от положения равновесия и направленные так, чтобы вернуть точку в это положение, называются **восстанавливающими**. Восстанавливающие силы, линейно зависящие от расстояния от точки до положения её равновесия, называются **линейными восстанавливающими силами**. Так, сила упругости пружины $F = c\Delta\ell$, где c – коэффициент жесткости (или просто жёсткость) пружины; $\Delta\ell$ – удлинение пружины, является линейной восстанавливающей силой.

Дифференциальное уравнение движения материальной точки массой m вдоль оси Оx под действием линейной восстанавливающей силы, представляет собой уравнение гармонических колебаний и имеет вид:

$$m\ddot{x} + cx = 0, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = 0,$$

где x – отклонение точки от положения равновесия, куда поместили начало координат; ω – угловая частота колебаний, $\omega^2 = \dfrac{c}{m}$. Единица измерения угловой частоты – рад/с.

Решение дифференциального уравнения свободных колебаний представляется суммой $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$, где постоянные интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий. **Амплитуда свободных колебаний** $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$. Промежуток времени, в течение которого точка совершает одно полное колебание, называется **периодом колебаний**: $T = \frac{2\pi}{\omega}$. Величина, обратная периоду $\nu = \frac{1}{T}$ определяет число полных колебаний точки за 1 с и называется **частотой колебаний**. Частота колебаний измеряется в герцах (Гц). Частота, равная 1 Гц, соответствует одному полному колебанию в секунду. Угловая частота связана с частотой колебаний соотношением $\omega = 2\pi\nu$.

Если на материальную точку кроме восстанавливающей силы действует сила сопротивления движению, пропорциональная скорости точки, $\vec{R} = -\mu\vec{V}$, где μ – коэффициент сопротивления, то дифференциальное уравнение движения точки с сопротивлением относительно положения равновесия имеет вид $m\ddot{x} + \mu\dot{x} + cx = 0$, или $\ddot{x} + 2n\dot{x} + \omega^2 x = 0$, где n – коэффициент затухания, $n = \frac{\mu}{2m}$; ω – угловая частота собственных колебаний точки без учёта сопротивления, $\omega^2 = \frac{c}{m}$.

При $n < \omega$ движение точки представляет затухающие колебания. Общее решение дифференциального уравнения колебаний с сопротивлением $x = e^{-nt}(C_1\cos\omega_1 t + C_2\sin\omega_1 t) = Ae^{-nt}\sin(\omega_1 t + \alpha)$, где C_1 и C_2 – постоянные интегрирования; ω_1 – угловая частота затухающих колебаний, $\omega_1 = \sqrt{\omega^2 - n^2}$; $A_1 = Ae^{-nt}$ – амплитуда затухающих колебаний, $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$; α – начальная фаза колебаний, $\mathrm{tg}\alpha = \frac{C_1}{C_2}$.

При $n > \omega$ движение точки апериодическое, затухающее. Общее решение дифференциального уравнения движения точки с таким сопротивлением имеет вид $x = e^{-nt}(C_1 e^{\omega_2 t} + C_2 e^{-\omega_2 t})$, где $\omega_2 = \sqrt{n^2 - \omega^2}$.

При $n = \omega$ движение точки происходит согласно уравнению $x = e^{-nt}(C_1 t + C_2)$.

Если кроме восстанавливающей силы на материальную точку действует переменная возмущающая сила, колебания точки называются **вынужденными.**

При действии гармонической возмущающей силы $F = H\sin pt$, где H, p – амплитуда и угловая частота колебаний возмущающей силы, дифференциальное уравнение вынужденных колебаний материальной точки относительно положения равновесия и при отсутствии сил сопротивления имеет вид

$$m\ddot{x} + cx = H\sin pt, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = h\sin pt,$$

где ω – угловая частота собственных гармонических колебаний, $\omega^2 = \frac{c}{m}$; h – относительная амплитуда возмущающей силы, $h = \frac{H}{m}$.

Общее решение неоднородного дифференциального уравнения вынужденных колебаний представляется как сумма общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного.

При отсутствии резонанса, когда частота собственных колебаний не совпадает с частотой возмущающей силы $p \neq \omega$, решение имеет вид: $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t + \frac{h}{\omega^2 - p^2}\sin pt$, а в случае резонанса, когда $p = \omega$, – вид: $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t - \frac{ht}{2p}\cos pt$. Значения произвольных постоянных C_1 и C_2 определяются из общего решения неоднородного уравнения с учетом начальных условий движения. Амплитуда собственных колебаний груза $A_{\text{соб}} = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$. Амплитуда вынужденных колебаний при отсутствии резонанса $A_{\text{вын}} = \frac{h}{\omega^2 - p^2}$.

При резонансе амплитуда вынужденных колебаний растет как линейная функция времени $A_{\text{вын}} = \dfrac{ht}{2p}$.

Если возмущающее воздействие заключается в **принудительном гармоническом колебании точки подвеса пружины**, например, по закону $S = a\sin pt$, где $a,\ p$ – амплитуда и угловая частота колебаний точки подвеса пружины, дифференциальное уравнение вынужденных колебаний материальной точки относительно положения равновесия при отсутствии сил сопротивления имеет вид $\ddot{x} + \omega^2 x = h\sin pt$, где ω – угловая частота собственных гармонических колебаний, $\omega^2 = \dfrac{c}{m}$; h – относительная амплитуда возмущающего колебания, $h = \dfrac{ca}{m}$. Общее решение неоднородного дифференциального уравнения вынужденных колебаний при принудительном гармоническом колебании точки подвеса пружины может быть получено аналогично случаю возмущения гармонической силой.

Система пружин заменяется одной с эквивалентной жесткостью. Так, колебания груза на двух параллельных пружинах с коэффициентами жесткости c_1 и c_2 (рис. 4.5, *a*) можно рассматривать как колебания груза на одной пружине эквивалентной жесткости $c_{\text{экв}} = c_1 + c_2$, где $c_{\text{экв}}$ – коэффициент жесткости эквивалентной пружины. При последовательном соединении пружин (рис. 4.5, *b*) коэффициент жесткости эквивалентной пружины $c_{\text{экв}} = \dfrac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$. Если груз расположен между двумя пружинами (рис. 4.5, *c*), тогда $c_{\text{экв}} = c_1 + c_2$. Коэффициент жесткости эквивалентной пружины равен сумме коэффициентов жесткости пружин.

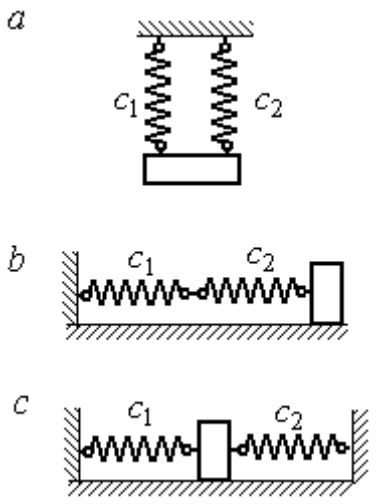


Рис. 4.5. Способы крепления груза на двух пружинах:
a – две параллельные пружины;
b – последовательно соединённые пружины; *c* – крепление груза между пружинами

4.4. Задание Д2. Исследование колебаний точки

Задание Д2 на исследование колебаний точки включает две задачи.

Задача 1. Исследование гармонических колебаний точки.

Найти уравнение движения груза массой m_1 (или одновременно двух грузов массой m_1 и m_2) на пружине жесткостью c_1 (или на двух пружинах жесткостью c_1 и c_2). Расположение грузов на пружине и описание условий, при которых начались колебания, приведено на схемах. Определить амплитуду и частоту колебаний.

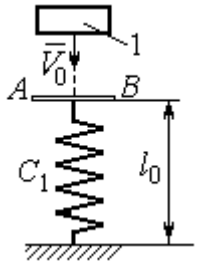
Задача 2. Исследование вынужденных колебаний точки.

Груз движется на пружинах, расположенных вертикально или горизонтально. При движении груза по горизонтальной поверхности трение не учитывается. Жёсткость пружин c_1 и c_2. Направление возмущающего усилия $F = F(t)$, приложенного к грузу, или возмущающего движения точки крепления пружин $S = S(t)$, а также описание условий начала колебаний приведено на схемах. В задачах, где на схемах присутствует амортизатор, создающий сопротивление движению груза, сила сопротивления пропорциональна скорости движения груза и находится по формуле: $\vec{R} = -\mu\vec{V}$ Н, где μ – коэффициент сопротивления; V – скорость груза. Определить уравнение колебаний груза, амплитуды собственных и вынужденных колебаний.

Варианты заданий даны на рис. 4.6 – 4.9. Исходные данные в табл. 4.2.

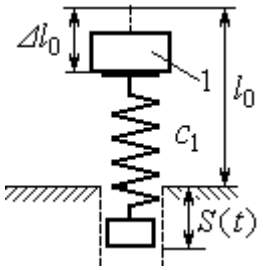
Варианты № 1, 11, 21

Задача 1



Невесомая пластина AB укреплена на нерастянутой пружине. Груз 1, получив начальную скорость V_0, падает вертикально вниз. Через 1 с после начала падения груз достигает пластины и продолжает движение вместе с ней

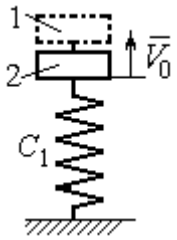
Задача 2



К верхнему концу пружины, сжатой на величину $\Delta\ell_0$, прикрепляют груз 1 и отпускают без начальной скорости. Одновременно нижний конец пружины начинает двигаться по закону $S = S(t)$

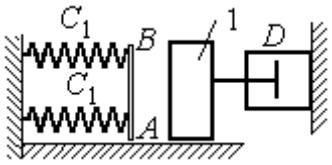
Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



В положении статического равновесия двух грузов (1 и 2), установленных на пружине, груз 1 убрали, а грузу 2 сообщили скорость V_0, направленную вверх

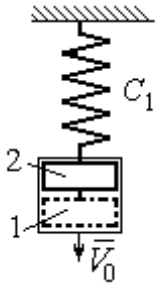
Задача 2



Груз 1 движется по гладкой горизонтальной поверхности с начальной скоростью V_0. Через 1 с груз упирается в площадку AB, укреплённую на недеформированных пружинах, соединённых параллельно, и продолжает движение вместе с ней. Во время движения (до упора в площадку AB и вместе с ней) груз испытывает сопротивление, создаваемое демпфером D

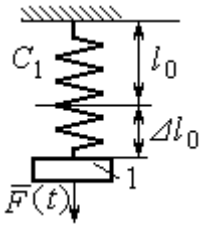
Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



В положении статического равновесия груза 2, укреплённого на пружине, к нему присоединили груз 1 и оба груза толкнули вниз со скоростью V_0

Задача 2

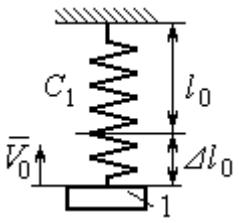


Недеформированную пружину оттянули вниз на расстояние $\Delta\ell_0$, подцепили груз 1 и отпустили без начальной скорости. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

Рис. 4.6. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

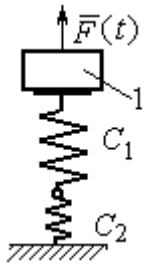
Варианты № 4, 14, 24

Задача 1



К недеформированной пружине подцепили груз 1, оттянули его вниз на расстояние $\Delta\ell_0$ и сообщили скорость V_0, направленную вверх

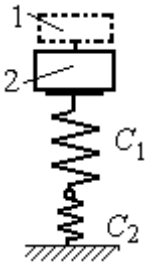
Задача 2



Грузу 1, укреплённому на двух последовательно соединённых пружинах в положении статического равновесия, сообщили начальную скорость V_0, направленную вниз. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

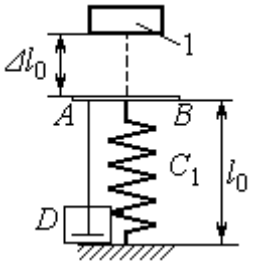
Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



В положении статического равновесия грузов 1 и 2, укреплённых на двух вертикальных последовательно соединённых пружинах, убрали груз 1, а груз 2 отпустили без начальной скорости

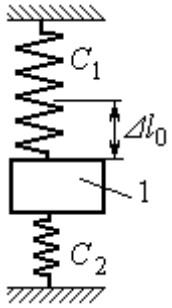
Задача 2



Груз 1 падает с высоты $\Delta\ell_0$ на площадку AB, установленную на недеформированной пружине, и продолжает движение вместе с ней. Демпфер D создаёт сопротивление движению груза на пружине

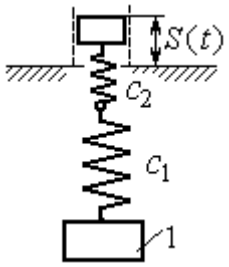
Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Груз 1 поместили между двумя недеформированными пружинами, затем оттянули вниз на расстояние $\Delta\ell_0$ и отпустили без начальной скорости

Задача 2

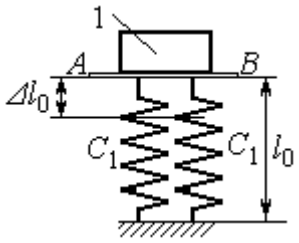


К недеформированным пружинам, соединённым последовательно, подцепили груз 1 и толкнули его вниз со скоростью V_0. Одновременно верхний конец пружины начинает двигаться по закону $S = S(t)$

Рис. 4.7. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 4 – 6, 14 – 16, 24 – 26

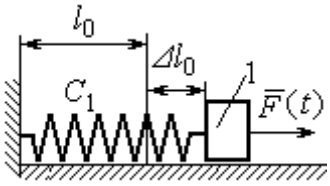
Варианты № 7, 17, 27

Задача 1



К недеформированным пружинам приложили груз 1, переместили его вниз на величину $\Delta\ell_0$ и сообщили скорость V_0, направленную вниз

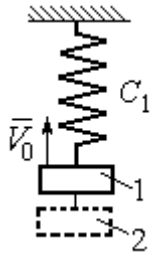
Задача 2



К нерастянутой пружине, расположенной на горизонтальной гладкой поверхности, подцепили груз 1, оттянули его на расстояние $\Delta\ell_0$ и отпустили. Одновременно на груз стала действовать горизонтальная возмущающая сила $\vec{F}(t)$

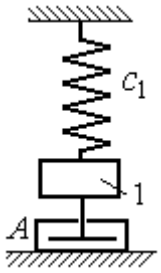
Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



Грузы 1 и 2 находятся на пружине в положении статического равновесия. Груз 2 удаляют, а грузу 1 сообщают скорость V_0, направленную вверх

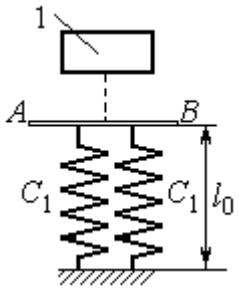
Задача 2



В положении статического равновесия груза 1 ему сообщили скорость V_0, направленную вниз. Демпфер A создаёт сопротивление движению груза

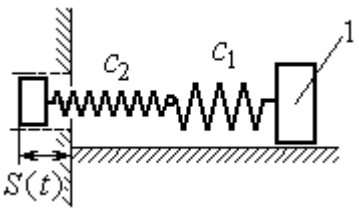
Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Груз 1 без начальной скорости падает вниз. Пройдя путь 1 м, груз достигает невесомой пластины AB, укреплённой на недеформированных, параллельно соединённых пружинах, и дальше движется вместе с ней

Задача 2



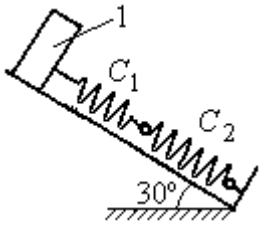
К двум горизонтальным пружинам, соединённым последовательно, в положении их нерастянутого состояния прицепили груз 1 и сообщили ему горизонтальную скорость V_0, направленную в сторону сжатия пружин. Одновременно левый конец пружинной системы начинает двигаться по закону $S = S(t)$

Рис. 4.8. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

Окончание вариантов задания Д2

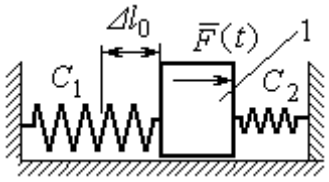
Варианты № 10, 20, 30

Задача 1



В положении статического равновесия груза 1, укреплённого на двух последовательно соединённых пружинах, сообщили скорость V_0, направленную вниз по наклонной плоскости

Задача 2



Между двумя горизонтальными недеформированными пружинами на гладкую поверхность поместили груз 1, оттянули его влево на расстояние $\Delta\ell_0$ и отпустили без начальной скорости. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

Рис. 4.9. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 10, 20, 30

Таблица 4.2

Исходные данные задания Д2. Исследование колебаний точки

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1, кг	m_2, кг	V_0, м/с	c_1, Н/м	c_2, Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ, Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
1	1	2,5	–	2,0	200	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	–	210	–	0,1	–	–	0,02sin12t
2	1	1,5	2,0	4	250	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	4	220	–	–	1,0	–	–
3	1	2,0	1,5	3	250	–	–	–	–	–
	2	1,2	–	–	200	–	0,14	–	12sin5t	–
4	1	2,0	–	3	180	–	0,1	–	–	–
	2	1,5	–	2	150	120	–	–	8sin12t	–
5	1	1,0	2,0	–	120	100	–	–	–	–
	2	1,0	–	–	50	–	0,5	18	–	–
6	1	1,2	–	–	120	180	0,12	–	–	–
	2	1,4	–	2,4	120	180	–	–	–	0,03sin14t
7	1	1,6	–	3,2	140	–	0,15	–	–	–
	2	1,5	–	–	120	–	0,12	–	12sin6t	–
8	1	1,0	2,0	3,0	150	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	3,5	120	–	–	15	–	–

Продолжение табл. 4.2

Номер вари-анта задания	Номер задачи	m_1, кг	m_2, кг	V_0, м/с	c_1, Н/м	c_2, Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ, Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
9	1	1,5	–	–	100	–	–	–	–	–
	2	1,4	–	2,0	100	110	–	–	–	0,015sin8t
10	1	2,5	–	2,5	110	100	–	–	–	–
	2	2,0	–	–	110	52	0,08	–	5sin9t	–
11	1	2,0	–	4,0	300	–	–	–	–	–
	2	1,0	–	–	200	–	0,12	–	–	0,01sin4t
12	1	1,8	2,4	4	220	–	–	–	–	–
	2	1,0	–	5	240	–	–	0,6	–	–
13	1	1,5	1,5	2	200	–	–	–	–	–
	2	1,8	–	–	180	–	0,08	–	10sin10t	–
14	1	2,0	–	2	200	–	0,12	–	–	–
	2	2,0	–	2	150	120	–	–	10sin8t	–
15	1	1,5	2,0	–	120	250	–	–	–	–
	2	1,5	–	–	120	–	0,4	4	–	–
16	1	2,0	–	–	150	75	0,1	–	–	–
	2	2,0	–	2,5	150	75	–	–	–	0,01sin5t
17	1	1,5	–	2,1	160	–	0,11	–	–	–
	2	1,8	–	–	150	–	0,1	–	8sin12t	–
18	1	2,0	1,0	2,5	80	–	–	–	–	–
	2	1,5	–	2,5	50	–	–	21	–	–
19	1	1,6	–	–	120	–	–	–	–	–
	2	1,2	–	2,0	85	120	–	–	–	0,015sin7t
20	1	2,0	–	2,0	90	100	–	–	–	–
	2	2,5	–	–	100	90	0,12	–	6sin10t	–
21	1	2,0	–	1,6	220	–	–	–	–	–
	2	2,5	–	–	250	–	0,14	–	–	0,01sin10t
22	1	2,2	1,5	3	180	–	–	–	–	–
	2	1,5	–	4	280	–	–	0,8	–	–
23	1	2,2	1,2	2	220	–	–	–	–	–
	2	1,6	–	–	200	–	0,12	–	5sin7t	–

Окончание табл. 4.2

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1, кг	m_2, кг	V_0, м/с	c_1, Н/м	c_2, Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ, Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
24	1	1,6	–	2,4	160	–	0,13	–	–	–
	2	1,0	–	3	150	300	–	–	6sin10t	–
25	1	0,8	1,2	–	120	80	–	–	–	–
	2	0,8	–	–	180	–	0,4	12	–	–
26	1	1,4	–	–	100	120	0,15	–	–	–
	2	1,8	–	2,2	150	120	–	–	–	0,015sin8t
27	1	2	–	4,0	150	–	0,12	–	–	–
	2	2	–	–	162	–	0,13	–	5sin9t	–
28	1	1,5	2,0	2,0	140	–	–	–	–	–
	2	1,5	–	3,1	180	–	–	12	–	–
29	1	1,0	–	–	140	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	2,4	75	150	–	–	–	0,08sin5t
30	1	1,6	–	3	75	150	–	–	–	–
	2	1,5	–	3	80	70	0,15	–	8sin10t	–

Пример выполнения задания Д2. Исследование колебаний точки

Задача 1. Груз 1 весом $P = 20$ Н, лежащий на гладкой наклонной плоскости, прикреплён к недеформированной пружине, расположенной параллельно плоскости (рис. 4.10). Угол наклона плоскости к горизонту 30º, коэффициент жесткости пружины $c = 400$ Н/м. В начальный момент груз переместили вверх по наклонной плоскости (сжали пружину) на расстояние $\Delta\ell_0 = 0{,}1$ м относительно нерастянутой пружины и отпустили без начальной скорости.

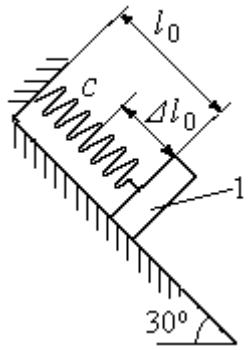


Рис. 4.10. Схема крепления груза и условия начала колебаний

Определить уравнение колебаний груза 1, а также частоту и амплитуду колебаний.

Решение

Расчетная схема колебаний груза 1 показана на рис. 4.11. Направим ось *Ox*, вдоль которой происходят колебания груза, вниз вдоль наклонной плоскости. Начало отсчёта координаты *x* выберем в положении статического равновесия груза (см. рис. 4.11) В произвольном положении груза, обозначенном координатой *x*, к нему приложены три силы: сила тяжести $\vec{P}$, реакция опоры наклонной плоскости $\vec{N}$ и сила упругости пружины $\vec{F}_{\text{упр}}$. Проекция силы упругости пружины на ось *Ox*: $F_{\text{упр}\,x} = -c\Delta\ell$, где $\Delta\ell$ – удлинение пружины относительно её нерастянутого положения, включающее её растяжение *x* относительно выбранного начала координат и растяжение $\lambda_{\text{ст}}$ при статическом равновесии груза на наклонной плоскости.

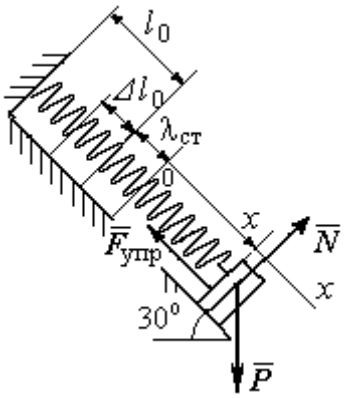


Рис. 4.11. Расчётная схема колебаний груза

С учетом выражения силы упругости получим дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось *Ox*:

$$m\ddot{x} = P\sin 30^\circ - c(x + \lambda_{\text{ст}}).$$

В положении статического равновесия сила упругости уравновешивается силой, равной проекции силы тяжести на ось *x*: $P\sin 30^\circ - c\lambda_{\text{ст}} = 0$. Подставляя это выражение условия статического равновесия груза в уравнение движения, получим дифференциальное уравнение колебаний груза:

$$m\ddot{x} = -cx, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = 0,$$

где ω – угловая частота колебаний; $\omega = \sqrt{\dfrac{c}{m}} = 14{,}01$ рад/с.

Общее решение уравнения колебаний $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$.

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 вычислим координату x_0 начального положения груза на оси *Ox*.

Растяжение пружины в положении статического равновесия $\lambda_{ст} = \dfrac{P\sin 30^\circ}{c}$ = 0,025 м. Координата начального положения груза определяется величиной сжатия пружины и, поскольку начало отсчёта координаты *x* выбрано в положении статического равновесия груза, равна (со знаком!): $x_0 = -(\Delta\ell_0 + \lambda_{ст}) = -0{,}125$ м (см. рис. 4.11).

Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения колебаний при $t = 0$, получим $C_1 = -0{,}125$ м. Для определения второй константы вычислим скорость груза в произвольный момент времени: $\dot{x} = -C_1\omega\sin\omega t + C_2\omega\cos\omega t$. Подставим сюда начальное значение скорости груза при $t = 0$ $\dot{x} = V_0 = 0$, получим $C_2 = 0$. Окончательно уравнение движения груза 1 относительно положения статического растяжения пружины:

$$x(t) = -0{,}125\cos 14{,}01t \text{ м}.$$

Амплитуда колебаний груза $A = 0{,}125$ м.

Задача 2. Груз 1 весом $P = 20$ Н подвешен на недеформированной вертикальной пружине (рис. 4.12). Жесткость пружины $c = 800$ Н/м. В начальный момент груз был оттянут вниз в положение, при котором пружина растянулась на расстояние $\Delta\ell_0 = 0{,}1$ м, и в этом положении ему сообщена начальная скорость $V_0 = 2$ м/с, направленная вверх.

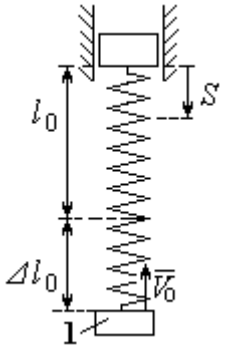


Рис. 4.12. Схема крепления груза и условия начала колебаний

Одновременно с началом движения груза верхний конец пружины стал совершать гармонические колебания по закону $S = a\sin 10t$, где $a = 0{,}02$ м.

Определить уравнение колебаний груза 1, а также частоту и амплитуду собственных колебаний.

Решение

Расчетная схема колебаний груза 1 показана на рис. 4.13. Направим ось *Ox*, вдоль которой происходят колебания груза, вертикально вниз. Начало отсчёта координаты *x* выберем в положении статического равновесия груза (см. рис. 4.13, *c*, *d*). В произвольном положении груза, обозначенном координатой *x*, к нему приложены две силы: сила тяжести $\vec{P}$ и сила упругости пружины $\vec{F}_{\text{упр}}$.

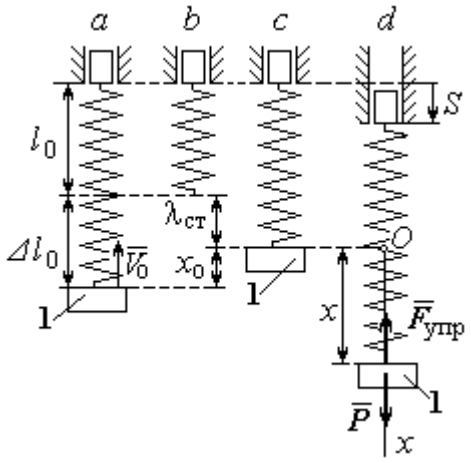


Рис. 4.13. Расчётная схема вынужденных колебаний груза: *a* – положение груза на начало колебаний; *b* – недеформированная пружина; *c* – статическое растяжение пружины под действием веса груза; *d* – положение груза в произвольный момент времени и перемещение точки подвеса пружины

Проекция силы упругости пружины на ось *Ox*

$$F_{\text{упр}\,x} = -c\Delta\ell = -c(x + \lambda_{\text{ст}} - S),$$

где $\Delta\ell$ – удлинение пружины, включающее её растяжение *x* относительно начала координат, растяжение $\lambda_{\text{ст}}$ при статическом равновесии груза и уменьшение растяжения при смещении верхнего конца, $\Delta\ell = (x + \lambda_{\text{ст}} - S)$.

С учетом выражения силы упругости получим дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось *Ox*:

$$m\ddot{x} = P - c(x + \lambda_{\text{ст}} - S).$$

В положении статического равновесия выполняется условие равенства сил: $P - c\lambda_{\text{ст}} = 0$.

После подстановки его в уравнение движения груза получаем дифференциальное уравнение вынужденных колебаний:

$$m\ddot{x} = -cx + cS, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = h\sin pt,$$

где ω – угловая частота собственных колебаний, $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$, ω = 19,81 рад/с; h – относительная амплитуда вынужденных колебаний, $h = \frac{ca}{m}$ = 7,85 м/с^2; p – угловая частота вынужденных колебаний, p = 10 рад/с.

При отсутствии резонанса (здесь $\omega \neq p$) общее решение уравнения вынужденных колебаний имеет вид $x = C_1 \cos\omega t + C_2 \sin\omega t + \frac{h}{\omega^2 - p^2} \sin pt$.

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 вычислим координату x_0 начального положения груза на оси Ox. Координата начального положения груза (см. рис. 4.13, *b*) $x_0 = \Delta\ell_0 - \lambda_{ст}$. Растяжение пружины в положении статического равновесия $\lambda_{ст} = \frac{P}{c}$ = 0,02 м, тогда x_0 = 0,08 м. Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения вынужденных колебаний при t = 0, получим: $C_1 = x_0$ = 0,08 м.

Для определения второй константы вычислим скорость груза в произвольный момент времени: $\dot{x} = -C_1 \omega \sin\omega t + C_2 \omega \cos\omega t + \frac{hp}{\omega^2 - p^2} \cos pt$. Проекция скорости груза в начальный момент на ось Ox $V_{0x} = -V_0$. Подставив начальное значение скорости груза при t = 0 $\dot{x} = V_{0x} = -V_0$, получим: $C_2 = -\frac{V_0}{\omega} - \frac{hp}{\omega(\omega^2 - p^2)} = -0{,}11$ м.

Окончательно уравнение движения груза 1 относительно положения статического равновесия, м.

$$x(t) = 0{,}08\cos 19{,}82t - 0{,}11\sin 19{,}82t - 0{,}03\sin 10t.$$

Амплитуда вынужденных колебаний $A_{вын} = \frac{h}{\omega^2 - p^2}$ = 0,03 м. Амплитуда собственных колебаний груза $A_{соб} = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$ = 0,14 м.

4.5. Теорема об изменении кинетической энергии точки

Работой $A(\vec{F})$ силы $\vec{F}$, постоянной по модулю и направлению, на конечном прямолинейном перемещении S_1 точки приложения силы называется величина $A(\vec{F}) = FS_1\cos\alpha$. Если угол α острый, работа силы положительна. Если угол α тупой, – отрицательна. При α = 90° сила перпендикулярна перемещению точки и работа силы равна нулю.

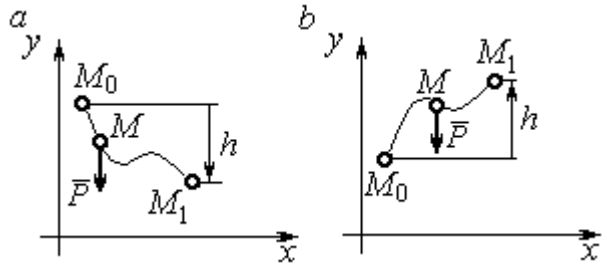


Рис. 4.14. Схема для вычисления работы силы тяжести:
a – перемещение точки сверху вниз;
b – перемещение точки снизу вверх

Работа силы тяжести материальной точки (вертикальной силы) при перемещении точки из положения M_0 в положение M_1 равна произведению модуля силы тяжести на вертикальное перемещение точки $A_{(M_0M_1)} = \pm Ph$, где P – величина силы тяжести точки; h – величина вертикального перемещения точки (рис. 4.14). Работа силы тяжести положительная, если начальная точка движения выше конечной, и отрицательная, – если ниже.

Работа силы упругости пружины на прямолинейном перемещении вдоль линии действия силы из положения недеформированной пружины на расстояние h определяется формулой $A(F_{\text{упр}}) = -\dfrac{ch^2}{2}$, где c – коэффициент жесткости (или просто жёсткость) пружины.

Кинетической энергией материальной точки называется скалярная величина $T = \dfrac{1}{2}mV^2$, где m – масса точки; V – её скорость. **Теорема об изменении кинетической энергии точки** заключается в том, что изменение кинетической энергии точки за конечный промежуток времени равно алгебраической сумме работ всех действующих на неё сил: $\dfrac{mV_1^2}{2} - \dfrac{mV_0^2}{2} = \sum A_{(M_0M_1)}$, где V_0, V_1 – скорость точки в начальном положении M_0 и в положении M_1; $\sum A_{(M_0M_1)}$ – сумма работ

всех сил, действующих на точку, при её перемещении из положения M_0 в положение M_1.

При несвободном движении точки сумма работ сил включает работу реакций связи. Если движение происходит без трения по неподвижной гладкой поверхности, то реакция связи направлена по нормали к поверхности и её работа при любом перемещении точки равна нулю.

Для определения реакций связи при несвободном движении точки используются уравнения движения точки в проекциях на оси естественной системы координат – касательную и нормальную: $m\frac{dV}{dt} = \sum F_\tau$, $m\frac{V^2}{\rho} = \sum F_n$, где $\sum F_\tau$, $\sum F_n$ – суммы проекций сил на касательную и нормальную оси естественной системы координат; ρ – радиус кривизны траектории точки.

4.6. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

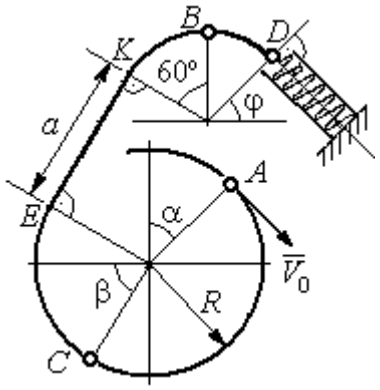
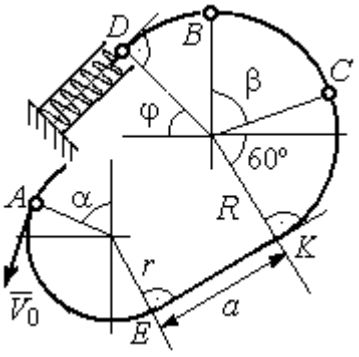
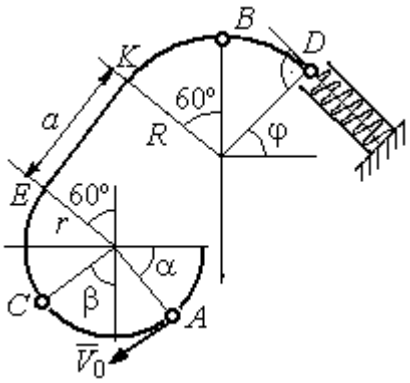
Тонкий стержень с надетым на него шариком массой m расположен в вертикальной плоскости и состоит из дуг окружностей радиусами r и $R = 2r$, соединённых прямолинейным отрезком EK, сопряжённым с дугами окружностей в точках E и K. В этих точках шарик переходит с одного участка стержня на другой, не изменяя величины и направления скорости. Длина отрезка $EK = a$.

В точке A, положение которой на дуге окружности определяется углом α, шарику сообщают начальную скорость V_0. По дугам окружностей шарик скользит без трения, а при движении по прямолинейному отрезку EK на него действует постоянная сила трения с коэффициентом трения f. На участках с вертикальным отрезком EK считать, что шарик прижимается к стержню силой, равной половине веса шарика.

Достигнув на дуге окружности точки D, шарик упирается в недеформированную пружину жёсткостью c и, продолжая движение по сопряженной прямой, сжимает её. Положение точки D определяется углом φ.

Определить величину максимального сжатия пружины, если шарик проходит наивысшее положении траектории – точку B со скоростью $V_B = kV_0$. При найденном значении начальной скорости рассчитать давление шарика на стержень в точке C, положение которой на дуге определяется углом β.

Варианты заданий приведены на рис. 4.15, 4.16. Исходные данные задания в табл. 4.3.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**	**Варианты № 3, 13, 23**
		

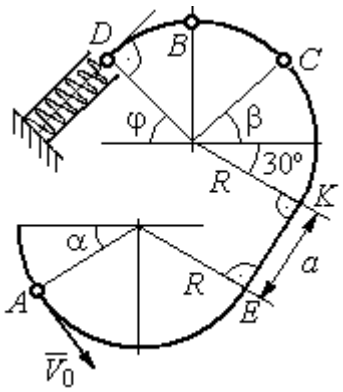
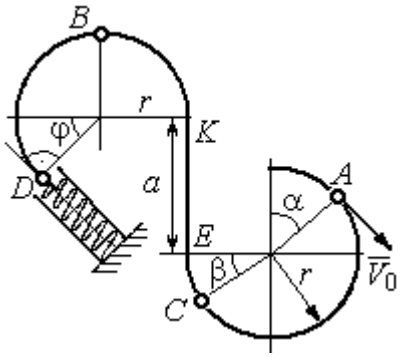
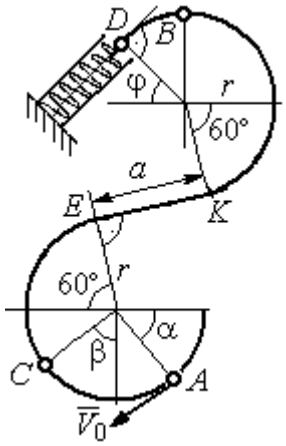
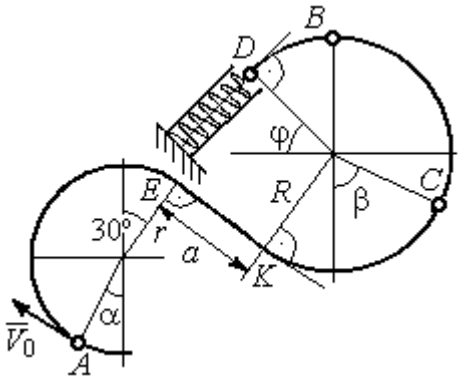
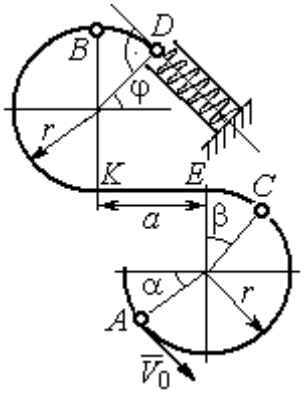
Варианты № 4, 14, 24	**Варианты № 5, 15, 25**	**Варианты № 6, 16, 26**
		

Рис. 4.15. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии.
Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Окончание вариантов задания Д3

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

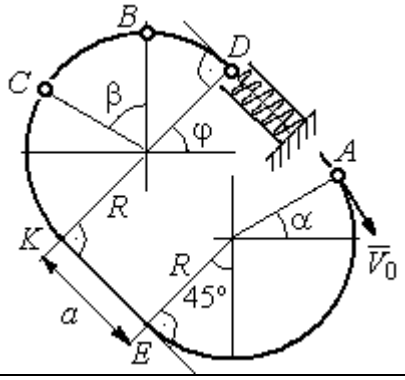
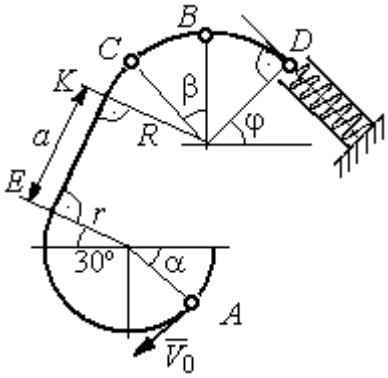
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 4.16. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии.
Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 4.3

Исходные данные задания Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
m, кг	0,8	0,5	0,6	0,4	1,0	0,6	0,9	0,5	0,3	0,4	0,8	0,6	0,5	0,3	1,0
α, град	30	45	0	30	30	0	0	45	30	0	60	30	30	45	60
β , град	60	30	60	0	60	30	60	60	30	45	30	60	60	30	30
φ, град	0	60	30	0	0	30	45	0	30	45	30	30	0	30	45
r, м	0,4	0,4	0,5	0,3	0,6	0,5	0,3	0,6	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,8
a, м	0,5	0,6	0,9	1,4	0,8	1,2	0,5	0,5	1,4	0,5	0,8	0,5	0,8	0,6	0,6
f	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3
k	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4
c, Н/м	100	80	90	80	120	100	90	80	60	80	90	60	80	60	110

Окончание табл. 4.3

Номер варианта задания	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
m, кг	0,6	0,5	0,6	0,4	0,8	0,5	0,4	1,0	0,6	0,5	0,4	0,8	0,4	0,6	0,8
α, град	60	30	0	45	60	90	90	60	60	90	30	60	60	45	90
β, град	60	30	45	90	60	45	90	60	60	30	30	60	60	0	60
φ, град	45	60	60	60	30	90	0	90	45	60	60	90	30	60	0
r, м	0,6	0,4	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,8	0,4	0,4	0,8	0,6	0,4
a, м	0,4	1,2	0,9	1,2	1,2	0,9	0,6	1,5	1,4	0,8	1,2	0,9	0,6	0,8	0,5
f	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
k	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
c, Н/м	80	60	90	60	100	90	80	110	80	60	60	80	60	80	100

Пример выполнения задания Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Тонкий стержень, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из двух дуг окружностей, сопряженных в точках E и K с прямолинейным отрезком EK длиной a = 0,6 м (рис. 4.17). Радиусы окружностей R = 1 м и r = 0,5 м. Диаметры дуг окружностей, проведённые в точках E и K, составляют с горизонтом угол 30°. На стержень надет шарик массой m = 0,5 кг. В точке A, положение которой на дуге радиуса R определяется углом α = 60° (см. рис. 4.17), шарику сообщают начальную скорость V_0, после чего он начинает движение. По дугам окружностей шарик скользит без трения. При движении по прямой EK на него действует постоянная сила трения с коэффициентом трения f = 0,2. Достигнув точки D на верхней дуге, шарик упирается в пружину жесткостью c = 100 Н/м и, двигаясь по сопряжённой прямой без трения, сжимает её. Найти величину максимального сжатия пружины, если наивысшее положение на траектории (точку B) шарик проходит со скоростью $V_B = kV_0$ при k = 0,3. При найденном значении начальной скорости рассчитать давление шарика на стержень в точке C, положение которой на дуге определяется углом $\beta = 90°$.

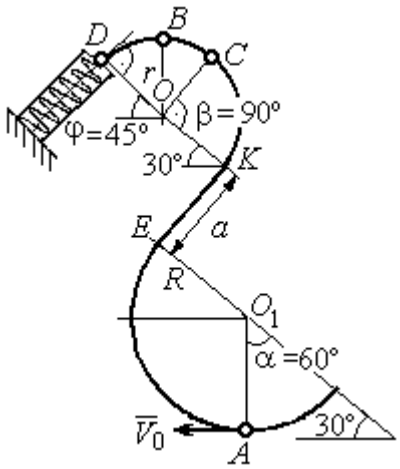


Рис. 4.17. Схема движения шарика

Решение

Рассмотрим движение шарика по стержню из начального положения A в наивысшее положение – точку B.

При движении шарика по дугам окружностей работу совершает только сила тяжести. Реакция гладкой поверхности стержня в любой момент времени перпендикулярна поверхности стержня, и потому её работа при перемещении шарика равна нулю.

На участке движении шарика по прямой EK на него действуют сила тяжести $\vec{P}$, нормальная реакция опоры $\vec{N}_{EK}$ и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ (рис. 4.18, b). Работу совершают сила тяжести и сила трения. Работа реакции опоры стержня равна нулю.

Обозначим $h_{(AB)}$ – перепад высот точек A и B на траектории; V_A – начальная скорость шарика в точке A, $V_A = V_0$; V_B – его скорость в точке B, $V_B = 0{,}3V_0$. Для вычисления перепада высот точек A и B имеем выражение (рис. 4.18, a):

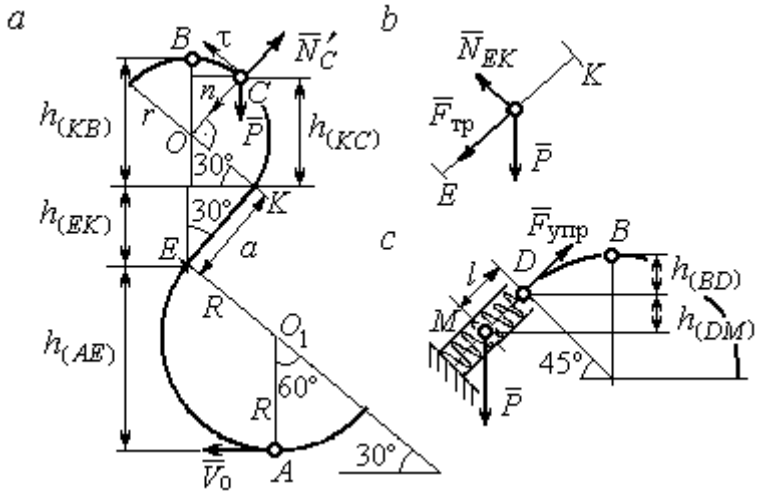


Рис. 4.18. Силы, действующие на шарик во время движения и перепады высот

$$h_{(AB)} = h_{(AE)} + h_{(EK)} + h_{(KB)} =$$

$$R(1+\sin 30^\circ) + a\cos 30^\circ +$$

$$r(1+\sin 30^\circ).$$

Будем считать шарик материальной точкой. Применяя теорему об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из положения A в положение B, получим: $\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = A(\vec{P}) + A(\vec{F}_{\text{тр}})$, где $A(\vec{P}) = -Ph_{(AB)}$, $A(\vec{F}_{\text{тр}}) = -F_{\text{тр}}a$ – работы, соответственно, силы тяжести на участке движения AB и силы трения на отрезке EK. Сила трения равна $F_{\text{тр}} = f \cdot N_{EK} = f \cdot mg\cos 60^\circ$ (рис. 4.18, a, b).

В результате, теорема об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из начального положения A в конечное положение B принимает

вид: $\frac{m(0{,}3V_0)^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -\,mg\left[(R+r)(1+\sin 30^\circ) + a(\cos 30^\circ + f\cdot\cos 60^\circ)\right]$. После подстановки данных задачи, получим: $0{,}91V_0^2 = 55{,}517$, откуда находим необходимое значение начальной скорости шарика: V_0 = 7,81 м/с.

Найдём давление шарика на стержень в точке *C*.

Проведём в точке *C* оси естественной системы координат – касательную $C\tau$ и нормаль Cn (рис. 4.18, *а*). Уравнение движения шарика в точке *C* в проекции на нормальную ось имеет вид: $m\frac{V_C^2}{r} = P\cos 30^\circ - N'_C$, где V_C – скорость шарика в точке *C*, N'_C – реакция стержня, приложенная к шарику. Направление реакции на рис. 4.18, *а* соответствует предположению, что шарик давит на стержень в направлении центра дуги окружности.

Для определения скорости шарика в точке *C* воспользуемся тем, что скорость шарика в точке *B* уже известна, и применим теорему об изменении кинетической энергии при движении шарика из начального положения *C* в конечное положение *B*. На этом участке движения работу совершает только сила тяжести шарика. Получим $\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_C^2}{2} = -Ph_{(CB)}$, где V_C, V_B – значения скорости шарика в точках *C* и *B*; $h_{(CB)}$ – перепад высот точек *C* и *B*; $h_{(CB)} = r(1-\sin 30^\circ)$ = 0,5*r* (см. рис. 4.18, *а*). В результате теорема об изменении кинетической энергии принимает вид: $mV_C^2 = mV_B^2 + 2mgh_{(CB)}$ или $V_C^2 = V_B^2 + gr$. Отсюда, при условии V_B=0,3V_0 = 2,34 м/с, найдём V_C = 3,22 м/с.

Реакция опоры шарика: $N'_C = P\cos 30^\circ - m\frac{V_C^2}{r}$ = – 6,12 Н.

Отрицательное значение реакции опоры шарика означает, что вектор реакции $\vec{N}'_C$ в точке *C* (см. рис. 4.18, *а*) направлен в противоположную сторону. Давление шарика на стержень в точке *C* равно модулю реакции опоры.

Найдём величину максимального сжатия пружины.

Рассмотрим движение шарика на участке от точки *B* до положения максимально сжатой пружины – точки *M*. Движение на этом участке происходит по дуге окружности *BD* и по прямой *DM*. При этом сила тяжести совершает работу на всём участке движения, а сила упругости – на отрезке сжатия пружины. Обозначим величину максимального сжатия пружины $MD = l$.

По теореме об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из положения *B* в *M* получим: $\frac{mV_M^2}{2} - \frac{mV_B^2}{2} = A(\vec{P}) + A(\vec{F}_{\text{упр}})$, где V_M, V_B – скорость шарика в точках *M* и *B*. Работа силы тяжести $A(\vec{P}) = Ph_{(BM)} =$ $= P\left[h_{(BD)} + h_{(DM)}\right] = mg\left[r\left(1 - \cos 45^\circ\right) + l\cos 45^\circ\right]$. Работа силы упругости на прямолинейном участке *DM* длиной *l*: $A(\vec{F}_{\text{упр}}) = -\frac{cl^2}{2}$. Условие максимального сжатия пружины означает, что в точке *M* скорость шарика обращается в нуль: $V_M = 0$, тогда теорема об изменении кинетической энергии точки принимает вид: $-\frac{mV_B^2}{2} = mg\left[r\left(1 - \cos 45^\circ\right) + l\cos 45^\circ\right] - \frac{cl^2}{2}$. Подставляя данные задачи и с учётом того, что скорость шарика в наивысшей точке *B* найдена из предыдущих рассуждений $V_B = 2{,}34$ м/с, получим квадратное уравнение для определения величины максимального сжатия пружины $50l^2 - 3{,}468l - 2{,}085 = 0$. В качестве ответа принимается положительный корень уравнения $l = 0{,}24$ м.

. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

5.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы

Поступательное движение твердого тела описывается теоремой о движении центра масс механической системы. В проекциях на координатные оси дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела имеют вид: $m\ddot{x}_C = \sum F^e_{kx}$, $m\ddot{y}_C = \sum F^e_{ky}$, $m\ddot{z}_C = \sum F^e_{kz}$, где m – масса тела; x_C, y_C, z_C – координаты центра масс тела; F^e_{kx}, F^e_{ky}, F^e_{kz} – проекции на оси координат внешних сил, действующих на твердое тело.

Вращательное движение твердого тела относительно неподвижной оси z описывается теоремой об изменении кинетического момента.

Дифференциальное уравнения вращательного движения тела имеет вид:

$$J_z \frac{d\omega}{dt} = \sum M_z(\vec{F}^e_k) \quad \text{или} \quad J_z\ddot{\varphi} = \sum M_z(\vec{F}^e_k),$$

где ω – угловая скорость тела; $\omega = \dot{\varphi}$; φ – угол поворота тела; $\sum M_z(\vec{F}^e_k)$ – моменты внешних сил относительно оси z; J_z – момент инерции тела относительно оси z.

Уравнение вращательного движения можно представить в алгебраической форме: $J_z\varepsilon = \sum M_z(\vec{F}^e_k)$, где ε – угловое ускорение тела; $\varepsilon = \dot{\omega}$.

Плоскопараллельное движение твердого тела описывается на основании теорем о движении центра масс и изменении кинетического момента относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения. В проекции на координатные оси уравнения плоскопараллельного движения тела имеют вид:

$$ma_{Cx} = \sum F^e_{kx}, \quad ma_{Cy} = \sum F^e_{ky}, \quad J_{zC}\varepsilon = \sum M_{zC}(\vec{F}^e_k),$$

где a_{Cx}, a_{Cy} – проекции ускорения центра масс тела на координатные оси; F^e_{kx},

F_{ky}^{e} – проекции на оси координат внешних сил, действующих на тело; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси z, проходящей через центр масс, перпендикулярно плоскости движения; ε – угловое ускорение тела; $M_{zC}(\vec{F}_k^{\,e})$ – моменты внешних сил относительно оси, проходящей через центр масс.

Проводя динамический расчет механической системы, следует рассматривать движение тел системы в отдельности, предварительно освободив их от связей и заменив действие связей реакциями. Далее на основании общих теорем динамики системы следует составить уравнения движения каждого тела.

5.2. Задание Д4. Динамический расчет механической системы

Механизм состоит из трёх тел – груза 1, катка 2 и блока 3, соединенных нерастяжимыми нитями или невесомыми стержнями.

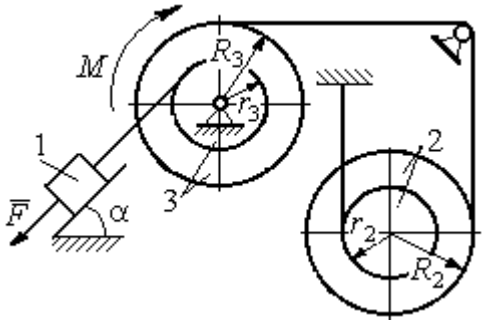
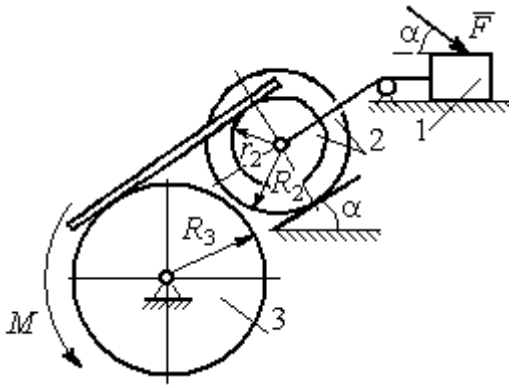
Движение механизма происходит в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом *M*. Направление действия силы $\vec{F}$ определяется углом α. Качение катка 2 происходит без скольжения. Проскальзывание между дисками и соединяющими их невесомыми стержнями или нитями отсутствует.

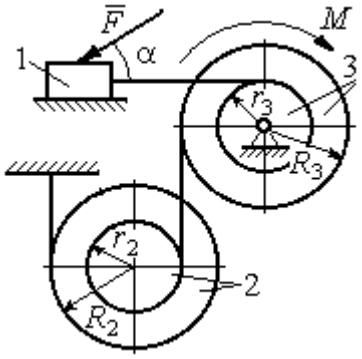
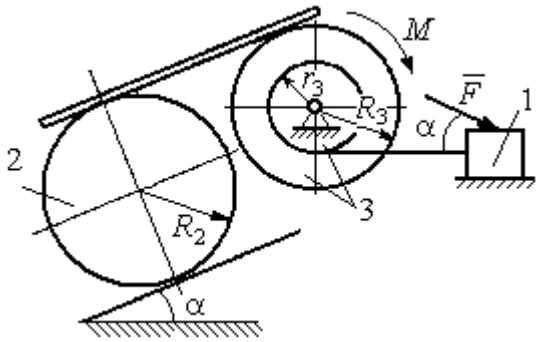
Радиусы ступеней катка 2 и блока 3 на схемах обозначены R_2, r_2 и R_3, r_3.

Сплошные диски считать однородными. Радиусы инерции неоднородных (ступенчатых) дисков относительно осей, проходящих через центры масс перпендикулярно плоскости движения, равны i_{z2}, i_{z3}.

Найти ускорение груза 1 и динамические реакции, действующие на ось блока 3.

Варианты заданий представлены на рис. 5.1, 5.2. Исходные данные приведены в табл. 5.1.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	

Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	

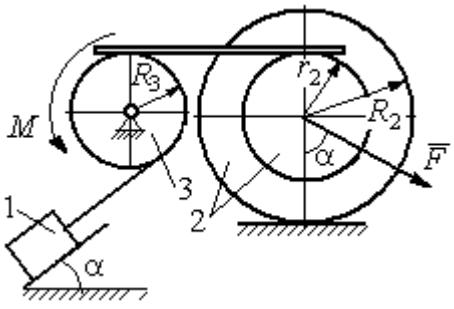
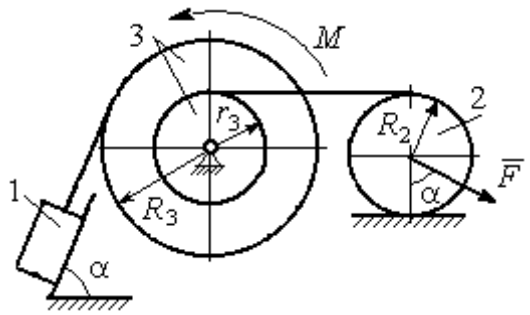
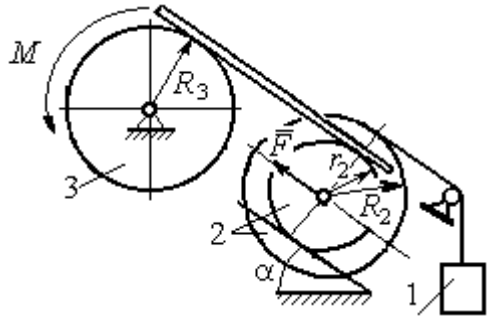
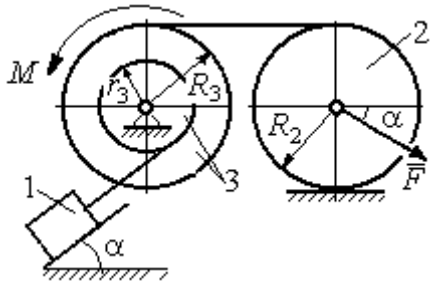
Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Рис. 5.1. Задание Д4. Динамический расчёт механической системы.
Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Окончание вариантов задания Д4

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

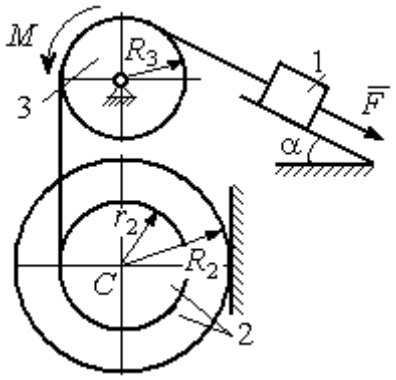
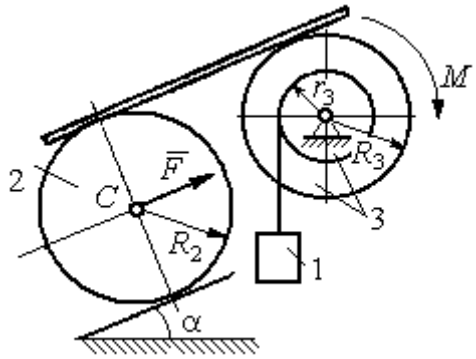
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 5.2. Задание Д4. Динамический расчёт механической системы.
Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 5.1

Исходные данные задания Д4. Динамический расчёт механической системы

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	α, град	R_2, м	r_2, м	R_3, м	r_3, м	i_{z2}, м	i_{z3}, м
1	P	P	$2P$	P	$2Pr$	60	$3r$	r	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
2	$3P$	P	$3P$	$3P$	Pr	30	$2r$	r	$2r$	–	$2r$	–
3	$4P$	$3P$	$4P$	$2P$	$2Pr$	60	$2r$	r	$2r$	r	$2r$	$2r$
4	$2P$	$2P$	$4P$	P	$4Pr$	45	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
5	P	$3P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	r	r	–	$2r$	–
6	P	$2P$	$4P$	$4P$	$6Pr$	60	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
7	P	$2P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	45	$3r$	r	r	-	$r\sqrt{3}$	–

Окончание табл. 5.1

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	α, град	R_2, м	r_2, м	R_3, м	r_3, м	i_{z2}, м	i_{z3}, м
8	$2P$	$3P$	$3P$	P	$3Pr$	30	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{3}$
9	$3P$	P	$3P$	P	$2Pr$	30	$2r$	r	$2r$	–	$r\sqrt{2}$	–
10	P	P	$3P$	P	$2Pr$	60	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{3}$
11	P	P	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	$2r$	$2r$	r	$r\sqrt{2}$	$r\sqrt{2}$
12	$2P$	P	$2P$	$4P$	Pr	60	$3r$	r	$3r$	–	$r\sqrt{3}$	–
13	$3P$	P	$3P$	$3P$	$2Pr$	30	$3r$	$2r$	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
14	$2P$	P	$3P$	$2P$	$4Pr$	60	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$2r$
15	P	$2P$	$4P$	P	$4Pr$	45	$3r$	$2r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$	–
16	P	$3P$	$4P$	$2P$	$3Pr$	30	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{2}$
17	P	P	$3P$	$2P$	$6Pr$	60	$3r$	r	$3r$	-	$r\sqrt{3}$	
18	$2P$	$2P$	$3P$	P	$3Pr$	60	$2r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
19	$2P$	P	$2P$	$3P$	$4Pr$	30	$3r$	r	$3r$	–	$2r$	–
20	P	P	$3P$	P	$2Pr$	45	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{3}$
21	$2P$	P	$4P$	$2P$	$4Pr$	60	$2r$	r	$3r$	r	$r\sqrt{2}$	$2r$
22	P	P	$2P$	$5P$	$2Pr$	45	$3r$	$2r$	$2r$	–	$2r$	–
23	$2P$	$2P$	$3P$	$3P$	$2Pr$	60	$3r$	r	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
24	$4P$	P	$3P$	P	$3Pr$	30	$2r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{3}$
25	P	$3P$	$2P$	P	$2Pr$	60	$3r$	r	r	–	$r\sqrt{3}$	–
26	P	$3P$	$4P$	$3P$	$3Pr$	45	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$
27	P	P	$4P$	$2P$	$4Pr$	30	$2r$	r	$2r$	-	$r\sqrt{3}$	
28	$2P$	$3P$	$3P$	P	$6Pr$	30	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$r\sqrt{2}$
29	$2P$	P	$2P$	$2P$	$2Pr$	45	$2r$	r	r	–	$2r$	–
30	P	P	$4P$	P	$4Pr$	60	$3r$	–	$3r$	$2r$	–	$2r$

Пример выполнения задания Д4. Динамический расчёт механической системы

Механизм (рис. 5.3) состоит из груза 1, однородного диска – катка 2 и неоднородного диска – блока 3, соединённых друг с другом нерастяжимыми нитями. Система движется в вертикальной плоскости из состояния покоя.

Движение происходит под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, равных по модулю: $P_1 = 2P$, $P_2 = 2P$, $P_3 = 3P$, силы $\vec{F}$, приложенной в центре масс катка 2, равной по величине: $F = 3P$, и пары сил с моментом $M = Pr$, приложенных

к блоку 3. Механизм является неизменяемой механической системой. Радиус катка 2 $R_2 = 2r$. Качение катка по наклонной плоскости происходит без проскальзывания. Радиусы ступенчатого блока 3: $R_3 = 3r$, $r_3 = r$. Радиус инерции блока 3 $i_3 = r\sqrt{3}$.

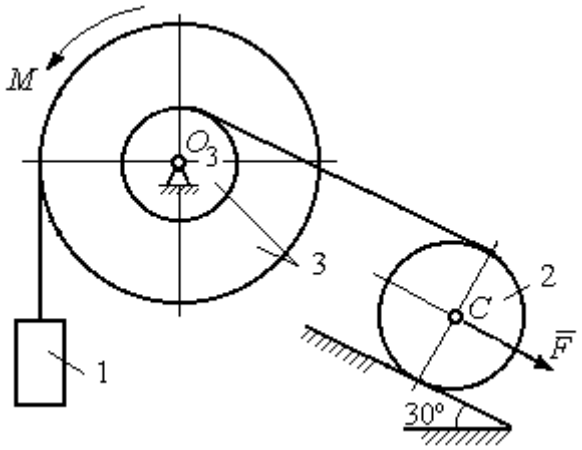


Рис. 5.3. Схема механической системы

Применяя метод динамического расчета механической системы найти ускорение груза 1 и динамические реакции, действующие на ось вращающегося блока 3.

Решение

Освобождаем систему от связей. На рис. 5.4 изображены внешние силы, действующие на каждое тело, после освобождения его от связей.

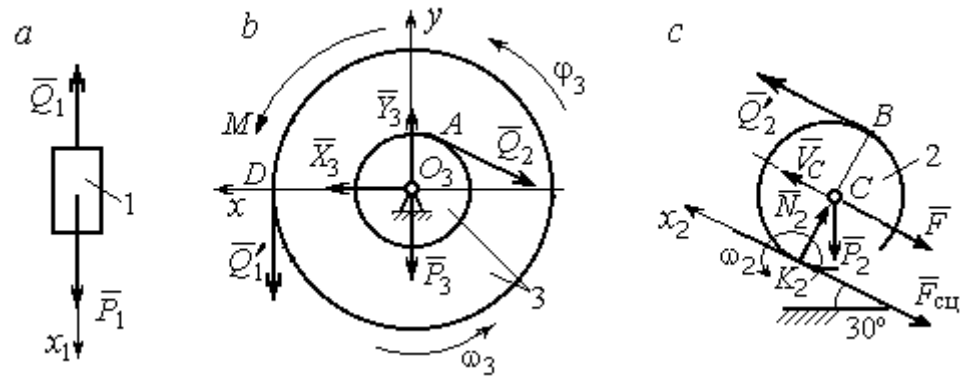


Рис. 5.4. Расчетные схемы для описания движения тел, входящих в систему:
a – поступательное движение груза 1; *b* – вращательное движение блока 3;
c – плоское движение катка 2

Груз 1 совершает поступательное движение. К нему приложены сила тяжести $\vec{P}_1$ и реакция нити $\vec{Q}_1$ (рис. 5.4, *a*). Предположим, груз 1 движется вниз, и направим ось x_1 в сторону движения груза.

Уравнение движения груза в проекции на ось x_1 в соответствии с теоремой о движении центра масс механической системы имеет вид:

$$m_1 a_1 = \sum F_{kx} = P_1 - Q_1 = 2P - Q_1,$$

где m_1, a_1 – соответственно, масса груза 1 и его ускорение, $m_1 = \frac{P_1}{g} = \frac{2P}{g}$.

Блок 3 вращается вокруг неподвижной оси *z*, проходящей через его центр масс O_3, перпендикулярно плоскости диска. Направление вращения блока, соответствующее выбранному движению вниз груза 1, показано на рис. 5.4, *b* дуговой стрелкой ω_3.

На блок действуют сила тяжести $\vec{P}_3$, силы реакции подшипника $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$, момент *M* и реакции нитей $\vec{Q}_1'$ и $\vec{Q}_2$ (см. рис. 5.4, *b*). При составлении уравнения вращательного движения блока 3 моменты сил считаем положительными, если они поворачивают блок в сторону его вращения.

Уравнение вращения блока 3 имеет вид:

$$J_{zO_3}\varepsilon_3 = \sum M_{zO_3}(F_k) = Q_1'R_3 + M - Q_2r_3 = Q_1 3r + Pr - Q_2r,$$

где J_{zO_3} – момент инерции блока 3 относительно оси *z*; ε_3 – угловое ускорение диска 3, $J_{zO_3} = m_3 i_3^2 = \frac{P_3}{g}(r\sqrt{3})^2 = \frac{9Pr^2}{g}$.

Каток 2 совершает плоскопараллельное движение. К нему приложены сила тяжести $\vec{P}_2$, сила $\vec{F}$, реакция нити $\vec{Q}_2'$ и реакция наклонной плоскости, состоящая из нормальной реакции опоры $\vec{N}_2$ и силы сцепления катка с поверхностью $\vec{F}_{\text{сц}}$. Согласно принципу равенства действия и противодействия, модули сил $\vec{Q}_2$ и $\vec{Q}_2'$ равны. На рис. 5.4, *c* показаны направления действия сил, приложенных к диску 2. В соответствии с направлением движения груза 1, центр масс катка 2 движется вверх параллельно наклонной плоскости. Направление движения центра масс катка 2 показано направлением оси x_2. Направление вращения катка 2 показано дуговой стрелкой угловой скорости ω_2 (см. рис 5.4, *c*).

Плоскопараллельное движение катка 2 описывается уравнением движения его центра масс и уравнением вращения вокруг оси, проходящей через центр масс, перпендикулярно плоскости диска. Составляя уравнение движения, получим:

$$m_2 a_C = Q_2' - F - F_{\text{сц}} - P_2\cos 60^\circ = Q_2 - 3P - F_{\text{сц}} - P,$$

$$J_C\varepsilon_2 = Q_2'R_2 + F_{\text{сц}}R_2 = Q_2 2r + F_{\text{сц}}2r,$$

где m_2 – масса катка 2, $m_2 = \frac{P_2}{g} = \frac{2P}{g}$; a_C, ε_2 – ускорение центра масс и угловое ускорение катка 2; J_C – момент инерции однородного катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс, перпендикулярно плоскости диска, $J_C = \frac{m_2 R_2^2}{2} = \frac{PR_2^2}{g} = \frac{4Pr^2}{g}$. В уравнении вращательного движения диска момент силы считается положительным, если создаваемый им поворот направлен в сторону вращения диска,

К системе четырех уравнений, описывающих движения тел в системе, необходимо добавить уравнения связей. Если предположить, что скорость центра масс катка 2 равна V_C, то угловая скорость катка определится по формуле: $\omega_2 = \frac{V_C}{CK_2} = \frac{V_C}{R_2}$, где CK_2 – расстояние от центра масс катка 2 до его мгновенного центра скоростей (см. рис. 5.4, *c*). Продифференцировав по времени последнее равенство, получим уравнение связи между ускорением центра масс катка 2 и его угловым ускорением: $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \frac{\dot{V}_C}{R_2} = \frac{a_C}{R_2} = \frac{a_C}{2r}$.

Скорость точки B катка 2 (см. рис. 5.4, *c*) $V_B = \omega_2 \cdot BK_2 = \frac{V_C}{R_2} 2R_2 = 2V_C$. Точка B катка 2 и точка A блока 3 соединены нитью (см. рис. 5.3), поэтому их скорости равны. Приравняв скорости точек A и B, получим равенство: $2V_C = V_B = V_A = \omega_3 r_3 = \omega_3 r$, откуда $\omega_3 = \frac{2V_C}{r}$. После дифференцирования последнего выражения найдём соотношение между ускорениями: $\varepsilon_3 = \frac{2a_C}{r}$.

Скорость груза 1 связана со скоростью центра масс диска 2 следующим образом: $V_1 = V_D = \omega_3 R_3 = \frac{2V_C}{r} 3r = 6V_C$. Тогда $a_1 = 6a_C$.

В результате получены четыре уравнения, описывающие движение тел в системе:

$$\frac{2P}{g}a_1 = 2P - Q_1, \quad \frac{9Pr^2}{g}\varepsilon_3 = Q_1 3r + Pr - Q_2 r;$$

$$\frac{2P}{g}a_C = Q_2 - 3P - F_{\text{сц}} - P, \quad \frac{4Pr^2}{g}\varepsilon_2 = Q_2 2r + F_{\text{сц}} 2r$$

и три уравнения связей: $\varepsilon_2 = \frac{a_C}{2r}$, $\varepsilon_3 = \frac{2a_C}{r}$, $a_1 = 6a_C$.

После подстановки уравнений связи в уравнения движения тел получим систему четырёх уравнений с четырьмя неизвестными:

$$\frac{12P}{g}a_C = 2P - Q_1, \quad \frac{18P}{g}a_C = 3Q_1 + P - Q_2,$$

$$\frac{2P}{g}a_C = Q_2 - 4P - F_{\text{сц}}, \quad \frac{P}{g}a_C = Q_2 + F_{\text{сц}},$$

которая может быть решена любым известным из курса математики способом.

Например, исключив из первых двух уравнений величину Q_1, а из третьего и четвёртого уравнений – величину $F_{\text{сц}}$, получим систему двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\frac{54P}{g}a_C = 7P - Q_2, \; \frac{3P}{g}a_C = 2Q_2 - 4P,$$

откуда $a_C = \frac{10}{111}g$, $Q_2 = \frac{79}{37}P$. Величину натяжения нити Q_1 находим из первого уравнения исходной системы: $Q_1 = \frac{34}{37}P$.

Для вычисления динамической реакции R_3 оси блока 3 заметим, что центр масс блока 3 неподвижен и его ускорение равно нулю, $\vec{a}_{O_3} = 0$. Тогда уравнения движения центра масс блока 3 в проекциях на оси *x*, *y* имеют вид :

$$m_3 a_{O_3 x} = X_3 - Q_2 \cos 30^\circ = 0, \; m_3 a_{O_3 y} = Y_3 - Q_1 - P_3 - Q_2 \cos 60^\circ = 0,$$

где X_3, Y_3, – проекции реакции R_3 оси вращающегося блока 3 на оси *x*, *y* (см. рис. 5.4, *b*). Отсюда, с учетом значений $Q_1 = 0{,}919P$ и $Q_2 = 2{,}135P$, проекции динамической реакции оси блока 3: $X_3 = Q_2 \cos 30^\circ = 1{,}85P$, $Y_3 = Q_1 + P_3 + Q_2 \cos 60^\circ =$

4,98P. Полная величина динамической реакции оси блока 3: $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2}$ = 5,31P.

5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы

Кинетическая энергия тела при поступательном движении: $T = \frac{1}{2} m V_C^2$, где m – масса тела; V_C – скорость центра масс тела. **Кинетическая энергия тела при вращательном движении** вокруг неподвижной оси z: $T = \frac{1}{2} J_z \omega^2$, где J_z – момент инерции тела относительно оси z; ω – угловая скорость тела. Для дисков с равномерно распределённой массой момент инерции относительно оси z, проходящей через центр масс: $J_z = \frac{1}{2} m R^2$, где R – радиус диска. Для тел с неравномерно распределённой массой $J_z = m i_z^2$, где i_z – радиус инерции. **Кинетическая энергия тела при плоскопараллельном движении:** $T = \frac{1}{2} m V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega^2$, где m – масса тела; V_C, ω – скорость центра масс и угловая скорость тела; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси z, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения.

Работа постоянной по модулю и направлению силы $\vec{F}$ на конечном прямолинейном перемещении S точки приложения силы: $A(F) = FS\cos\alpha$, где α – угол между вектором силы и перемещением. Если угол α острый, работа положительна. Если тупой – отрицательна. При α = 90° сила перпендикулярна перемещению точки и работа силы равна нулю.

Работа пары сил с постоянным моментом M при повороте тела на конечный угол φ: $A = \pm M\varphi$, где φ – угол поворота тела. Работа считается положительной, если пара сил стремится повернуть тело в направлении его вращения, и отрицательной – в противном случае.

Мощностью силы $\vec{F}$ называют величину $N(F)$, равную скалярному произведению силы на скорость точки её приложения: $N(F) = \vec{F} \cdot \vec{V} = = F \cdot V\cos\alpha$, где V – скорость точки приложения силы; α – угол между вектором силы и вектором скорости точки приложения силы.

При плоском движении тела мощность силы выражается суммой скалярных произведений векторов: $N = \vec{F} \cdot \vec{V}_O + \vec{M}_O(\vec{F}) \cdot \vec{\omega} = F \cdot V_O\cos\alpha \pm Fh_O\omega$, где $\vec{V}_O$ – вектор скорости точки, выбранной полюсом; $\vec{\omega}$ – вектор угловой скорости тела; $\vec{M}_O$ – вектор момента силы $\vec{F}$ относительно полюса; h_O – плечо силы $\vec{F}$ относительно полюса O.

Теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. Производная по времени от кинетической энергии системы равна сумме мощностей внешних и внутренних сил $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e) + \sum N(\vec{F}_k^i)$, где T – кинетическая энергия системы; $\sum N(\vec{F}_k^e)$, $\sum N(\vec{F}_k^i)$ – сумма мощностей, соответственно, внешних и внутренних сил.

Теорема об изменении кинетической энергии системы на конечном перемещении. Изменение кинетической энергии системы на её конечном перемещении равно сумме работ внешних и внутренних сил, действующих на систему $T - T_0 = \sum A(\vec{F}_k^e) + \sum A(\vec{F}_k^i)$, где T, T_0 – кинетическая энергия системы, соответственно, в текущем и начальном состояниях; $\sum A(\vec{F}_k^e)$, $\sum A(\vec{F}_k^i)$ – сумма работ внешних и внутренних сил при перемещении системы из начального состояния в текущее.

Механические системы, состоящие из абсолютно твердых тел, соединенных гибкими нерастяжимыми нитями, называются **неизменяемыми**. В неизменяемых системах сумма работ внутренних сил и, следовательно, сумма мощностей этих сил равны нулю. Поэтому для таких систем в теореме об изменении кинетической энергии достаточно учитывать только внешние силы.

5.4. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Неизменяемая механическая система состоит из ступенчатого и однородного дисков, соединённых нерастяжимой нитью или невесомым стержнем. Нити и стержни, соединяющие диски, параллельны плоскостям качения дисков. Качение дисков без скольжения. Скольжение между невесомым стержнем и дисками отсутствует.

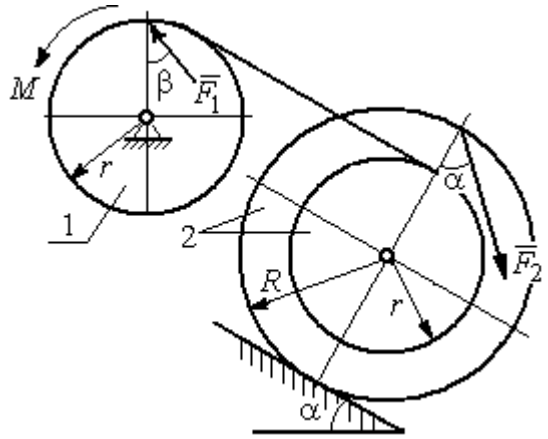
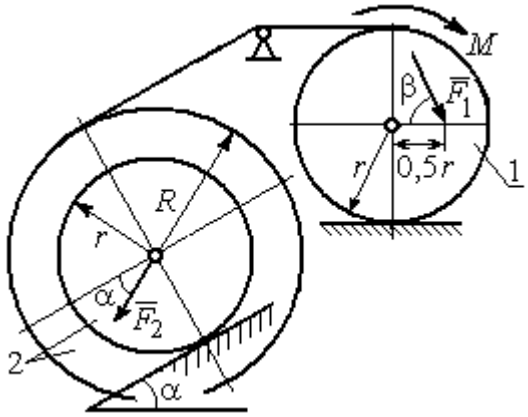
Вес дисков P_1 и P_2. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ и пары сил с моментом M. Направления действия сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ и наклон плоскости (если он есть) определяются углами α или β, показанными на схемах механизмов.

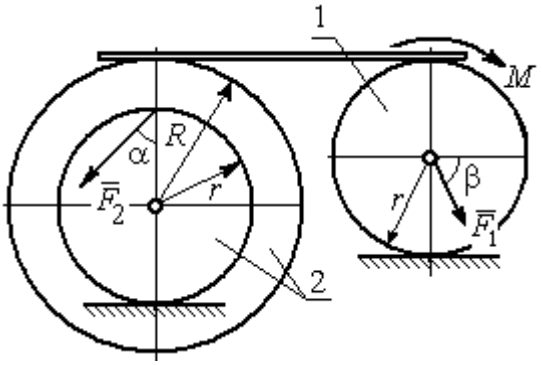
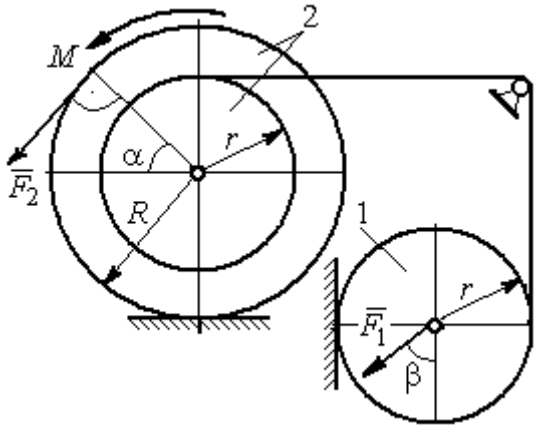
Радиус однородного диска r. Радиусы ступеней ступенчатого диска R и r. Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z.

1. Найти ускорение центра масс диска 2.

2. Найти реакцию опоры диска 2 на плоскость (её нормальную составляющую и силу сцепления диска с плоскостью).

Варианты задания приведены на рис. 5.5, 5.6, исходные данные представлены в табл. 5.2.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	

Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	

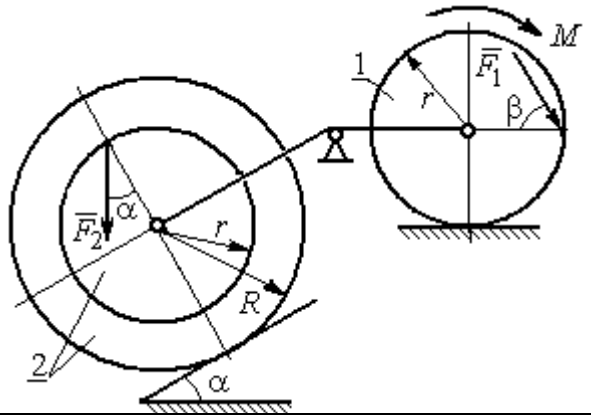
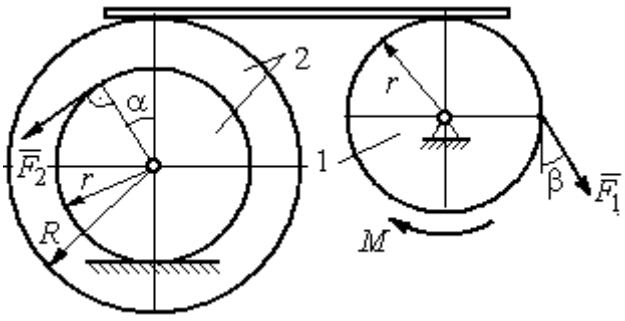
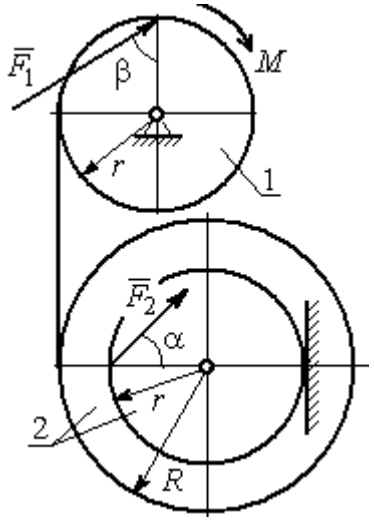
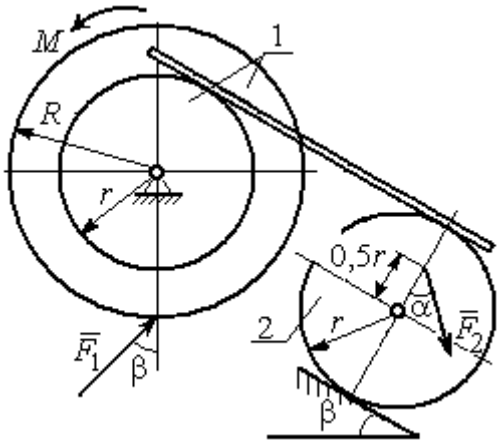
Вариант № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Рис. 5.5. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии. Варианты задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Окончание вариантов задания Д5

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

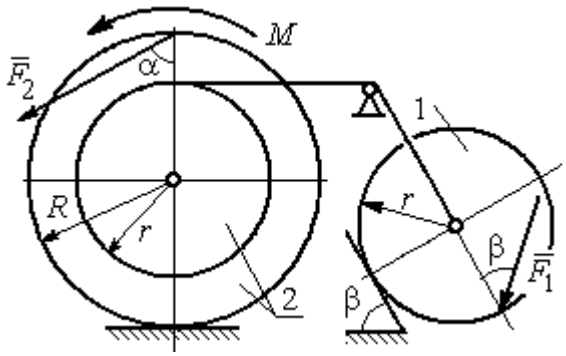
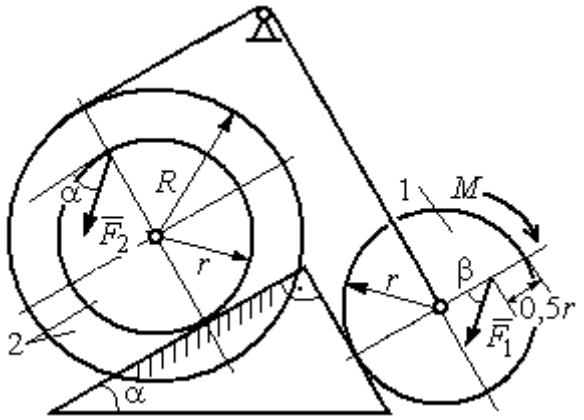
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты 10, 20, 30**
	

Рис. 5.6. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии. Варианты задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 5.2

Исходные данные задания Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	F_1, Н	F_2, Н	M, Н·м	α, град	β, град	R, м	r, м	i_z, м
1	10	20	15	20	25	30	60	0,4	0,3	0,3
2	20	30	10	20	20	60	30	0,6	0,3	0,4
3	10	15	12	20	25	60	60	1,2	0,6	0,8
4	12	25	20	25	35	30	30	1,5	0,5	1,2

Окончание табл. 5.2

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	F_1, Н	F_2, Н	M, Н·м	α, град	β, град	R, м	r, м	i_z, м
5	15	20	10	20	30	60	30	0,8	0,4	0,7
6	18	20	18	22	22	45	60	1,2	0,4	0,9
7	15	25	10	8	20	45	45	0,9	0,6	0,7
8	25	22	10	12	30	45	60	1,0	0,8	0,9
9	12	25	18	10	32	30	30	0,8	0,6	0,7
10	10	15	8	10	28	60	30	1,4	0,7	1,2
11	15	22	20	25	30	60	45	0,6	0,4	0,5
12	20	25	15	40	30	30	60	0,8	0,4	0,6
13	10	20	10	25	30	45	30	1,0	0,5	0,9
14	12	15	18	15	25	30	30	0,9	0,3	0,8
15	20	25	20	20	30	45	60	1,0	0,5	0,8
16	10	15	10	15	16	60	45	1,2	0,4	1,1
17	18	25	12	10	30	30	30	1,5	0,9	1,3
18	25	20	10	15	20	60	60	0,8	0,5	0,7
19	12	25	10	10	32	60	60	1,2	0,9	1,1
20	15	20	8	20	25	30	45	0,8	0,4	0,7
21	10	25	25	15	30	45	30	0,7	0,5	0,6
22	18	20	20	20	35	60	45	1,4	0,7	0,9
23	10	15	10	30	30	30	30	1,4	0,7	0,8
24	10	15	12	20	20	30	30	1,2	0,4	0,8
25	12	18	20	18	30	60	30	1,2	0,6	1,1
26	10	12	12	15	15	30	30	0,9	0,3	0,8
27	15	22	10	12	20	45	60	0,8	0,6	0,7
28	22	20	8	16	8	30	45	0,6	0,2	0,4
29	18	25	10	8	32	60	60	1,2	0,8	1,1
30	20	25	8	20	28	30	30	0,8	0,4	0,6

Пример выполнения задания Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Механическая система состоит из ступенчатого и однородного дисков, соединённых невесомым стержнем (рис. 5.7). Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести, сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ и пары сил с моментом M. Направления действия сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ определяются углами α и β.

Диск 1 вращается вокруг неподвижной оси O_1. Диск 2 катится прямолинейно по горизонтальной поверхности. Качение диска 2 без проскальзывания. Невесомый стержень, соединяющий диски, расположен горизонтально. Скольжение между стержнем и дисками отсутствует.

Определить ускорение центра масс диска 2, угловое ускорение дисков, усилие в стержне, динамическую реакцию шарнира O_1, реакцию опоры диска 2 (её нормальную составляющую и силу сцепления диска с поверхностью качения), если модули сил тяжести P_1 = 40 Н, P_2 = 60 Н, модули сил F_1 = 80 Н, F_2 = 30 Н, величина момента M = 35 Н·м, углы наклона сил α = 30°, β = 45°, радиусы дисков R = 0,8 м, r = 0,6 м, радиус инерции диска 2 i_z = 0,4 м.

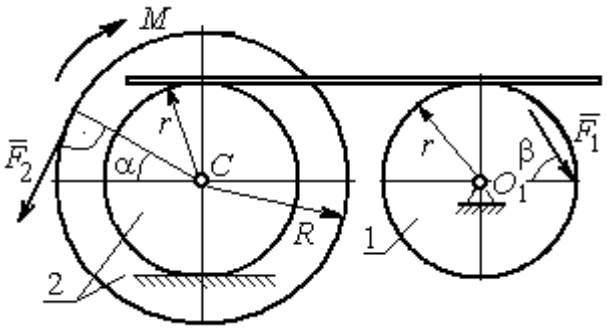


Рис. 5.7. Схема движения механической системы

Решение

Предположим, что во время движения системы диск 1 вращается по ходу часовой стрелки. Угловые скорости ω_1 и ω_2 дисков 1 и 2 и скорость центра масс диска 2 показаны на рис. 5.8.

На диск 1 действуют силы: $\vec{F}_1$, сила тяжести $\vec{P}_1$ и реакция шарнира O_1, разложенная на составляющие $\vec{X}_1$, $\vec{Y}_1$. На диск 2: сила $\vec{F}_2$, сила тяжести $\vec{P}_2$, пара сил с моментом M, нормальная реакция опоры $\vec{N}$ и сила сцепления диска 2 с поверхностью $\vec{F}_{\text{сц}}$. Направления действия сил показаны на рис. 5.8.

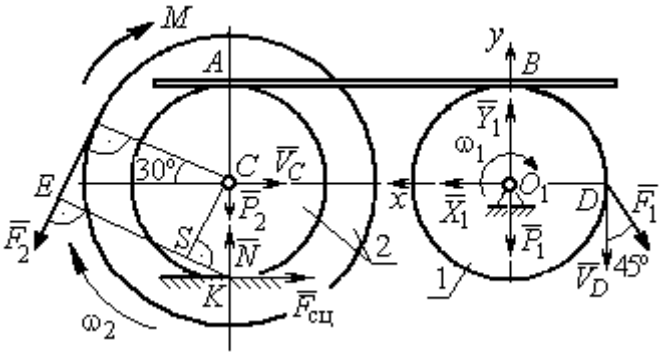


Рис. 5.8. Расчетная схема для исследования движения системы

Для решения задачи воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. По условию задачи рассматриваемая система неизменяемая и, следовательно, сумма мощностей внутренних сил равна нулю. В этом случае теорема об изменении кинетической энергии системы принимает вид $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e)$, где T – энергия системы в текущем положении; $\sum N(\vec{F}_k^e)$ – суммарная мощность внешних сил.

Найдём кинетическую энергию системы и выразим её через скорость центра масс диска 2.

Кинетическая энергия вращательного движения диска 1: $T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2$, где ω_1 – угловая скорость диска 1; J_{zO_1} – осевой момент инерции диска 1, $J_{zO_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$. Диск 2 движется плоскопараллельно. Его кинетическая энергия определяется по формуле: $T_2 = \frac{1}{2} m_2 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2$, где V_C, ω_2 – скорость центра масс и угловая скорость диска 2; J_{zC} – момент инерции ступенчатого диска 2 относительно оси *z*, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_{zC} = m_2 i_z^2$.

У диска 2 мгновенный центр скоростей находится в точке касания его с неподвижной поверхностью (точка *K* на рис. 5.8). Тогда скорость точки *C* определяется по формуле $V_C = \omega_2 \cdot CK = \omega_2 r$, откуда $\omega_2 = \frac{V_C}{r}$. Скорость точки *A* $V_A = \omega_2 \cdot AK = \omega_2 2r$, или $V_A = 2V_C$.

Так как нет проскальзывания между стержнем и дисками, скорость точки A на диске 2 равна скорости точки *B* на диске 1, причём $V_B = \omega_1 r$. Приравнивая скорости $V_B = V_A$, найдем $\omega_1 = \frac{2V_C}{r}$.

С учетом найденных зависимостей кинетические энергии дисков 1 и 2 и суммарная энергия системы имеют вид

$$T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_1 r^2}{2g} \left(\frac{2V_C}{r} \right)^2 = \frac{P_1}{g} V_C^2;$$

$$T_2 = \frac{1}{2} m_2 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_2}{g} V_C^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{P_2}{g} i_z^2 \left(\frac{V_C}{r} \right)^2;$$

$$T = T_1 + T_2 = \frac{P_1}{g} V_C^2 + \frac{1}{2} \frac{P_2}{g} \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) V_C^2.$$

Производная по времени от кинетической энергии системы

$$\frac{dT}{dt} = 2V_C \frac{dV_C}{dt}\left[\frac{P_1}{g} + \frac{P_2}{2g}\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right)\right].$$

Найдем сумму мощностей внешних сил. Отметим, что мощности силы тяжести $\vec{P}_1$ и сил реакции $\vec{X}_1$, $\vec{Y}_1$ подшипника O_1 равны нулю, так как нет перемещения точек приложения этих сил. Мощности сил $\vec{N}$ и $\vec{F}_{\text{сц}}$ – нормальной реакции опоры диска 2 и силы сцепления диска с плоскостью также равны нулю, так как точкой приложения этих сил является мгновенный центр скоростей диска 2, скорость которого равна нулю. Мощность силы $\vec{P}_2$ равна нулю, так как угол между вектором силы и скоростью точки приложения силы – точки C – равен 90° (см. рис. 5.8). Для определения мощности силы $\vec{F}_2$, приложенной к диску 2, воспользуемся формулой расчета мощности силы при плоскопараллельном движении тела. Выберем в качестве полюса точку K – мгновенный центр скоростей диска 2, скорость которого $V_K = 0$ (см. рис. 5.8). В этом случае мощность силы $\vec{F}_2$ равна: $N(\vec{F}_2) = \vec{M}_K \cdot \vec{\omega}_2 = -F_2 h_K \omega_2$, где $\vec{M}_K = M_K(\vec{F}_2)$ – вектор момента силы $\vec{F}_2$ относительно центра K; $\vec{\omega}_2$, ω_2 – вектор и модуль угловой скорости диска 2; h_K – плечо силы $\vec{F}_2$ относительно центра K. Мощность силы $\vec{F}_2$ отрицательная, так как направление момента силы $\vec{F}_2$ относительно точки K противоположно направлению угловой скорости диска 2.

В результате, мощность силы $\vec{F}_2$:

$$N(\vec{F}_2) = -F_2 h_K \omega_2 = -F_2(R + r\cos 60^\circ)\omega_2 = -F_2 V_C\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right).$$

Здесь $h_K = EK = ES + SK = R + r\cos 60^\circ$ (см. рис. 5.8).

Заметим, что для вычисления мощности силы F_2 можно использовать в качестве полюса центр масс диска – точку C. Имеем:

$$N(\vec{F}_2) = \vec{F}_2 \cdot \vec{V}_C + \vec{M}_C(F_2) \cdot \vec{\omega}_2 = F_2 V_C \cos 120^\circ - F_2 R\omega_2 = -F_2 V_C\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right).$$

Момент M направлен в сторону вращения диска 2. Его мощность положительная: $N(M) = M\omega_2 = M\dfrac{V_C}{r}$. Мощность силы $\vec{F}_1$, приложенной в точке D, $N(\vec{F}_1) = F_1 V_D \cos 45^\circ = F_1 V_C \sqrt{2}$. Здесь учтено очевидное равенство $V_D = V_A = 2V_C$ (см. рис. 5.8).

Суммарная мощность внешних сил:

$$\sum N(F^e) = -F_2 V_C\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right) + M\frac{V_C}{r} + F_1 V_C\sqrt{2}.$$

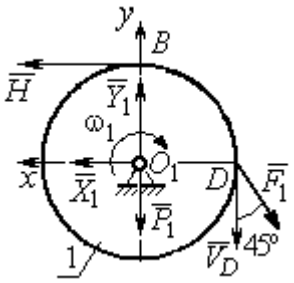


Рис. 5.9. Силы, действующие на диск 1 во время движения

В результате теорема об изменении кинетической энергии системы приводится к виду

$$2V_C\frac{dV_C}{dt}\left[\frac{P_1}{g} + \frac{P_2}{2g}\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right)\right] = -F_2 V_C\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right) + M\frac{V_C}{r} + F_1 V_C\sqrt{2},$$

откуда ускорение центра масс диска 2:

$$a_C = \frac{dV_C}{dt} = \frac{\left[-F_2\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right) + \frac{M}{r} + F_1\sqrt{2}\right]g}{\left[2P_1 + P_2\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right)\right]}.$$

Подставляя исходные данные задачи, получим: $a_C = 6{,}85$ м/с^2.

Для определения углового ускорения диска 2 продифференцируем по времени равенство $\omega_2 = \dfrac{V_C}{CK} = \dfrac{V_C}{r}$. Дифференцирование здесь допустимо, так как во время движения диска 2 расстояние от точки C до мгновенного центра скоростей диска 2 – точки K – не меняется.

Найдем $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \dfrac{\dot{V}_C}{r} = \dfrac{a_C}{r} = 11{,}42$ рад/с^2. Угловое ускорение диска 1 находится путём дифференцирования равенства $\omega_1 = 2\omega_2$. Имеем: $\varepsilon_1 = 2\varepsilon_2 = 22{,}84$ рад/с^2.

Для того чтобы определить реакцию стержня, освобождаемся от стержня, заменяем его реакцией $\vec{H}$ и составляем уравнения движения дисков 1 и 2.

Силы, действующие на диск 1 во время движения, показаны на рис. 5.9. Уравнение вращательного движения диска 1 в алгебраической форме: $J_{zO_1}\varepsilon_1 = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$, где ε_1 – угловое ускорение диска; J_{zO_1} – момент инерции диска 1 относительно оси *z*, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости диска, $J_{zO_1} = \dfrac{m_1 r^2}{2}$; $\sum M_{zO_1}(\vec{F}_k^e)$ – сумма моментов внешних сил относительно оси *z*.

Считая моменты сил положительными, если они создают поворот диска в сторону его вращения, составим сумму моментов внешних сил относительно оси *z*: $\sum M_{zO_1}(\vec{F}_k^e) = F_1 r\cos 45^\circ - Hr$. В результате уравнение вращательного движения диска 1 принимает вид: $\dfrac{P_1 r^2}{2g}\varepsilon_1 = F_1 r\cos 45^\circ - Hr$.

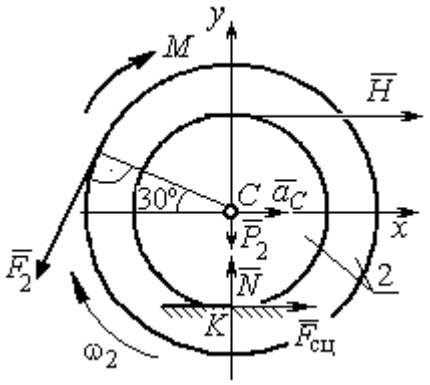


Рис. 5.10. Силы, действующие на диск 2 во время движения

Подставляя в уравнение исходные данные задачи с учетом найденного значения углового ускорения диска 1 ε_1 = 22,84 рад/с^2, найдем реакцию стержня *H* = 28,63 Н.

Для определения динамической реакции шарнира O_1 диска 1 применим теорему о движении центра масс. Выберем оси координат O_1x и O_1y, как показано на рис. 5.9, и составим уравнение движения центра масс диска 1 в проекциях на оси координат с учётом того, что сам центр масс неподвижен и его ускорение равно нулю.

Получим систему:

$$H + X_1 - F_1\sin 45^\circ = 0,\quad Y_1 - P_1 - F_1\cos 45^\circ = 0.$$

Отсюда, с учётом найденной величины усилия в стержне *H* = 28,63 Н, находим составляющие динамической реакции шарнира: X_1 = 27,94 Н, Y_1 = 96,57 Н. Полная реакция шарнира $R_{O_1} = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2}$ =100,53 Н.

Для определения величины силы сцепления диска 2 с поверхностью качения

и нормальной составляющей реакции опоры диска используем теорему о движении центра масс. Силы, приложенные к диску 2, и выбранная система координат *xCy* показаны на рис. 5.10. Уравнения движения центра масс диска 2 в проекциях на оси x, y имеют вид:

$$m_2 a_C = H + F_{\text{сц}} - F_2 \cos 60^\circ;$$

$$0 = -F_2 \cos 30^\circ - P_2 + N.$$

С учетом найденных значений реакции стержня $H = 28{,}63$ Н и ускорения центра масс диска 2 $a_C = 6{,}85$ м/с^2, находим силу сцепления и нормальную реакцию опоры: $F_{\text{сц}} = 28{,}27$ Н, $N = 85{,}98$ Н.

Полная реакция опоры $R_K = \sqrt{N^2 + F_{\text{сц}}^2} = 90{,}51$ Н.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

6.1. Принципы механики. Общее уравнение динамики

Силой инерции материальной точки называют векторную величину, модуль которой равен произведению массы точки на модуль её ускорения, направленную противоположно этому ускорению $\vec{R}^{и} = -m\vec{a}$, где m – масса точки; $\vec{a}$ – вектор ускорения точки.

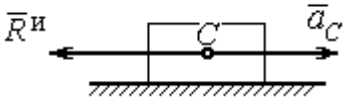


Рис. 6.1. Главный вектор сил инерции при поступательном движении твердого тела

При поступательном движении тела с ускорением центра масс $\vec{a}_C$ система сил инерции, приложенных к каждой точке тела, приводится к главному вектору сил инерции $\vec{R}^{и}$, равному по величине $R^{и} = ma_C$, приложенному в центре масс тела и направленному в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_C$ (рис. 6.1).

При вращении тела вокруг неподвижной оси z, проходящей через центр масс, главный вектор сил инерции, приведённый к центру масс тела, обращается в нуль (так как ускорение центра масс равно нулю). Таким образом, система сил инерции приводится к паре сил с моментом $\vec{M}^{и}$, равным главному моменту сил инерции относительно оси вращения. Величина главного момента сил инерции $M^{и} = J_z\varepsilon$, где J_z – момент инерции тела относительно оси z; ε – угловое ускорение тела. Направлен главный момент сил инерции в сторону, противоположную угловому ускорению (рис. 6.2).

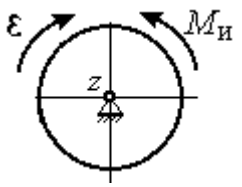


Рис. 6.2. Главный момент сил инерции при вращении тела вокруг оси, проходящей через центр масс

При плоскопараллельном движении тела с ускорением центра масс $\vec{a}_C$ и угловым ускорением ε система сил инерции, приложенных к каждой точке тела, приводится к силе $\vec{R}^{и}$, равной главному вектору сил инерции, и паре сил с моментом $\vec{M}^{и}$, равным главному моменту сил инерции относительно оси, проходящей через центр масс тела перпендикулярно плоскости движения (рис. 6.3). Главный

вектор сил инерции равен по модулю произведению массы тела на ускорение его центра масс: $R^{и} = ma_c$, приложен в центре масс тела и направлен в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_c$ центра масс. Главный момент сил инерции равен по величине произведению момента инерции тела относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, на угловое ускорение тела: $M^{и} = J_c\varepsilon$, где J_c – момент инерции тела. Направлен главный момент сил инерции в сторону, противоположную угловому ускорению (см. рис. 6.3).

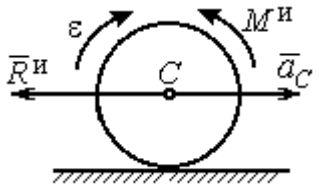


Рис. 6.3. Главный вектор и главный момент сил инерции при плоскопараллельном движении твердого тела

Принцип Даламбера для системы. Если в любой момент времени к каждой из точек системы кроме действующих на нее внешних и внутренних сил присоединить соответствующие силы инерции, то полученная система сил будет уравновешенной. Принцип Даламбера даёт возможность составлять уравнения движения механической системы в виде уравнений равновесия:

$$\sum \vec{F}_k^e + \vec{R}^{и} = 0, \ \sum \vec{M}_O(\vec{F}_k^e) + \vec{M}_O^{и} = 0,$$

где $\vec{F}_k^e$ – внешние силы, приложенные к системе; $\vec{R}^{и}$ – главный вектор сил инерции; $\vec{M}_O(\vec{F}_k^e)$ – момент внешних сил, приложенных к системе, относительно произвольного центра *O*; $\vec{M}_O^{и}$ – главный момент сил инерции относительно центра *O*.

Силы, действующие на систему, можно подразделить на активные и реакции связей. **Идеальными связями** в механической системе называют такие связи, для которых сумма элементарных работ их реакций на любом возможном перемещении равна нулю.

Принцип возможных перемещений. Для равновесия механической системы с идеальными связями необходимо и достаточно, чтобы сумма элементарных работ всех активных сил, приложенных к точкам системы, была равна нулю на любом возможном перемещении системы: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{акт}) = 0$, где $\delta A(\vec{F}_k^{акт})$ – элементарная работа активных сил на возможном перемещении.

Совместное применение принципа Даламбера и принципа возможных перемещений приводит к формулировке общего уравнения динамики.

Общее уравнение динамики. При движении механической системы с идеальными связями в каждый момент времени сумма элементарных работ всех приложенных активных сил и сил инерции на любом возможном перемещении равна нулю: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0$, где $\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}})$, $\delta A(\vec{R}_k^{\text{и}})$ – элементарные работы активных сил и сил инерции, приложенных к системе, на её возможном перемещении.

При вычислении элементарных работ активных сил и сил инерции используют обычные формулы для вычисления работы сил на элементарном перемещении точек их приложения. При этом переменные силы на элементарном перемещении точек их приложения считаются постоянными.

6.2. Задание Д6. Исследование механической системы с применением общего уравнения динамики

Механическая система с идеальными связями включает груз и два диска – однородного радиусом R или r и ступенчатого. Ступенчатый диск состоит из двух одноосных цилиндров радиусом R и r. Радиусы дисков указаны на схеме. Тела соединены нерастяжимыми нитями или невесомыми стержнями. Система движется в вертикальной плоскости из состояния покоя под действием сил тяжести, постоянной силы $\vec{F}$, а также пары сил с переменным моментом M. Направление действия силы $\vec{F}$ и наклон плоскости движущихся тел определяются углами α и β. Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z.

Качение дисков без проскальзывания. Скольжение между невесомым стержнем и дисками отсутствует. Движение грузов по плоскости без трения. Нити и стержни, соединяющие груз и диски, параллельны соответствующим плоскостям, по которым двигаются тела.

Найти уравнение движения центра масс диска 3. Определить реакцию шарнира диска 2 в момент времени $t = 1$ с.

Варианты задания приведены на рис. 6.4, 6.5. Исходные данные выбираются из табл. 6.1.

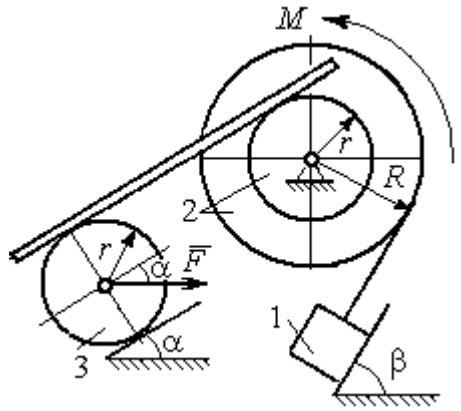
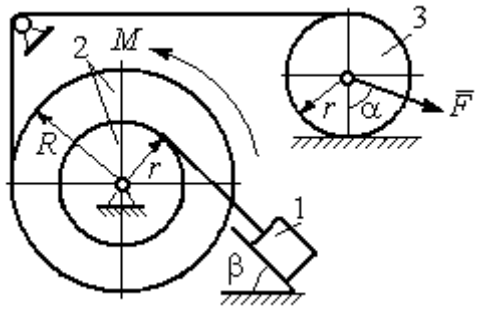
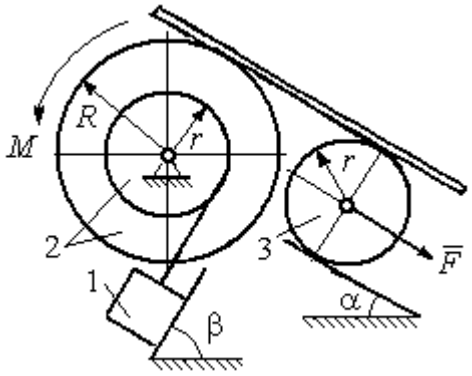
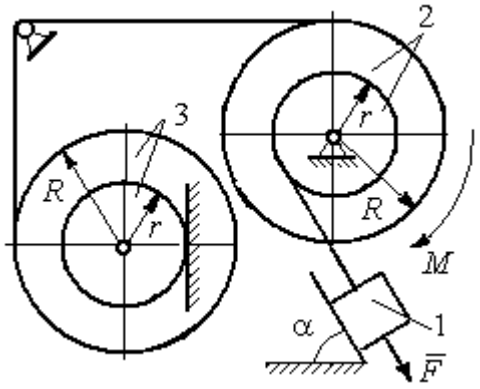
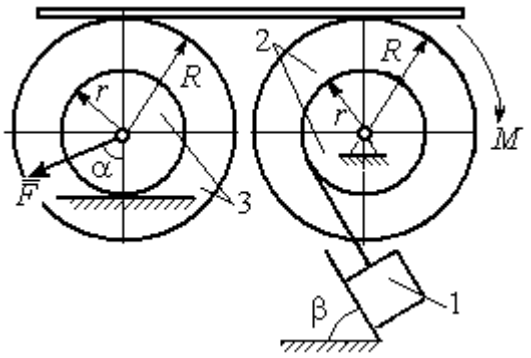
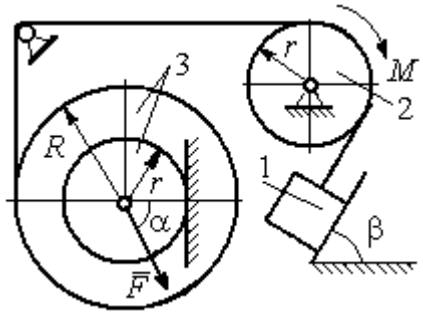
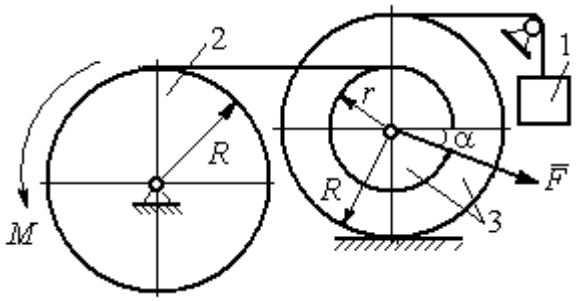
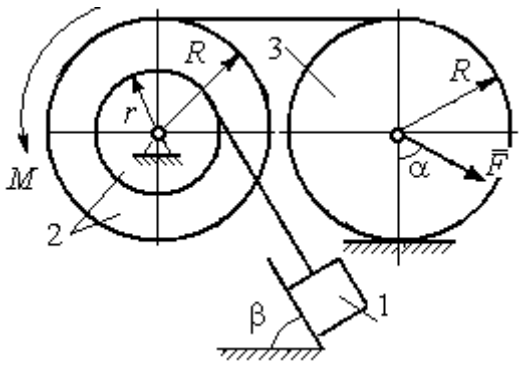
Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
	
Варианты 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
	

Рис. 6.4. Задание Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики.
Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

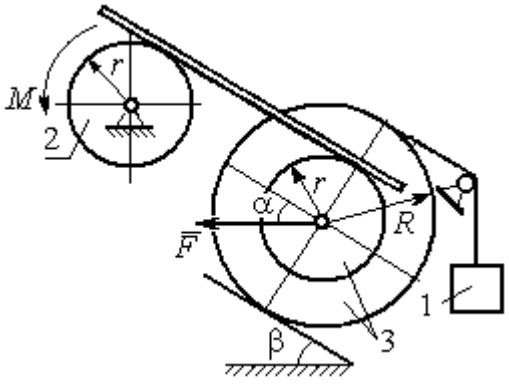
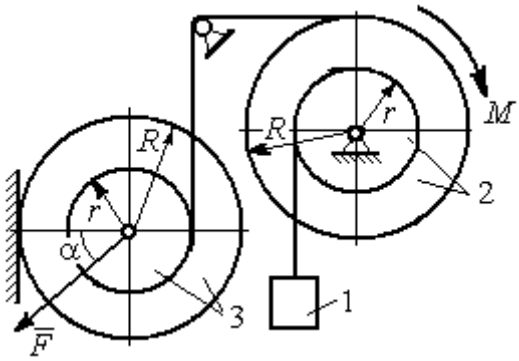
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 6.5. Задание Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики. Номера вариантов задания 5 – 10, 15 – 20, 25 – 30

Таблица 6.1

Исходные данные задания Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	α, град	β, град	R, м	r, м	i_z, м
1	10	20	8	20	$3(2+t^2)$	30	60	0,6	0,3	0,4
2	10	22	15	15	$4(t+3)$	30	30	0,8	0,4	0,6
3	5	18	10	6	$8(t^2+1)$	90	30	0,4	0,3	0,3
4	5	22	10	5	$14(t^2+t+1)$	30	–	0,6	0,5	0,6
5	5	20	16	9	$3(t^2+4)$	45	60	0,6	0,3	0,5
6	10	16	14	15	$4(5+t)$	60	30	1,0	0,6	0,8
7	6	20	20	8	$9(3t^2+2)$	45	–	0,8	0,6	0,8
8	16	25	15	12	$5(t^2+4)$	30	60	1,2	0,6	0,8
9	5	20	12	8	$4(3+5t)$	60	30	0,6	0,4	0,5
10	6	25	8	10	$5(3t+6)$	30	–	1,0	0,8	0,9
11	4	22	8	15	$2+ t^2$	45	45	0,8	0,4	0,6
12	15	18	15	10	$5(t+3)$	30	60	1,0	0,5	0,7
13	6	20	10	4	$5(t^2+2)$	30	60	0,6	0,5	0,4
14	10	25	15	8	$16(t+2)$	60	–	0,8	0,6	0,7
15	8	18	20	10	$6(t+2)$	30	90	1,2	0,6	1,0
16	8	18	12	12	$5(3+t^2)$	90	60	0,8	0,6	0,7
17	5	20	10	10	$2t^2+20$	60	–	0,9	0,6	0,8
18	20	15	20	15	$3(t+4)$	60	30	0,8	0,4	0,7
19	8	20	12	10	$4(3+t)$	45	45	1,2	0,4	0,8
20	12	20	10	6	$6(3t+4)$	45	–	1,0	0,6	0,9
21	15	25	12	12	$6+t^2$	60	60	0,6	0,3	0,5
22	20	22	18	15	$2(2t+9)$	45	45	0,8	0,4	0,6
23	8	24	12	8	$7(3t^2+2)$	30	45	0,8	0,5	0,6
24	12	20	18	10	$6(t+4)$	90	–	0,5	0,3	0,4
25	5	20	12	12	$9(2+t^2)$	60	30	1,4	0,7	1,2
26	10	12	10	8	$6(2+t)$	30	45	1,2	0,8	0,9
27	6	18	16	14	$8(2t^2+3)$	30	–	0,8	0,2	0,6
28	10	20	20	20	$3(t^2+3)$	45	30	0,6	0,3	0,5
29	10	18	8	12	$5(4+t+ t^2)$	30	60	1,2	0,8	0,9
30	8	18	10	15	$8(t^2+5)$	60	–	1,0	0,8	0,9

Пример выполнения задания Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики

Механическая система состоит из груза 1, движущегося поступательно, ступенчатого диска 2 (каток), катящегося по неподвижной поверхности цилиндрической ступенькой, и однородного диска 3 (блок), вращающегося вокруг неподвиж-

ной оси, проходящей через центр масс блока (рис. 6.6). Качение катка 2 без проскальзывания, скольжение груза 1 – без трения. Движение системы происходит под действием сил тяжести, силы $\vec{F}$, приложенной к грузу 1 и пары сил с моментом *M*, приложенной к диску 3.

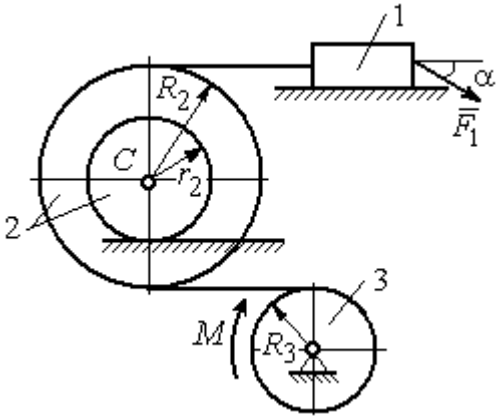


Рис. 6.6. Схема движения механической системы

Найти уравнение движения центра масс катка 2 если движение системы началось из состояния покоя. Определить реакцию шарнира диска 3 в момент t = 1 с, если: P_1 = 10 Н; P_2 = 20 Н; P_3 = 15 Н; $F = 5(t+1)$ Н; $M = 6(1+2t)$ Н·м; R_2 = 0,8 м; r_2 = 0,2 м; R_3 = 0,4 м; i_{2C} = 0,6 м.

Решение

В рассматриваемой механической системе активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, сила $\vec{F}$ и пара сил с моментом *M* (рис. 6.7). Связи идеальные, так как скольжение груза 1 происходит по гладкой поверхности без трения, качение диска 2 без проскальзывания, а ось вращения блока 3 неподвижна.

Предположим, направление движения в системе задаёт пара сил с моментом *M*, приложенная к блоку 3. Обозначим ω_3, ε_3 – угловая скорость и угловое ускорение блока 3, V_C, a_C – скорость и ускорение центра масс катка 2, V_1, a_1 – скорость и ускорение груза 1. Направления векторов скоростей и ускорений точек и угловых скоростей и ускорений тел в соответствии с выбранным направлением движения системы показаны на рис. 6.7.

Общее уравнение динамики имеет вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0.$$

Присоединим к телам системы силы инерции. Груз 1 движется поступательно. Главный вектор сил инерции груза 1 $\vec{R}_1^{\text{и}}$ приложен в центре масс груза и направлен в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_1$ груза 1. Модуль главного вектора сил инерции груза 1 $R_1^{\text{и}} = m_1 a_1$, где m_1 – масса груза 1; a_1 – величина ускорения груза 1.

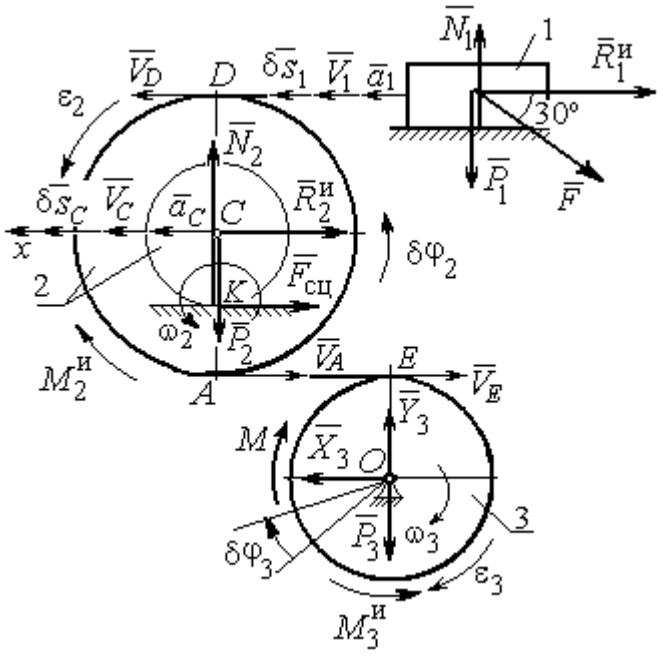


Рис. 6.7. Расчётная схема исследования движения механической системы

Система сил инерции катка 2, приводятся к силе, равной главному вектору сил инерции $\vec{R}_2^{\text{и}}$, приложенному в центре масс катка 2, и паре сил с моментом, равным главному моменту сил инерции $\vec{M}_2^{\text{и}}$ относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения. Главный вектор сил инерции направлен в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_C$, и составляет $R_2^{\text{и}} = m_2 a_C$, где m_2 – масса катка 2; a_C – величина ускорения центра масс. Главный момент сил инерции: $M_2^{\text{и}} = J_{2C}\varepsilon_2$, где J_{2C} – момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения; ε_2 – угловое ускорение катка 2. Направлен главный момент сил инерции $M_2^{\text{и}}$ в сторону, противоположную угловому ускорению ε_2.

Главный вектор сил инерции, приложенных к блоку 3 и приведённых к центру масс блока, равен нулю, так как блок вращается вокруг неподвижной оси, проходящей через центр масс, и ускорение центра масс блока равно нулю. В результате силы инерции блока 3 приводятся к паре сил, момент которой равен главному

моменту сил инерции $\vec{M}_3^{\text{и}}$ относительно оси вращения. Главный момент сил инерции блока 3 равен по величине $M_3^{\text{и}} = J_{3O}\varepsilon_3$, где J_{3O} – момент инерции блока 3 относительно оси вращения; ε_3 – угловое ускорение блока 3, и направлен в сторону, противоположную угловому ускорению ε_3. Главные векторы и главные моменты сил инерции показаны на рис. 6.8.

Определим кинематические соотношения между скоростями точек системы и выразим их через скорость V_C центра масс катка 2. Каток 2 катится по неподвижной поверхности без скольжения. Мгновенный центр скоростей катка находится в точке *K* касания катка с поверхностью (см. рис. 6.7). Угловая скорость катка 2 $\omega_2 = \dfrac{V_C}{CK} = \dfrac{V_C}{r_2}$. Скорость точки *A* катка 2: $V_A = \omega_2 \cdot AK = \omega_2(R_2 - r_2) =$ $V_C \dfrac{R_2 - r_2}{r_2}$. Скорость точки *E* блока 3 равна скорости точки *A* катка 2, $V_E = V_A$. Тогда угловая скорость блока 3:

$$\omega_3 = \frac{V_E}{R_3} = \frac{V_A}{R_3} = V_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Скорость груза 1 равна скорости точки *D* катка 2:

$$V_1 = V_D = \omega_2 \cdot DK = \omega_2(R_2 + r_2) = V_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}.$$

Соотношения между ускорениями определяются путем дифференцирования установленных кинематических равенств:

$$a_1 = a_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \quad \varepsilon_2 = \frac{a_C}{r_2}, \quad \varepsilon_3 = a_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Для того чтобы найти соотношения между перемещениями, выразим кинематические равенства между скоростями в дифференциальном виде и, полагая, что действительное перемещение является возможным, т. е. $ds = \delta s$, $d\varphi = \delta\varphi$, получим соотношения между возможными перемещениями:

$$\delta s_1 = \delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \quad \delta\varphi_2 = \frac{\delta s_C}{r_2}, \quad \delta\varphi_3 = \delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Сообщим системе возможное перемещение, совпадающее с действительным. Элементарная работа реакций связи на любом возможном перемещении системы равна нулю, так как связи в системе идеальные.

Найдем элементарные работы активных сил и выразим их через перемещение центра масс катка 2. Прежде заметим, что элементарные работы сил тяжести груза 1 и катка 2 равны нулю, так как направления перемещений точек приложения этих сил перпендикулярны векторам сил:

$$\delta A(\vec{P}_1) = P_1 \delta s_1 \cos 90^\circ = 0,\ \delta A(\vec{P}_2) = P_2 \delta s_C \cos 90^\circ = 0.$$

Элементарная работа силы тяжести блока 3 равна нулю, так как точка приложения силы тяжести блока 3 не перемещается: $\delta A(\vec{P}_3) = 0$.

Элементарная работа пары сил с моментом M, приложенных к блоку 3:

$$\delta A(\vec{M}) = M\delta\varphi_3 = M\delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Элементарная работа силы $\vec{F}$:

$$\delta A(\vec{F}) = F\delta s_1 \cos 150^\circ = -F\delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}\cos 30^\circ.$$

Сумма элементарных работ всех активных сил:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = \delta A(\vec{M}) + \delta A(\vec{F}) = M\delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2} - F\delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}\cos 30^\circ =$$

$$= \left[6(1+2t)\left(\frac{0{,}8 - 0{,}2}{0{,}4 \cdot 0{,}2}\right) - 5(t+1)\left(\frac{0{,}8 + 0{,}2}{0{,}2}\right)0{,}866\right]\delta s_C = (23{,}35 + 68{,}35t)\delta s_C.$$

Определим модули главных векторов и главных моментов сил инерции в зависимости от ускорения a_C центра масс катка 2:

$$R_1^{\text{и}} = m_1 a_1 = \frac{P_1}{g} a_1 = \frac{P_1(R_2 + r_2)}{g r_2} a_C, \quad R_2^{\text{и}} = m_2 a_C = \frac{P_2 a_C}{g},$$

$$M_2^{\text{и}} = J_{2C}\varepsilon_2 = m_2 i_{2C}^2 \varepsilon_2 = \frac{P_2}{g} i_{2C}^2 \frac{a_C}{r_2},$$

$$M_3^{\text{и}} = J_{3O}\varepsilon_3 = \frac{m_3 R_3^2}{2}\varepsilon_3 = \frac{P_3 R_3^2}{2g}\frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2} a_C = \frac{P_3 R_3 (R_2 - r_2)}{2 g r_2} a_C,$$

где J_{2C} – момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$; i_{2C} – радиус инерции катка 2; J_{3O} – момент инерции блока 3 относительно оси вращения, проходящей через его центр масс, $J_{3O} = \dfrac{m_3 R_3^2}{2}$.

Найдем элементарные работы сил инерции на возможном перемещении системы и выразим их в зависимости от перемещения δs_C центра масс катка 2:

$$\delta A(\vec{R}_1^{\text{и}}) = R_1^{\text{и}} \delta s_1 \cos 180^\circ = -\frac{P_1 (R_2 + r_2)^2 a_C}{g r_2^2} \delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{R}_2^{\text{и}}) = R_2^{\text{и}} \delta s_C \cos 180^\circ = -\frac{P_2 a_C}{g} \delta s_C,\ \delta A(\vec{M}_2^{\text{и}}) = -M_2^{\text{и}} \delta \varphi_2 = -\frac{P_2 i_2^2 a_C}{g r_2^2} \delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{M}_3^{\text{и}}) = -M_3^{\text{и}} \delta \varphi_3 = -\frac{P_3 (R_2 - r_2)^2 a_C}{2 g r_2^2} \delta s_C.$$

Сумма элементарных работ сил инерции:

$$\sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = -\frac{P_1 (R_2 + r_2)^2 a_C}{g r_2^2} \delta s_C - \frac{P_2 a_C}{g} \delta s_C - \frac{P_2 i_2^2 a_C}{g r_2^2} \delta s_C - \frac{P_3 (R_2 - r_2)^2 a_C}{2 g r_2^2} \delta s_C =$$

$$= -\frac{a_C \delta s_C}{g} \left[\frac{10(0{,}8 + 0{,}2)^2}{0{,}2^2} + 20 + \frac{20 \cdot 0{,}6^2}{0{,}2^2} + \frac{15(0{,}8 - 0{,}2)^2}{2 \cdot 0{,}2^2} \right] = -52{,}75\, a_C \delta s_C,$$

где $g = 9{,}81$ м/с^2.

С учетом проделанных вычислений общее уравнение динамики принимает вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = (23{,}35 + 68{,}35t)\delta s_C - 52{,}75\, a_C \delta s_C = 0,$$

откуда ускорение центра масс катка 2:

$$a_C = 0{,}44 + 1{,}29t.$$

Выберем ось *x* по направлению движения центра масс катка 2 (см. рис. 6.7). Проектируя вектор $\vec{a}_C$ ускорения точки C на ось *x*, получим дифференциальное уравнение $a_C = \ddot{x}_C = 0{,}44 + 1{,}29t$. Интегрируя дважды это уравнение, найдём закон движения: $x_C = 0{,}44\frac{t^2}{2} + 1{,}29\frac{t^3}{6} + C_1 t + C_2$. Подставляя сюда начальные условия: $t = 0$, $V_C = 0$, $x_C = 0$, найдём константы интегрирования: $C_1 = C_2 = 0$. Окончательно уравнение движения центра масс диска 2 представим в виде:

$$x_C = 0{,}22t^2 + 0{,}21t^3.$$

Рассмотрим вращательное движение блока 3, освободив его от связей. На блок действуют сила тяжести $\vec{P}_3$, реакция подшипника, разложенная на составляющие $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$, пара сил с моментом *M* и реакция нити $\vec{H}_3$ (см. рис. 6.8). Реакция нити, равная силе натяжения нити, приложена к блоку 3, направлена вдоль нити, связывающей каток 2 и блок 3. Присоединим к блоку 3 силы инерции. Направления сил, моментов пар сил и главного момента сил инерции, действующих на блок 3, показаны на рис. 6.8.

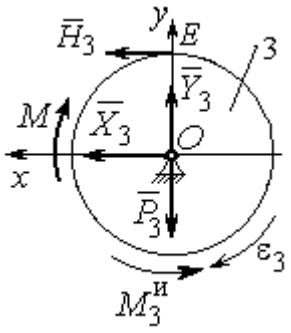


Рис. 6.8. Расчётная схема определения натяжения нити и реакции шарнира блока 3

По принципу Даламбера система сил, приложенных к блоку 3, включая силы инерции, находится в равновесии. Составим уравнение равновесия в виде равенства нулю суммарного момента всех сил (включая силы инерции) относительно оси вращения. Получим $M - H_3R_3 - M_3^{и} = 0$, где $M_3^{и} = J_{3O}\varepsilon_3 = = \frac{P_3R_3(R_2 - r_2)a_C}{2gr_2}$.

Из уравнения находим величину натяжения нити:

$$H_3 = \frac{M}{R_3} - \frac{P_3(R_2 - r_2)a_C}{2gr_2} = \frac{6(1+2t)}{R_3} - \frac{P_3(R_2 - r_2)}{2gr_2}(0{,}44 + 1{,}29t) = 13{,}99 + 27{,}04t.$$

В момент времени $t = 1$ с натяжение нити: $H_3 = 41{,}04$ Н.

Так как главный вектор сил инерции блока 3 равен нулю, то составленные по принципу Даламбера уравнения равновесия блока 3 в виде проекций сил на

вертикальную и горизонтальную оси содержат только внешние силы. Имеем: $X_3 + H_3 = 0$, $Y_3 - P_3 = 0$ (см. рис. 6.8). Отсюда находим составляющие реакции шарнира блока 3 в момент времени $t = 1$ с: $X_3 = -H_3 = -41{,}04$ Н, $Y_3 = P_3 = 15$ Н. Отрицательное значение горизонтальной составляющей реакции шарнира X_3 означает её противоположное направление.

Полная реакция шарнира $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2} = 43{,}69$ Н.

6.3. Уравнения Лагранжа II рода

Обобщенными координатами механической системы называется совокупность любых s независимых параметров $q_1, q_2, \ldots, q_s$, однозначно определяющих положение системы в любой момент времени.

Если системе сообщить возможное перемещение, при котором все обобщенные координаты изменяются на элементарные (бесконечно малые) величины $\delta q_1, \delta q_2, \ldots, \delta q_s$, называемые вариациями обобщенных координат, то все действующие активные силы совершат элементарную работу, которая может быть представлена в виде $\delta A = Q_1 \cdot \delta q_1 + Q_2 \cdot \delta q_2 + \ldots + Q_s \cdot \delta q_s$. Величина Q_k, равная коэффициенту при вариации δq_k обобщенной координаты, называется **обобщенной силой**, соответствующей данной обобщенной координате. Расчет обобщенных сил осуществляется путем последовательного придания системе возможных перемещений, при которых варьируется только одна из обобщенных координат, а вариации остальных координат равны нулю.

Для материальной системы с идеальными связями дифференциальные уравнения движения в обобщенных координатах – **уравнения Лагранжа II рода** – имеют вид:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_k} = Q_k, \quad k = 1, 2, \ldots, s,$$

где T – кинетическая энергия системы; $q_1, q_2, \ldots, q_S$ – обобщенные координаты; $\dot{q}_1, \dot{q}_2, \ldots, \dot{q}_S$ – обобщенные скорости; s – число степеней свободы системы.

6.4. Задание Д7. Исследование механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Механическая система состоит из трёх тел – бруса 1, блока 2, катка 3 и невесомой пружины жесткостью c. Брус 1, соединяющий каток 3 с блоком 2, расположен параллельно линии качения катка 3. Радиусы ступеней ступенчатого диска и радиус однородного диска указаны на схеме.

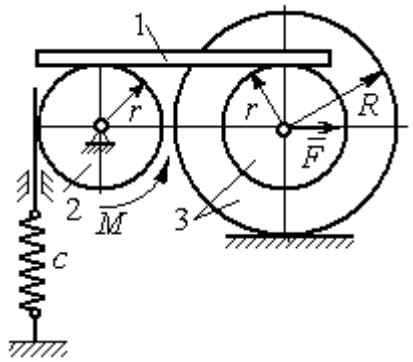
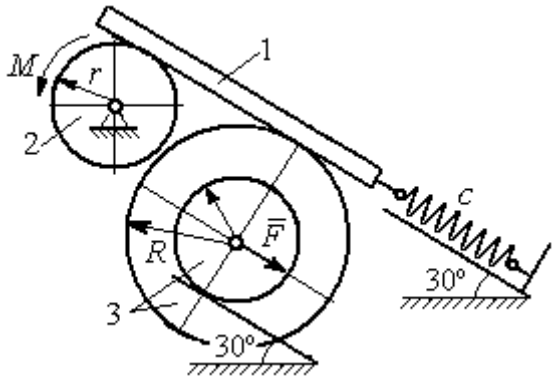
Качение катка 3 происходит без проскальзывания. Скольжение между брусом и дисками отсутствует. В задачах, где пружина соединяется с блоком 2, передача движения блоку 2 производится посредством невесомого стержня без скольжения.

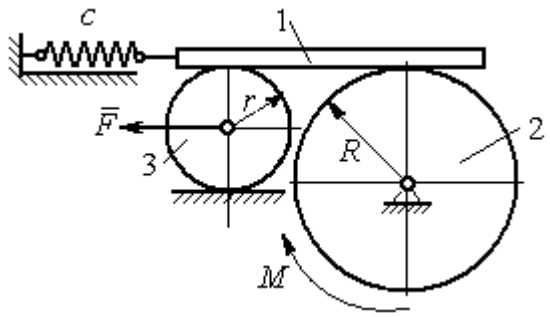
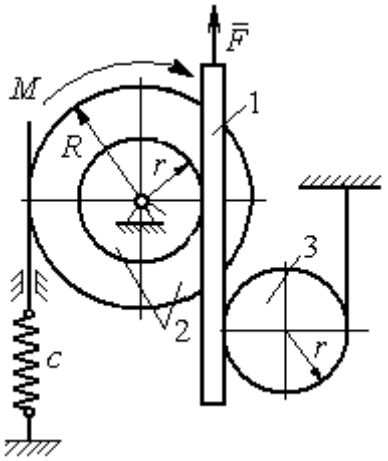
Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z.

Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом M.

Определить закон движения бруса 1 и закон угловых колебаний блока 2, если в начальный момент пружина находилась в нерастянутом состоянии, а блоку 2 придали угловую скорость ω_{20}, направленную в сторону заданного момента пары сил.

Варианты заданий даны на рис. 6.9, 6.10. Варианты исходных данных в табл. 6.2. Отрицательные значения величин F или M в табл. 6.2 означают, что при заданных модулях силы или момента направление вектора силы $\vec{F}$ или момента M на схеме следует изменить на противоположные.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	

Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	

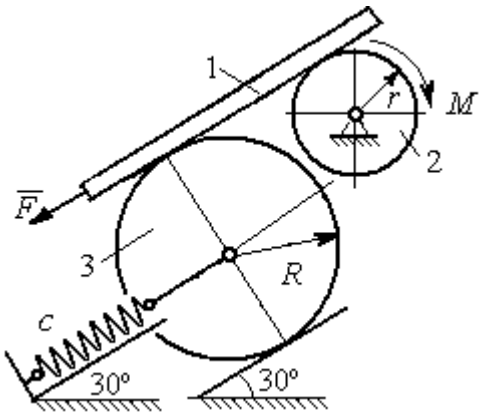
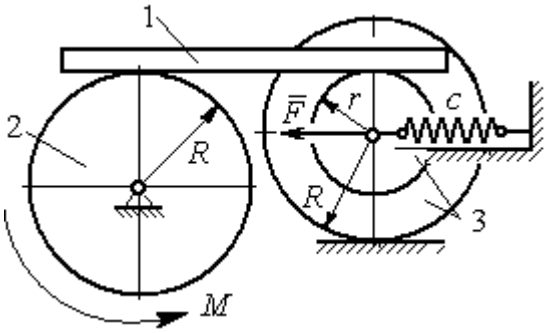
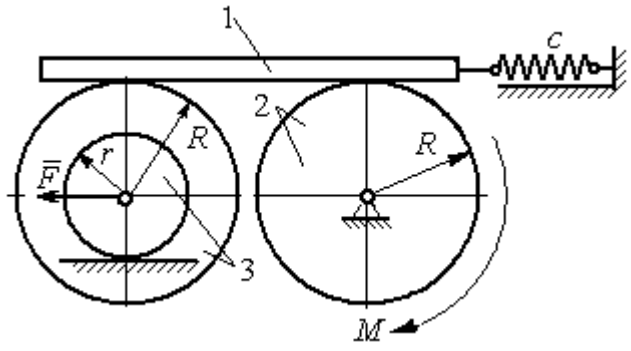
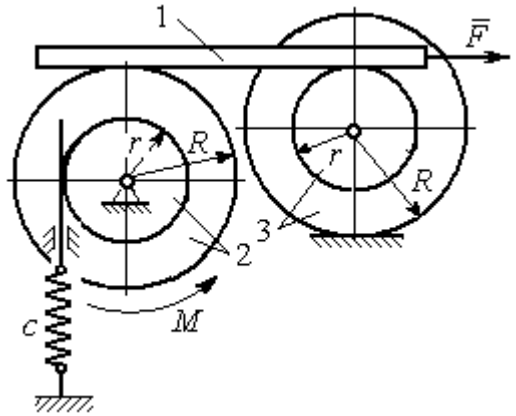
Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Рис. 6.9. Задание Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы. Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

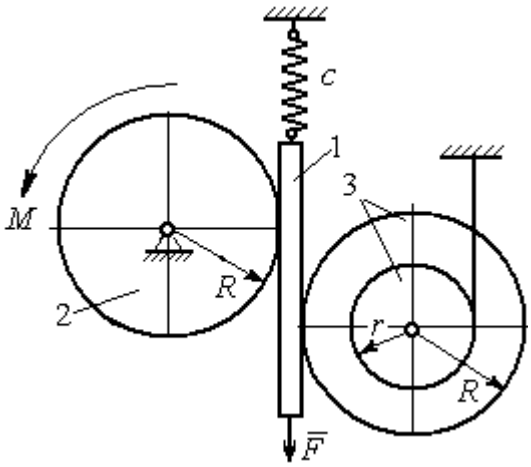
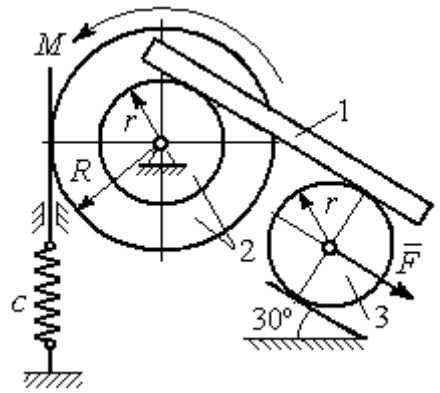
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 6.10. Задание Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы. Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 6.2

Исходные данные задания Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Номер вари-анта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	c, Н/м	ω_{20}, рад/с	R, м	r, м	i_z, м
1	8	12	18	15	3	50	0,3	0,6	0,3	0,4
2	10	8	15	12	5	55	0,4	0,8	0,5	0,6
3	5	18	10	8	4	60	0,2	0,5	0,3	–
4	5	20	12	10	6	70	0,5	0,6	0,5	0,6
5	5	8	16	8	8	65	0,2	0,6	0,3	–

Окончание табл. 6.2

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	c, Н/м	ω_{20}, рад/с	R, м	r, м	i_z, м
6	8	10	14	6	2	50	0,1	1,0	0,6	0,8
7	10	12	15	12	3	65	0,2	0,8	0,6	0,7
8	12	15	15	6	2	50	0,3	1,2	0,6	0,8
9	5	20	12	8	4	75	0,1	0,6	0,4	0,5
10	6	25	8	5	12	60	0,4	1,0	0,8	0,9
11	4	10	12	–10	–2	60	0,2	0,8	0,4	0,6
12	5	8	15	–8	3	50	0,5	1,0	0,5	0,7
13	6	15	8	–12	–4	65	0,4	0,6	0,5	–
14	10	25	10	6	10	55	0,1	0,8	0,6	0,7
15	8	6	20	–10	2	70	0,2	1,2	0,6	–
16	10	12	12	–5	6	60	0,3	0,8	0,6	0,7
17	12	16	12	–6	–2	55	0,4	0,9	0,6	0,8
18	10	20	20	10	4	60	0,1	0,8	0,4	0,7
19	8	20	12	–10	6	65	0,2	1,2	0,4	0,8
20	12	20	10	–3	6	50	0,24	1,0	0,6	0,9
21	5	12	15	12	–3	55	0,3	0,6	0,5	0,55
22	10	15	18	6	–2	65	0,1	0,8	0,4	0,6
23	8	20	12	–8	2	45	0,2	0,8	0,6	–
24	12	20	18	–4	–8	70	0,4	0,5	0,3	0,4
25	6	10	15	–6	–2	60	0,1	1,4	0,7	–
26	8	12	10	10	–3	65	0,2	1,2	0,8	0,9
27	6	18	16	5	–3	70	0,2	0,8	0,2	0,6
28	8	12	12	–6	2	65	0,3	0,6	0,3	0,5
29	10	18	20	–10	4	60	0,2	1,2	0,8	0,9
30	8	18	10	8	6	75	0,1	1,0	0,8	0,9

Пример выполнения задания Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Механическая система состоит из трёх тел – бруса 1, блока 2, катка 3 и невесомой пружины жесткостью c. Брус, соединяющий каток 3 с блоком 2, расположен параллельно линии качения катка 3 (рис. 6.11). Радиусы ступеней ступенчатого диска R и r, радиус однородного диска r. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом M. Движение катка 3 по неподвижной поверхности происходит без проскальзывания. Скольжение между брусом и дисками отсутствует. Передача движения от пружины блоку 2 производится посредством невесомого вертикального стержня

без скольжения. Радиус инерции блока 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, i_z.

Исходные данные задачи: $P_1 = P$ Н, $P_2 = 2P$ Н, $P_3 = P$ Н, $F = 2P$ Н, $M = Pr$ Н·м, $R = 1{,}5r$ м, $i_z = r\sqrt{2}$ м, $c = P/r$ Н/м.

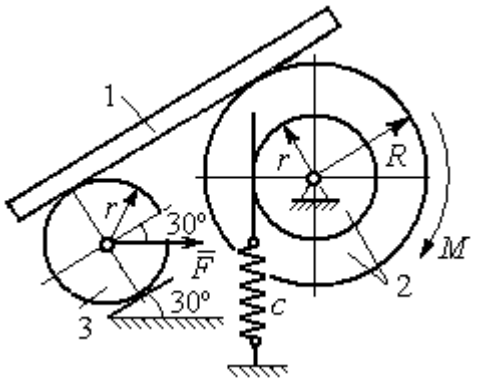


Рис. 6.11. Механическая система с одной степенью свободы

Определить законы движения блока 2 и бруса 1 при $P = 10$ Н, $r = 0{,}2$ м, если в начальный момент пружина находилась в нерастянутом состоянии, а блоку 2 придали угловую скорость $\omega_0 = 0{,}5$ рад/с, направленную в сторону заданного момента пары сил.

Решение

Рассматриваемая механическая система (рис. 6.11) имеет одну степень свободы, так как в системе не допускается независимое друг от друга движение тел. В качестве обобщённой координаты q выберем перемещение x верхнего края пружины, отсчитываемого от уровня, при котором пружина длиной l_0 находилась в нерастянутом состоянии (рис. 6.12). Обобщённая скорость $\dot{q} = \dot{x}$.

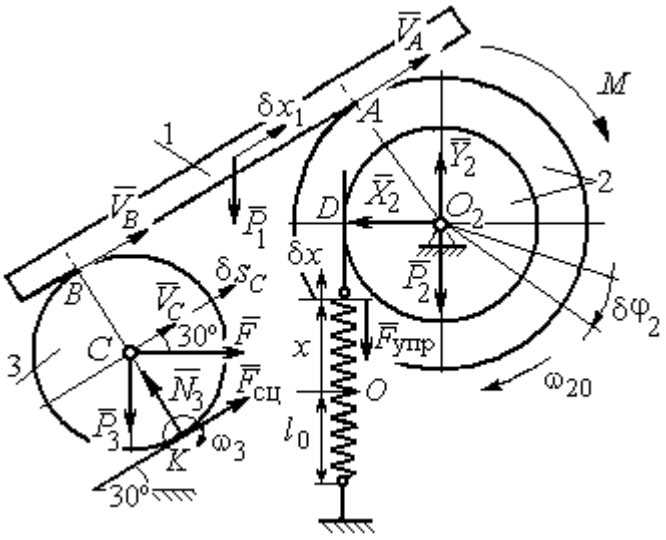


Рис. 6.12. Расчётная схема колебаний механической системы с одной степенью свободы

Уравнение Лагранжа II рода, описывающее движение системы с одной степенью свободы, имеет вид $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_x$, где T – кинетическая энергия системы, Q_x – обобщенная сила, соответствующая обобщенной координате x.

Вычислим кинетическую энергию системы как сумму кинетических энергий бруса, блока и катка: $T = T_1 + T_2 + T_3$. Кинетическая энергия поступательного движения бруса 1: $T_1 = \frac{1}{2} m_1 V_1^2$, где m_1, V_1 – масса и скорость бруса. Энергия вращательного движения блока 2: $T_2 = \frac{1}{2} J_{2z} \omega_2^2$, где ω_2 – угловая скорость блока, J_{2z} – момент инерции блока 2 относительно оси z, $J_{2z} = m_2 i_z^2$.

Каток 3 совершает плоскопараллельное движение. Его кинетическая энергия $T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_3^2$, где V_C – скорость центра масс катка 3; J_{zC} – момент инерции катка относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{zC} = \frac{1}{2} m_3 r^2$; r – радиус катка; ω_3 – угловая скорость катка.

Выразим скорость V_1 бруса 1, угловые скорости ω_2, ω_3 блока 2 и катка 3, а также скорость V_C центра масс катка 3 через обобщённую скорость $\dot{x}$.

Заметим, что скорость точки *D* блока 2 равна скорости верхнего края пружины $V_D = \dot{x}$. Угловая скорость блока 2 $\omega_2 = \frac{V_D}{r} = \frac{\dot{x}}{r}$. Скорость бруса 1 равна скорости точки *A* блока 2 и вычисляется по формуле $V_1 = V_A = \omega_2 R = \frac{\dot{x} R}{r}$. Так как брус совершает поступательное движение, то $V_B = V_1$. Угловая скорость катка 3 $\omega_3 = \frac{V_B}{2r} = \frac{V_1}{2r} = \frac{\dot{x} R}{2r^2}$. Здесь при определении угловой скорости катка 3 учтено, что точка *K* касания катка 3 с неподвижной поверхностью является мгновенным центром скоростей катка. Скорость центра катка 3 $V_C = \frac{V_B}{2} = \frac{\dot{x} R}{2r}$.

Подставляя исходные данные задачи с учётом найденных кинематических соотношений, получим кинетическую энергию тел системы

$$T_1 = \frac{1}{2} m_1 V_1^2 = \frac{P}{2g} \left(\frac{\dot{x} R}{r} \right)^2 = 1{,}125 \frac{P}{g} \dot{x}^2, \quad T_2 = \frac{1}{2} J_{2z} \omega_2^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2P}{g} \left(r\sqrt{2} \right)^2 \left(\frac{\dot{x}}{r} \right)^2 = 2 \frac{P}{g} \dot{x}^2,$$

$$T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_3^2 = \frac{1}{2} \frac{P}{g} \left(\frac{\dot{x} R}{2r} \right)^2 + \frac{1}{2} \frac{P r^2}{2g} \left(\frac{\dot{x} R}{2r^2} \right)^2 = 0{,}422 \frac{P}{g} \dot{x}^2 .$$

Тогда полная кинетическая энергия системы:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 = 3{,}547 \frac{P}{g} \dot{x}^2 .$$

Произвольное положение системы определяется обобщённой координатой *x*, показывающей растяжение пружины. Дадим пружине, находящейся в произвольном положении, возможное (бесконечно малое) перемещение δx в положительном направлении оси *x* (см. рис. 6.12). При этом блок 2 повернётся на угол $\delta\varphi_2$: $\delta\varphi_2 = \frac{\delta x}{r}$, брус 1 переместится на расстояние δx_1: $\delta x_1 = \frac{\delta x R}{r}$, центр масс катка 3 сдвинется на расстояние δS_C: $\delta S_C = \frac{\delta x R}{2r}$. Все перемещения получены из установленных ранее кинематических соотношений и показаны на рис. 6.12.

При заданном возможном перемещении системы работу совершают силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_3$ бруса 1 и катка 3, пара сил с моментом *M*, сила $\vec{F}$ и сила упругости пружины (см. рис. 6.12). Элементарная работа вращающего момента *M*, приложенного к блоку 2, будет $\delta A(M) = M\delta\varphi_2 = M \frac{\delta x}{r}$. Работа силы тяжести бруса 1 определяется равенством $\delta A(P_1) = P_1 \delta x_1 \cos 120^\circ = -P_1 \delta x_1 \cos 60^\circ = -\frac{P_1 \delta x R}{2r}$. Работы силы тяжести катка 3 и силы *F*: $\delta A(P_3) = P_3 \delta s_C \cos 120^\circ = -P_3 \frac{\delta x R}{4r}$, $\delta A(F) = F \frac{\delta x R}{2r} \cos 30^\circ$. Модуль силы упругости пружины, растянутой из недеформированного положения на расстояние *x*: $F_{\text{упр}} = cx$. Сила $\vec{F}_{\text{упр}}$ упругости направлена в сторону, противоположную растяжению (см. рис. 6.12). Работа силы упругости при перемещении вдоль линии действия на расстояние δx вычисляется по формуле $\delta A(\vec{F}_{\text{упр}}) = F_{\text{упр}} \delta x \cos 180^\circ = -cx\delta x$.

Сумма работ сил на рассматриваемом возможном перемещении системы с учётом данных задачи составляет

$$\delta A = \delta A(M) + \delta A(P_1) + \delta A(P_3) + \delta A(F) + \delta A(F_{\text{упр}}) =$$

$$= M\frac{\delta x}{r} - \frac{P_1 \delta x R}{2r} - P_3\frac{\delta x R}{4r} + F\frac{\delta x R}{2r}\cos 30^\circ - cx\delta x = P(1{,}174 - 5x)\delta x,$$

откуда обобщённая сила $Q_x = P(1{,}174 - 5x)$.

Составим уравнения Лагранжа. Вычислим частные производные от кинетической энергии по обобщенной скорости $\dot{x}$ и координате x: $\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} = 7{,}094\frac{P}{g}\dot{x}$, $\frac{\partial T}{\partial x} = 0$. Определим полную производную по времени: $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) = 7{,}094\frac{P}{g}\ddot{x}$. Результаты расчетов подставим в уравнения Лагранжа II рода и получим дифференциальное уравнение колебаний верхнего края пружины:

$$7{,}094\frac{P}{g}\ddot{x} = P(1{,}174 - 5x), \text{ или при } g = 9{,}81 \text{ м/с}^2,\ \ddot{x} + 6{,}91x = 1{,}62.$$

Решение дифференциального уравнения представляется в виде суммы общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного: $x = x_{\text{одн}} + x_{\text{частн}}$. Общее решение однородного уравнения имеет вид $x_{\text{одн}} = C_1 \sin kt + C_2 \cos kt$, где C_1, C_2 – произвольные постоянные; k – круговая частота собственных колебаний пружины, $k = \sqrt{6{,}91} = 2{,}63$ рад/с. Частное решение неоднородного уравнения ищется в виде константы $x_{\text{частн}} = b$. Подставив его в уравнение колебаний, получим $b = 0{,}23$. Таким образом, общее решение неоднородного уравнения имеет вид $x(t) = C_1 \sin 2{,}63t + C_2 \cos 2{,}63t + 0{,}23$.

Произвольные постоянные C_1, C_2 находятся из начальных условий. По условию задачи в начальный момент пружина была в нерастянутом состоянии. Тогда начальная координата пружины (её верхнего края) $x(0) = 0$. Скорость верхнего края пружины в начальный момент времени $\dot{x}(0)$ равна начальной скорости $V_D(0)$ точки D блока 2. Поскольку в начальный момент времени блоку 2 сообщили угловую скорость ω_{20}, то $\dot{x}(0) = V_D(0) = \omega_{20} r = 0{,}1$ м/с.

Подставляя значение начальной координаты в общее решение неоднородного уравнения при $t = 0$, получим $C_2 = -0{,}23$.

Вычисляем скорость движения пружины, взяв производную: $\dot{x}(t) = 2{,}63C_1\cos 2{,}63t - 2{,}63C_2\sin 2{,}63t$. Подставляя начальное значение скорости, получим C_1 = 0,038. Окончательно уравнение движения верхнего края пружин: $x(t) = 0{,}038\sin 2{,}63t - 0{,}23\cos 2{,}63t + 0{,}23$ м.

Уравнения колебательных движений бруса 1 и блока 2 найдём из ранее полученных кинематических соотношений:

$$x_1 = \frac{xR}{r} = 1{,}5\,x(t) = 0{,}057\sin 2{,}63t - 0{,}34\cos 2{,}63t + 0{,}34 \text{ м};$$

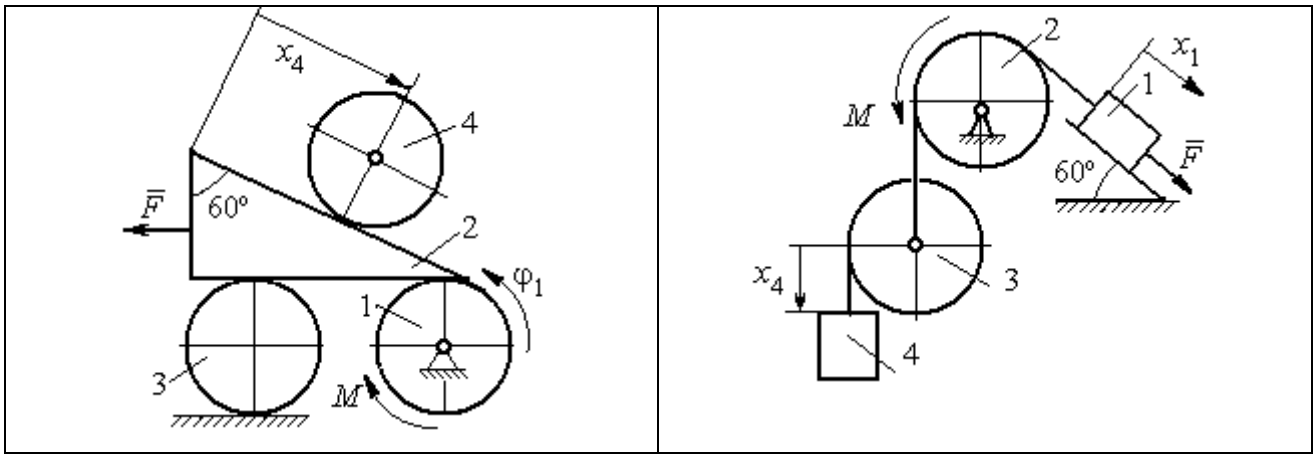
$$\varphi_2 = \frac{x}{r} = 5\,x(t) = 0{,}19\sin 2{,}63t - 1{,}15\cos 2{,}63t + 1{,}15 \text{ рад}.$$

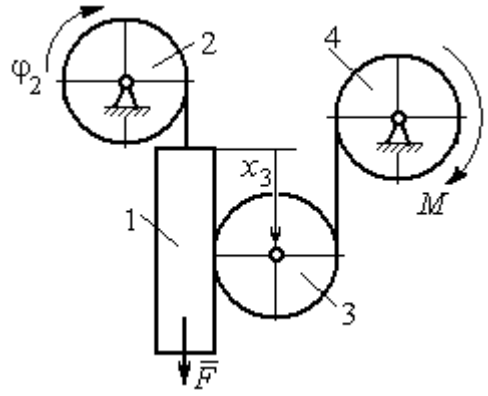
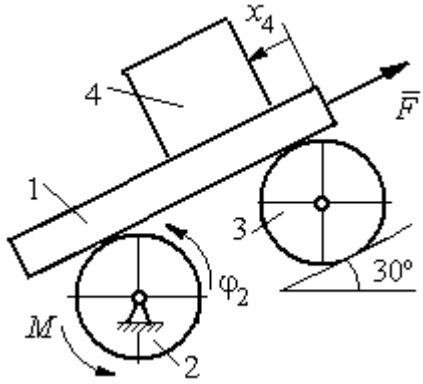
Амплитуда колебаний бруса $A = \sqrt{0{,}057^2 + 0{,}34^2} = 0{,}35$ м.

6.5. Задание Д8. Исследование механической системы с двумя степенями свободы

Механическая система, состоящая из четырёх тел, из состояния покоя движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, $\vec{P}_4$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом M. Качение тел во всех случаях происходит без проскальзывания, скольжение грузов по поверхностям – без трения. Радиусы дисков одинаковы и равны R. Найти уравнения движения системы в обобщённых координатах. Варианты заданий и рекомендуемые обобщённые координаты даны на рис. 6.13, 6.14, варианты исходных данных – в табл. 6.3.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**



Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	

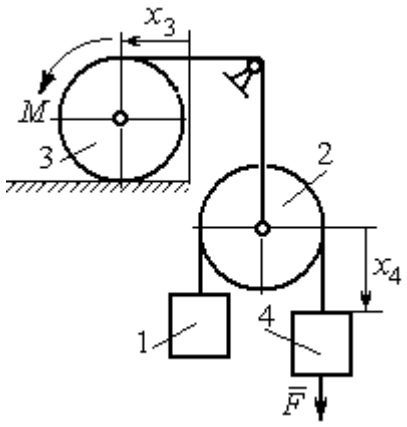
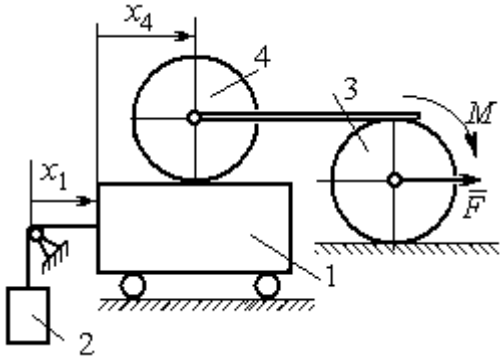
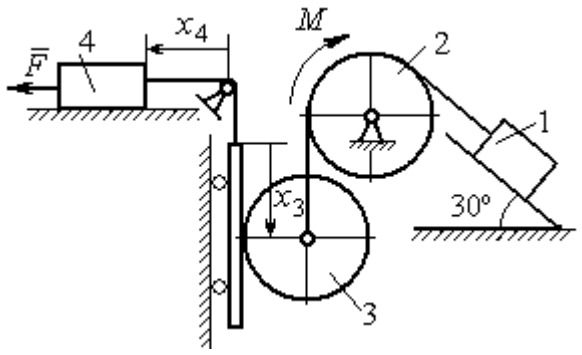
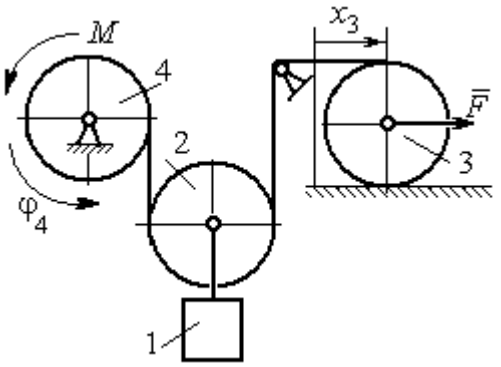
Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Рис. 6.13. Задание Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы. Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Окончание вариантов задания Д8

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

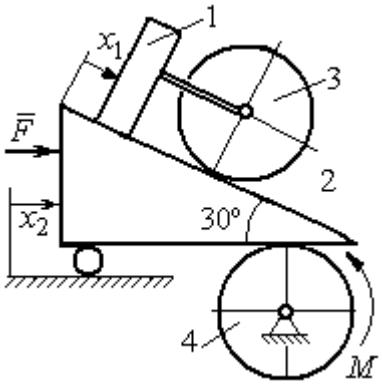
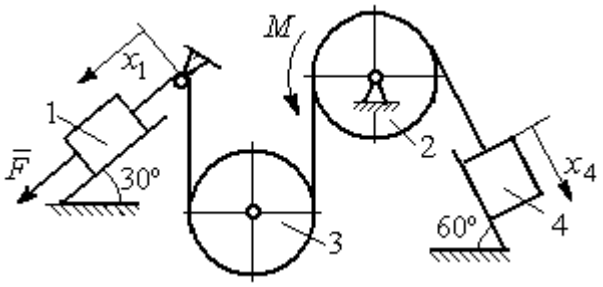
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 6.14. Задание Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы. Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 6.3

Исходные данные задания Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
P_1, Н	P	$2P$	P	$1{,}5P$	P	$3P$	P	$1{,}2P$	$3P$	P	$2P$	P	P	$2P$	P
P_2, Н	$3P$	$3P$	$4P$	$3P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	$3P$	$4P$	$3P$
P_3, Н	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$2P$	$3P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$2P$	P	$2P$
P_4, Н	$2P$	P	P	$2P$	$3P$	$3P$	P	P	$2P$	P	P	P	$2P$	$2P$	$2P$
R, м	$2r$	$1{,}5r$	$2{,}5r$	$1{,}2r$	$2r$	r	$1{,}5r$	r	$2r$	r	$1{,}5r$	$1{,}2r$	$2r$	$2r$	$2r$
F, Н	P	$2P$	P	$3P$	P	P	$2P$	$4P$	P	$2P$	P	$2P$	$1{,}5P$	$4P$	$2P$
M, Н·м	$2Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$3Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$2Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$3Pr$	$3Pr$	$2Pr$

Окончание табл. 6.3

Номер варианта задания	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
P_1, Н	$4P$	$1{,}5P$	P	$2P$	P	P	$1{,}5P$	$1{,}5P$	$2P$	P	P	$2P$	$1{,}2P$	$3P$	$1{,}2P$
P_2, Н	$2P$	$2P$	$2P$	$4P$	$3P$	$4P$	$3P$	$4P$	$3P$	$2P$	$2P$	$1{,}2P$	$2P$	$3P$	$2P$
P_3, Н	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	P	P	$3P$
P_4, Н	$1{,}5P$	$2P$	$3P$	P	$2P$	$2P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	P	P	$2P$	P	$2P$
R, м	$1{,}5r$	r	$1{,}5r$	$2r$	r	$1{,}2r$	$2r$	$1{,}5r$	$2r$	r	$1{,}5r$	$2r$	r	$1{,}2r$	$2r$
F, Н	$2P$	$2P$	P	$3P$	$4P$	$2P$	$3P$	$2P$	$3P$	P	$3P$	$1{,}5P$	$4P$	$2P$	$3P$
M, Н·м	$3Pr$	$2Pr$	$4Pr$	Pr	$4Pr$	$4Pr$	$2Pr$	Pr	$4Pr$	$2Pr$	$4Pr$	$2Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$2Pr$

Пример выполнения задания Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы

Платформа 3 лежит горизонтально на катке 5 и блоке 4 одинакового радиуса R (рис. 6.15). На платформу действует горизонтальная сила $\vec{F}$. К блоку 4, вращающемуся вокруг неподвижной оси, приложена пара сил с моментом M. Каток 5 катится по горизонтальной поверхности. К краю платформы одним концом прикреплена горизонтальная нить, а к другому концу, переброшенному через невесомый блок, прикреплён груз 6, движущийся вертикально. На платформе 3 установлен каток 2 радиуса R. К центру катка прикреплена нить, расположенная параллельно платформе и натянутая грузом 1, движущимся вертикально (см. рис. 6.15). Движение системы началось из состояния покоя. Качение тел без проскальзывания. Определить уравнения движения системы в обобщённых координатах, если $R = 2r$, веса тел $P_1 = P_6 = P$, $P_3 = 3P$, $P_4 = P_5 = P_2 = 2P$, $F = P$, $M = 3Pr$.

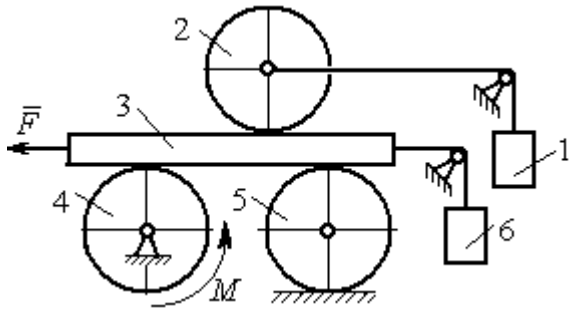


Рис. 6.15. Механическая система с двумя степенями свободы

Решение

Рассматриваемая механическая система, включающая катки 2, 5, платформу 3, блок 4 и грузы 1, 6, имеет две степени свободы, так как перемещение катка 2 относительно платформы 3 не зависит от перемещения самой платформы. За обобщенные координаты выберем перемещение x_2 центра масс катка 2 относительно

края платформы и перемещение x_3 платформы 3 относительно произвольной неподвижной вертикальной плоскости (рис. 6.16). Обобщенные скорости – скорость $\dot{x}_2$ центра масс катка 2 относительно края платформы и скорость платформы $\dot{x}_3$ относительно неподвижной вертикали. Уравнения Лагранжа II рода, описывающие движение системы:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2}\right)-\frac{\partial T}{\partial x_2}=Q_{x_2}, \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3}\right)-\frac{\partial T}{\partial x_3}=Q_{x_3},$$

где T – кинетическая энергия системы; Q_{x_2}, Q_{x_3} – обобщенные силы, соответствующие указанным обобщенным координатам.

Вычислим кинетическую энергию системы как сумму кинетических энергий тел.

Платформа 3 совершает поступательное движение. Кинетическая энергия платформы $T_3=\frac{P_3}{2g}V_3^2$, где V_3 – скорость платформы, причём, в соответствии с выбором обобщённых координат и скоростей, $V_3=\dot{x}_3$.

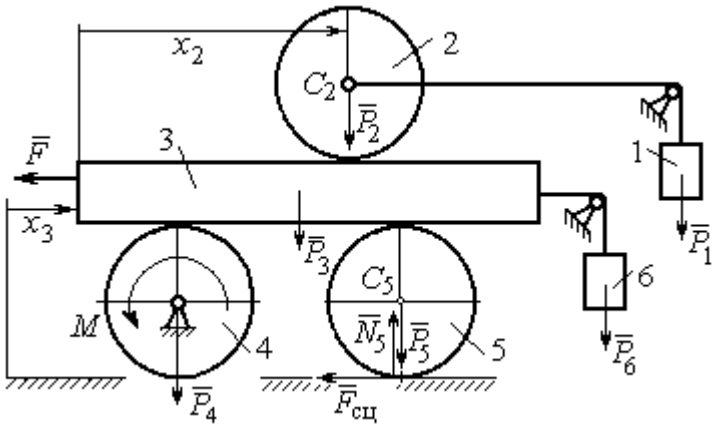


Рис. 6.16. Действующие силы и обобщённые координаты механической системы

Блок 4 вращается вокруг неподвижной оси. Энергия вращательного движения блока $T_4=\frac{1}{2}J_4\omega_4^2$, где J_4, ω_4 – осевой момент инерции блока 4 и его угловая скорость. Угловая скорость блока 4 $\omega_4=\frac{V_3}{R_4}=\frac{\dot{x}_3}{2r}$.

Каток 5 совершает плоскопараллельное движение, его кинетическая энергия вычисляется по формуле: $T_5=\frac{1}{2}\frac{P_5}{g}V_{C_5}^2+\frac{1}{2}J_5\omega_5^2$, где J_5 – момент инерции катка относительно оси вращения, проходящей через его центр масс; ω_5, V_{C_5} – угловая скорость и скорость центра масс катка 5. Для определения скорости центра масс

катка 5 заметим, что точка касания катка с платформой имеет скорость, равную скорости платформы, а точка *K* касания катка с неподвижной горизонтальной поверхностью является его мгновенным центром скоростей. Следовательно, скорость центра катка равна половине скорости платформы: $V_{C_5} = \frac{1}{2}V_3 = \frac{1}{2}\dot{x}_3$. Угловая скорость катка 5 $\omega_5 = \frac{V_3}{2R_5} = \frac{\dot{x}_3}{4r}$ (рис. 6.17, *a*).

При расчёте кинетической энергии катка 2 необходимо учитывать, что каток совершает сложное движение. Качение катка по поверхности платформы является относительным движением, перемещение его вместе с платформой – переносным. Абсолютная скорость V_{C_2} центра масс катка 2 представляется в виде векторной суммы $\vec{V}_{C_2} = \vec{V}_{C_2r} + \vec{V}_{C_2e}$ (рис. 6.17, *b*), где $\vec{V}_{C_2e}$ – вектор переносной скорости катка, равный по модулю скорости платформы, $V_{C_2e} = V_3 = \dot{x}_3$; $\vec{V}_{C_2r}$ – вектор относительной скорости центра масс катка, равный по величине скорости центра масс катка 2 относительно края платформы, $V_{C_2r} = \dot{x}_2$. Модуль абсолютной скорости центра масс катка 2 равен сумме $V_{C_2} = V_{C_2r} + V_{C_2e} = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$ (рис. 6.17, *b*).

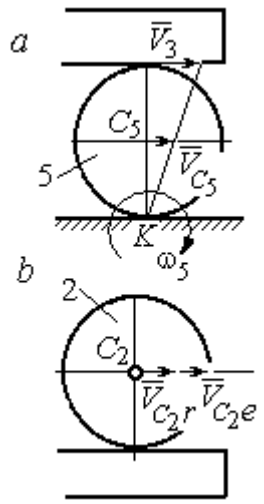


Рис. 6.17. Скорости центров катков 2 и 5

Угловая скорость переносного движения катка 2 равна нулю, поскольку переносное движение катка – это поступательное движение платформы. В результате угловая скорость катка 2 равна его угловой скорости в относительном движении: $\omega_2 = \frac{V_{C_2r}}{R_2} = \frac{\dot{x}_2}{2r}$. Кинетическая энергия катка 2 рассчитывается по формуле: $T_2 = \frac{1}{2}\frac{P_2}{g}V_{C_2}^2 + \frac{1}{2}J_2\omega_2^2$, где J_2 – осевой момент инерции катка 2; ω_2 – угловая скорость катка; V_{C_2} – абсолютная скорость центра масс катка 2.

Движение грузов 1 и 6 поступательное, их кинетические энергии вычисляются по формулам: $T_1 = \frac{P_1}{2g} V_1^2$, $T_6 = \frac{P_6}{2g} V_6^2$. При этом скорость груза 1 равна абсолютной скорости центра катка 2: $V_1 = V_{C_2} = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$, а скорость груза 6 равна скорости платформы: $V_6 = V_3 = \dot{x}_3$.

Выразим кинетическую энергию системы через обобщённые скорости. Кинетическая энергия:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 =$$

$$= \frac{P_1}{2g} V_1^2 + \frac{1}{2}\frac{P_2}{g} V_{C_2}^2 + \frac{1}{2} J_2 \omega_2^2 +$$

$$\frac{P_3}{2g} V_3^2 + \frac{1}{2} J_4 \omega_4^2 +$$

$$\frac{1}{2}\frac{P_5}{g} V_{C_5}^2 + \frac{1}{2} J_5 \omega_5^2 + \frac{P_6}{2g} V_6^2,$$

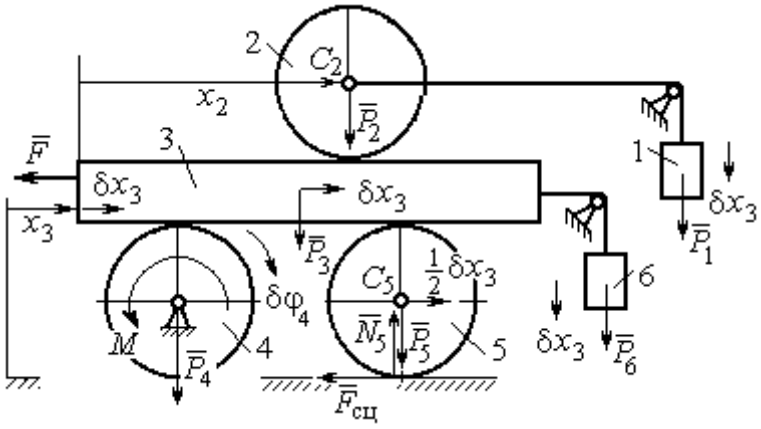


Рис. 6.18. Возможное перемещение системы при вариации обобщённых координат $\delta x_3 > 0$, $\delta x_2 = 0$

где значения скоростей:

$V_1 = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$, $V_{C_2} = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$, $\omega_2 = \frac{\dot{x}_2}{2r}$, $V_3 = \dot{x}_3$, $\omega_4 = \frac{\dot{x}_3}{2r}$, $V_{C_5} = \frac{1}{2}\dot{x}_3$, $\omega_5 = \frac{\dot{x}_3}{4r}$, $V_6 = \dot{x}_3$

. Значения осевых моментов инерции катков: $J_2 = \frac{P_2 R_2^2}{2g} = \frac{4Pr^2}{g}$, $J_4 = \frac{P_4 R_4^2}{2g} = \frac{4Pr^2}{g}$, $J_5 = \frac{P_5 R_5^2}{2g} = \frac{4Pr^2}{g}$. Подставляя значения скоростей, моментов инерции и данные задачи, получим выражение кинетической энергии системы в виде

$$T = \frac{P}{2g}(\dot{x}_2 + \dot{x}_3)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{2P}{g}(\dot{x}_2 + \dot{x}_3)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{4Pr^2}{g}\left(\frac{\dot{x}_2}{2r}\right)^2 + \frac{3P}{2g}\dot{x}_3^2 +$$

$$+\frac{1}{2}\cdot\frac{4Pr^2}{g}\left(\frac{\dot{x}_3}{2r}\right)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{2P}{g}\left(\frac{\dot{x}_3}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{4Pr^2}{g}\left(\frac{\dot{x}_3}{4r}\right)^2 + \frac{P}{2g}\dot{x}_3^2 =$$

$$= \frac{1}{2}\frac{P}{g}\dot{x}_2^2 + \frac{3P}{2g}(\dot{x}_2 + \dot{x}_3)^2 + \frac{23P}{8g}\dot{x}_3^2 = \frac{2P}{g}\dot{x}_2^2 + \frac{3P}{g}\dot{x}_2\dot{x}_3 + \frac{35P}{8g}\dot{x}_3^2.$$

Дадим системе возможное перемещение по координате x_3, оставляя координату x_2 без изменения: $\delta x_3 > 0, \delta x_2 = 0$ (рис. 6.18). При таком перемещении каток 2

стоит на платформе и движется поступательно вместе с ней. В этом случае работа сил тяжести $\vec{P}_2$, $\vec{P}_5$, $\vec{P}_3$ катков 2, 5 и платформы 3 равна нулю, так как перемещения точек приложения этих сил перпендикулярны векторам сил (см. рис. 6.18). Работа силы тяжести $\vec{P}_4$ равна нулю, так как точка приложения силы лежит на неподвижной оси вращения блока 4.

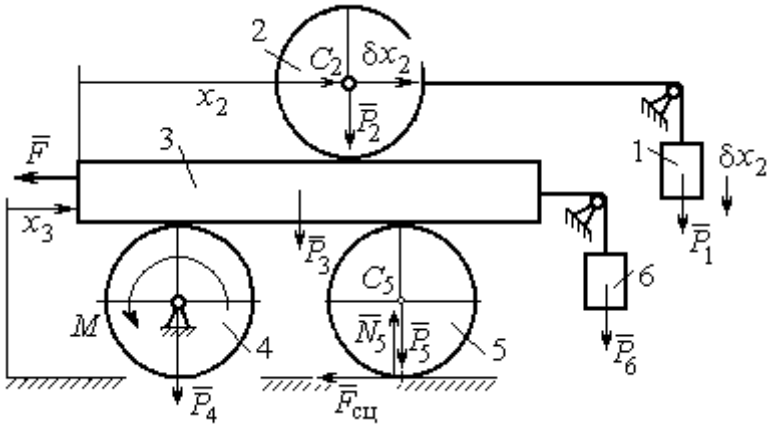


Рис. 6.19. Возможное перемещение системы при вариации обобщённых координат $\delta x_2>0$, $\delta x_3=0$

Работу будут производить сила $\vec{F}$, пара сил с моментом M и силы тяжести грузов $\vec{P}_1$ и $\vec{P}_6$. Суммарная работа сил на перемещении δx_3: $\delta A = -F\delta x_3 - M\delta\varphi_4 + P_1\delta x_3 + P_6\delta x_3$.

Представим полученное ранее соотношение $\omega_4 = \dfrac{\dot{x}_3}{2r}$ в дифференциальном виде: $d\varphi_4 = \dfrac{dx_3}{2r}$. Поскольку дифференциалы координат также являются возможными перемещениями, получим нужное соотношение $\delta\varphi_4 = \dfrac{\delta x_3}{2r}$. Теперь элементарную работу сил на возможном перемещении δx_3 с учётом значений сил можно представить в виде:

$$\delta A = -P\delta x_3 - 3Pr\frac{\delta x_3}{2r} + P\delta x_3 + P\delta x_3 = -\frac{1}{2}P\delta x_3,$$

отсюда обобщённая сила, соответствующая координате x_3: $Q_{x_3} = -\dfrac{1}{2}P$.

Дадим системе другое независимое перемещение – по координате x_2, оставляя координату x_3 без изменения: $\delta x_2 > 0$, $\delta x_3 = 0$ (рис. 6.19).

При этом возможном перемещении вся система стоит, кроме катка 2, который катится по поверхности неподвижной платформы, и груза 1, который опускается вертикально вниз. Работу совершает только сила тяжести груза 1. Выражая

работу в виде $\delta A = P_1 \delta x_2 = P\delta x_2$, найдём обобщённую силу, соответствующую координате x_2: $Q_{x_2} = P$.

Составим уравнения Лагранжа. С этой целью вычислим частные производные от кинетической энергии по обобщенным скоростям $\dot{x}_3$ и $\dot{x}_2$:

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3} = \frac{3P}{g}\dot{x}_2 + \frac{35P}{4g}\dot{x}_3, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2} = \frac{4P}{g}\dot{x}_2 + \frac{3P}{g}\dot{x}_3$$

и по обобщённым координатам: $\frac{\partial T}{\partial x_3} = 0$, $\frac{\partial T}{\partial x_4} = 0$.

Определим полные производные по времени от частных производных кинетической энергии по скоростям:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3}\right) = \frac{3P}{g}\ddot{x}_2 + \frac{35P}{4g}\ddot{x}_3, \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2}\right) = \frac{4P}{g}\ddot{x}_2 + \frac{3P}{g}\ddot{x}_3.$$

Подставляя результаты расчётов в уравнения Лагранжа с учётом вычисленных значений обобщённых сил, получим систему дифференциальных уравнений, описывающих движение системы в обобщённых координатах:

$$12\ddot{x}_2 + 35\ddot{x}_3 = -2g, \quad 4\ddot{x}_2 + 3\ddot{x}_3 = g.$$

Алгебраическим решением системы служат значения ускорений:

$$\ddot{x}_3 = -\frac{5}{26}g = -0{,}19g \quad \text{и} \quad \ddot{x}_2 = \frac{41}{104}g = 0{,}39g.$$

Полученные выражения представляют собой дифференциальные уравнения, проинтегрировав которые дважды с нулевыми начальными условиями (движение началось из состояния покоя), найдём уравнения абсолютного движения платформы и относительного движения центра масс катка 2:

$$x_3 = -0{,}095gt^2, \quad x_2 = 0{,}195gt^2.$$

Отрицательное значение координаты x_3 означает, что движение платформы происходит в отрицательном направлении оси x_3 (см. рис. 6.16).

Абсолютное движение центра катка 2 представляется суммой относительного и переносного движений: $x_{C_2} = x_2 + x_3 = 0{,}1gt^2$.

Уравнение вращательного движения катка 2 находится на основании выражения $\varphi_2 = \frac{1}{R_2} x_2 = \frac{1}{2r} x_2 = 0{,}097 \frac{gt^2}{r}$. Вращение блока 4 описывается уравнением $\varphi_4 = \frac{1}{R_4} x_3 = \frac{1}{2r} x_3 = -0{,}047 \frac{gt^2}{r}$.

Движение катка 5 описывается двумя уравнениями: уравнением движения центра масс катка $x_{C_5} = \frac{1}{2} x_3 = -0{,}047 gt^2$ и уравнением вращательного движения катка $\varphi_5 = \frac{x_3}{2R_5} = -0{,}024 \frac{gt^2}{r}$.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бать М. И., *Джанелидзе Г. Ю.*, *Кельзон А. С.* Теоретическая механика в примерах и задачах. Т. 1–2.– СПб.: Лань, 2010.

Бутенин Н. В., *Лунц Я. Л.*, *Меркин Д. Р.* Курс теоретической механики: в 2-х томах.– М.: Наука, 2009.

Вебер Г. Э., *Ляпцев С. А*. Лекции по теоретической механике. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008.

Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: учебн. для втузов. – М.: Высшая школа, 2010.

Учебное издание

Евгений Борисович Волков
Юрий Михайлович Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

сборник заданий для расчетно-графических работ

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов, выполнению практических и контрольных работ

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

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Учебно-методическое пособие
и контрольные задания для выполнения РГР и самостоятельной работы студентов специальности
21.05.04 Горное дело

Екатеринбург
2019

А 94
Рецензент: *Н.М.Суслов*, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой ГМК
Уральского государственного горного университета

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры технической механики 04 апреля 2019г. (протокол № 7) и рекомендовано для издания в УГГУ

А. А. Чиркова, А. П. Золкин, Д. Н. Суслов, А. И. Афанасьев
СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ: учебно-методическое пособие и контрольные задания для выполнения РГР и самостоятельной работы студентов специальности *21.05.04 Горное дело*.– Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 84 с.

Учебно-методическое пособие содержит краткие методические указания, контрольные задания и примеры выполнения заданий по темам: «Осевое нагружение стержней переменного сечения. Определение деформаций при осевом нагружении», «Расчет вала на прочность при кручении. Определение углов закручивания вала – расчет на жесткость», «Расчет на прочность балки при изгибе. Подбор сечения балки», «Расчет на жесткость балки при изгибе. Определение формы изогнутой оси балки», «Расчет стержней на устойчивость», «Расчет статически неопределимых балок», «Расчет статически неопределимых рам».

© Чиркова А. А., Золкин А. П.,
Суслов Д.Н.,Афанасьев А. И. 2019
© Уральский государственный
горный университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Задача №1. Осевое нагружение стержней 4
Задача №2. Расчёт вала на кручение и жёсткость….....11
Задача №3. Расчёт балки на прочность при изгибе 17
Задача №4. Расчёт балки на жёсткость 23
Задача №5. Геометрические характеристики плоского симметричного сечения……..……30
Задача № 6. Расчёт статически неопределемых стержневых систем. ……36
Задача 7.Расчет статически неопределимых балок ……..……...43
Задача №8. Расчет стержней на устойчивость……..67
Задача №9. Расчет статически неопределимых рам……..……...70
Оформление расчетно-графической работы.....84
Список рекомендуемой литературы 84

Задача № 1. Осевое нагружение стержней

Для стального стержня из условия прочности подобрать площади поперечных сечений при условии, что отношение площади большего участка к меньшему равно $k = S_m/S_x$. Построить эпюры: осевой силы N; нормальных напряжений σ и продольных перемещений Δ. Модуль упругости стали $E = 200000$ МПа. Предел текучести стали σ_m. Коэффициент запаса прочности по пределу текучести – n_m. Исходные данные сведены в табл. 1, расчетные схемы даны на рис. 1.

Таблица 1

Исходные данные к задаче № 1

№ п/п	Сила, кН				Длина участка, м				$\sigma_т$, МПа	$n_т$	$k = S_m/S_x$	Номер схемы
	P_1	P_2	P_3	P_4	L_1	L_2	L_3	L_4				
1	150	660	440	990	2,0	1,4	1,3	2,3	200	1,5	1,5	1
2	620	700	920	130	3,1	2,2	1,5	1,9	240	2,0	2,0	2
3	600	880	170	200	2,4	3,0	2,3	1,6	280	2,5	2,5	3
4	80	130	600	610	1,6	2,9	1,7	2,4	320	3,0	3,0	4
5	990	380	630	390	2,8	1,8	2,5	1,7	360	1,5	3,5	5
6	290	570	170	900	1,9	2,6	2,7	1,3	400	2,0	1,5	6
7	920	630	160	740	2,7	2,0	2,6	1,4	440	2,5	2,0	7
8	840	500	490	550	1,5	2,8	2,1	2,5	480	3,0	2,5	8
9	990	110	90	470	1,6	2,4	2,9	2,2	520	1,5	3,0	9
10	340	390	890	330	1,7	2,3	2,3	3,0	560	2,0	3,5	10
11	820	290	800	90	2,2	2,4	3,1	1,8	600	2,5	1,5	11
12	380	720	720	850	2,5	3,2	2,1	1,9	200	3,0	2,0	12
13	960	630	580	800	3,3	2,6	2,0	1,3	240	1,5	2,5	13
14	360	940	300	530	1,4	1,4	2,7	1,9	280	2,0	3,0	14
15	70	590	790	800	1,5	1,8	1,5	2,8	320	2,5	3,5	15
16	460	510	960	840	1,6	1,7	2,9	1,6	360	3,0	1,5	16
17	680	630	740	680	1,6	3,0	1,7	1,7	400	1,5	2,0	17
18	670	880	30	270	3,1	1,8	1,5	1,8	440	2,0	2,5	18
19	380	200	760	370	1,9	3,2	1,4	1,9	480	2,5	3,0	19
20	770	510	830	260	2,0	2,0	3,3	1,3	520	3,0	3,5	20
21	760	750	160	190	2,2	3,3	2,1	1,4	560	1,5	1,5	21
22	320	840	670	440	2,2	3,2	1,5	2,2	600	2,0	2,0	22
23	390	720	270	960	2,3	1,6	2,3	3,1	200	2,5	2,5	23
24	910	310	870	470	1,7	2,4	3,0	2,4	240	3,0	3,0	24
25	840	540	380	810	2,5	1,8	2,9	2,5	280	1,5	3,5	25
26	160	350	720	470	2,5	2,6	1,9	2,8	320	2,0	1,5	26
27	660	660	800	510	2,6	2,7	2,7	2,0	360	2,5	2,0	1
28	450	410	540	420	1,5	2,4	3,6	1,8	400	1,5	1,5	1
29	430	510	840	350	1,9	2,8	3,5	1,7	440	2,0	2,0	2

Окончание табл. 1

№ п/п	Сила, кН				Длина участка, м				$\sigma_т$, МПа	$n_т$	$k = S_m/S_x$	Номер схемы
	P_1	P_2	P_3	P_4	L_1	L_2	L_3	L_4				
30	520	900	620	820	2,3	2,4	3,0	2,2	480	2,5	2,5	3
31	690	500	790	740	2,7	2,0	2,6	2,6	520	3,0	3,0	4
32	860	240	260	490	3,1	1,6	2,3	2,4	560	1,5	3,5	5
33	990	60	930	580	3,5	2,1	2,7	1,8	600	2,0	1,5	6
34	30	870	740	280	2,9	2,7	1,9	2,3	200	2,5	2,0	7
35	900	610	570	60	2,3	2,1	1,3	1,7	240	3,0	2,5	8
36	360	200	350	470	2,5	1,6	2,9	2,3	280	1,5	3,0	9
37	940	560	980	660	1,8	2,5	1,9	2,0	320	2,0	3,5	10
38	990	620	370	840	2,7	2,4	3,2	1,6	360	2,5	1,5	11
39	650	310	430	890	3,0	1,7	1,8	2,4	400	3,0	2,0	12
40	870	560	80	360	1,6	1,6	2,2	2,2	440	1,5	2,5	13
41	580	280	210	540	2,8	2,1	2,0	3,3	480	2,0	3,0	14
42	720	410	750	290	1,5	2,4	2,7	1,8	520	2,5	3,5	15
43	240	860	590	420	1,9	2,4	2,3	2,6	560	3,0	1,5	16
44	70	570	650	450	2,0	3,1	2,5	1,9	600	1,5	2,0	17
45	160	450	830	680	1,4	2,1	2,3	2,5	200	2,0	2,5	18
46	450	430	400	470	3,2	2,2	2,6	2,1	240	2,5	3,0	19
47	870	440	190	330	3,0	1,4	2,3	2,2	280	3,0	3,5	20
48	370	390	190	740	2,2	1,7	1,8	2,4	320	1,5	1,5	21
49	890	210	920	260	2,2	2,4	2,5	1,6	360	2,0	2,0	22
50	350	820	330	210	2,7	2,3	2,3	2,6	200	2,5	2,5	23
51	710	150	300	570	1,5	2,6	2,4	2,2	240	3,0	3,0	24
52	900	110	730	680	2,4	2,7	2,1	2,5	280	1,5	3,5	25
53	860	630	550	730	2,8	2,0	2,6	2,3	320	2,0	1,5	26
54	520	40	640	600	1,9	2,7	2,9	2,2	360	2,5	2,0	13
55	830	760	920	820	2,8	1,8	3,0	2,1	400	3,0	2,5	14
56	720	730	300	250	2,0	2,9	1,7	3,1	440	1,5	3,0	1
57	120	860	670	500	1,9	3,2	3,0	1,6	480	2,0	3,5	2
58	980	80	940	390	2,8	3,3	1,5	3,1	520	2,5	1,5	3
59	240	60	20	540	2,4	1,4	3,2	2,6	560	3,0	2,0	4
60	820	300	790	130	1,3	3,3	2,5	2,7	600	1,5	2,5	5
61	450	340	220	210	2,7	2,3	2,3	2,6	200	2,5	2,5	23
62	440	360	240	570	1,5	2,6	2,4	2,2	240	3,0	3,0	24
63	470	370	260	680	2,4	2,7	2,1	2,5	280	1,5	3,5	25
64	580	380	270	730	2,8	2,0	2,6	2,3	320	2,0	1,5	26
65	600	390	280	600	1,9	2,7	2,9	2,2	360	2,5	2,0	13
66	670	450	290	820	2,8	1,8	3,0	2,1	400	3,0	2,5	14
67	770	550	300	250	2,0	2,9	1,7	3,1	440	1,5	3,0	1
68	800	570	310	500	1,9	3,2	3,0	1,6	480	2,0	3,5	2
69	870	580	320	390	2,8	3,3	1,5	3,1	520	2,5	1,5	3
70	900	590	330	540	2,4	1,4	3,2	2,6	560	3,0	2,0	4
71	340	600	390	130	1,3	3,3	2,5	2,7	600	1,5	2,5	5

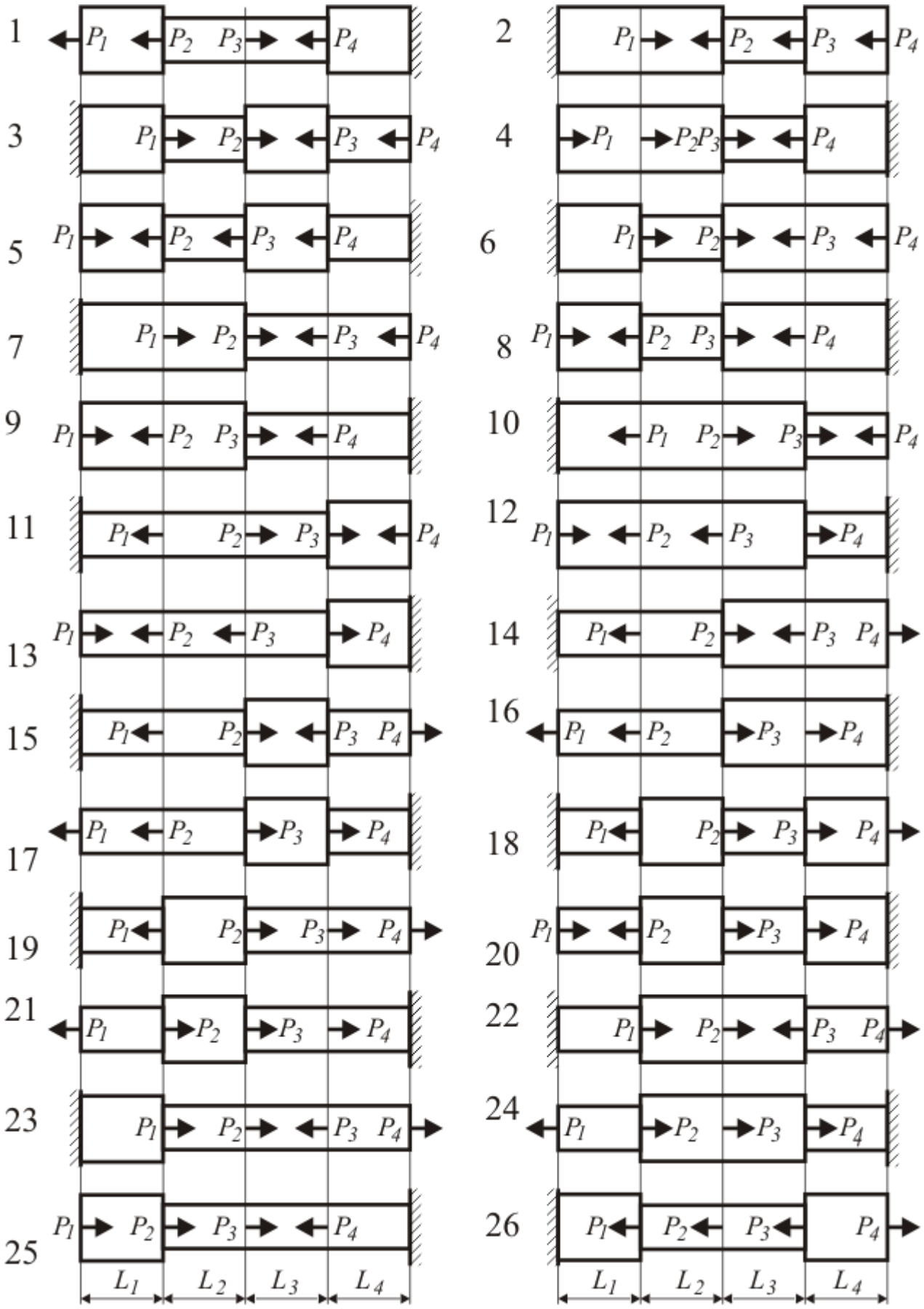


Рис. 1. Расчетная схема стержня

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ № 1

Стальной стержень нагружен в сечениях 1 – 4 осевыми силами $P_1 = 600$ кН, $P_2 = 900$ кН, $P_3 = 600$ кН, $P_4 = 900$ кН и заделан в сечении 5 (рис. 2, *а*). Длины участков равны: $L_1 = 0{,}75$ м, $L_2 = 1{,}25$ м, $L_3 = 1{,}75$ м, $L_4 = 2{,}25$ м. Выбрать из условия прочности площади поперечных сечений при дополнительном (конструктивно-технологическом) требовании, чтобы отношение площадей толстого и худого участков равнялось $k = S_m/S_x = 2{,}5$. Построить эпюры: осевой силы *N*; нормальных напряжений σ и продольных перемещений Δ. Модуль упругости *E* = 200000 МПа. Предел текучести стали $\sigma_m = 360$ МПа. Коэффициент запаса прочности по пределу текучести $n_m = 1{,}5$.

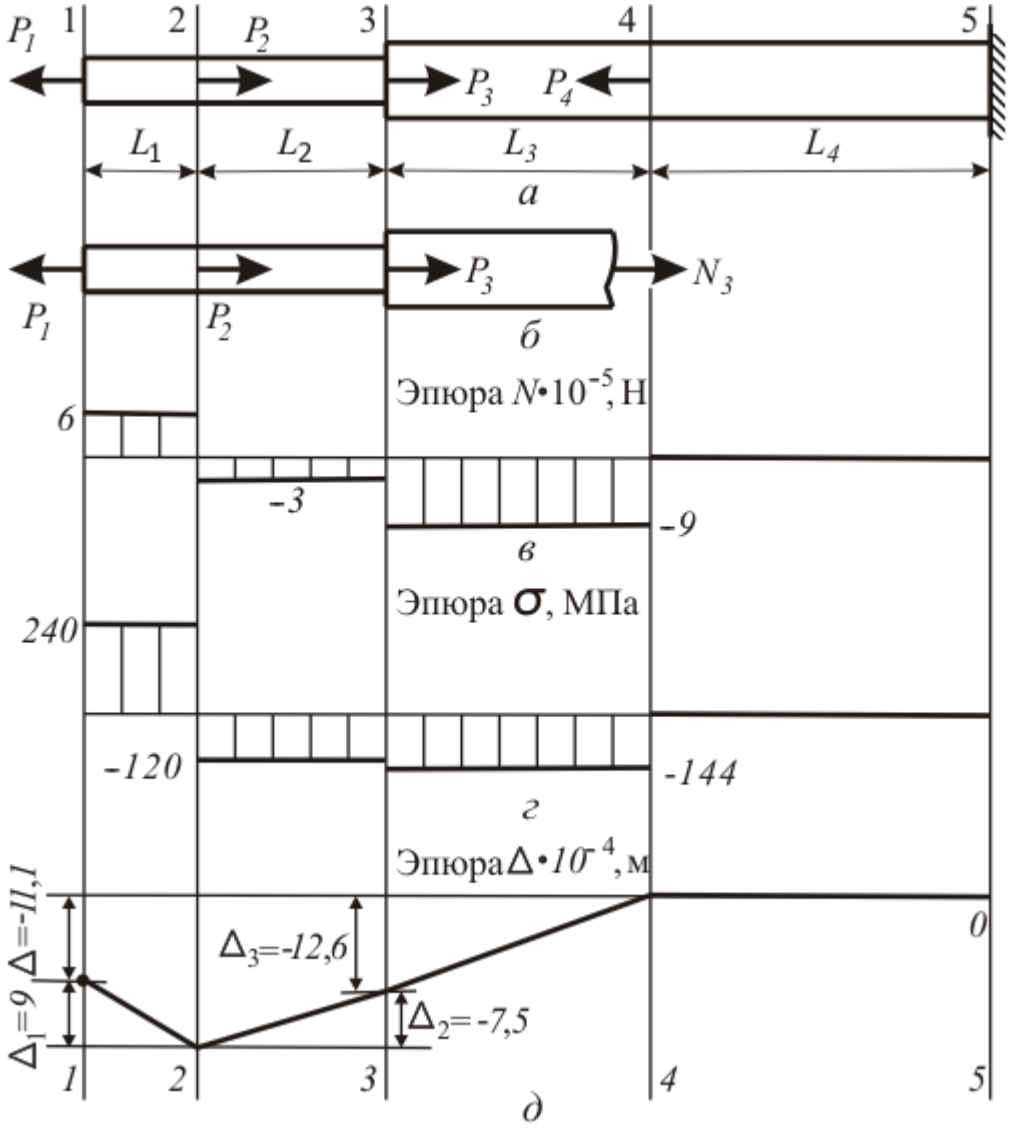


Рис. 2. Эпюры продольных сил, напряжений и перемещений

РЕШЕНИЕ

1. Силы переводим в ньютоны [Н]: $P_1 = 6 \cdot 10^5$; $N_2 = 9 \cdot 10^5$; $N_3 = 6 \cdot 10^5$; $N_4 = 9 \cdot 10^5$.

2. Модуль упругости E и предел текучести σ_m переводим в паскали [Па]:

$$E = 2 \cdot 10^{11}\,; \sigma_m = 3{,}6 \cdot 10^8.$$

3. Допускаемые напряжения [σ]:

$$[\sigma] = \sigma_m / n_m = 3{,}6 \cdot 10^8 / 1{,}5 = \ 2{,}4 \cdot 10^8 \text{ [Па]}.$$

4. Строим эпюру осевых сил методом сечений. Разрезаем стержень на участке i. Из двух полученных кусков выбираем свободный незакреплённый. В нашем случае свободен левый кусок. В разрезанном сечении прикладываем положительную растягивающую осевую силу N_i. Положительная осевая сила направлена наружу из отрезанного куска. Величину N_i находим из условия равенства нулю алгебраической суммы N_i и сил P_i, приложенных к левому куску разрезанного стержня.

Пусть $i = 3$. На левый кусок действуют силы P_1 – P_3 и осевая сила N_3, приложенная в сечении (рис. 2, *б*). Из уравнения равновесия левого куска $N_3 + P_3 + P_2 - P_1 = 0$, находим $N_3 = -P_3 - P_2 + P_1 = -6 \cdot 10^5 - 9 \cdot 10^5 + 6 \cdot 10^5 = -9 \cdot 10^5$ [Н]. Знак «минус» указывает, что сила N_3 направлена внутрь куска (в сторону, обратную изначально выбранной). Участок 3 сжат. Найденное значение осевой силы откладываем на эпюре осевых сил. Для этого: отмечаем на оси абсцисс координату сечения, через неё проводим нормаль, и на нормали откладываем в выбранном масштабе значение $N_3 = -9 \cdot 10^5$ [Н] (рис. 2, *в*). Уравнение равновесия левого куска не зависит от положения сечения, в котором разрезан участок 3. Следовательно, осевая сила сохраняет постоянное значение в любом нормальном сечении участка 3. Через точку с ординатой $N_3 = -9 \cdot 10^5$ между вертикалями 3 и 4 проводим прямую, параллельную оси стержня.

5. Для других участков получаем: $N_1 = 6 \cdot 10^5$ [Н]; $N_2 = -3 \cdot 10^5$ [Н]; $N_3 = -9 \cdot 10^5$ [Н]; $N_4 = 0$ [Н]. Эпюра осевых сил дана на рис. 2, *г*.

6. По эпюре осевых сил находим наибольшие по модулю осевые силы, действующие на толстом и тонком участках

$$N_m = \max\{|N_3|, N_4\} = \max\{|-9 \cdot 10^5|, 0\} = 9 \cdot 10^5 \text{ [Н]},$$
$$N_x = \max\{N_1, |N_2|\} = \max\{6 \cdot 10^5, |-3 \cdot 10^5|\} = 6 \cdot 10^5 \text{ [Н]}.$$

7. Необходимая по условию прочности площадь толстого участка

$$S_{\sigma m} = N_m / [\sigma] = \ 9 \cdot 10^5 / 2{,}4 \cdot 10^8 = 3{,}75 \cdot 10^{-3} \text{ [м}^2\text{]},$$

необходимая по условию прочности площадь тонкого участка

$$S_{\sigma x} = N_x / [\sigma] = \ 6 \cdot 10^5 / 2{,}4 \cdot 10^8 = 2{,}5 \cdot 10^{-3} \text{ [м}^2\text{]}.$$

8. Выполнить конструктивные требования можно двумя способами:

способ 1: для толстого участка взять площадь $S_{\sigma m}$, необходимую по условию прочности, для тонкого участка взять площадь толстого, уменьшенную в k раз, $S_{kx} = S_{\sigma m}/k = 3{,}75 \cdot 10^{-3}/2{,}5 = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ [м^2];

способ 2: для тонкого участка взять площадь $S_{\sigma x}$, необходимую по условию прочности, для толстого участка взять площадь тонкого, увеличенную в k раз, $S_{km} = k\,S_{\sigma x} = 2{,}5 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-3} = 6{,}25 \cdot 10^{-3}$ [м^2].

В первом случае площадь тонкого участка, взятая из конструктивных требований, меньше площади, необходимой по условию прочности.

$$S_{kx} = 1{,}5 \cdot 10^{-3} < S_{\sigma x} = 2{,}5 \cdot 10^{-3}.$$

При первом способе не выполнено условие прочности для тонкого участка. Во втором случае конструктивная площадь толстого участка больше площади, необходимой по условию прочности

$$S_{km} = k\,S_{\sigma x} = 2{,}5 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-3} > S_{\sigma m} = 6{,}25 \cdot 10^{-3}.$$

При втором способе условие прочности выполнено. Назначаем площади

$$S_x = 2{,}5 \cdot 10^{-3}\ [\text{м}^2];\ S_m = 6{,}25 \cdot 10^{-3}\ [\text{м}^2].$$

9. Напряжения, действующие на участке i, определяем по формуле

$$\sigma_i = N_i/S_{x(m)}.$$

где N_i – значение осевой силы на участке i, взятое со своим знаком с эпюры N (рис. 2, *г*) ; $S_{x(m)}$ – назначенная площадь участка.

Пусть $i = 3$, $N_3 = -9 \cdot 10^5$ [Н], $S_m = 6{,}25 \cdot 10^{-3}$ [м^2]. Напряжения равны

$$\sigma_3 = N_3/S_ж = -9 \cdot 10^5/6{,}25^{-3} = -1{,}44 \cdot 10^8\ [\text{Н/м}^2].$$

10. На остальных участках напряжения равны:

$$\sigma_1 = N_1/S_x = 6 \cdot 10^5/(2{,}5 \cdot 10^{-3}) = 2{,}4 \cdot 10^8\ [\text{Н/м}^2];$$
$$\sigma_2 = N_2/S_x = -3 \cdot 10^5/6{,}25^{-3} = -1{,}2 \cdot 10^8\ [\text{Н/м}^2];$$
$$\sigma_4 = N_4/S_ж = 0/6{,}25^{-3} = 0\ [\text{Н/м}^2].$$

Эпюра напряжений построена на рис. 2, *д*.

11. Удлинение Δ_i [м] участка i определяем по формуле

$$\Delta_i = N_i\,L_i/(E\,S_{x(m)}).$$

Получаем:

$$\Delta_1 = N_1\,L_1/(E\,S_x) = 6 \cdot 10^5 \cdot 0{,}75/(2 \cdot 10^{11} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-3}) = 9{,}00 \cdot 10^{-4};$$
$$\Delta_2 = N_2\,L_2/(E\,S_x) = -3 \cdot 10^5 \cdot 1{,}25/(2 \cdot 10^{11} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-3}) = -7{,}50 \cdot 10^{-4};$$
$$\Delta_3 = N_3\,L_3/(E\,S_ж) = -9 \cdot 10^5 \cdot 1{,}75/(2 \cdot 10^{11} \cdot 6{,}25 \cdot 10^{-3}) = -1{,}26 \cdot 10^{-3};$$
$$\Delta_4 = N_4\,L_4/(E\,S_ж) = 0 \cdot 1{,}75/(2 \cdot 10^{11} \cdot 6{,}25 \cdot 10^{-3}) = 0.$$

12. Строим эпюру перемещений. Сечение 5, в котором стержень защемлён, неподвижно. Проводим ось стержня Z и отмечаем как 0 точку её пересечения с вертикалью 5. На вертикали 4 следует отложить вверх в принятом масштабе удлинение Δ_4 участка 4. Поскольку $\Delta_4 = 0$, сечение 4 не смещается. Отмечаем точку пересечения оси Z с вертикалью 4. Соединяем

жирной линией нули вертикалей 5 и 4.

Участок 3 сжался на $\Delta_3 = -1{,}26 \cdot 10^{-3}$ м. На вертикали 3 откладываем вниз из точки её пересечения с осью Z отрезок Δ_3. Соединяем конец этого отрезка с нулём вертикали 4.

Участок 2 укоротился на $\Delta_2 = -7{,}5 \cdot 10^{-4}$. На вертикали 2 из точки с ординатой Δ_3 откладываем вниз отрезок Δ_2. Ордината полученного отрезка равна $\Delta_2 + \Delta_3 = -7{,}5 \cdot 10^{-4} - 1{,}26 \cdot 10^{-3} = -2{,}01 \cdot 10^{-3}$ м. Соединяем прямой концы отрезков, отложенных на вертикалях 2 и 3.

Участок 1 удлинился на $\Delta_1 = 9{,}00 \cdot 10^{-4}$. Проектируем на вертикаль 1 отрезок, построенный на вертикали 2, из конца проекции откладываем вверх отрезок Δ_1. Длина отрезка, построенного на вертикали 1, будет $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 = 9 \cdot 10^{-4} - 7{,}5 \cdot 10^{-4} - 1{,}26 \cdot 10^{-3} + 0 = -1{,}11 \cdot 10^{-3}$. Соединяем между собой концы отрезков, построенных на вертикалях 1 и 2 (рис. 2, *д*).

Задача № 2. Расчёт вала на кручение и жёсткость

Стальной вал, на котором жестко закреплены 5 шкивов (рис. 3, *а*), вращается со скоростью n [об/мин]. Нумерация шкивов – слева направо. Участку вала между шкивами присвоен номер левого шкива. Участки 1 и 4 имеют одинаковое круглое поперечное сечение, участки 2 и 3 — кольцевое. Отношение внутреннего диаметра кольца к наружному равно $\delta = 0{,}65$. На шкив 3 подана мощность N_3 [кВт]. Шкивы 1, 2, 4, 5 отбирают мощности (кВт): N_1, N_2, N_4, N_5. Выбрать диаметры участков стального вала из условия прочности по допускаемому касательному напряжению $[\tau]$ и условия жёсткости по допускаемому относительному углу закручивания $[\theta^\circ]$. Построить эпюру углов закручивания вала. Длины участков ($L_1 - L_4$,) в [м] заданы. Модуль сдвига стали равен $G = 80000$ МПа.

Таблица 2

Исходные данные к задаче № 2

№ п/п	n, $\frac{\text{об}}{\text{мин}}$	δ	Мощность, кВт					Длина участка, м				$[\tau]$, МПа	$[\theta^\circ]$, $\frac{\text{град}}{\text{м}}$
			N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	L_1	L_2	L_3	L_4		
1	120	0,40	3	5	15	4	3	0,75	2,00	0,75	2,00	30	0,25
2	160	0,45	4	7	20	6	3	1,00	2,25	1,00	1,75	40	0,50
3	200	0,50	4	7	25	8	6	1,25	2,50	1,25	1,50	50	0,75
4	240	0,55	7	8	30	9	6	1,50	0,75	1,50	1,25	60	1,00
5	280	0,60	8	11	35	9	7	1,75	1,00	1,75	1,00	70	1,25
6	320	0,65	8	13	40	10	9	2,00	1,25	2,00	0,75	80	1,50
7	360	0,70	9	15	45	13	8	2,25	1,50	0,75	2,00	90	1,75
8	400	0,75	9	16	50	17	8	2,50	1,75	1,00	1,75	100	2,00
9	440	0,80	10	17	55	16	12	2,75	2,00	1,25	1,50	110	2,25
10	480	0,85	12	18	60	22	8	0,75	2,25	1,50	1,25	120	2,50
11	520	0,90	12	24	65	16	13	1,00	2,50	1,75	1,00	130	2,75
12	560	0,95	16	22	70	19	13	1,25	0,75	2,00	0,75	30	3,00
13	600	0,40	18	25	75	20	12	1,50	1,00	2,25	2,00	40	3,25
14	640	0,45	16	22	80	28	14	1,75	1,25	0,75	1,75	50	3,50
15	680	0,50	18	26	85	24	17	2,00	1,50	1,00	1,50	60	3,75
16	120	0,55	18	30	90	25	17	2,25	1,75	1,25	1,25	70	4,00
17	160	0,60	19	30	95	25	21	2,50	2,00	1,50	1,00	80	0,25
18	200	0,65	3	5	15	4	3	2,75	2,25	1,75	0,75	90	0,50
19	240	0,70	4	7	20	6	3	0,75	2,50	2,00	2,00	100	0,75
20	280	0,75	4	7	25	8	6	1,00	0,75	2,25	1,75	110	1,00
21	320	0,80	7	8	30	9	6	1,25	1,00	0,75	1,50	120	1,25
22	360	0,85	8	11	35	9	7	1,50	1,25	1,00	1,25	130	1,50
23	400	0,90	8	13	40	10	9	1,75	1,50	1,25	1,00	30	1,75
24	440	0,95	9	15	45	13	8	2,00	1,75	1,50	0,75	40	2,00
25	480	0,40	9	16	50	17	8	2,25	2,00	1,75	2,00	50	2,25
26	520	0,45	10	17	55	16	12	2,50	2,25	2,00	1,75	60	2,50

Окончание табл. 2

№ п/п	n, об/мин	δ	Мощность, кВт					Длина участка, м				[τ], МПа	$[\theta^{\circ}]$, град/м
			N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	L_1	L_2	L_3	L_4		
27	560	0,50	12	18	60	22	8	2,75	2,50	2,25	1,50	70	2,75
28	600	0,55	12	24	65	16	13	0,75	0,75	0,75	1,25	80	3,00
29	640	0,60	16	22	70	19	13	1,00	1,00	1,00	1,00	90	3,25
30	680	0,65	18	25	75	20	12	1,25	1,25	1,25	0,75	100	3,50
31	120	0,70	16	22	80	28	14	1,50	1,50	1,50	2,00	110	3,75
32	160	0,75	18	26	85	24	17	1,75	1,75	1,75	1,75	120	4,00
33	200	0,80	18	30	90	25	17	2,00	2,00	2,00	1,50	130	0,25
34	240	0,85	19	30	95	25	21	2,25	2,25	2,25	1,25	30	0,50
35	280	0,90	3	5	15	4	3	2,50	2,50	0,75	1,00	40	0,75
36	320	0,95	4	7	20	6	3	2,75	0,75	1,00	0,75	50	1,00
37	360	0,40	4	7	25	8	6	0,75	1,00	1,25	2,00	60	1,25
38	400	0,45	7	8	30	9	6	1,00	1,25	1,50	1,75	70	1,50
39	440	0,50	8	11	35	9	7	1,25	1,50	1,75	1,50	80	1,75
40	480	0,55	8	13	40	10	9	1,50	1,75	2,00	1,25	90	2,00
41	520	0,60	9	15	45	13	8	1,75	2,00	2,25	1,00	100	2,25
42	560	0,65	9	16	50	17	8	2,00	2,25	0,75	0,75	110	2,50
43	600	0,70	10	17	55	16	12	2,25	2,50	1,00	2,00	120	2,75
44	640	0,75	12	18	60	22	8	2,50	0,75	1,25	1,75	130	3,00
45	680	0,80	12	24	65	16	13	2,75	1,00	1,50	1,50	30	3,25
46	120	0,85	16	22	70	19	13	0,75	1,25	1,75	1,25	40	3,50
47	160	0,90	18	25	75	20	12	1,00	1,50	2,00	1,00	50	3,75
48	200	0,95	16	22	80	28	14	1,25	1,75	2,25	0,75	60	4,00
49	240	0,40	18	26	85	24	17	1,50	2,00	0,75	2,00	70	0,25
50	280	0,45	18	30	90	25	17	1,75	2,25	1,00	1,75	80	0,50
51	320	0,50	19	30	95	25	21	2,00	2,50	1,25	1,50	90	0,75
52	360	0,55	3	5	15	4	3	2,25	0,75	1,50	1,25	100	1,00
53	400	0,60	4	7	20	6	3	2,50	1,00	1,75	1,00	110	1,25
54	440	0,65	4	7	25	8	6	2,75	1,25	2,00	0,75	120	1,50
55	480	0,70	7	8	30	9	6	0,75	1,50	2,25	2,00	130	1,75
56	520	0,75	8	11	35	9	7	1,00	1,75	0,75	1,75	30	2,00
57	560	0,80	8	13	40	10	9	1,25	2,00	1,00	1,50	40	2,25
58	600	0,85	9	15	45	13	8	1,50	2,25	1,25	1,25	50	2,50
59	640	0,90	9	16	50	17	8	1,75	2,50	1,50	1,00	60	2,75
60	680	0,95	10	17	55	16	12	2,00	0,75	1,75	0,75	70	3,00
61	120	0,40	13	22	60	16	9	2,00	2,25	1,00	2,25	80	3,25
62	160	0,45	11	21	65	23	10	1,75	2,50	1,25	0,75	90	3,50
63	200	0,50	15	19	70	23	13	1,50	2,75	1,50	1,00	100	3,75
64	240	0,55	14	21	75	25	15	1,25	0,75	1,75	1,25	110	4,00

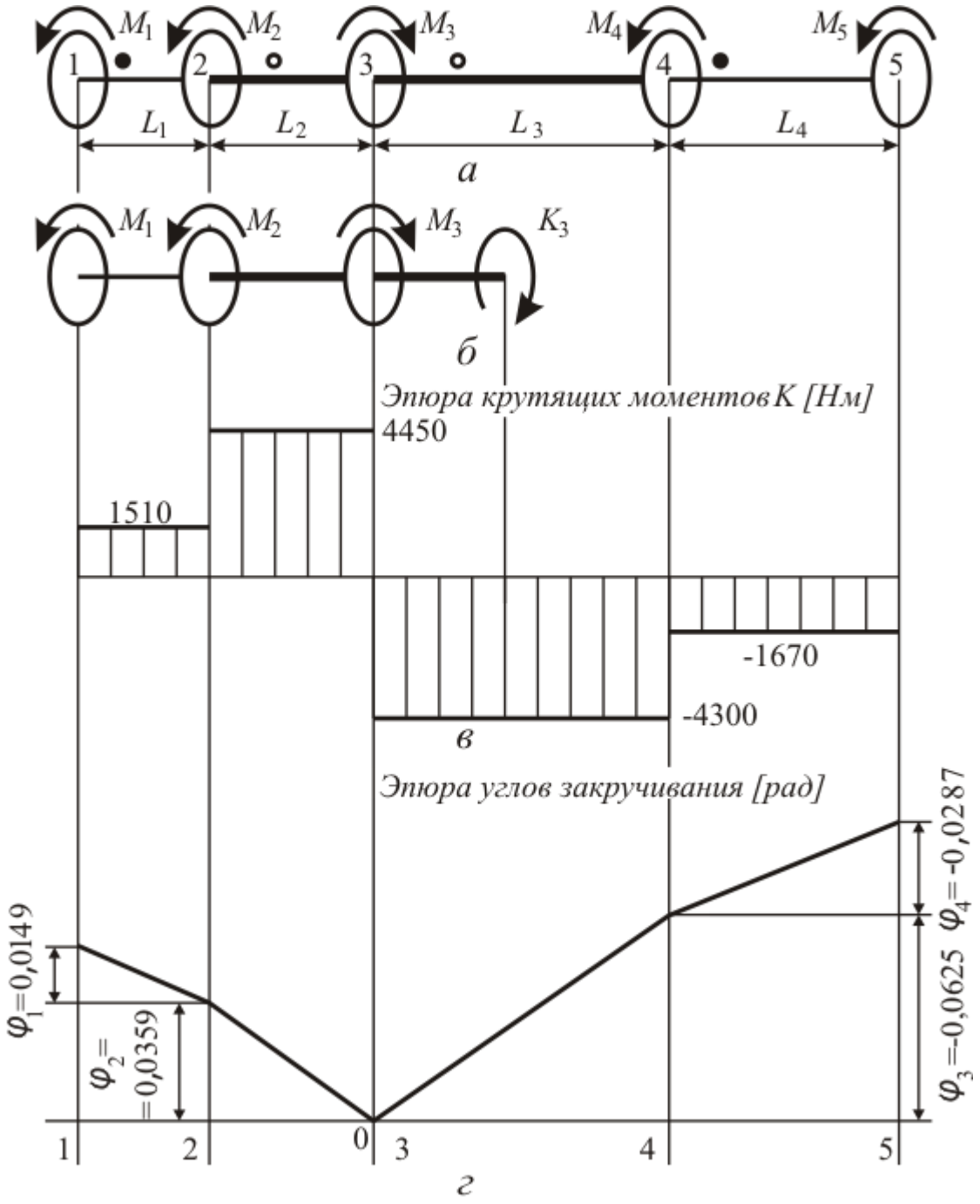


Рис. 3. Расчетная схема вала, эпюры момента и углов закручивания

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ № 2

Стальной вал, несущий 5 шкивов (см.рис. 3, *а*), вращается со скоростью $n = 360$ об/мин. Шкивы пронумерованы слева направо. Участку вала между шкивами присвоен номер левого шкива. Участки 1 и 4 имеют одинаковое круглое сечение, участки 2 и 3 — кольцевое. Отношение внутреннего диаметра кольца к наружному равно $\delta = 0{,}65$. На шкив 3 подана мощность $N_3 = 110$ кВт. Шкивы 1, 2, 4, 5 отбирают мощности [кВт]: $N_1 = 19$, $N_2 = 37$, $N_4 = 33$, $N_5 = 21$. Выбрать диаметры участков вала из условий прочности и жёсткости, если допускаемые касательные напряжения $[\tau] = 70$ МПа, а допускаемый

относительный угол закручивания $[\theta^{\circ}] = 1{,}75$ град/м. Построить эпюру углов закручивания вала. Длины участков [м]: $L_1 = 1{,}00$; $L_2 = 1{,}25$; $L_3 = 2{,}25$; $L_4 = 1{,}75$. Модуль сдвига стали $G = 80000$ МПа.

РЕШЕНИЕ

1. Мощности переводим в ватты [Вт]: $N_1 = 1{,}9 \cdot 10^4$; $N_2 = 3{,}7 \cdot 10^4$; $N_3 = 1{,}1 \cdot 10^5$; $N_4 = 3{,}3 \cdot 10^4$; $N_5 = 2{,}1 \cdot 10^4$.

2. Модуль сдвига G и допускаемые касательные напряжения $[\tau]$ переводим в паскали [Па]: $G = 8 \cdot 10^{10}$; $[\tau] = 7 \cdot 10^7$.

3. Допускаемый относительный угол закручивания $[\theta^{\circ}]$ задаём в [рад/м]

$$[\theta] = \pi/180\ [\theta^{\circ}] = 3{,}14/180 \cdot 1{,}75 = 0{,}0305.$$

4. Угловая скорость вала:

$$\omega = 2\pi n/60 = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 360/60 = 12{,}6 \text{ [рад/с]}.$$

5.Моменты [Н · м], приложенные к шкивам, находим по формуле

$$M_i = N_i/\omega,\ (i = 1,2,\ldots,5).$$

Получаем: $M_1 = 1510$, $M_2 = 2940$, $M_3 = -8750$, $M_4 = 2630$, $M_5 = 1670$.

6.Строим эпюру крутящих моментов методом сечений. Разрезаем вал на участке i, выбираем левый кусок и прикладываем в разрезанном сечении крутящий момент K_i, вращающий вал по ходу стрелок часов. Величину K_i находим из условия равенства нулю алгебраической суммы момента K_i и моментов M_i, приложенных к шкивам, находящимся на левом куске вала.

Пусть $i = 3$. На левый кусок действуют момент K_3 и моменты $M_1 - M_3$, приложенные к шкивам 1 – 3 (рис. 3, *б*). Из уравнения равновесия куска

$$K_3 + M_3 - M_2 - M_1 = 0$$

получаем

$$K_3 = -M_3 + M_2 + M_1 = -8750 + 2940 + 1510 = -4300..\text{Н} \cdot \text{м}].$$

Найденное значение крутящего момента откладываем на эпюре крутящих моментов K. Для этого отмечаем на оси абсцисс координату сечения и из отмеченной точки откладываем вниз перпендикулярно оси (в выбранном масштабе) значение $K_3 = -4300$. Участок 3 разрезан произвольно, поэтому полученный результат справедлив для любого выбранного на участке 3 сечения. Между вертикалями 3 и 4 через построенную точку K_3 проводим прямую, параллельную оси вала (рис. 3, *в*).

7. Расчётный момент для подбора диаметра круглого вала из условия прочности..$M_к = \max\{K_1, |K_4|\} = \max\{1510, |-1670|\} = 1670$..[Н· м].

Расчётный момент для подбора диаметра кольцевого вала из условия прочности..$M_m = \max\{K_2, |K_3|\} = \max\{4450, |-4300|\} = 4450$ [Н· м].

8. Диаметр круглого вала из условия прочности

$$D_{к\tau} = \sqrt[3]{16\,M_к/(\pi\,[\tau])} = (16\cdot 1670/(3{,}14\cdot 7\cdot 10^7))^{1/3} = 0{,}0576\,[\text{м}].$$

9.Диаметр круглого вала из условия жёсткости

$$D_{к\theta} = \sqrt[4]{32\,M_к/(\pi\,G\,[\theta])} = \sqrt[4]{32\cdot/(3{,}14\cdot 8\cdot 10^{10}\cdot 0{,}0305} = 0{,}0575[\text{м}].$$

Выбираем большее из чисел $D_{к\tau}$ и $D_{к\theta}$, переводим в миллиметры и округляем в большую сторону до стандартного (кратного 5 мм) значения. $D_{к\tau}\cdot 10^3 = 0{,}0576\cdot 10^3 < 60$ мм. Диаметр участков 1 и 4 выбираем равным $D_к = 60{,}0\,[\text{мм}] = 0{,}06\,[\text{м}]$.

10. Ищем полярный момент инерции круглого вала

$$J_{рк} = \pi\,D_к^4/32 = 3{,}14\cdot 0{,}06^4/32 = 1{,}27\cdot 10^{-6}\,[\text{м}^4].$$

11. Вычисляем углы закручивания [рад] участков 1 и 4 по формуле

$$\varphi_i = M_i\cdot L_i/(G\cdot J_{рк}),\quad (i = 1{,}4).$$

Получаем:

$$\varphi_1 = M_i\cdot L_i/(G\cdot J_{рк}) = 1510\cdot 1{,}00/(8\cdot 10^{10}\cdot 1{,}27\cdot 10^{-6}) = 0{,}0149,$$
$$\varphi_4 = M_1\cdot L_1/(G\cdot J_{рк}) = -1670\cdot 1{,}75/(8\cdot 10^{10}\cdot 1{,}27\cdot 10^{-6}) = -0{,}0287.$$

12. Диаметр вала кольцевого сечения из условия прочности

$$D_{m\tau} = \sqrt[3]{16\,M_m/\left(\pi\,[\tau]\left(1-\delta^4\right)\right)} =$$
$$= \left(16\cdot 4450/\left(3{,}14\cdot 7\cdot 10^7\cdot\left(1-0{,}65^4\right)\right)\right)^{1/3} = 0{,}0687\,[\text{м}].$$

13. Диаметр вала кольцевого сечения из условия жёсткости:

$$D_{m\theta} = \sqrt[4]{32\,M_m/\left(\pi\,G[\theta]\left(1-\delta^4\right)\right)} =$$
$$= \sqrt[4]{32\cdot 4450/\left(3{,}14\cdot 8\cdot 10^{10}\cdot 0{,}0305\cdot\left(1-0{,}65^4\right)\right)} = 0{,}0689\ [\text{м}].$$

14. Большее из значений $D_{m\tau}$ и $D_{m\theta}$ переводим в миллиметры и округляем в большую сторону до стандартного (кратного 5 мм) значения. $D_{m\theta}\cdot 1000 = 0{,}0689\cdot 1000 = 68{,}9 < 70$ мм. Наружный диаметр вала кольцевого сечения назначаем равным $D_m = 70{,}0\,[\text{мм}] = 0{,}07\,[\text{м}]$.

15. Внутренний диаметр кольцевого сечения вала

$$d_m = \delta\,D_m = 0{,}65\cdot 0{,}07 = 0{,}0455\,[\text{мм}].$$

16. Ищем полярный момент инерции кольцевого сечения

$$J_{pm} = \pi\,D_m^4\,(1-\delta^4)/32 = 3{,}14\cdot 0{,}07^4\cdot(1-0{,}65^4)/32 = 1{,}94\cdot 10^{-6}\,[\text{м}^4].$$

17. Вычисляем углы закручивания [рад] участков 2 и 3:

$$\varphi_2 = M_2 \cdot L_2/(G \cdot J_{p\,кр}) = 4450 \cdot 1{,}25/(8 \cdot 10^{10} \cdot 1{,}94 \cdot 10^{-6}) = 0{,}0359;$$
$$\varphi_3 = M_3 \cdot L_3/(G \cdot J_{p\,кр}) = -4300 \cdot 2{,}25/(8 \cdot 10^{10} \cdot 1{,}94 \cdot 10^{-6}) = -0{,}0625.$$

18. Строим эпюру углов закручивания вала. Вал равномерно вращается. Ведущий шкив 3 считаем условно неподвижным. Проводим ось вала Z и точку её пересечения с вертикалью 3 отмечаем как 0.

На вертикали 2 откладываем вверх в принятом масштабе величину φ_2. Соединяем прямой линией точки с ординатами 0 и φ_2. На этот угол повернулся шкив 2 относительно ведущего шкива 3. Вместе со шкивом 2 на тот же угол повернулся как целое участок 1 – 2 вала со шкивом 1.

Поворот шкива 1 относительно ведущего шкива 3 складывается из поворота участка вала 1 – 2 как жёсткого целого плюс поворот из-за деформации участка 1 – 2. Проектируем на вертикаль 1 отрезок φ_2 и из его конца откладываем отрезок φ_1. Расстояние $\varphi_1 + \varphi_2$ от оси Z до конца суммарного отрезка, построенного на вертикали 1, пропорционально углу поворота шкива 1 относительно шкива 3. Концы отрезков, построенных на вертикалях 1 и 2, соединяем прямой.

Построение углов поворота дисков 4 и 5 относительно диска 3 подобно приведённому. На вертикали 4 откладываем вниз отрезок φ_3 – пропорциональный углу закручивания участка 3 – 4 вала. Конец этого отрезка соединяем прямой с нулём вертикали 3. Проектируем отрезок φ_3 на вертикаль 5 и из конца проекции откладываем вниз отрезок φ_4, пропорциональный углу закручивания участка 4 – 5 вала. Отрезок $\varphi_3 + \varphi_4$ представляет угол поворота шкива 5 относительно ведущего шкива 3. Концы отрезков на вертикалях 4 и 5 соединяем прямой. Эпюра углов закручивания вала дана на рис. 3, *г*.

Задача № 3. Расчёт балки на прочность при изгибе

Двутавровая балка закреплена на двух опорах: подвижной в осевом направлении – правой и неподвижной – левой (рис. 4.1 – 4.4). Балка нагружена сосредоточенной нагрузкой P, изгибающим моментом M и равномерно распределенной нагрузкой q. Балка работает на изгиб. Построить эпюры поперечных сил, изгибающих моментов и по заданным допускаемым напряжениям [σ] подобрать стандартный двутавр и брус прямоугольного сечения с соотношением сторон 1:2 (высота в 2 раза больше ширины). Сравнить массы 1 м двутавра и прямоугольного бруса.

Таблица 3

Исходные данные к задаче № 3

Номер схемы	Нагрузка			Длина участка, м				[σ], МПа
	P, кН	M, кН · м	q, кН/м	L_0	L_1	L_2	L_3	
1	75,0	125	20	0	2,0	1,4	1,3	200
2	65,0	215	60	0	3,1	2,2	1,5	240
3	60,0	130	40	0	2,4	3,0	2,3	280
4	80,0	220	24	0	2,6	2,9	1,7	320
5	90,0	135	56	0	2,8	1,8	2,5	360
6	95,0	225	38	0	2,9	2,6	2,7	400
7	95,0	140	28	0	2,7	2,0	2,6	440
8	85,0	220	52	0	2,5	2,8	2,1	480
9	90,0	145	36	0	2,6	2,4	2,9	520
10	35,0	215	32	0	2,7	2,3	2,3	560
11	82,0	150	48	0	2,2	2,4	3,1	600
12	38,0	210	34	0	2,5	3,2	2,1	640
13	96,0	155	36	0	3,3	2,6	2,0	680
14	36,0	205	44	0	2,4	1,4	2,7	200
15	70,0	160	32	0	2,5	1,8	1,5	240
16	46,0	200	40	0	2,6	1,7	2,9	280
17	68,0	165	40	0	2,6	3,0	1,7	320
18	67,0	195	30	0	3,1	1,8	1,5	360
19	38,0	170	44	0	2,9	3,2	1,4	400
20	43,0	215	56	0	2,9	2,8	3,0	240
21	76,0	175	28	0	2,2	3,3	2,1	480
22	32,0	185	48	0	2,2	3,2	1,5	520
23	39,0	180	32	0	2,3	1,6	2,3	560
24	91,0	225	26	0	2,7	2,4	3,0	600
25	68,0	125	52	0	2,5	2,6	2,5	640
26	66,0	220	26	0	2,6	2,7	3,2	680
27	45,0	130	24	0	2,5	2,4	1,5	200
28	43,0	215	56	0	2,9	2,8	3,0	240
29	52,0	135	22	0	2,3	2,4	1,7	280
30	69,0	210	22	0	2,7	2,0	3,0	320
31	86,0	140	60	0	3,1	1,6	2,9	360

Окончание табл. 3

Номер схемы	Нагрузка			Длина участка, м				[σ], МПа
	P, кН	M, кН · м	q, кН/м	L_0	L_1	L_2	L_3	
32	99,0	205	18	1,6	3,5	2,1	2,6	400
33	30,0	145	20	1,8	2,9	2,7	2,1	440
34	90,0	200	58	2,0	2,3	2,1	2,4	480
35	36,0	150	60	2,2	2,5	1,6	2,3	520
36	94,0	195	40	2,4	2,8	2,5	2,5	560
37	99,0	155	54	2,6	2,7	2,4	1,8	600
38	65,0	190	55	2,8	3,0	1,7	2,3	640
39	87,0	160	42	3,0	2,6	1,6	2,6	680
40	58,0	185	50	3,0	2,8	2,1	2,3	200
41	72,0	165	50	2,8	2,5	2,4	2,5	240
42	24,0	180	44	2,6	1,9	2,4	2,3	280
43	70,0	170	46	2,4	2,0	3,1	2,7	320
44	46,0	175	45	2,2	2,4	2,1	2,0	360
45	45,0	175	46	2,0	3,2	2,2	2,2	400
46	87,0	165	42	1,8	3,0	1,4	1,8	440
47	37,0	180	40	1,6	2,2	1,7	3,2	480
48	89,0	160	48	1,6	2,2	2,4	1,9	520
49	35,0	185	38	1,8	2,7	2,3	2,9	560
50	71,0	155	35	2,0	2,5	2,6	1,3	600
51	90,0	190	50	2,2	2,4	2,7	1,9	640
52	86,0	150	34	2,4	2,8	2,0	2,7	680
53	52,0	195	30	2,6	2,9	2,7	2,3	200
54	83,0	145	52	2,8	2,8	1,8	2,6	240
55	72,0	200	30	3,0	2,0	2,9	3,0	280
56	82,0	140	25	3,0	2,9	3,2	3,5	320
57	98,0	205	54	2,8	2,8	3,3	3,6	360
58	47,0	135	26	2,6	2,4	1,4	2,7	400
59	82,0	210	22	2,4	2,3	3,3	1,9	440
60	65,0	130	30	3,2	2,5	1,7	2,3	480
61	46,0	175	26	2,6	2,4	1,9	2,1	520
62	69,0	140	45	2,0	2,4	2,2	1,4	560
63	34,0	200	38	2,2	2,8	2,6	1,8	600
64	68	215	32	1,8	3,0	2,4	1,8	640

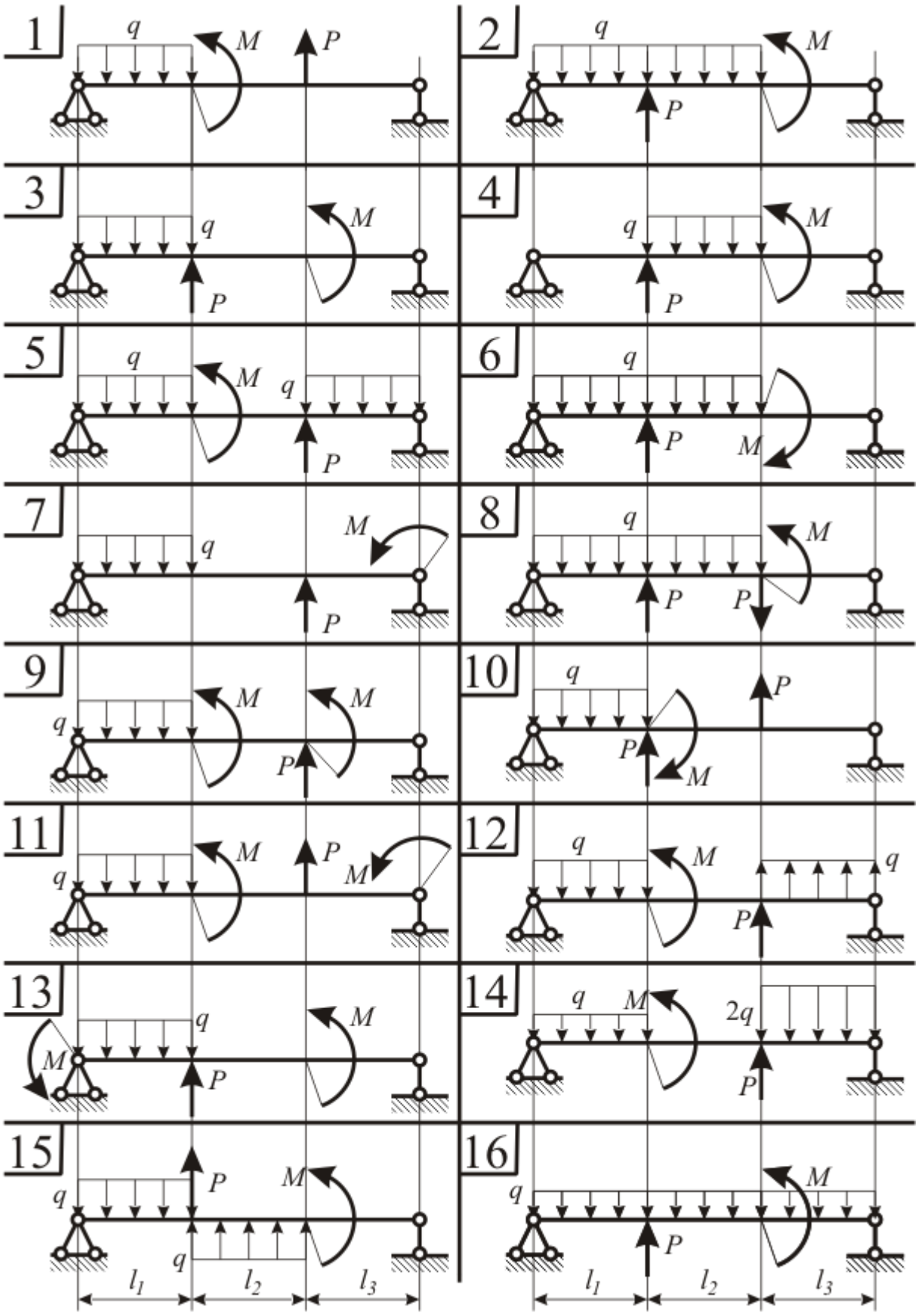


Рис. 4.1. Исходные данные к задачам 3, 4. Варианты 1 - 16

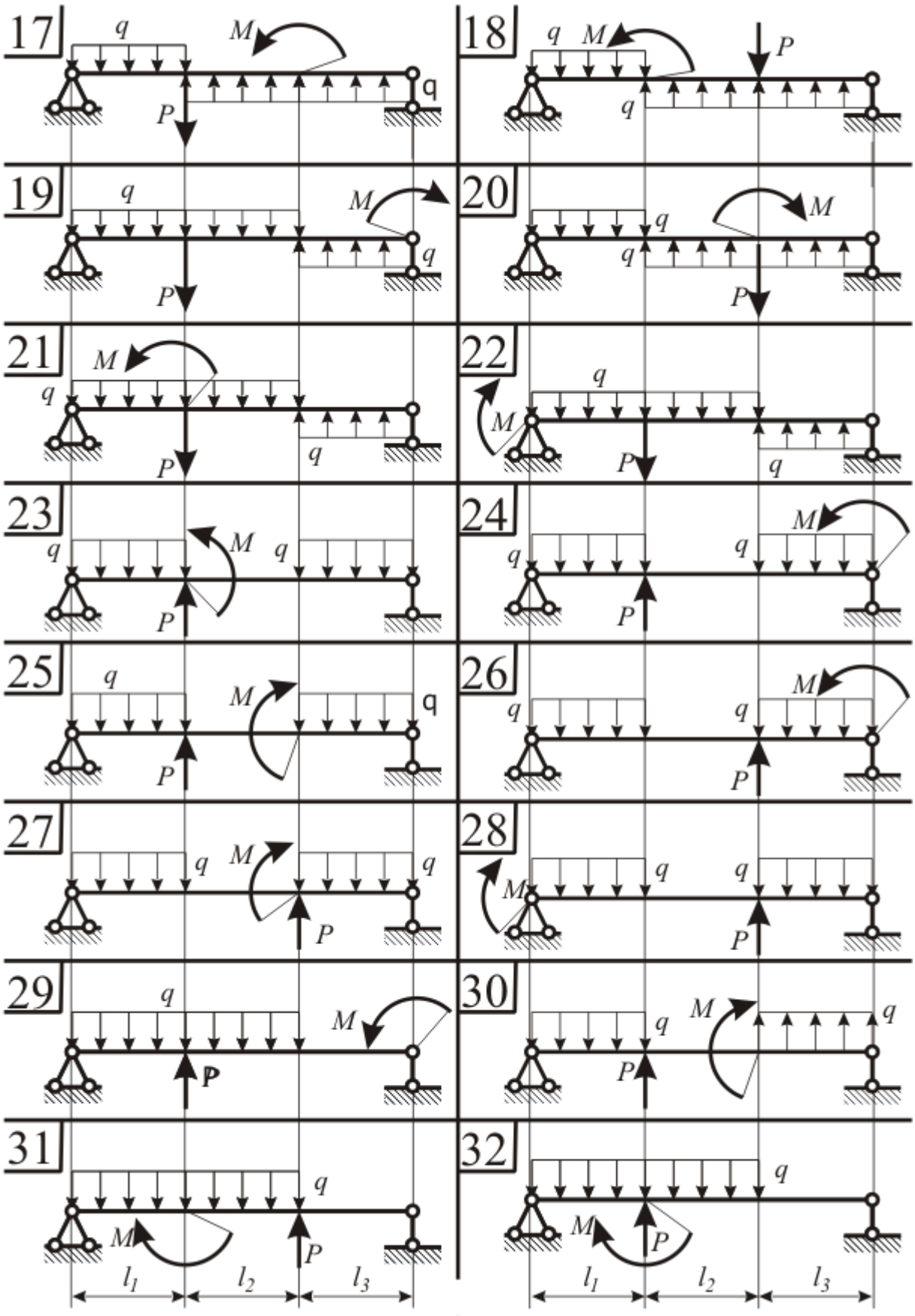


Рис. 4.2. Исходные данные к задачам 3, 4. Варианты 17 - 32

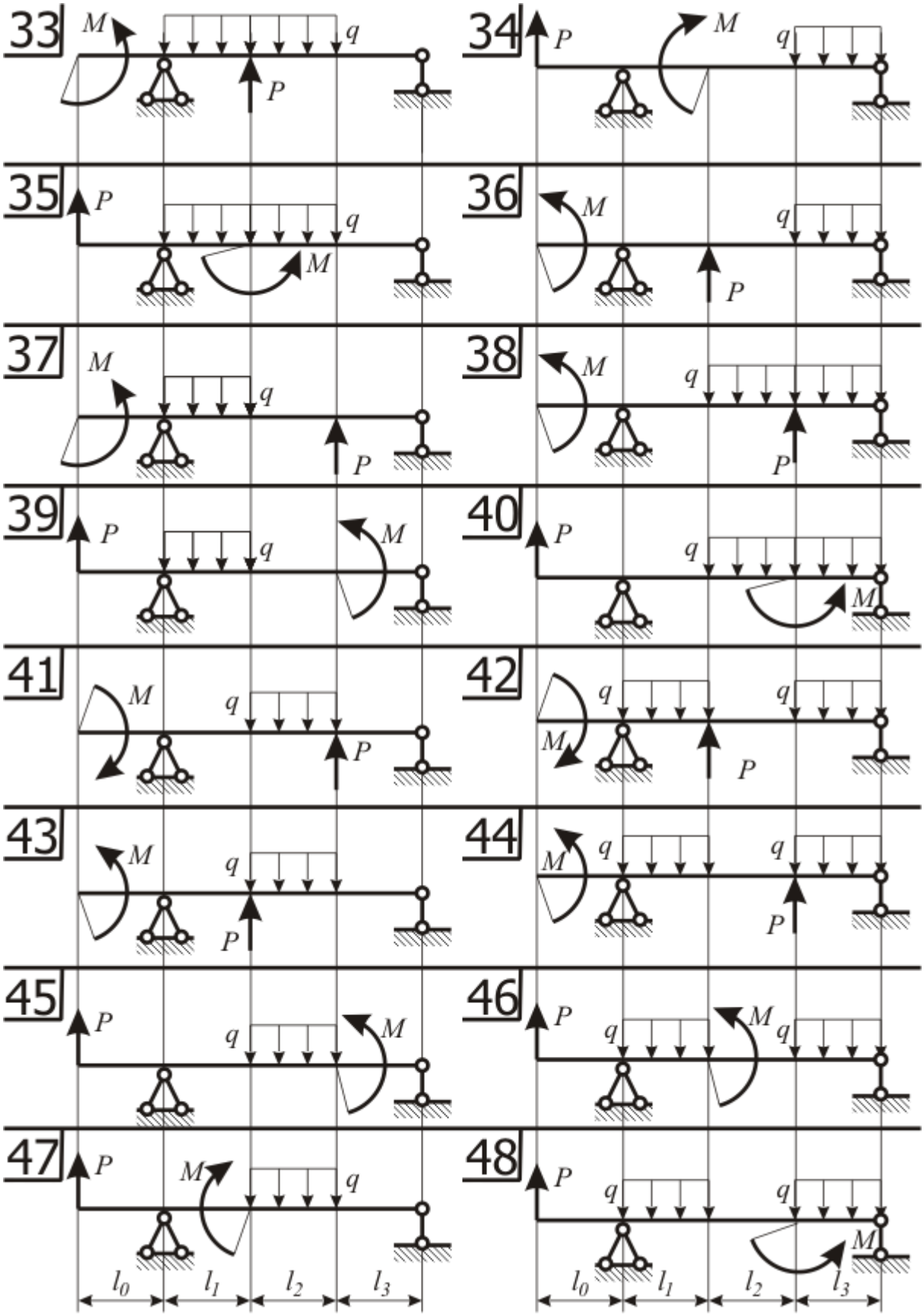


Рис. 4.3. Исходные данные к задачам 3, 4. Варианты 33 - 48

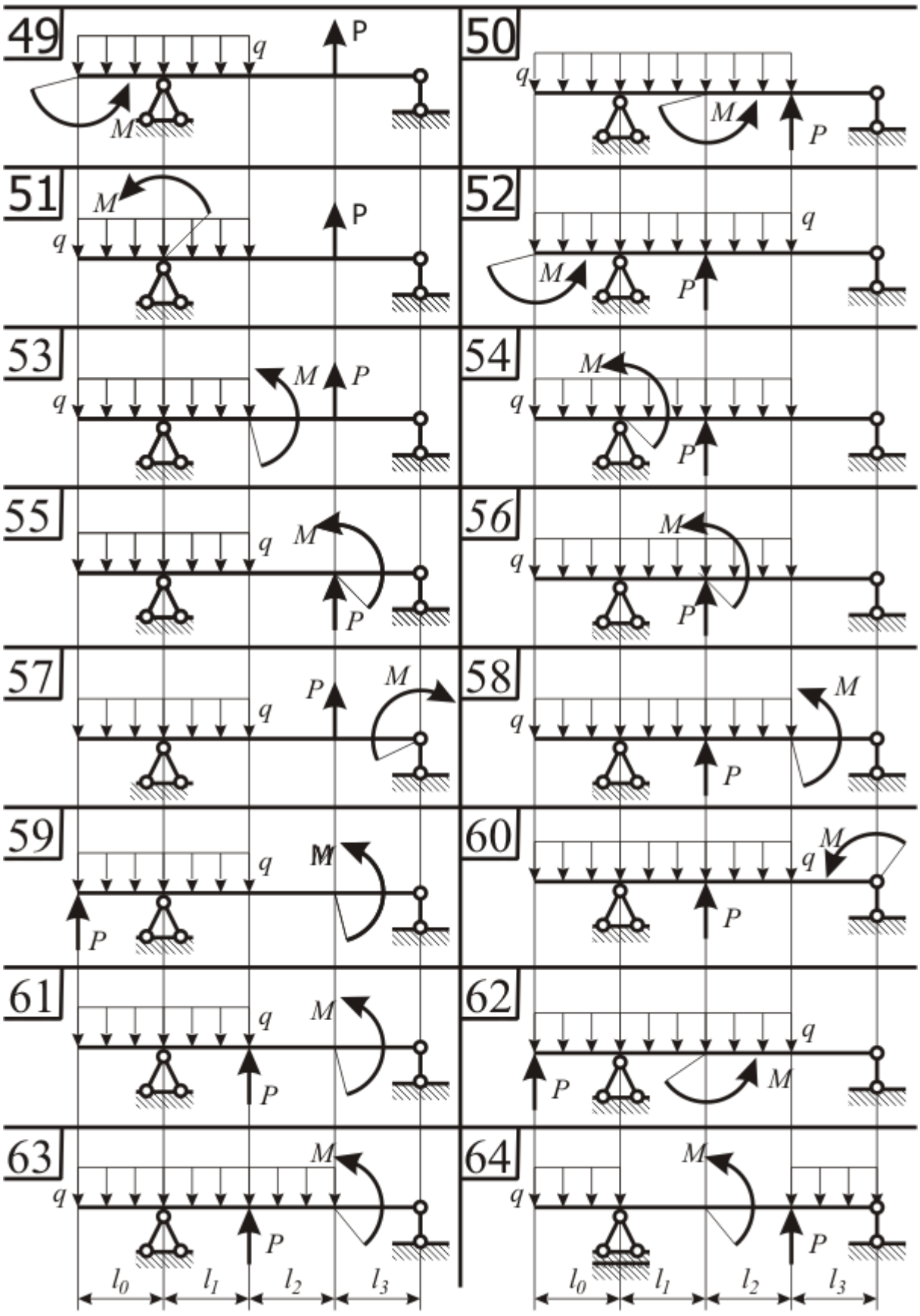


Рис. 4.4. Исходные данные к задачам 3, 4. Варианты 49 - 64

Задача № 4. Расчёт балки на жёсткость

Двутавровая балка закреплена на двух опорах: подвижной в осевом направлении – правой и неподвижной – левой (рис. 4.1 – 4.4). Балка нагружена сосредоточенной силой P, изгибающим моментом M и равномерно распределенной нагрузкой q. Балка работает на изгиб. По результатам расчетов задачи № 3, т. е. известному моменту инерции двутавровой балки, построить её изогнутую ось. Прогибы и углы поворота сечения балки определять в точках приложения сил реакций и внешних сил, моментов и по середине пролета, в котором приложена распределенная нагрузка. Найти максимальный прогиб и сравнить с допускаемым, который принят равным 1/200 длины максимального пролета (длины консоли или расстояния между опорами). Расчет производить методом начальных параметров. Исходные данные для решения задачи приведены в табл. 3.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ № 3 и 4

Стальная двутавровая балка (рис. 4.5), шарнирно опёртая в крайних сечениях 1 и 5, нагружена: силами $P_1 = 40$ [кН], $P_2 = 40$ [кН], приложенными в сечениях 2, 3; изгибающим моментом $M = 50$ [кН·м], приложенным в сечении 4; нагрузкой интенсивности $q = 20$ [кН/м], равномерно распределённой на участке 1 – 4. Сечения, в которых приложены нагрузки, разбивают балку на 4 участка. Номер участка совпадает с номером левого сечения. Длины участков: $l_1 = 2$ [м], $l_2 = 2{,}5$ [м], $l_3 = 3{,}5$ [м], l_4= 3[м]. Допускаемое напряжение $[\sigma] = 200$ [МПа]. Подобрать из условия прочности двутавр по ГОСТ 8239-89.

Допустимый прогиб $L/200$, где $L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 = 11$ [м] – длина пролёта. Найти упругую линию балки. Сравнить максимальный прогиб с допускаемым.

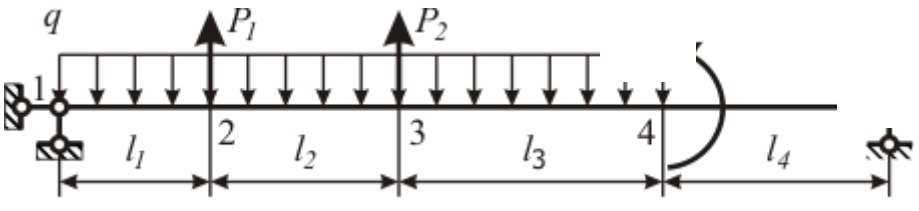


Рис. 4.5. Схема нагружения однопролетной балки

РЕШЕНИЕ

1. Находим опорные реакции из уравнений моментов относительно опор: $\sum mom_1 = 0;\ \ \sum mom_5 = 0.$ Положительное направление реакций определяется правилом знаков (рис. 4.6).

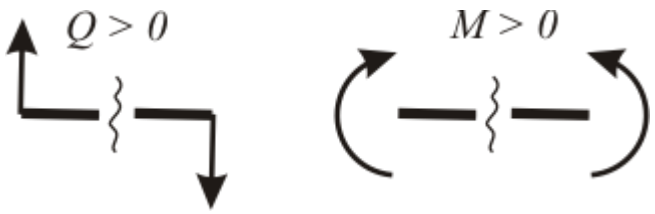


Рис. 4.6. Правило знаков для внутренних силовых факторов

Выбранные направления реакций показаны на рис. 4.7, *б*. Если получено отрицательное значение реакции, то её истинное направление противоположно выбранному.

$$R_5 L - q\,(l_1 + l_2 + l_3)^2/2 + P_1 l_1 + P_2(l_1 + l_2) + M = 0;$$
$$-R_1 L + q\,(l_1 + l_2 + l_3)((l_1 + l_2 + l_3)/2 + l_4) - P_1(l_2 + l_3 + l_4) - $$
$$-P_2(l_3 + l_4) + M = 0.$$

Решая уравнения, получаем:

$$R_5 = 1/L\ (q\ (l_1 + l_2 + l_3)^2/2 - P_1 l_1 - P_2\,(l_1 + l_2) - M) =$$
$$= 1/11\ \ (20\ \ (2 + 2{,}5 + 3{,}5)^2/2) - 40 \cdot 2 - 40\ \ (2 + 2{,}5) - 50)\ =\ 30\ \text{[кН]};$$
$$R_1 = 1/L\ (q\,(l_1 + l_2 + l_3)\,((l_1 + l_2 + l_3)/2 + l_4) -$$
$$-P_1\ (l_2 + l_3 + l_4) - P_2\ (l_3 + l_4) + M) =$$
$$= 1/11\,(20\ \ (2 + 2{,}5 + 3{,}5)\ \ ((2 + 2{,}5 + 3{,}5)/2 + 3) -$$
$$-40\,(2{,}5 + 3{,}5 + 3) - 40\,(3{,}5 + 3) + 50) = 50\ \text{[кН]}.$$

2. Проверка – обязательный этап. Для проверки составляем уравнение моментов относительно любой точки или (что проще, но не всегда гарантирует правильность вычислений) уравнение суммы проекций всех сил на вертикаль. Запишем сумму моментов относительно точки 4:

$$\sum mom_4 = -R_0\ (l_0 + l_1 + l_2) -$$
$$-P_1\ \ (l_1 + l_2) - P_2 l_2 + q\ \ (l_0 + l_1 + l_2)^2/2 + M + R_4 l_3 =$$
$$= -50\,(2 + 2{,}5 + 3{,}5) - 40\,(2{,}5 + 3{,}5) - 40 \cdot 3{,}5 +$$
$$+20\ \ (2 + 2{,}5 + 3{,}5)^2/2 + 50 + 30 \cdot 3 = 0\ .$$

3. Строим эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Границами участков являются точки, в которых приложены силы и моменты, или начинаются участки с распределённой нагрузкой. Если участок разрезать в произвольной точке, полученный результат будет справедлив для любой точки сечения (по граничным точкам разрезать балку нельзя). Внешние нагрузки, приложенные к балке, и опорные реакции образуют уравновешенную систему сил. Разрезав балку, получим два куска, каждый из которых нагружен неуравновешенной системой сил. Мысленное разрезание не может нарушить равновесия кусков. Равновесие обеспечивают внутренние силы и моменты, действующие в разрезах. По третьему закону Ньютона силы, приложенные к полученным кускам, равны по величине и направлены в разные стороны.

Величины находим из условий равновесия любого из кусков. Для этого составляем сумму проекций нагрузок на вертикаль и сумму моментов нагрузок, приложенных к куску, относительно центра масс разреза.

3.1. Участок 4 (рис. 4.7, *в*). Рассматриваем равновесие правого куска. Правило знаков дано на рис. 4.6. Координату сечения отсчитываем от точки 4 (которая является границей разрезанного участка на правом куске). При этом выборе точки отсчёта координата сечения меняется в пределах длины исследуемого участка ($0 \le z_4 \le l_4 = 3$ [м]).

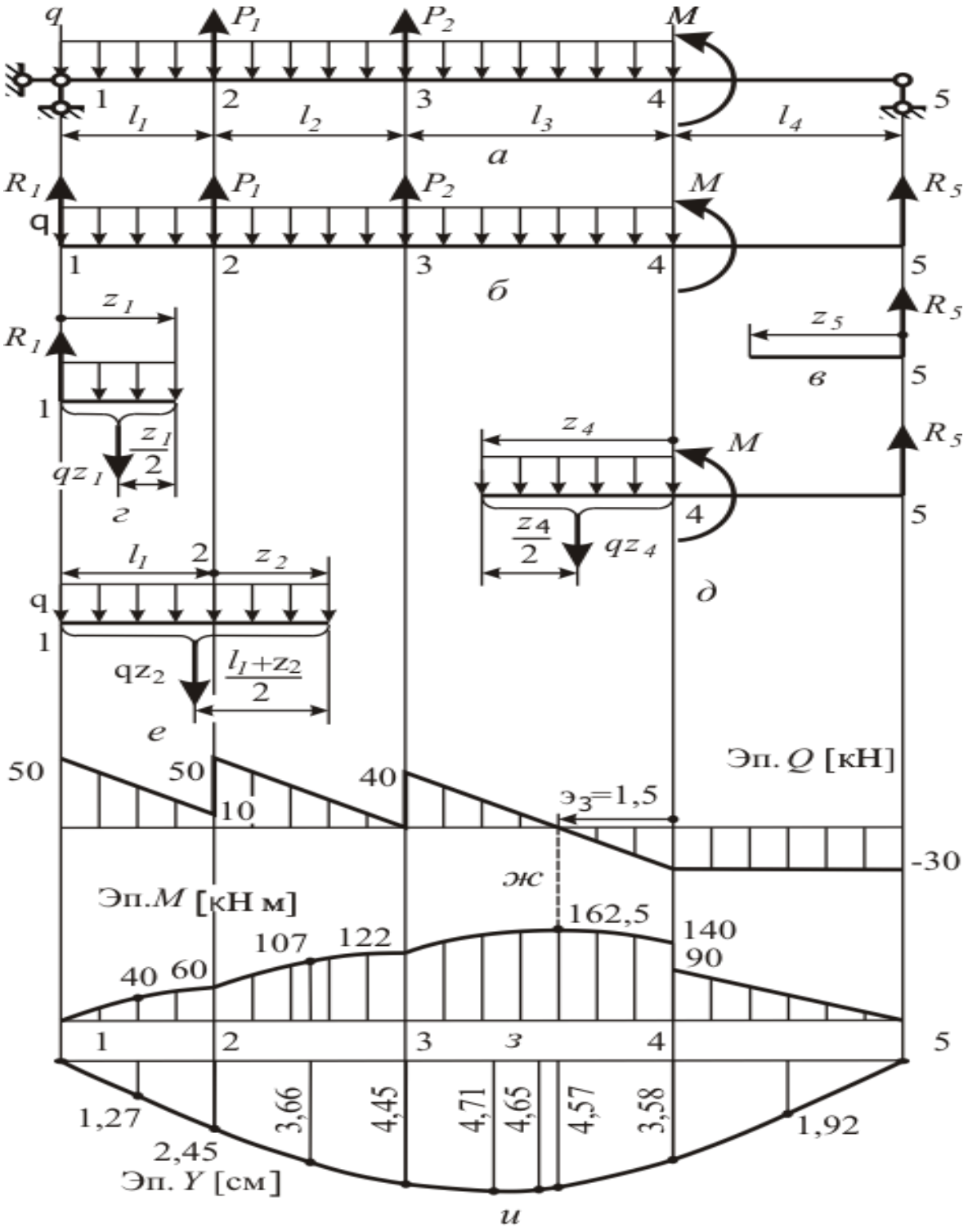


Рис. 4.7. Изгиб балки. Эпюры Q, M, Y

Получаем $Q_4(z_5) = -R_5$. Поперечная сила постоянна вдоль участка 4 (рис. 4.7, *ж*).

Изгибающий момент $M_4(z_5) = R_5\, z_5$. Он является линейной функцией координаты z_5. Вычисляем значения в начале и конце участка 4: $M_4(0) = R_5 \cdot 0 = 0$; $M_4(l_4) = R_5\, l_4 = 30 \cdot 3 = 90$ [кН·м]. Строим эпюру изгибающего момента (рис. 4.7, *з*).

3.2. Участок 1 (рис. 4.7, *г*). Рассматриваем равновесие левого куска. Правило знаков дано на рис. 4.6. Расстояние до разреза (координату сечения) отсчитываем от точки 1 ($0 \le z_1 \le l_1 = 2$ [м]). Получаем $Q_1(z_1) = R_1 - q\, z_1$. Поперечная сила меняется по линейному закону вдоль участка 1 (рис. 4.7, *ж*). Находим значения $Q_1(z_1)$ в начале и в конце участка

$$Q_1(0) = R_0 - q \cdot 0 = 50 \text{ [кН]};$$
$$Q_1(l_0) = R_0 - q\ l_0 = 50 - 20 \cdot 2 = 10 \text{ [кН]}.$$

Значение $z_0 = e_1$, при котором поперечная сила равна 0, находим решая уравнение $Q_1(e_1) = R_1 - q\, e_1 = 0$. Получим: $e_1 = R_1/q = 50/2 = 2{,}5$ [м]. Корень лежит вне участка 1. Функция $Q_1(z_1)$ не обращается в нуль на этом участке.

Изгибающий момент на участке 1 равен $M_1(z_1) = R_1 z_1 - q\, z_1^2/2$. Момент $M_1(z_1)$ является квадратичной функцией координаты z_1. Кривые вычерчивают по трём точкам. Вычисляем значения в начале и конце участка:

$$M_1(0) = R_1 0 - q\, 0^2/2 = 0;$$
$$M_1(l_1) = R_1 l_1 - q\, l_1^2/2 = 50 \cdot 2 - 20 \cdot 2^2/2 = 60 \text{ [кН·м]}.$$

В качестве третьей точки берут точку участка 1, в которой поперечная сила обращается в нуль. Если $Q_1 \ne 0$ на участке 1, ищем момент посередине участка: $M_1(l_1/2) = R_1\, l_1/2 - q\, (l_1/2)^2/2 = 50 \cdot 1 - 20 \cdot 1^2/2 = 40$ [кН·м]. Строим эпюру изгибающего момента (рис. 4.7, *з*).

3.3. Участок 3 (рис. 4.7, *д*). Разрезаем балку между сечениями 3 и 4. Рассматриваем равновесие правого куска балки. Расстояние до разреза отсчитываем от точки 4 (которая ограничивает участок 3 справа). При этом ($0 \le z_4 \le l_3 = 3{,}5$ [м]).

Поперечная сила $Q_3(z_4)$ изменяется вдоль участка 3 (рис. 4.7, *ж*) по линейному закону $Q_3(z_4) = -R_5 + q\ z_4$. На концах участка 3 получаем: $Q_3(0) = -R_5 + q \cdot 0 = -30$; $Q_3(l_3) = -R_5 + q\ l_3 = -30 + 20 \cdot 3{,}5 = 40$ кН. Поперечная сила Q_3 обращается в нуль в точке $e_3 = R_5/q = 30/20 = 1{,}5$ м.

Изгибающий момент на участке 3 равен

$$M_3(z_4) = M + R_5(z_4 + l_4) - q\, z_4^2/2.$$

Находим значения изгибающего момента на концах участка и в точке e_3:

$$M_3(0) = M + R_4(0 + l_4) - q\ \cdot 0^2/2 =$$
$$= 50 + 30\ (0 + 3) - 20 \cdot 0^2/2 = 140 \text{ [кН·м]};$$
$$M_3(l_3) = M + R_4(l_3 + l_4) - q\, l_3^2/2 =$$
$$= 50 + 30\ \ (3{,}5 + 3) - 20 \cdot 3{,}5^2/2 = 122 \text{ [кН·м]};$$

$$M_3(e_3) = M + R_4(e_3 + l_4) - q\ (e_3)^2/2 =$$
$$= 50 + 30\ (1{,}5 + 3) - 20 \cdot 1{,}5^2/2 = 162{,}5\ [\text{кН}\cdot\text{м}].$$

Момент в середине участка 3 практически не отличается от экстремального:

$$M_3(l_3/2) = M + R_4(l_3/2 + l_4) - q\ \ (l_3/2)^2/2 =$$
$$= 50 + 30\ \ (1{,}75 + 3) - 20 \cdot 1{,}75^2/2 = 161{,}9\ [\text{кН} \cdot \text{м}].$$

Строим эпюру изгибающего момента (рис. 4.7, *з*).

3.4. Участок 2 (рис. 4.7, *е*). Режем балку в любой точке, лежащей между точками 2 и 3. Рассматриваем равновесие левого куска. Расстояние до разреза (координату z_2) отсчитываем от точки 2 (границы участка на левом куске). При этом $0 \le z_2 \le l_2 = 2{,}5$ [м].

Поперечная сила $Q_2(z_2)$ меняется вдоль участка 2 (см. рис. 3.8, *ж*) по закону $Q_2(z_2) = R_1 + P_1 - q\ (l_1 + z_2)$.

Её значения на концах участка равны

$$Q_2(0) = R_1 + P_1 - q\ (l_1 + 0) = 50 + 40 - 20 \cdot 2 = 50[\text{кН}];$$
$$Q_2(l_2) = R_1 + P_1 - q\ (l_1 + l_2) = 50 + 40 - 20 \cdot (2 + 2{,}5) = 0[\text{кН}].$$

Поперечная сила $Q_2(z_2)$ обращается в нуль на правой границе участка 2:

$$e_2 = l_2 = 2{,}5\ [\text{м}].$$

Изгибающий момент $M_2(z_2)$ в точке z_2 участка 2 находим по формуле

$$M_2(z_2) = R_1 \cdot (z_2 + l_1) + P_1 \cdot z_2 - q\ (z_2 + l_1)^2/2.$$

Вычисляем значения момента на концах участка 2:

$$M_2(l_2) = R_1\ (l_1 + l_2) + P_1\ l_2 - q\ (l_1 + l_2)^2 = 50\ \ (2\ +\ 2{,}5) + 40\ \ 2{,}5 -$$
$$-20\ \ (2 + 2{,}5)^2/2 = 122$$

[кН ·м].

$$M_2(0) = R_1\ \ (0 + l_1) + P \cdot 0 - q\ \ (0 + l_1)^2/2 =$$
$$= 50\ \ (0 + 2) + 40 \cdot 0 - 20\ \ (0 + 2)^2/2 = 60\ [\text{кН} \cdot \text{м}];$$
$$M_2(l_2) = R_1\ \ (l_1 + l_2) + P_1 \cdot l_2 - q\ \ (l_1 + l_2)^2 =$$
$$= 50 \cdot (2 + 2{,}5) + 40 \cdot 2{,}5 - 20 \cdot (2 + 2{,}5)^2/2 = 122\ [\text{кН} \cdot \text{м}].$$

Точка экстремума $e_2 = 2{,}5$ [м] совпадает с правой границей участка 2. Момент в ней уже найден, поэтому в качестве третьей точки при построении эпюры $M_2(z_2)$ берём середину участка $z_2 = l_2/2 = 2{,}5/2 = 1{,}25$ [м].

Получаем

$$M_2(l_2/2) = R_1\ \ (l_2/2 + l_1) + P_1\ l_2/2 - q\ \ (l_2/2 + l_1)^2/2 =$$
$$= 50\ \ (1{,}25 + 2) + 40 \cdot 1{,}25 - 20\ \ (1{,}25 + 2)^2/2 = 107\ [\text{кН} \cdot \text{м}].$$

Строим эпюру изгибающего момента (рис. 4.7, *з*).

4. Выбор двутавра из условия прочности $\sigma_m = M_m/W \le [\sigma]$.

Здесь: $M_m = 162{,}5$ [кН ·м] $= 1{,}625 \cdot 10^5$ [Н ·м] – наибольший по модулю изгибающий момент в балке (найденный в п. 3);

$[\sigma] = 200$ [МПа] $= 2 \cdot 10^8$ [Н/м^2] – допускаемые напряжения.

Требуемый по условию прочности момент сопротивления изгибу $W = M_m/[\sigma] = 1{,}625 \cdot 10^5/2 \cdot 10^8 = 8{,}12 \cdot 10^{-4}$[м^3]$= 8{,}12 \cdot 10^2$[см^3].

По ГОСТ 8239-89 находим двутавр с ближайшим большим моментом

сопротивления изгибу: двутавр № 40, $W_x = 953{,}0$ [см^3]. Его момент инерции $J_x = 19062$ [см^4].

5. Находим максимальные напряжения изгиба $\sigma_{max} = M_{max}/W_x = 1{,}625 \cdot 10^5/9{,}53 \cdot 10^{-4} = 1{,}71 \cdot 10^8$ [Н/м^2] $= 171$ [МПа]. Определяем коэффициент запаса прочности по допускаемым напряжениям

$$k_{[\sigma]} = [\sigma]/\sigma_{max} = 2 \cdot 10^8/1{,}71 \cdot 10^8 = 1{,}17.$$

6. Уравнение упругой линии балки $y(z)$:

$$Y(z) = \theta_0 \cdot z + R_1 \cdot z^3/(6 \cdot E \cdot J_x) - \\ - q \cdot z^4/(24 \cdot E \cdot J_x) + P_1(z - l_1)^3/(6 \cdot E \cdot J_x) \cdot H(z - l_1) + \\ + P_2 \cdot (z - l_1 - l_2)^3/(6 \cdot E \cdot J_x) \cdot H(z - l_1 - l_2) - \\ - M(z - l_1 - l_2 - l_3)^2/(2 \cdot E \cdot J_x) \cdot H(z - l_1 - l_2 - l_3) + \\ + q(z - l_1 - l_2 - l_3)^4/(6 \cdot E \cdot J_x) \cdot H(z - l_1 - l_2 - l_3),$$

где θ_0 – неизвестный угол поворота балки на левой опоре; $H(z)$ – функция Хевисайда. $H(z) = \begin{cases} 0, & при\ z < 0 \\ 1, & при\ z \geq 0 \end{cases}$. Её график приведён на рис. 4.8.

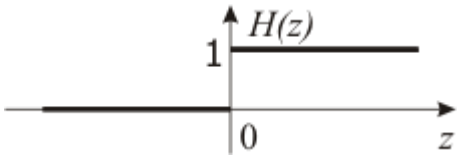


Рис. 4.8. Функция Хевисайда

Начало координат взято на левой опоре.

7. Угол θ_0 поворота на левой опоре находим из условия отсутствия прогиба на правой опоре:

$$Y(L) = \theta_0 \cdot L + R_1 \cdot L^3/(6 \cdot E \cdot J_x) - \\ - q \cdot L^4/(24 \cdot E \cdot J_x) + P_1(L - l_1)^3/(6 \cdot E \cdot J_x) \cdot H(L - l_1) + \\ + P_2(L - l_1 - l_2)^3/(6 \cdot E \cdot J_x) \cdot H(L - l_1 - l_2) - \\ - M(L - l_1 - l_2 - l_3)^2/(2 \cdot E \cdot J_x) \cdot H(L - l_1 - l_2 - l_3) + \\ + q(L - l_1 - l_2 - l_3)^4/(24 \cdot E \cdot J_x) \cdot H(L - l_1 - l_2 - l_3) = 0.$$

Решаем линейное уравнение относительно неизвестного угла θ_0:

$$\theta_0 = (-R_1 L^3/(6EJ_x) + qL^4/(24EJ_x) - P_1(L - l_1)^3/(6EJ_x) - \\ - P_2(L - l_1 - l_2)^3/(6EJ_x) + M(L - l_1 - l_2 - l_3)^2/(2EJ_x) - \\ - q(L - l_1 - l_2 - l_3)^4/(24EJ_x))/L = \\ = (-50 \cdot 10^3 \cdot 11^3/(6 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1{,}9062 \cdot 10^{-4}) + \\ + 20 \cdot 10^3 \cdot 11^4/(24 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1{,}9062 \cdot 10^{-4}) - \\ - 40 \cdot 10^3(11 - 2)^3/(6 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1{,}9062 \cdot 10^{-4}) - \\ - 40 \cdot 10^3(11 - 2 - 2{,}5)^3/(6 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1{,}9062 \cdot 10^{-4}) + \\ + 50 \cdot 10^3(11 - 2 - 2{,}5 - 3{,}5)^3/(2 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1{,}9062 \cdot 10^{-4}) - \\ - 20 \cdot 10^3(11 - 2 - 2{,}5 - 3{,}5)^4/(24 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1{,}9062 \cdot 10^{-4}))/11 = \\ = -0{,}0129 \text{ [рад]}.$$

8. Находим упругую линию. Вычисляем жёсткость при изгибе

$$EJ_x = 2 \cdot 10^{11} \cdot 1{,}9062 \cdot 10^{-4} = 3{,}81 \cdot 10^7 \quad [\text{Н·м}^2].$$

Чтобы найти прогиб в середине участка 3, подставим в уравнение упругой линии координату этой середины

$$z = l_1 + l_2 + l_3/2 = 2 + 2{,}5 + 3{,}5/2 = 6{,}25 \text{ [м]}.$$

Получаем

$$Y(6{,}25) = -0{,}0129 \cdot 6{,}25 + 50 \cdot 10^3 \cdot 6{,}25^3/(6 \cdot 3{,}81 \cdot 10^7) - \\ -20 \cdot 10^3 \cdot 6{,}25^4/(24 \cdot 3{,}81 \cdot 10^7) + \\ +40 \cdot 10^3(6{,}25-2)^3/(6 \cdot 3{,}81 \cdot 10^7) \cdot H(6{,}25-2) + \\ +40 \cdot 10^3(6{,}25-2-2{,}5)^3/(6 \cdot 3{,}81 \cdot 10^7) \cdot H(6{,}25-2-2{,}5) = \\ = 0{,}0465 \text{ [м]}.$$

В двух последних членах уравнения упругой линии аргументы функции $H(z)$ отрицательны и $H(z) = 0$. Подобные вычисления проведены для границ и середин всех участков. Упругая линия построена на рис. 4.7, *и*. Величина максимального прогиба 4,71 [см] и не превышает допустимый прогиб, равный $L|200 = 1100/200 = 5{,}5$ [см]. Следовательно, жесткость данной балки достаточна.

Задача № 5. Геометрические характеристики плоского симметричного сечения

Для симметричного сечения, составленного из прокатных профилей, найти площадь, осевые моменты инерции, моменты сопротивления изгибу и радиусы инерции сечения относительно главных центральных осей. Схемы сечений приведены на рис. 5.1, номера прокатных профилей и размеры поперечных сечений указаны в табл. 5.1.

Совместная работа прокатных профилей в составных сечениях, данных на схемах I, II, III и IX рис. 5.1, обеспечена соединительными планками, показанными пунктиром.

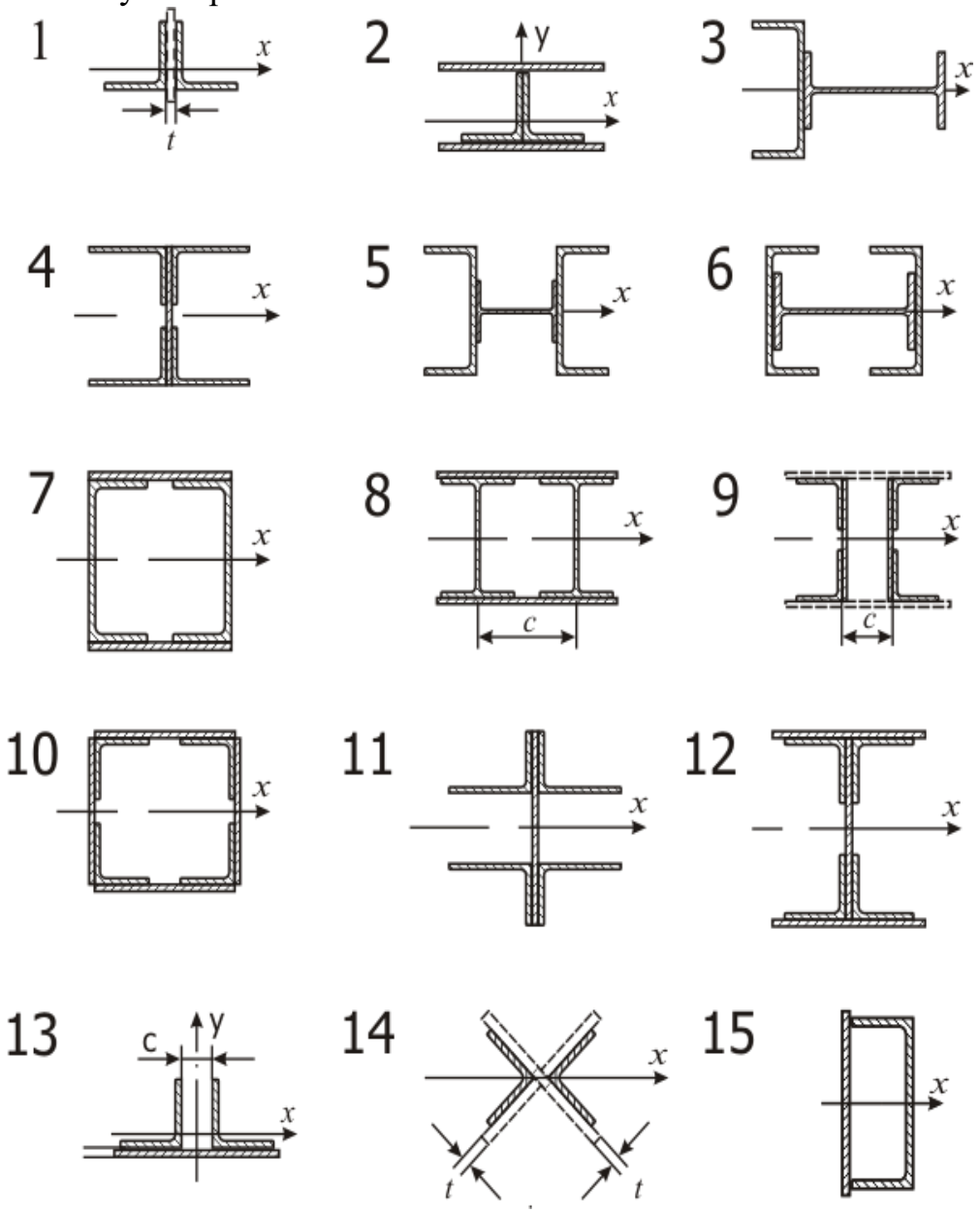


Рис. 5.1. Схемы поперечных сечений 1 – 15

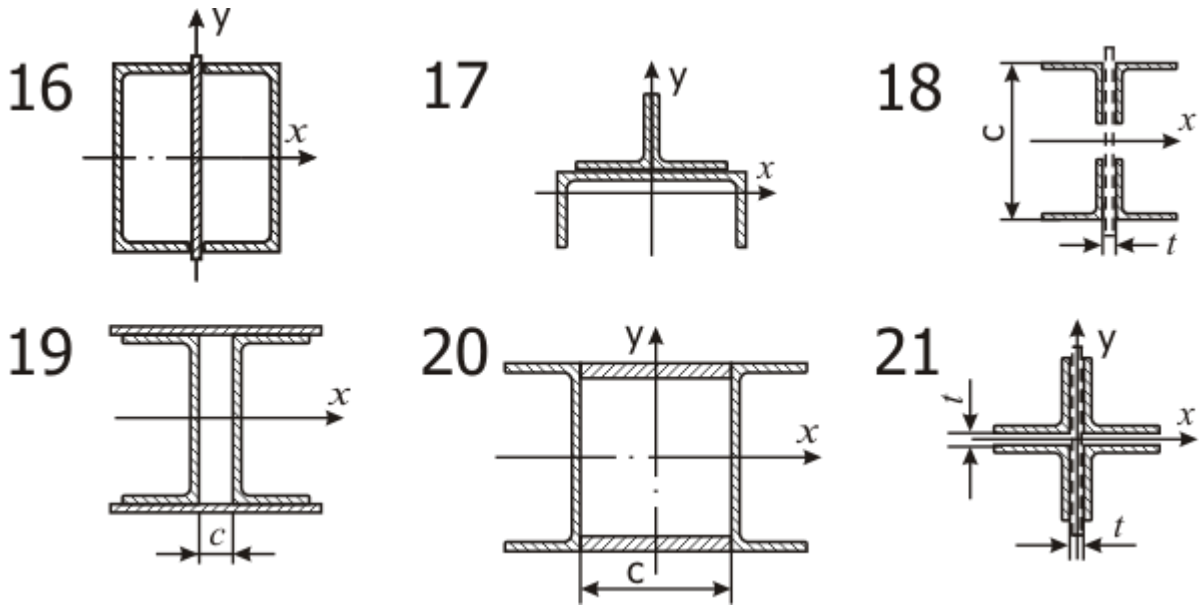


Рис. 5.2. Схемы поперечных сечений 16– 21

Исходные данные к задаче 5 Табл. 5.1

Схема 1			
Задание номер	1	22	43
Состав сечения	2 уголка 100х100х10 $t = 10$	2 уголка 80х80х8 $t = 8$	2 уголка 180х180х12 $t = 12$
Схема 1			
Задание номер	64	–	–
Состав сечения	2 уголка 125х125х10 Планка $t = 10$	–	–
Схема 2			
Задание номер	2	23	44
Состав сечения	2 уголка 100х100х10 2 листа 250х10	2 уголка 125х125х9 2 листа 200х8	2 уголка 180х180х12 2 листа 300х12
Схема 3			
Задание номер	3	24	45
Состав сечения	Швеллер № 18 Двутавр № 20	Швеллер № 14 Двутавр № 16	Швеллер № 24 Двутавр № 27
Схема 4			
Задание номер	4	25	46
Состав сечения	4 уголка 140х90х10 Лист 240х12	4 уголка 110х70х8 Лист 200х10	4 уголка 200х125х14 Лист 240х12
Схема 5			
Задание номер	5	26	47
Состав сечения	2 швеллера № 36 Двутавр № 16	2 швеллера № 30 Двутавр № 14	2 швеллера № 24 Двутавр № 12

Схема 6			
Задание номер	6	27	48
Состав сечения	2 швеллера № 33 Двутавр № 16	2 швеллера № 27 Двутавр № 14	2 швеллера № 22 Двутавр № 12

Продолжение табл. 5.1

Схема 6			
Задание номер	6	27	48
Состав сечения	2 швеллера № 33 Двутавр № 16	2 швеллера № 27 Двутавр № 14	2 швеллера № 22 Двутавр № 12
Схема 7			
Задание номер	7	28	49
Состав сечения	2 швеллера № 36 2 листа 300х12	2 швеллера № 30 2 листа 250х10	2 швеллера № 24 2 листа 200х8
Схема 8			
Задание номер	8	29	50
Состав сечения	2 двутавра № 36 2 листа 300х12 $c = 180$	2 двутавра № 30 2 листа 250х10 $c = 150$	2 двутавра № 24 2 листа 200х8 $c = 120$
Схема 9			
Задание номер	9	30	51
Состав сечения	4 уголка 50х50х5 2 листа 200х6 $c = 130$	4 уголка 90х90х8 2 листа 350х10 $c = 160$	4 уголка 125х125х10 2 листа 450х12 $c = 180$
Схема 10			
Задание номер	10	31	52
Состав сечения	4 уголка 70х70х6 4 листа 200х6	4 уголка 100х100х10 4 листа 250х10	4 уголка 125х125х12 4 листа 300х6
Схема 11			
Задание номер	11	32	53
Состав сечения	4 уголка 75х50х5 Лист 200х5	4 уголка 100х63х8 Лист 250х10	4 уголка 160х100х12 Лист 300х12
Схема 12			
Задание номер	12	33	54
Состав сечения	4 уголка 80х80х7 2 полки 250х10 Стенка 600х8	4 уголка 100х100х8 2 полки 300х12 Стенка 900х8	4 уголка 100х100х8 2 полки 350х12 Стенка 1200х10
Схема 13			
Задание номер	13	34	55
Состав сечения	2 уголка 80х80х7 Лист 220х8 $c = 40$	2 уголка 75х75х7 Лист 175х8 $c = 40$	2 уголка 125х125х10 Лист 320х12 $c = 50$
Схема 14			
Задание номер	14	35	56

Состав сечения	2 уголка 180х180х12 Планка $t = 10$	2 уголка 125х125х9 Планка $t = 10$	2 уголка 100х100х8 Планка $t = 10$
Схема 15			
Задание номер	15	36	57
Состав сечения	Швеллер № 14 Лист 150х5	Швеллер № 20 Лист 210х7	Швеллер № 33 Лист 340х8

Продолжение табл. 5.1

Схема 16			
Задание номер	16	37	58
Состав сечения	2 швеллера № 16 Лист 170х5	2 швеллера № 20 Лист 210х6	2 швеллера № 27 Лист 280х6
Схема 17			
Задание номер	17	38	59
Состав сечения	Швеллер № 12 2 уголка № 6,5	Швеллер № 18 2 уголка № 8	Швеллер № 27 2 уголка № 12,5
Схема 18			
Задание номер	18	39	60
Состав сечения	4 уголка 80х80х7 c =320; $t = 8$	4 уголка 110х110х8 c =650; $t = 10$	4 уголка 140х140х12 $c = 950$; $t = 12$
Схема 19			
Задание номер	19	40	61
Состав сечения	2 швеллера № 16 2 листа 80х8; $c = 80$	2 швеллера № 24 2 листа 120х10; $c = 120$	2 швеллера № 36 2 листа 160х10; $c = 160$
Схема 20			
Задание номер	20	41	62
Состав сечения	2 швеллера № 16 2 листа 80х8; $c = 80$	2 швеллера № 24 2 листа 120х10; $c = 120$	2 швеллера № 36 2 листа 160х10; $c = 160$
Схема 21			
Задание номер	21	42	63
Состав сечения	4 уголка 160х160х14 $t = 12$	4 уголка 63х63х5 $t = 6$	4 уголка 110х110х8 $t = 10$

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ № 5

Найти главные оси сечения, составленного из уголков стальных горячекатанных равнополочных 75 х 75 х 8 ГОСТ 8509 – 93 и двух уголков стальных горячекатанных неравнополочных 100 х 63 х 8 ГОСТ 8510 – 86

(рис. 5.2). Высота сечения $h = 300 = 30{,}0$ см. Толщина соединительной планки $\delta = 8 = 0{,}8$см. Вычислить относительно этих осей главные моменты инерции, моменты сопротивления и радиусы инерции.

Для работы составного сечения как жёсткого целого, уголки соединены планками, показанными на рис. 5.2 пунктиром. Расстояние между планками выбирается равным $40\, i_{min}$. При вычислении геометрических характеристик составного сечения соединительные планки не учитываются.

РЕШЕНИЕ

1.Вычерчиваем поперечное сечение в масштабе (рис. 5.3). Прокатные радиусы и сварные швы на рис. 5.2 не указываем.

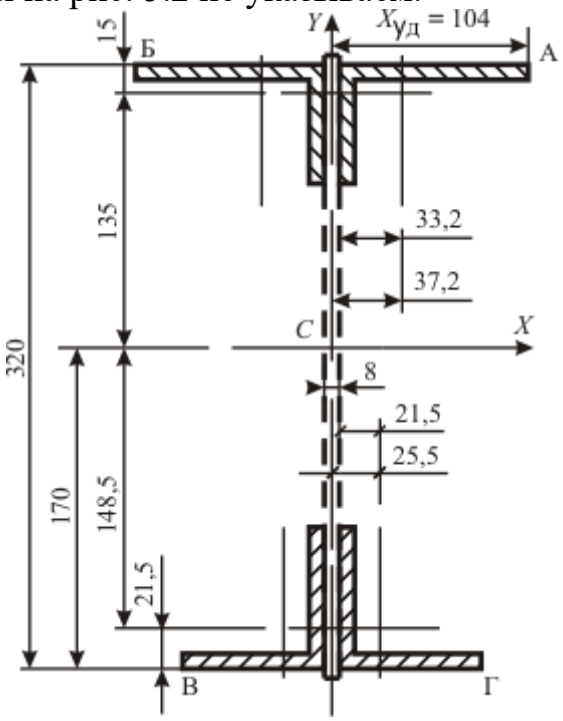


Рис. 5.3. Сечение составной балки

2. Приводим чертёжи прокатных профилей, взятые из ГОСТ 8509-93 «Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент» (рис. 5.4,а) и ГОСТ 8510-86 «Уголки стальные горячекатаные не равнополочные. Сортамент» (рис. 5.4,б).

На рис. 5.4 внесены следующие изменения по сравнению с чертежами ГОСТ: не указаны прокатные радиусы R и r уголков; главные оси равнополочного уголка обозначены u, v вместо x_0, y_0; размеры, оси, координаты центра масс, относящиеся к равнополочному уголку, помечены нижним индексом 1, а к неравнополочному уголку – нижним индексом 2, соответственно.

Выписываем из ГОСТ длины и толщины полок уголков. Размеры переводим из миллиметров в сантиметры.

Уголок равнополочный: ширина полки – $b_1 = 75$мм $= 7{,}5$см, толщина – $t_1 = 0{,}8$ см, расстояние от внешней грани полки до центра масс – $x_0 = 2{,}15$ см,

площадь – $F_1 = 11{,}50$ см^2, моменты инерции относительно центральных осей x_1 и y_1, параллельных полкам – $J_{x1} = 59{,}84$ см^4.

Уголок неравнополочный: ширина длинной полки $-B = 100 = 10$ см, ширина короткой полки $-b_2 = 63$ мм $= 6{,}3$ см, толщина полок – $t = 8$ мм $= 0{,}8$ см, расстояние от внешней грани длинной полки до центра масс – $x_0 = 1{,}50$ см, расстояние от внешней грани короткой полки до центра масс – $y_0 = 3{,}32$ см,площадь сечения – $F_2 = 12{,}57$ см^2, момент инерции сечения относительно оси x– $J_{x2} = 126{,}96$ см^4,момент инерции сечения относительно оси $J_{y2} = 39{,}21$ см^4.

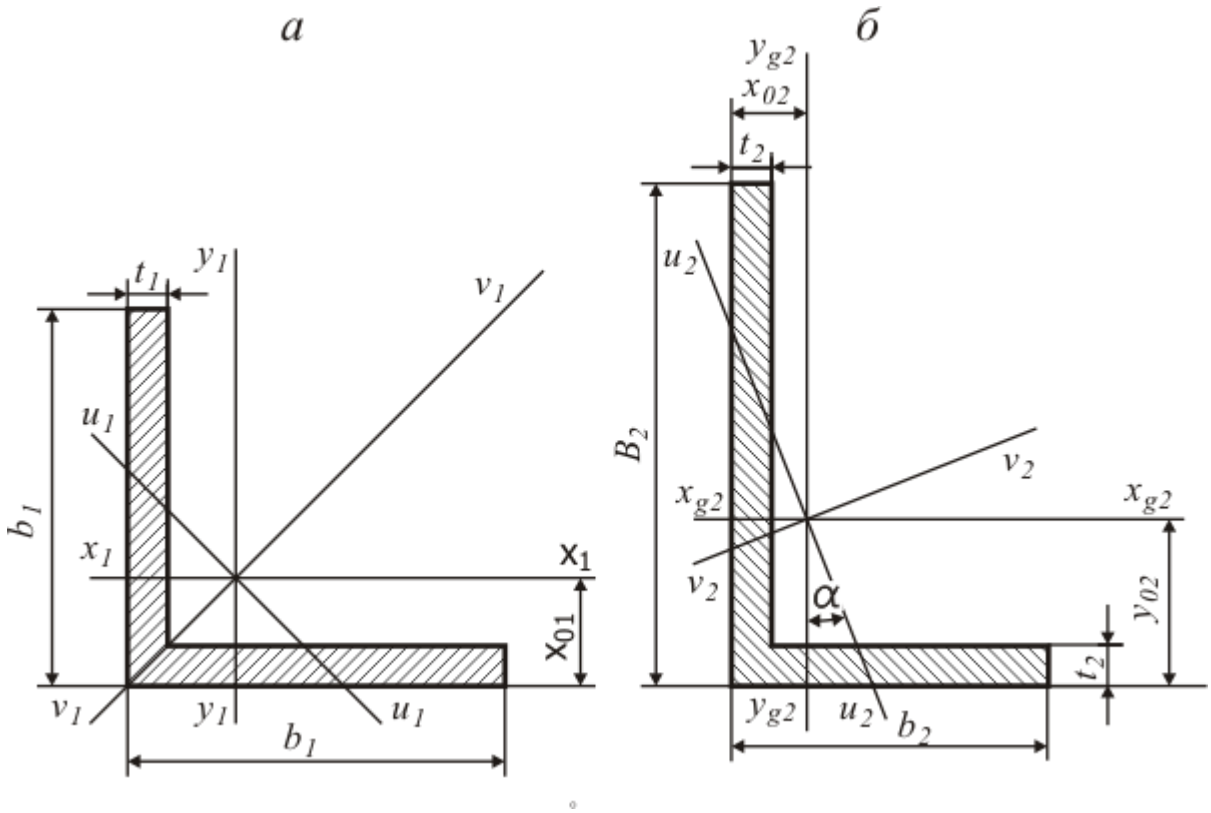


Рис. 5.4. Составные части поперечного сечения балки: а – равнополочный уголок ГОСТ 8509-93; б – неравнополочный уголок ГОСТ 8510-86.

В сопротивлении материалов расчёты выполняют с точностью 5%. Эту точность обеспечивают три первых значащих цифры. Значащими цифрами числа называются все цифры в его записи, начиная с первой ненулевой слева. Отсчёт начинают с первой, отличной от нуля. Для J_{x2} достаточно принять $J_{x2} = 127$, но при оформлении расчётов величины нужно записывать так, как они заданы в официальных документах $J_{x2} = 126{,}96$.

3. Площадь поперечного сечения равна

$$F = k_1F_1 + k_2F_2 = 2 \cdot 11{,}50 + 2 \cdot 12{,}57 = 48{,}1 \text{ см}^2.$$

4. Ищем координаты центра масс сечения. Вертикальная ось CY является осью симметрии сечения. Любая ось симметрии сечения является его главной осью. Центр масс лежит на оси симметрии, следовательно, $X_c = 0$. Статический момент сечения относительно горизонтальной оси X_H, проходящей через нижнюю грань равнополочного уголка, равен

$$S_{XH} = k_1 \cdot F_1 \cdot x_{01} + k_2 \cdot F_2 \cdot (h - x_{02}) =$$
$$= 2 \cdot 11{,}50 \cdot 2{,}15 + 2 \cdot 12{,}57 \cdot (30 - 1{,}50) = 816 \text{ см}^3.$$

Расстояние от нижней грани равнополочного уголка до центра масс сечения равно $Y_c = S_{XH}/F = 816/48{,}1$=17,0 см. Центр масс сечения обозначаем буквой C и указываем на рис. 5.3.

5. Строим главные центральные оси сечения. Для этого, через точку C проводим ось CX, перпендикулярную оси CY. В качестве положительного на оси CX выберем направление слева направо, а на оси CY положительным будем считать направление снизу вверх. Оси CXYявляются главными центральными осями сечения.

Расстояние от верхних граней неравнополочных уголков до оси CX равно $Y_в = h - Y_c = 30 - 17{,}0 = 13{,}0$ см. Крайние точки Л и П длинных полок неравнополочных уголков удалены от оси CY на расстояние $|X_л| = X_п = = \delta/2 + B = 0{,}8/2 + 10{,}0 = 10{,}4$ см.

Координаты центров масс уголков в системе осей CXY :

$$Y_1 = -Y_C + x_{01} = -17{,}0 + 2{,}15 = -14{,}8 \text{ см},$$

$$Y_2 = h - Y_C - x_{02} = 30{,}0 - 17{,}0 - 1{,}50 = 13{,}5 \text{ см},$$

$$X_1 = \delta/2 + x_{01} = 0{,}8/2 + 2{,}15 = 2{,}55 \text{ см},$$

$$X_2 = \delta/2 + x_{02} = 0{,}8/2 + 3{,}32 = 3{,}72 \text{см}.$$

6. Осевые моменты инерции сечения вычисляем по формуле Гюйгенса

$$J_X = \sum_{i=1}^{K} \left(J_{xi} + F_i \cdot a_i^2\right),$$

где K – количество элементов в сечении; J_{xi} – момент инерции относительно центральной оси элемента i, параллельной оси X; F_i – площадь элемента i; a_i – расстояние между осью X и параллельной ей центральной осью элемента i.

Учитываем, что неравнополочный уголок повёрнут относительно изображения, показанного на на рис. 5.4, на 90° (или 270°) относительно чертежа из ГОСТ. Параллельной для оси *CX* является местная центральная ось $\boldsymbol{y_2}$, а для оси *CY* параллельной будет местная центральная ось $\boldsymbol{x_2}$.
Получаем:

$$J_X = k_1 \cdot (J_{x1} + F_1 \cdot Y_1^2) + k_2 \cdot \left(J_{y2} + F_2 \cdot Y_2^2\right) = 2 \cdot (59{,}84 + 11{,}50 \cdot ((-14{,}8)^2) +$$

$$+2 \cdot (39{,}21 + 12{,}57 \cdot 13{,}5^2) = 9850 \text{ см}^4;$$

$$J_Y = k_1 \cdot \left(J_{y1} + F_1 X_1^2\right) + k_2 \cdot (J_{x2} + F_2 X_2^2) = 2 \cdot (59{,}84 + 11{,}50 \cdot 2{,}55^2) +$$

$$2 \cdot (126{,}96 + 12{,}57 \cdot 3{,}72\text{^}2) = 871 \text{ см}^4.$$

7.Ось $\boldsymbol{CY}$ является осью симметрии сечения. Осевой момент сопротивления для оси $\boldsymbol{CY}$ равен $\boldsymbol{W_Y = J_Y / X_{max} = 871/10{,}4 = 83{,}8}$ см^3.

Здесь $\boldsymbol{X_{max} = |X_л| = |X_л| = X_п = 10{,}4}$ см – расстояние до оси $\boldsymbol{CY}$ от крайних левых и правых волокон.

Главная ось $\boldsymbol{CX}$ не является осью симметрии. Момент сопротивления изгибу для нижних волокон $\boldsymbol{W_{Xн} = J/Y_н = 9850/17{,}0 = 581}$ см^3 . Для верхних волокон получаем $\boldsymbol{W_{Xв} = J_X / Y_в = 9850/13{,}0 = 655}$ см^3.

8. Радиус инерции сечения относительно оси определяется по формуле

$$\boldsymbol{i = \sqrt{J/F}}.$$

Для заданного сечения получаем $\boldsymbol{i_X = \sqrt{J_X/F = \sqrt{9850/48{,}1 = 14{,}3}}}$ см,

$\boldsymbol{i_Y = \sqrt{J_Y/F = \sqrt{871/48{,}1 = 4{,}25}}}$ см.

Задача № 6. Расчёт статически неопределимых стержневых систем

Для заданной статически неопределимой системы определить допускаемое значение силы P при допускаемом напряжении для стальных стержней $[\sigma]=160$ МПа.

Плита BC схемы (рис.6.1) абсолютно жесткая.

На рисунке 6.1 изображена абсолютно жесткая балка BC, нагруженная посередине силой P. Балка удерживается в горизонтальном положении шарнирно – подвижной опорой C и тремя стальными стержнями. Заданы площади сечений стержней A_1= 4 см^2; A_2 = 3 см^2; A_3 = 2 см^2. Определить допускаемое значение силы P , если допускаемое напряжение для материала стержней, равное $[\sigma]$ = 160МПа , одинаково при растяжении и сжатии.

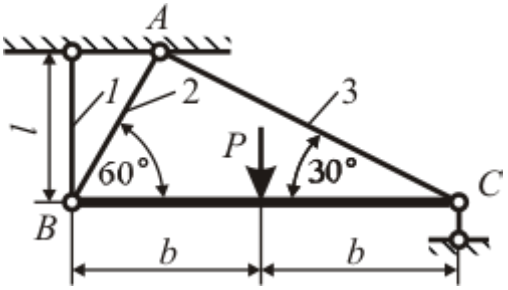


Рис.6.1. Статически неопределимая система

РЕШЕНИЕ

Допускаемая нагрузка (сила P) определяется по условию прочности наиболее напряженного стержня. Полагая значение силы P известным, найдем напряжения в сечениях стержней системы, выразив их через силу P. Исходные данные для решения задач приведены в табл.6.1 и рис.6.

Мысленно рассекаем стержни и, полагая стержни растянутыми, изображаем силы, приложенные к отсеченной части (рис. 1.5).

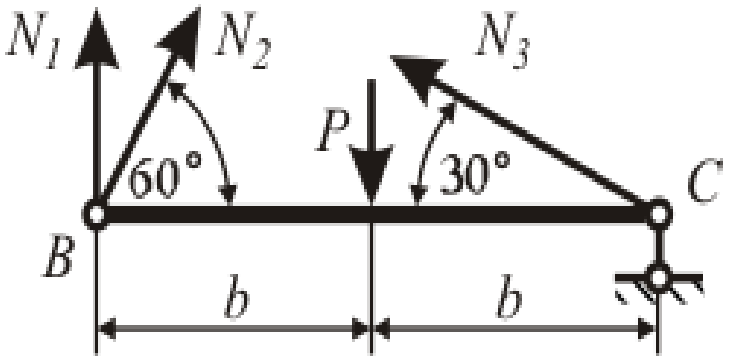


Рис.6.2. Уравновешенная система сил

Уравнения равновесия

$$\begin{aligned} &\Sigma X_i = 0; \quad N_2 \cos 60^\circ - N_3 \cos 30^\circ = 0. \\ &\Sigma Y_i = 0; \quad N_1 + N_2 \sin 60^\circ + N_3 \sin 30^\circ + Y_C - P = 0. \\ &\Sigma m_c = 0; \quad N_1 \cdot 2\hat{a} + N_2 \cdot 2\hat{a} \sin 60^\circ - P\hat{a} = 0. \end{aligned} \qquad (6.1)$$

Система (6.1) содержит 4 неизвестных величины: N_1, N_2, N_3 и Y_c. Лишь второе уравнение содержит реакцию опоры C, величина которой не влияет на значение допускаемой нагрузки, а потому ограничимся первым и третьим уравнениями.

Двух уравнений системы (6.1) недостаточно для определения трех продольных сил. Необходимо дополнить их уравнением совместности деформаций. По условию задачи брус BC является абсолютно жестким. Значит, перемещение системы осуществляется лишь за счет деформации стержней. Опора C допускает только горизонтальное смещение узла C. Следует учесть, что истинные перемещения точек B и C в сотни раз меньше размеров бруса BC. Поэтому перемещения точек стержней при их поворотах изображены не дугами окружностей, а прямыми отрезками, перпендикулярными стержням. Заметим, что стержень 3 по предположению растянут, но на рисунке изображено его укорочение, значит изображенная деформация его не Δl_3, а – Δl_3.

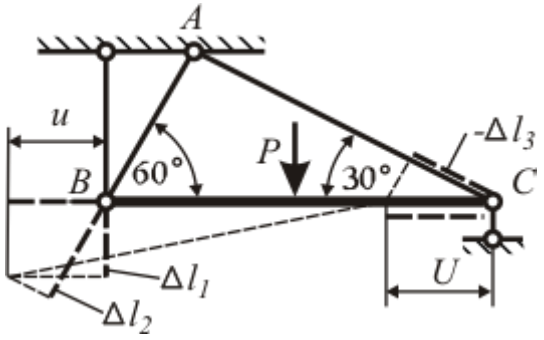


Рис.6.3. Деформации и перемещения

По рисунку 6.3

$$\Delta l_2 = \Delta l_1 \cos 30^\circ + u \cos 60^\circ .$$

При $u = -\Delta l_3 / \cos 30^\circ$ получаем геометрическую связь деформаций

$$\Delta l_2 = \Delta l_1 \cos 30^\circ - \Delta l_3 tg 30^\circ . \qquad (6.2)$$

В соответствии с законом Гука

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{EA_1} = \frac{N_1 l}{EA_1},$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{EA_2} = \frac{N_2 l}{EA_2 \sin 60^\circ}, \qquad (6.3)$$

$$\Delta l_3 = \frac{N_3 l_3}{EA_3} = \frac{N_3 l}{EA_3 \sin 30^\circ}.$$

Подстановкой выражений (6.3) в равенство (6.2) получим уравнение, дополняющее систему(6.1).

$$\frac{N_2 l}{EA_2 \sin 60^\circ} = \frac{N_1 l}{EA_1} \cos 30^\circ - \frac{N_3 l}{EA_3 \sin 30^\circ} tg 30^\circ. \qquad (6.4)$$

После подстановки значений A_1, A_2, A_3и упрощения уравнений (6.1) и (6.3) получим систему

$$\begin{aligned} &N_2 - 1,732 N_3 = 0; \\ &N_1 + 0,866 N_2 = 0,5P; \\ &9N_1 - 16N_2 - 24N_3 = 0. \end{aligned} \qquad (6.5)$$

Решение уравнений (6.5)

$N_1 = 0,396P$, $N_2 = 0,119P$, $N_3 = 0,069P$.

При заданных сечениях стержней

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{0,396P}{4} = 0,0991P;$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{0,119P}{3} = 0,0398P;$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A_3} = \frac{0,069P}{2} = 0,0395P.$$

Наибольшее напряжение

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 = 0,0991P.$$

По условию прочности $\sigma_{\max} \le [\sigma]$ допускаемая нагрузка

$$[P] = \frac{[\sigma]}{0,0991} = \frac{16}{0,0991} = 161 \text{ кН}.$$

$$[P] = 161 \text{ кН}.$$

Исходные данные сведены в табл. 6.1, расчетные схемы даны на рис.6.4.

Таблица 6.1.

Исходные данные для задачи №6

№	Площадь сечения стержней, см^2			Номер схемы	№	Площадь сечения стержней, см^2			Номер схемы
	A_1	A_2	A_3			A_1	A_2	A_3	
1	2	3	4	1	26	4	2	1	6
2	3	4	2	2	27	6	3	2	5
3	5	6	7	3	28	8	4	3	4
4	6	7	5	4	29	10	5	4	3
5	3	17	1	5	30	1	6	5	2
6	4	1	2	6	31	2	7	6	1
7	5	6	3	7	32	12	8	7	2
8	6	15	4	8	33	14	9	8	4
9	7	15	5	9	34	16	16	9	6
10	8	14	6	10	35	3	16	10	8
11	9	13	7	2	36	5	15	11	10
12	10	12	8	4	37	7	14	12	9
13	11	8	9	6	38	9	13	13	7
14	12	9	10	8	39	11	12	14	5
15	13	7	11	10	40	13	11	15	3
16	14	6	12	1	41	15	10	16	1
17	15	5	13	3	42	7	9	14	10
18	16	4	17	5	43	5	8	13	9
19	3	12	16	7	44	3	7	12	8
20	4	11	15	9	45	1	6	11	7
21	5	12	14	10	46	2	5	10	6
22	6	13	13	9	46	6	4	9	5
23	6	14	12	8	48	8	3	8	4
24	7	15	11	7	49	4	2	7	3
25	9	12	10	3	50	4	25	11	6

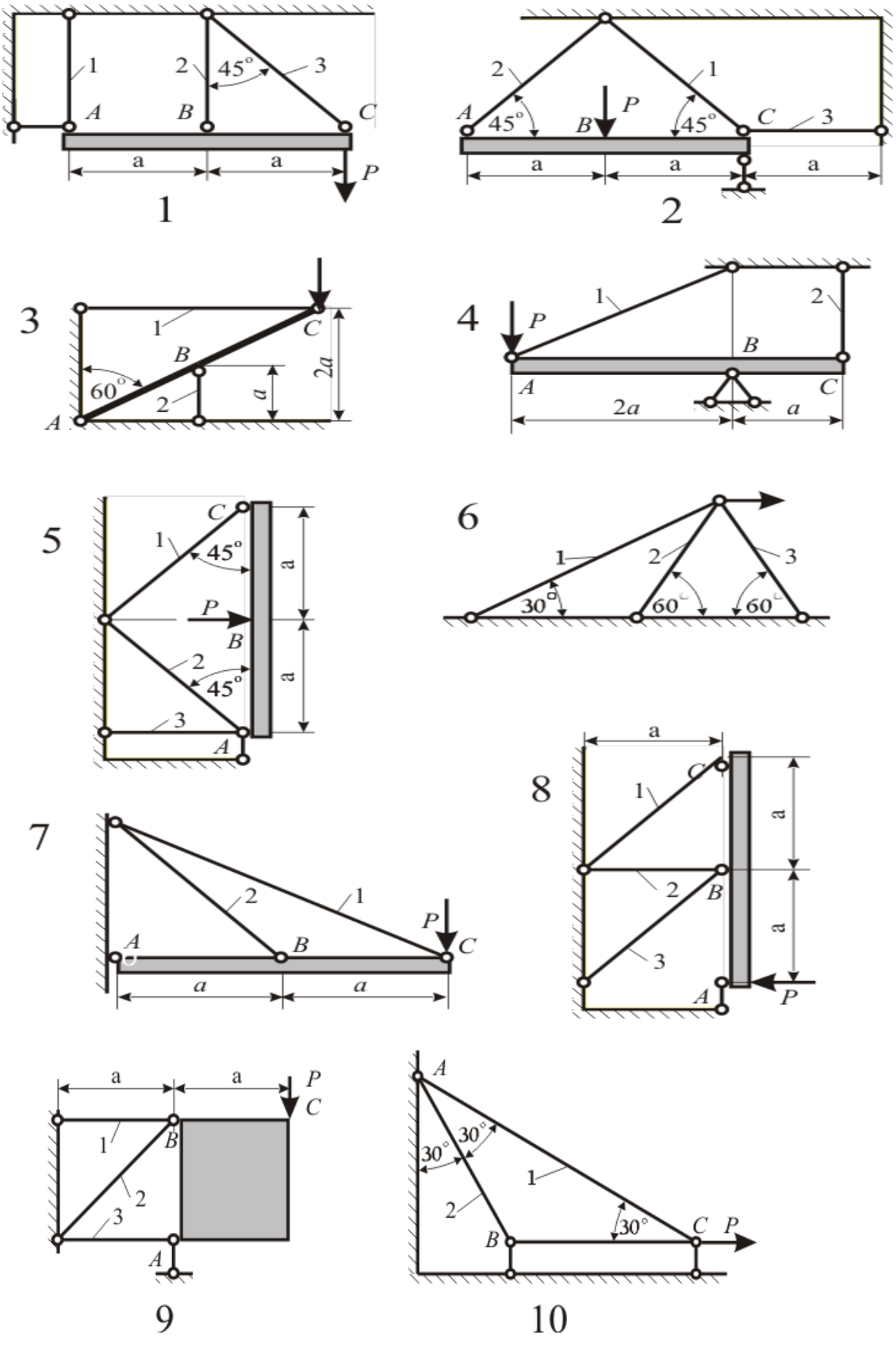


Рис.6.4. Схемы 1 – 10 стержневых систем

Задача № 7.Расчет статически неопределимых балок

Подобрать из условия прочности сечение многопролётной неразрезной балки (рис. 7.1 – 7.4). Сечение – двутавр ГОСТ 8239-89. Допускаемые напряжения стали $\sigma = 200$ [МПа]. Данные для расчёта взять из табл. 7.

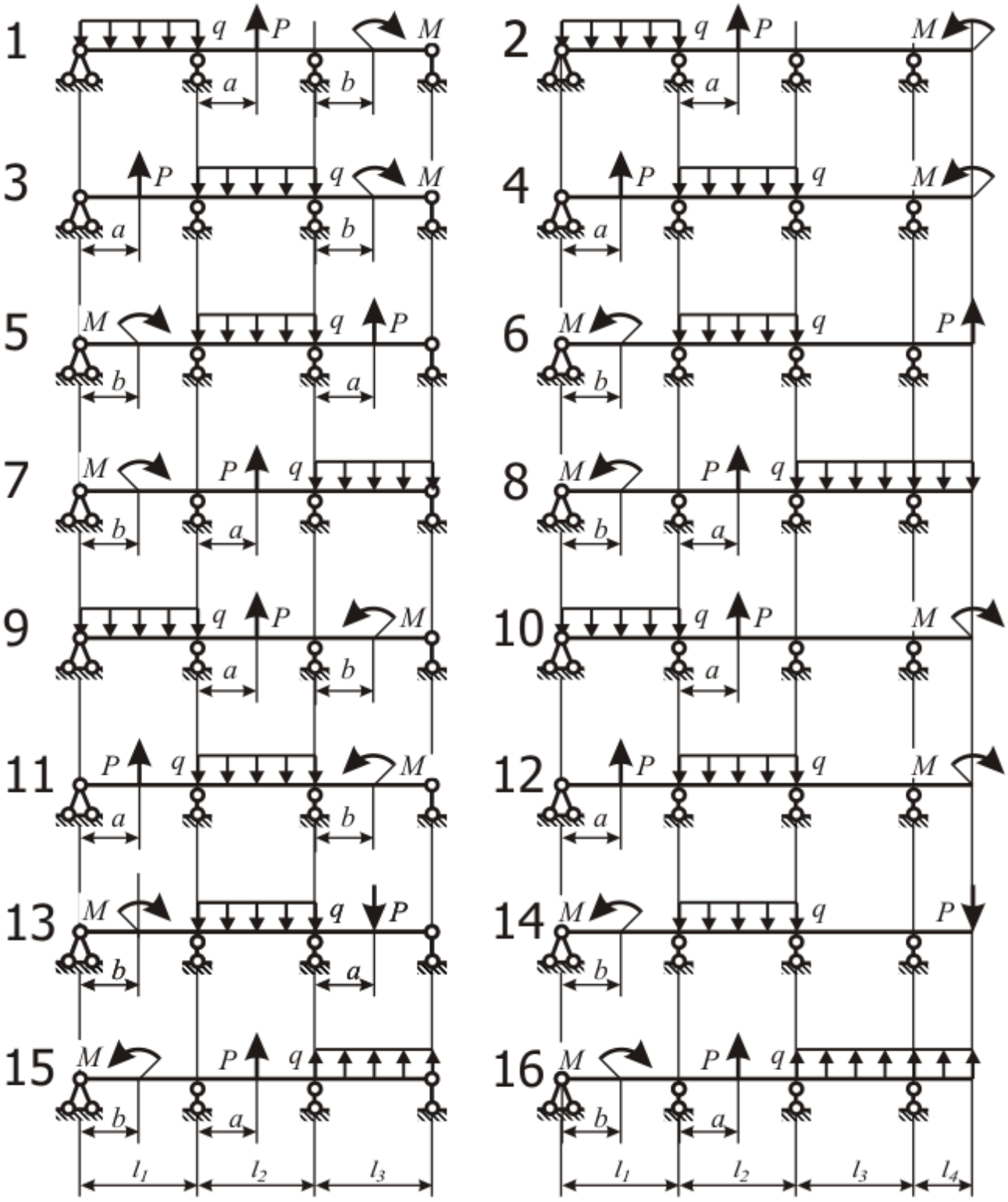


Рис. 7.1. Многопролётная неразрезная балка (варианты 1 – 16)

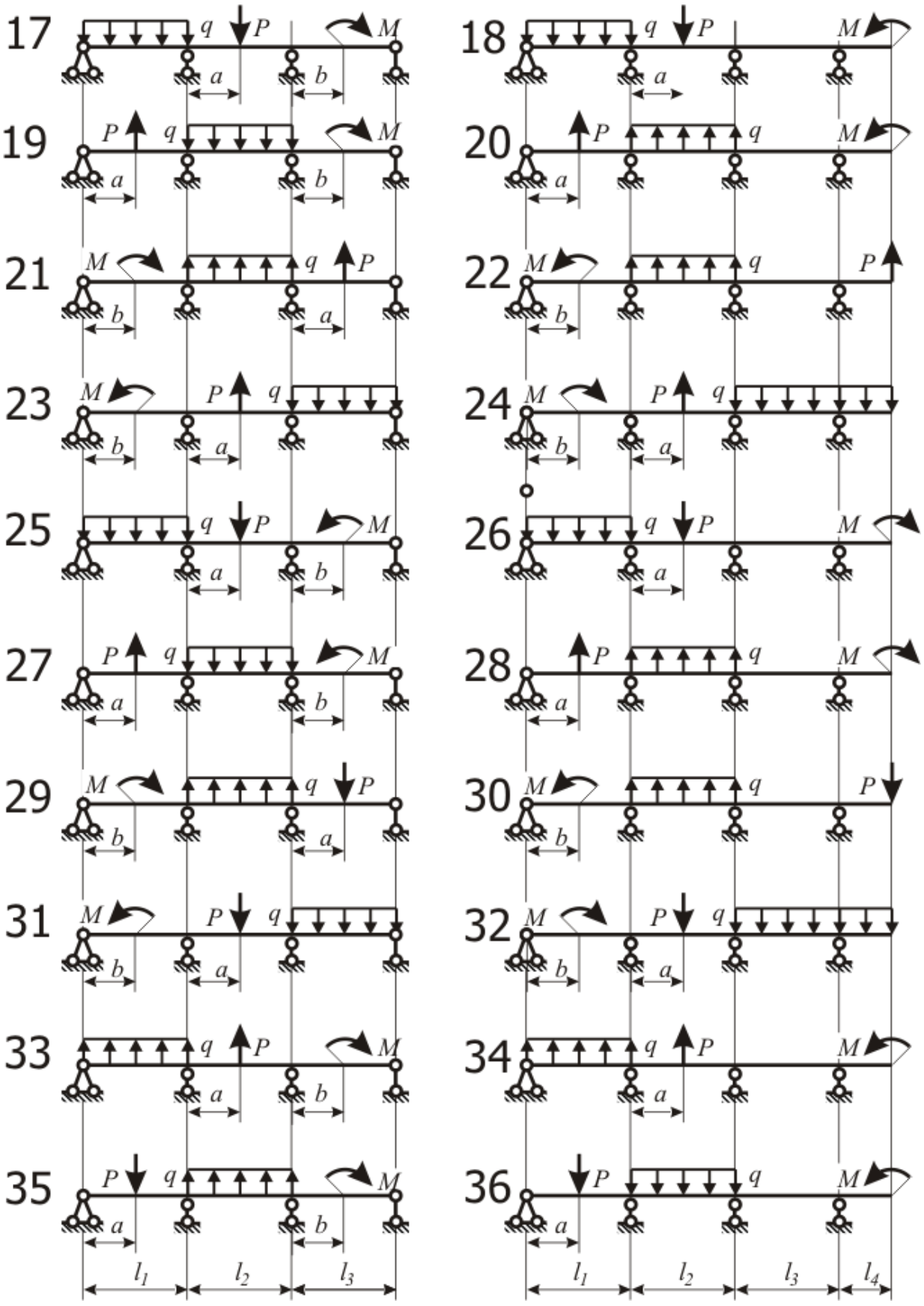


Рис. 7.2. Многопролётная неразрезная балка (варианты 17 – 36)

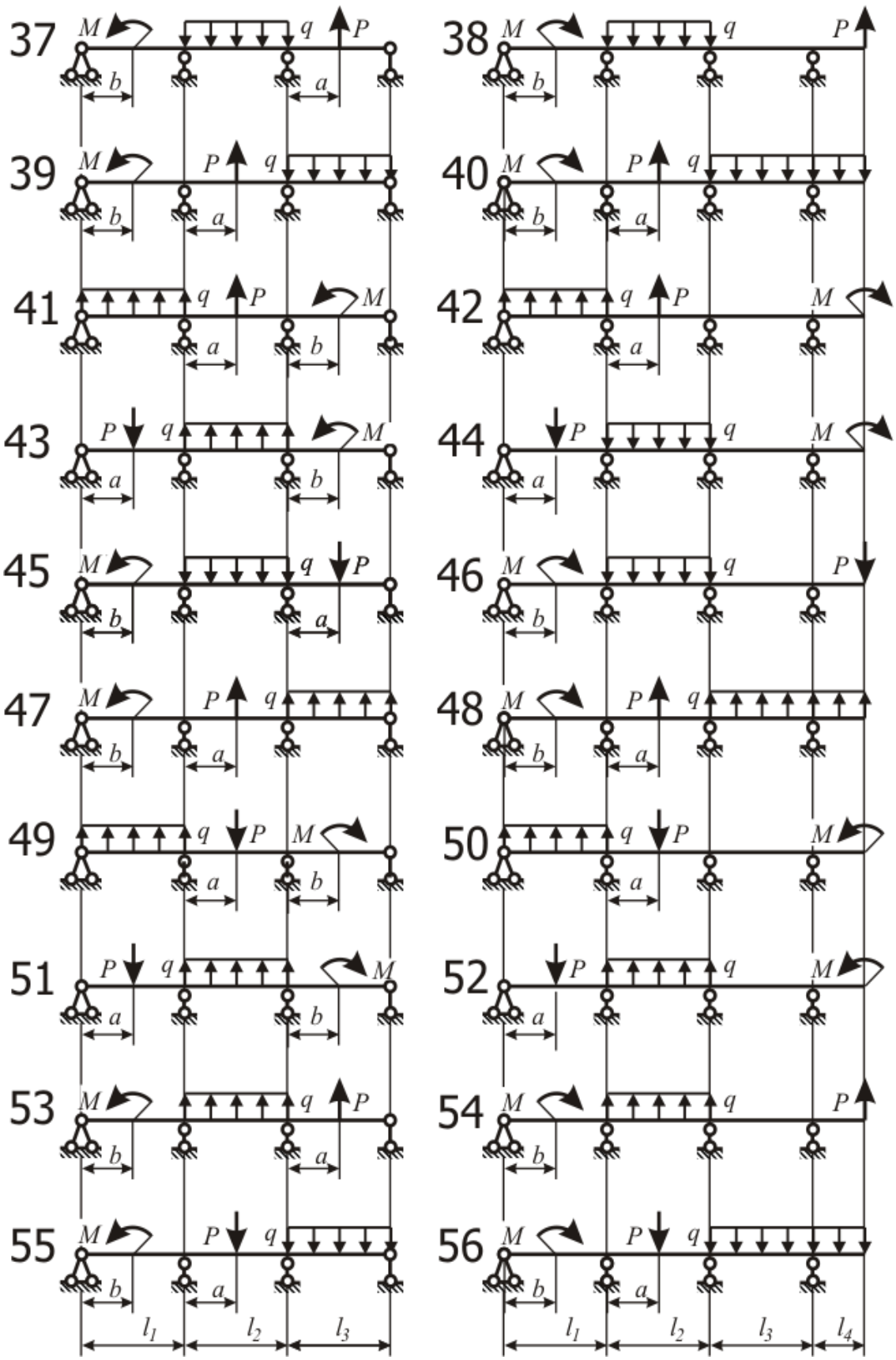


Рис. 7.3. Многопролётная неразрезная балка (варианты 37 – 56)

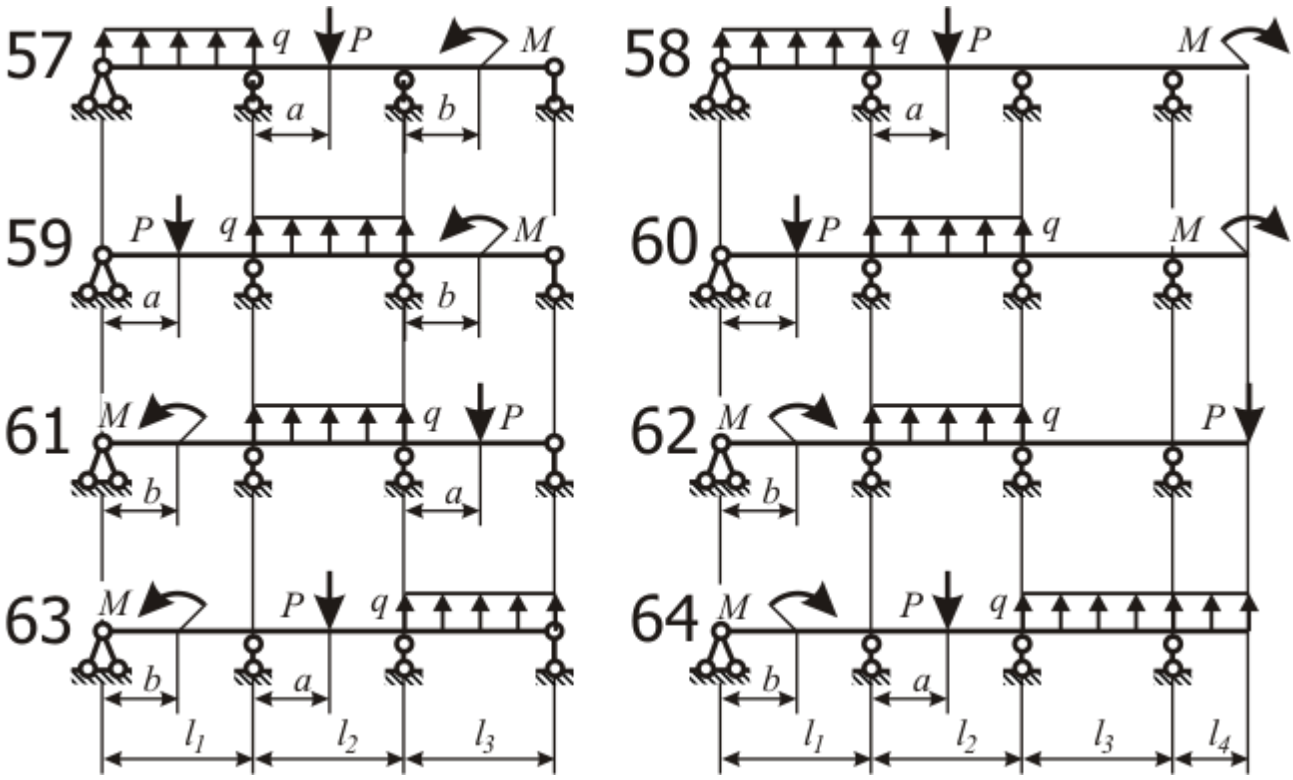


Рис. 7.4. Многопролётная неразрезная балка (варианты 57 – 64)

Исходные данные к задаче 7 Таблица 7

Номер задания	Длина участка, м				Нагрузка			Координата точки приложения, м	
	l_1	l_2	l_3	l_4	P, кН	M, кН·м	q, $^{Н}/_{м}$	силы, a	момента, b
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4,0	5,0	3,0	–	80	165	20	3,0	2,0
2	3,5	5,5	3,5	1,5	90	175	25	2,0	–
3	3,0	6,0	4,0	–	90	185	30	1,5	2,0
4	3,0	6,0	4,5	2,0	80	195	35	2,0	–
5	3,5	5,5	5,0	–	70	105	30	2,0	1,5
6	4,0	5,0	5,5	2,5	60	115	30	–	2,0
7	4,5	4,5	6,0	–	50	125	25	3,0	2,5
8	5,0	4,0	6,0	3,0	40	135	25	2,5	3,0
9	5,5	3,5	5,5	–	40	145	20	2,0	2,5
10	6,0	3,5	5,0	3,0	59	155	20	1,5	–
11	6,0	4,0	4,5	–	60	165	25	4,0	3,0
12	5,5	4,5	4,0	2,5	70	175	20	3,5	–
13	5,0	5,0	3,5	–	80	185	35	1,5	3,5
14	4,5	5,5	3,0	2,0	90	195	35	–	1,5
15	4,0	6,0	3,0	–	90	105	15	4,0	2,0
16	3,5	6,0	3,5	1,5	80	115	20	3,5	1,5
17	3,5	5,5	4,0	–	70	125	25	3,0	1,5
18	4,0	5,0	4,5	1,5	60	135	30	2,5	–
19	4,5	4,5	5,0	–	50	145	35	3,0	2,0

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	5,0	4,0	5,5	2,0	40	155	35	2,0	–
21	5,5	3,5	6,0	–	40	165	30	3,5	4,5
22	6,0	3,5	6,0	2,5	59	175	25	–	4,0
23	6,0	4,0	5,5	–	60	185	20	3,0	3,5
24	5,5	4,5	5,0	3,0	70	195	15	2,5	3,0
25	5,0	5,0	4,5	–	80	105	15	2,0	2,5
26	4,5	5,5	4,0	3,0	90	115	20	1,5	–
27	4,0	6,0	3,5	–	90	125	25	1,5	2,0
28	3,5	6,0	3,0	2,5	80	135	30	2,0	–
29	3,5	5,5	3,0	–	70	145	35	1,5	2,5
30	4,0	5,0	3,5	2,0	60	155	35	–	2,0
31	4,5	4,5	4,0	–	50	165	30	3,0	1,5
32	5,0	4,0	4,5	1,5	40	175	25	2,5	3,5
33	5,5	3,5	5,0	–	40	185	20	2,0	3,5
34	6,0	3,5	5,5	1,5	59	195	15	1,5	–
35	6,0	4,0	6,0	–	60	105	15	4,5	4,0
36	5,5	4,5	6,0	2,0	70	115	20	4,0	–
37	5,0	5,0	5,5	–	80	125	25	3,0	2,5
38	4,5	5,5	5,0	2,5	90	135	30	–	2,0
39	4,0	6,0	4,5	–	90	145	35	4,5	1,5
40	3,5	6,0	4,0	3,0	80	155	35	4,0	2,0
41	3,5	5,5	3,5	–	70	165	30	3,5	1,5
42	4,0	5,0	3,0	3,0	60	175	25	3,0	–
43	4,5	4,5	3,0	–	50	185	20	3,5	2,0
44	5,0	4,0	3,5	2,5	40	195	15	3,0	–
45	5,5	3,5	4,0	–	40	105	15	2,5	3,0
46	6,0	3,5	4,5	2,0	59	115	20	–	2,5
47	6,0	4,0	5,0	–	60	125	25	2,5	2,0
48	5,5	4,5	5,5	1,5	70	135	30	2,0	1,5
49	5,0	5,0	6,0	–	80	145	35	1,5	2,5
50	4,5	5,5	6,0	1,5	90	155	35	4,0	–
51	4,0	6,0	5,5	–	90	165	30	2,5	3,0
52	3,5	6,0	5,0	2,0	80	175	25	2,0	–
53	3,5	5,5	4,5	–	70	185	20	2,0	3,5
54	4,0	5,0	4,0	2,5	60	195	15	–	3,0
55	4,5	4,5	3,5	–	50	105	15	3,5	2,5
56	5,0	4,0	3,0	3,0	40	115	20	3,0	2,0
57	5,5	3,5	3,0	–	40	125	25	2,5	1,5
58	6,0	3,5	3,5	3,0	59	135	30	2,0	–
59	6,0	4,0	4,0	–	60	145	35	1,5	2,0
60	5,5	4,5	4,5	2,5	70	155	35	4,5	–
61	5,0	5,0	5,0	–	80	165	30	1,5	3,0
62	4,5	5,5	5,0	2,0	90	175	25	–	2,5
63	4,0	6,0	5,5	–	90	185	20	4,5	2,0
64	3,5	6,0	6,0	1,5	80	195	15	4,0	1,5

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ № 7

Раскрыть статическую неопределимость неразрезной трёхпролётной балки (рис. 7.5). Нагрузки и длину пролёта принять равными: $P = 20$ кН; $M = 20{,}0$ кНм; $q = 10{,}0$кН/м; $L = 2{,}00$ м. Построить эпюры внутренних силовых факторов.

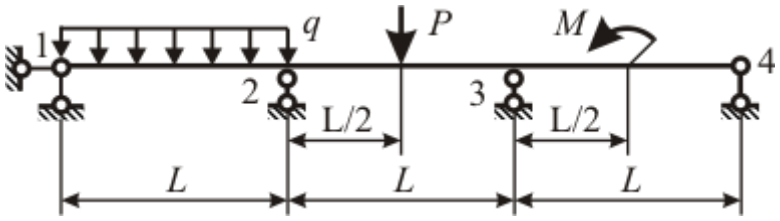


Рис. 7.5. Схема неразрезной балки

1. Чертим схему балки в масштабе (рис. 7.6, а). Нумеруем опорные узлы. Шарнирно неподвижную опору 1 изображаем в виде горизонтального и вертикального опорных стержней (1в) и (1г).

2. Находим степень статической неопределимости $N_{не}$ балки. Для этого определяем число опорных стержней $N_{ст} = 5$ (два опорных стержня в шарнирно неподвижной опоре 1 и по одному в шарнирно подвижных опорах 2, 3, 4). Из числа опорных стержней вычитаем число уравнений статики $N_{ур}$ (три – в рассматриваемом случае плоского изгиба балки).

Получаем $N_{не} = N_{ст} - N_{ур} = 5 - 3 = 2$.

Балка дважды статически неопределима.

3. Выбираем основную систему. Основная система должна быть статически определимой и неизменяемой. Чтобы балка (см. рис. 7.6, а) стала статически определимой, отбросим два любых вертикальных опорных стержня. Например, при удалении стержней 3 и 4 получаем основную систему, показанную на рис. 7.6, б. Если отбросить стержни 1в и 4, то основная система, примет вид, данный на рис. 7.6, в. Горизонтальный стержень 1г отбрасывать нельзя, так как при его удалении система становится изменяемой (рис. 7.6, г). Степень статической неопределимости системы можно понизить путём отбрасывания внутренних связей.

Выберем основную систему, указанную на рис. 7.6, б.

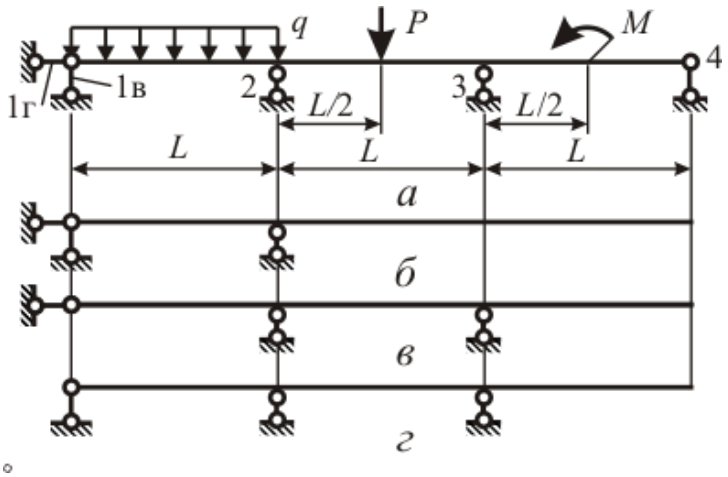


Рис. 7.6. К выбору основной системы

4. Эквивалентной системой называют основную систему, к которой приложены внешние нагрузки и неизвестные реакции отброшенных связей. Прикладываем неизвестные реакции X_1, X_2 в точках крепления отброшенных опорных стержней 4 и 3. Линии действия этих реакций совпадают с осями отброшенных стержней, направление реакций вдоль их линий действия выбираем произвольно. Если выбранное направление реакции не совпадёт с истинным, то полученное при раскрытии статической неопределимости значение избыточного неизвестного будет отрицательным. Эквивалентная система приведена на рис. 7.7.

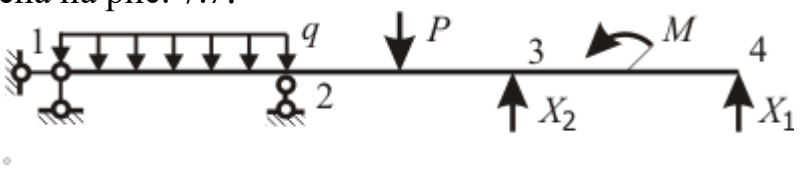


Рис. 7.7. Эквивалентная система

5. Идея раскрытия статической неопределимости методом сил состоит в следующем. Эквивалентная система деформируется так же, как исходная. Так как опорные стержни 3 и 4 являются абсолютно жёсткими, вертикальные перемещения точек 3 и 4 равны нулю. К уравнениям равновесия добавлены два дополнительных уравнения, из которых можно определить избыточные неизвестные X_1, X_2 (чаще их называют «лишними»).

$$\left.\begin{aligned} y_1 &= 0, \\ y_2 &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (7.1)$$

Используя принцип независимости действия сил, представим перемещение каждой точки как сумму трёх перемещений: от силы X_1, от силы X_2иот внешней нагрузки. Система уравнений примет вид (7.5). Первый индекс указывает номер отброшенной связи, второй индекс указывает причину, вызывающую смещение в направлении этой связи.

$$\left.\begin{aligned} y_{11} + y_{12} + y_{1\varepsilon} &= 0, \\ y_{21} + y_{22} + y_{2\varepsilon} &= 0 \end{aligned}\right\}. \qquad (7.2)$$

Перемещение $y_{i\varepsilon}$ по направлению отброшенной связи i, вызванное действующей на эквивалентную систему внешней нагрузкой, называют грузовым членом канонического уравнения и обозначают заглавной греческой буквой «дельта» $\Delta_i = y_{i\varepsilon}$.Его определяют с помощью интеграла перемещений

$$\Delta_i = \int_0^{3L} ((M_\varepsilon(z)\overline{M_i}(z))/(EJ))dz, \qquad (7.3)$$

Где: 3L – длина балки; $M_\varepsilon(z)$ – грузовой момент в балке (момент от внешней нагрузки); $\overline{M_i}(z)$ – единичный момент (момент от единичной силы, совпадающей по направлению с силой X_i и приложенной в той же точке i); EJ(z) – изгибная жёсткость балки.

6. Строим эпюру грузового момента в порядке, изложенном при рассмотрении задачи 3.

6.1. Отбрасываем опорные стержни, их действие заменяем опорными реакциями $R_{1\varepsilon}$ и $R_{2\varepsilon}$. Здесь и далее первый индекс указывает точку, в которой

приложена реакция, второй индекс указывает причину, вызвавшую реакцию. Выбранное направление реакций указано на рис. 7.8, б. Сумма проекций внешних нагрузок на горизонтальную ось Ozравна нулю. Следовательно горизонтальная реакция на опоре 1 (в стержне 1г) равна нулю и поэтому на рис. 7.8, б не указана.

6.2. Составляем уравнения равновесия моментов относительно опорных точек 1 и 2 (при таком выборе центров моментов система двух уравнений равновесия расщепляется на два независимых уравнения)

$$\left.\begin{aligned} L\,R_{2г} - (qL^2)/2 - 1{,}5\,LP + M = 0, \\ -L\,R_{1г} + (qL^2)/2 - 0{,}5\,LP + M = 0 \end{aligned}\right\}. \qquad (7.4)$$

6.3. Решаем систему

$$\left.\begin{aligned} R_{1г} = ((qL^2)/2 - 0{,}5\,LP + M)/L = 10\ кН, \\ R_{2г} = ((qL^2)/2 + 1{,}5\,LP - M)/L = 30\,кН \end{aligned}\right\}. \qquad (7.5)$$

6.4. Для проверки составляем уравнение моментов относительно точки Щ (середины пролёта 1-2)

$$-0{,}5\,L\,R_{1г} + 0{,}5\,L\,R_{2г} - L\,P + M = 0. \qquad (7.6)$$

$$-0{,}5 \cdot 2 \cdot 20 + 0{,}5 \cdot 2 \cdot 30 - 2 \cdot 20 + 20 = 0.$$

6.5. Запишем аналитическое выражение для эпюры грузового момента. Ось балки обозначим Oz и направим слева направо. Начало координат z выберем в самой левой точке балки (опоре 1).

$$M_г(z) = R_{1г}z - (qz^2)/2 + (R_{2г}(z-l) + q(z-l)^2/2)\,H(z-l) -$$

$$-P \cdot \left(z - {}^3/_2\,l\right)H\left(z - {}^3/_2\,l\right) - MH(z - {}^5/_2\,l). \qquad (7.7)$$

Эпюра грузового момента может быть построена как методом сечений, так и путём вычислений по формуле (7.7). Эпюра грузового момента представлена на рис. 7.8, в.

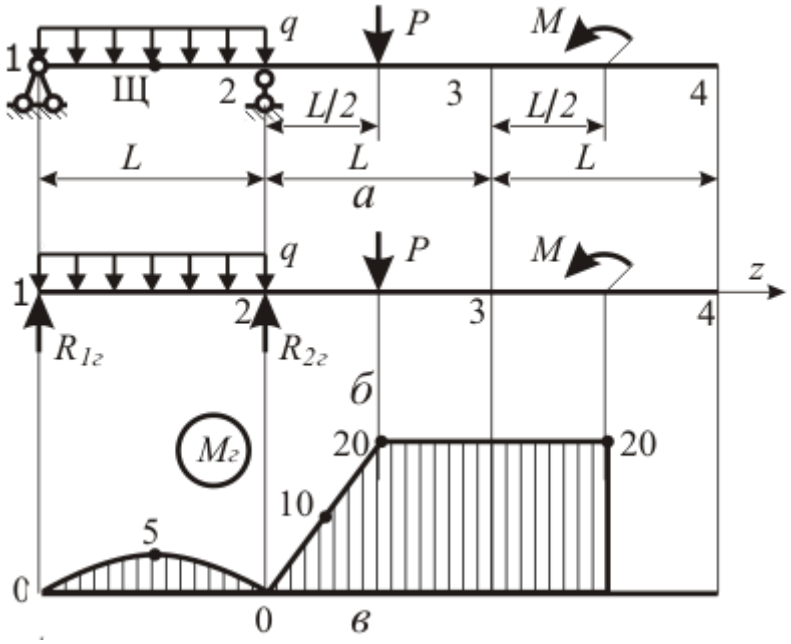


Рис. 7.8. К построению эпюры грузового момента $M_г$

7. Строим эпюру изгибающего момента от единичной силы, которая приложена в точке 4 и совпадает по направлению с избыточной неизвестной X_1 (полагаем неизвестную $X_1 = 1$). Момент от действия неизвестной $X_1 = 1$ называют единичным и выделяют надчёркиванием символа M. Построение эпюр изгибающих моментов рассмотрено в п. 6, а также в задаче 3. В случае консольной балки, нагруженной только на консоли, эпюру моментов можно построить без определения опорных реакций, Моменты на опоре 1 и в точке нагружения 4 (в которой к консоли приложена сила X_1) равны нулю: $\overline{M_1}(z_1) = 0$, $\overline{M_1}(z_4) = 0$. Момент силы $X_1 = 1$ на опоре 2 равен $\overline{M_1}(z_2) = 2 \cdot L = 2 \cdot 2 = 4$ Н·м.

Проводим ось Oz. На вертикали 2 откладываем вверх (в выбранном масштабе) отрезок, равный значению $\overline{M_1}(z_2)$. Верхнюю точку отложенного отрезка соединяем прямыми с нулями точек 1 и 4 (рис. 7.9, в).

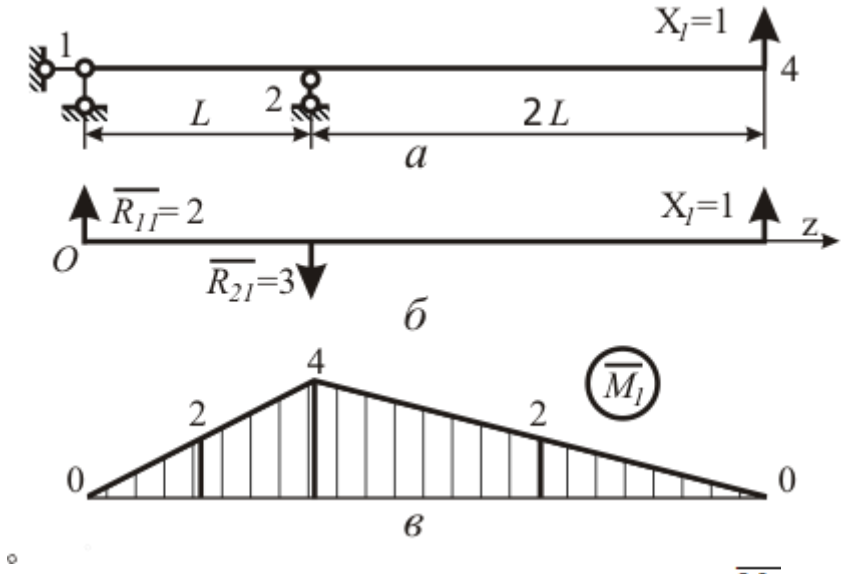


Рис. 7.9. К построению единичного момента $\overline{M_1}$

Аналитическое выражение для единичного момента запишем в виде

$$\overline{M_1(z)} = \overline{R_{11}}\, z - \overline{R_{21}}(z - L)\, H(z - L), \qquad (7.8)$$

где начало координат для оси Oz взято в левом сечении балки (на опоре 1); реакции опор $\overline{R_{11}}$ и $\overline{R_{21}}$ от единичной силы $X_1 = 1$ найдены из уравнений равновесия моментов относительно опорных точек 2 и 1

$$\left.\begin{aligned} -L\,\overline{R_{11}} + 2\,L\,X_1 &= 0, \\ -L\,\overline{R_{21}} + 3\,l\,X_1 &= 0 \end{aligned}\right\}.$$

Получаем $\overline{R_{11}} = 2$ и $\overline{R_{21}} = 3$. Направления реакций указаны на рис. 7.9, б.

8. Построение эпюры единичного момента $\overline{M_2}$ от единичной силы, приложенной в точке 3 и совпадающей по направлению с избыточной неизвестной X_2 ($X_2 = 1$), схоже с построением $\overline{M_1}$ (см. рис. 7.9).

Моменты на опоре 1 и в точке 3 равны нулю: $\overline{M_2}(z_1) = \overline{M_2}(z_3) = 0$. Момент на опоре 2 от силы $X_2 = 1$ равен $\overline{M_2}(z_2) = 1 \cdot L = 2$. Проводим ось Oz. На вертикали 2 откладываем вверх (в выбранном масштабе) отрезок, равный

значению $\overline{M_2}(z_2)$. Верхнюю точку отложенного отрезка соединяем прямыми с нулями точек 1 и 3. Справа от точки 3 нагрузки отсутствуют, поэтому $\overline{M_2} \equiv 0$ на участке 3 - 4 (рис. 7.10, в).

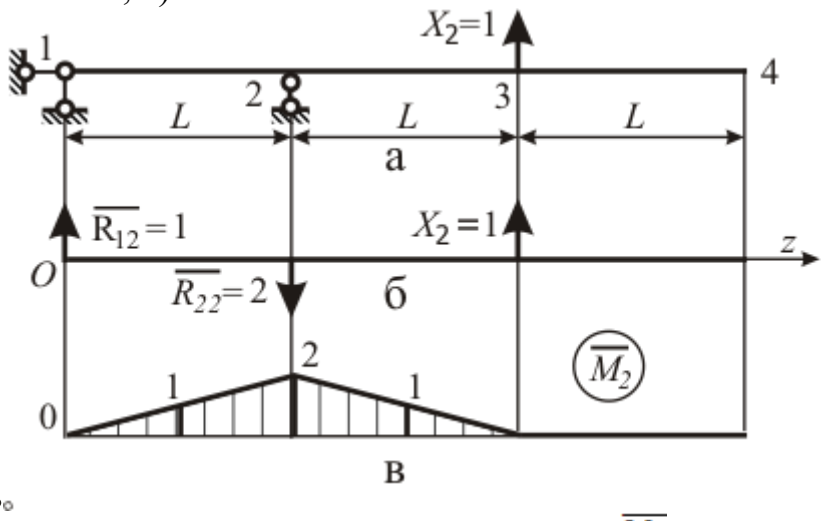


Рис. 7.10. К построению эпюры $\overline{M_2}$

Аналитическое выражение для единичного момента запишем в виде

$$\overline{M_2(z)} = \overline{R_{12}}\, z - \overline{R_{22}}(z - L)\, H(z - L) + 1 \cdot (z - 2L)\, H(z - 2L), \quad (7.9)$$

где начало координат для оси Oz взято в левом сечении балки (на опоре 1); реакции опор $\overline{R_{12}}$ и $\overline{R_{22}}$ от единичной силы $X_1 = 1$ найдены из уравнений равновесия моментов относительно опорных точек 2 и 1

$$\left.\begin{aligned} -L\,\overline{R_{12}} + L\,X_2 &= 0, \\ -L\,\overline{R_{22}} + 2\,l\,X_2 &= 0 \end{aligned}\right\}.$$

Получаем $\overline{R_{12}} = 1$ и $\overline{R_{22}} = 2$. Направления реакций указаны на рис. 7.10, б.

9. Перемещение эквивалентной системы в направлении избыточного неизвестного X_{1i} под действием внешней нагрузки (грузовой член Δ_i системы уравнений метода сил) вычисляем по формуле (7.6), в которую подставлены выражения моментов (7.8),(7.9),(7.12). В результате вычислений получаем

$$\Delta_1 = \int_0^{3L} M_e(z) \cdot \overline{M_1}(z)/(EJ) \cdot dz = 127/(EJ);$$

$$\Delta_2 = \int_0^{3L} M_e(z) \cdot \overline{M_2}(z)/(EJ) \cdot dz = 30.0/EJ.$$

Расчёты проведены с использованием системы аналитических вычислений «Математика 5». Отметим, что подобные вычисления могут быть сделаны с использованием других систем символьной математики (MATHCAD, MAPLE).

Вычислим грузовые коэффициенты применяя формулу Симпсона. Получаем

$$\Delta_1 = 2/(6EJ)(0 \cdot 0 + 4 \cdot 2 \cdot 5 + 4 \cdot 0) + 1/(6EJ)(4 \cdot 0 + 4 \cdot 3{,}5 \cdot 10 + 3 \cdot 20) +$$
$$+ 2/(6EJ)(3 \cdot 20 + 4 \cdot 2 \cdot 20 + 1 \cdot 20) + 1/(6EJ)(2 \cdot 0 + 4 \cdot 1 \cdot 0 + 0 \cdot 0) =$$
$$= 127/EJ\,.$$

$$\Delta_2 = 2/(6EJ)(0 \cdot 0 + 4 \cdot 1 \cdot 5 + 2 \cdot 0) + 1/(6EJ)(2 \cdot 0 + 4 \cdot 1{,}5 \cdot 10 + 1 \cdot 20) +$$
$$+ 1/(6EJ)(1 \cdot 20 + 4 \cdot 0{,}5 \cdot 20 + 0 \cdot 20) = 30{,}0/EJ\,.$$

10. При определении перемещения y_{ij} эквивалентной системы в направлении избыточного неизвестного X_{1i} под действием избыточного неизвестного X_{1j} интеграл перемещений примет вид

$$y_{ij} = X_j \int_0^{3L} \overline{M_i}(z)\,\overline{M_j}(z)/(EJ)\,. \qquad (7.10)$$

Здесь используется принцип независимости действия сил (принцип суперпозиции). Изгибающий момент от избыточного неизвестного X_j представлен как произведение модуля этого неизвестного на момент от единичной силы, приложенной в точке jи действующей по направлению силы X_j.

Интеграл в формуле (7.10) называют коэффициентом при неизвестном системы канонических уравнений метода сил и обозначают δ_{ij}. Из свойств определённого интеграла вытекают следующие свойства матрицы коэффициентов при неизвестных системы канонических уравнений метода сил: матрица коэффициентов при неизвестных симметрична

$$\delta_{ij} = \delta_{ji};$$

диагональные члены матрицы коэффициентов при неизвестных положительны $\delta_{ii} > 0$.

Канонические уравнения метода сил примут вид с учётом принятых обозначений:

$$\left.\begin{aligned} \delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \Delta_1 = 0,\\ \delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \Delta_2 = 0. \end{aligned}\right\} \qquad (7.11)$$

Коэффициенты при неизвестных вычислены по формуле Симпсона

$$\delta_{11} = L/(6EJ)(0 + 4\cdot 2^2 + 4^2) + 2\,L/(6EJ)(0 + 4\cdot 2^2 + 4^2) = 32/(EJ);$$

$$\delta_{22} = 2\cdot 2/(6EJ)\,(0 + 4\cdot 1 + 2^2)/(6EJ) = 5{,}33/(EJ);$$

$$\delta_{12} = 2/(6EJ)(0 + 4\cdot 2\cdot 1 + 4\cdot 2) + 2/(6EJ)(4\cdot 2 + 4\cdot 3\cdot 1 + 2\cdot 0) = 12/EJ\,.$$

11. Система канонических уравнений метода сил

$$\left.\begin{aligned} 32{,}0\,X_1 + 12{,}0\,X_2 + 127 = 0\,,\\ 12{,}0\,X_1 + 5{,}33\,X_2 + 30{,}0 = 0 \end{aligned}\right\}.$$

Корни этой системы равны $X_1 = -11{,}8$, $X_1 = 21{,}0$. Избыточное неизвестное X_1 отрицательно, следовательное его направление и направление реакций $\overline{R_{11}}$и $\overline{R_{21}}$ обратно принятому на рис. 7.10, б.

12. Определяем опорные реакции. В соответствии с направлениями реакций (рис. 7.19, б – 7.10, б) получаем

$$R_1 = R_{1в} + X_1\overline{R_{11}} + X_2\overline{R_{12}} = 10{,}0 - 11{,}8\cdot 2 + 21{,}0\cdot 3 = 7{,}33;$$

$$R_2 = R_{2в} - X_1\overline{R_{21}} - X_2\overline{R_{22}} = 30 - (-11{,}8)\cdot 1 - 21{,}0\cdot 2 = 23{,}5.$$

Строим истинную эпюру поперечной силы Q (рис. 7.11, ж).

13. Истинную эпюру изгибающих моментов, в неразрезной балке находим по формуле

$$M(z) = M_в(z) + X_1\overline{M_1}(z) + X_2\overline{M_2(z)}\,.$$

Эпюра изгибающего момента дана на рис. 7.11, з.

14. Выбор двутавра из условия прочности $\sigma_m = M_m/W \le [\sigma]$. Здесь: $M_m = 11{,}8$ [кН·м] $= 11{,}8\cdot 10^3$ [Н·м] – наибольший по модулю изгибающий

момент в балке (найденный в п. 3); $[\sigma] = 200$ [МПа] $= 2 \cdot 10^8$ [Н/м^2] – допускаемые напряжения.

Требуемый по условию прочности момент сопротивления изгибу $W = M_m/[\sigma] = 11{,}8 \cdot 10^3/2 \cdot 10^8 = 5{,}9 \cdot 10^{-5}$[м^3]$= 59$[см^3]. В ГОСТ 8239-89 находим двутавр с ближайшим большим моментом сопротивления изгибу: двутавр № 14, $W_x = 81{,}7{,}0$ [см^3]. Его момент инерции $J_x = 572$ [см^4].

15. Находим максимальные напряжения изгиба

$$\sigma_{max} = M_{max}/W_x = 11{,}8 \cdot 10^3/81{,}7 \cdot 10^{-6} = 1{,}45 \cdot 10^8 \text{ [Н/м}^2\text{]}.$$

Определяем коэффициент запаса прочности по допускаемым напряжениям $k_{[\sigma]} = [\sigma]/\sigma_{max} = 2 \cdot 10^8/1{,}45 \cdot 10^8 = 1{,}38$.

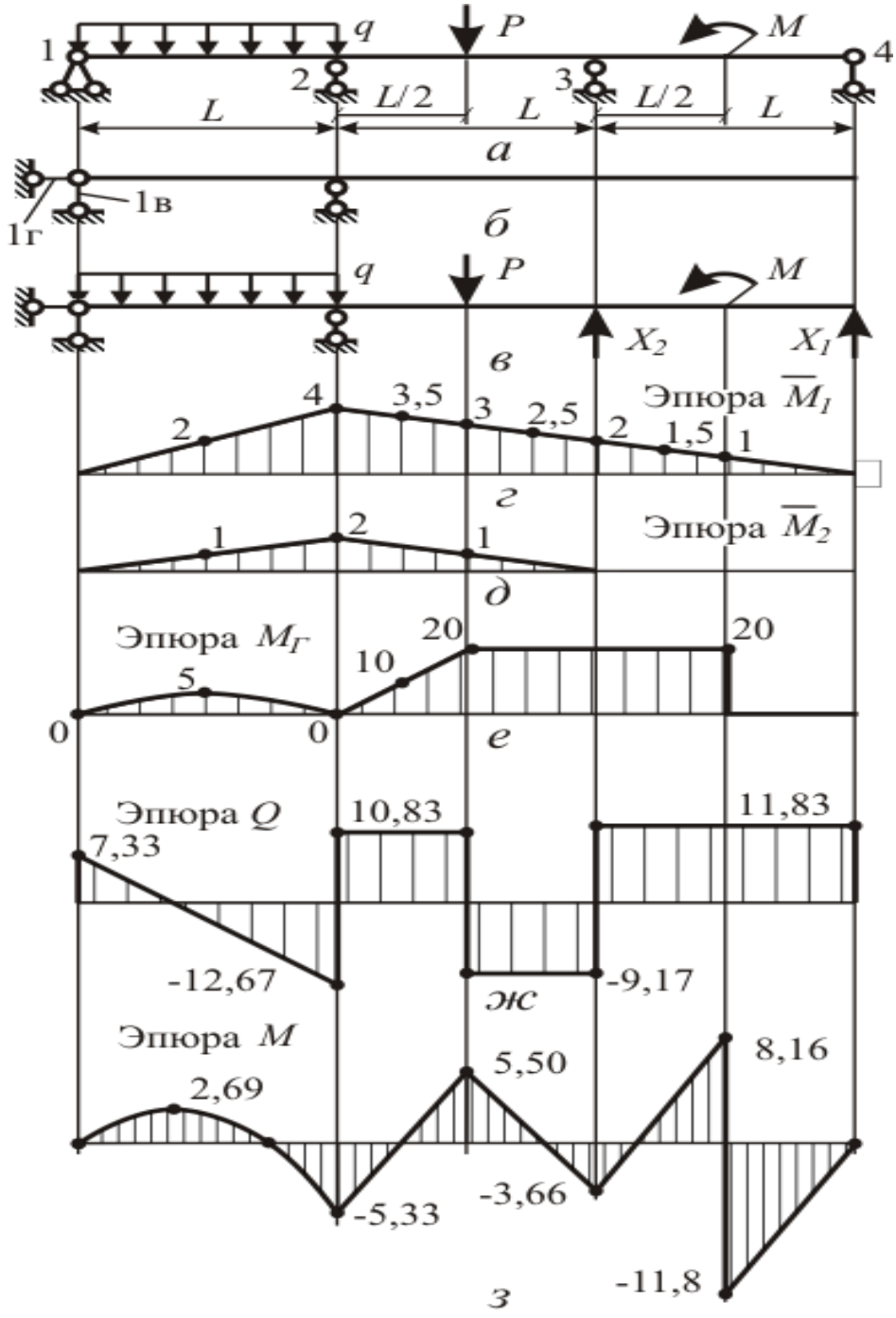


Рис. 7.11. Раскрытая методом сил статическая неопределимость

Задача №8. Расчет стержней на устойчивость

Из расчёта на устойчивость подобрать размеры поперечного сечения стального стержня, сжатого осевой силой P. Способ закрепления стержня и коэффициент приведённой длины μ указаны на рис. 8.1. Схемы сечений даны на рис. 8.2 и 8.3. Данные для расчёта сведены в табл. 8.1. Коэффициент продольного изгиба Приведен в табл.8.2.

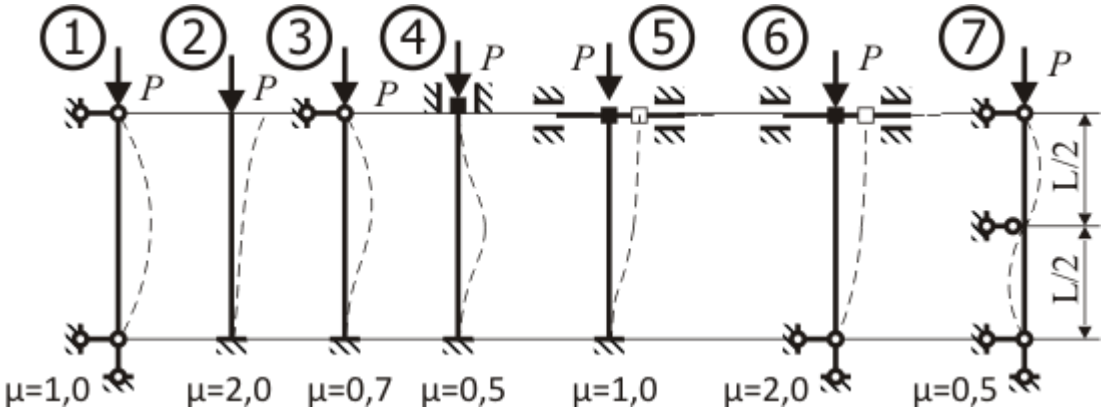


Рис. 8.1. Способ закрепления стержня и коэффициент приведённой длины μ

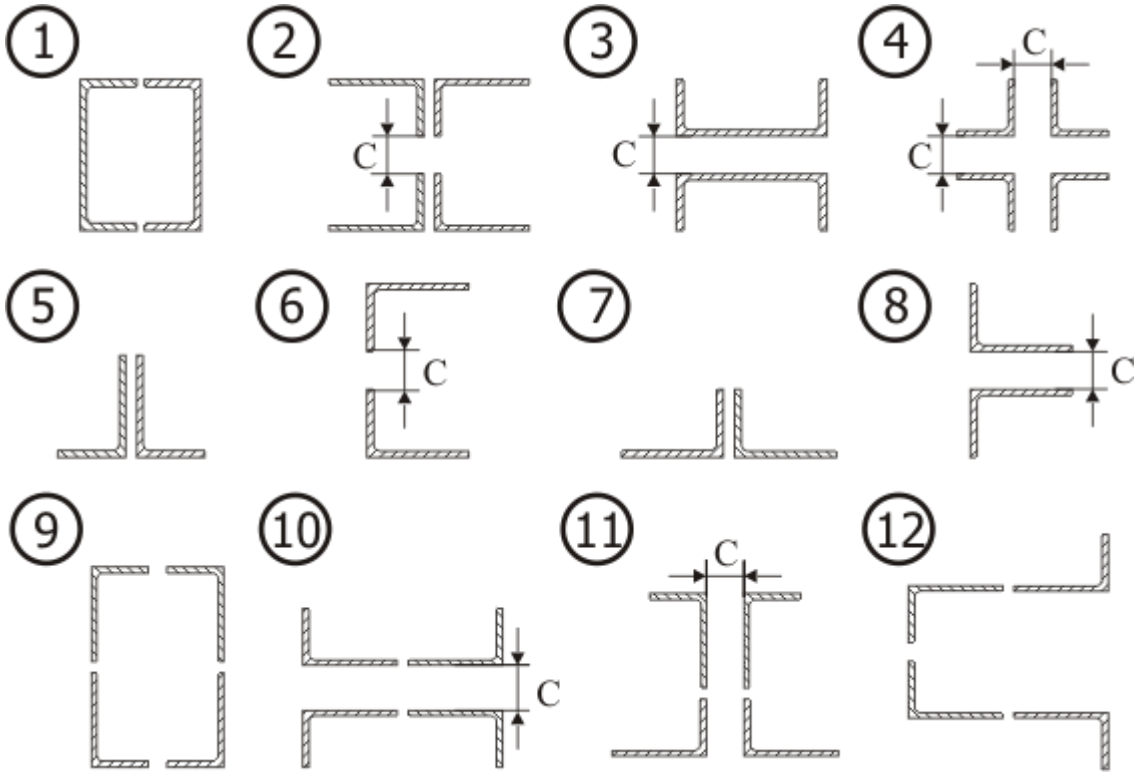


Рис. 8.2. Схемы поперечных сечений 1 – 12 стержня

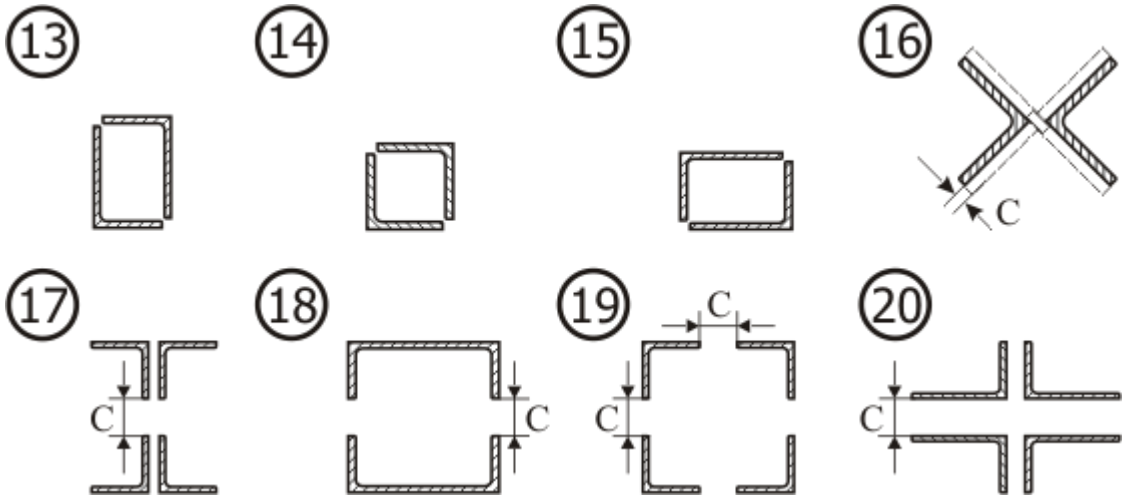


Рис. 8.3. Схемы поперечных сечений 13 – 20 стержня

Таблица 8.1

Исходные данные к задаче № 8

Номер варианта	Номер схемы закрепления	Номер сечения	Длина L, м	c, м	Осевая сила P, кН	Допускаемые напряжения сжатия $[\sigma]$, МПа
1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	6,0	–	500	240
2	2	2	2,5	70	550	280
3	3	3	6,5	75	600	320
4	4	4	7,0	80	650	360
5	5	5	7,5	–	95	400
6	6	6	3,0	55	90	440
7	7	7	8,0	–	85	480
8	1	8	6,0	60	80	520
9	2	9	3,5	–	700	560
10	3	10	6,5	65	750	600
11	4	11	7,0	70	800	640
12	5	12	7,5	–	850	240
13	6	13	4,0	–	75	280
14	7	14	8,0	–	70	320
15	1	15	6,0	–	65	360
16	2	16	2,5	75	60	400
17	3	17	6,5	80	900	440
18	4	18	7,0	55	500	480
19	5	19	7,5	60	550	520
20	6	20	3,0	65	600	560
21	7	1	8,0	–	650	600
22	1	2	6,0	70	700	640
23	2	3	3,5	75	750	240
24	3	4	6,5	80	800	280

Окончание таблицы 8.1

Номер варианта	Номер схемы закрепления	Номер сечения	Длина L, м	c, мм	Осевая сила P, кН	Допускаемые напряжения сжатия $[\sigma]$, МПа
1	2	3	4	5	6	7
25	4	5	7,0	–	55	320
26	5	6	7,5	55	95	360
27	6	7	4,0	–	90	400
28	7	8	8,0	60	85	440
29	1	9	6,0	–	850	480
30	2	10	2,5	65	900	520
31	3	11	6,5	70	500	560
32	4	12	7,0	–	550	600
33	5	13	7,5	–	80	640
34	6	14	3,0	–	75	240
35	7	15	8,0	–	70	280
36	1	16	6,0	75	65	320
37	2	17	3,5	80	600	360
38	3	18	6,5	55	650	400
39	4	19	7,0	60	700	440
40	5	20	7,5	65	750	480
41	6	1	4,0	–	800	520
42	7	2	8,0	70	850	560
43	1	3	6,0	75	900	600
44	2	4	2,5	80	500	640
45	3	5	6,5	–	60	240
46	4	6	7,0	55	55	280
47	5	7	7,5	–	95	320
48	6	8	3,0	60	90	360
49	7	9	8,0	–	550	400
50	1	10	6,0	65	600	440
51	2	11	3,5	70	650	480
52	3	12	6,5	–	700	520
53	4	13	7,0	–	85	560
54	5	14	7,5	–	80	600
55	6	15	4,0	–	75	640
56	7	16	8,0	75	70	240
57	1	17	6,0	80	750	280
58	2	18	2,5	55	800	320
59	3	19	6,5	60	850	360
60	4	20	7,0	65	900	400
61	5	1	7,5	–	500	440
62	6	2	3,0	70	550	480
63	7	3	8,0	75	600	520
64	1	4	6,0	80	650	560

Таблица 8.2.

Коэффициент продольного изгиба

Гибкость, λ	Значение коэффициента φ				
	Материал				
	Ст.4, Ст.3	Ст.5	Ст.СПБ	чугун	дерево
0	1	1	1	1	1
10	0,99	0,98	0,97	0,97	0,99
20	0,96	0,95	0,95	0,95	0,97
30	0,94	0,92	0,91	0,81	0,93
40	0,92	0,89	0,87	0,69	0,87
50	0,89	0,86	0,83	0,57	0,8
60	0,86	0,82	0,79	0,44	0,71
70	0,81	0,76	0,72	0,34	0,6
80	0,75	0,7	0,65	0,26	0,48
90	0,69	0,62	0,55	0,2	0,38
100	0,63	0,51	0,43	0,16	0,31
130	0,4	0,33	0,26	-	0,18
140	0,36	0,29	0,23	-	0,16
150	0,32	0,26	0,21	-	0,14
160	0,29	0,24	0,19	-	0,12
170	0,26	0,21	0,17	-	0,11
180	0,23	0,019	0,15	-	0,1
190	0,21	0,17	0,14	-	0,09
200	0,19	0,16	0,13	-	0,08

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Подобрать размеры поперечного сечения стальной трубчатой колонны, нагруженной осевой силой $P = 475$ кН. Высота колонны $l = 2{,}5$ м. Отношение внутреннего диаметра трубы к наружному равно $k = d_в/d = 0{,}5$. Схема закрепления колонны № 2 в табл. 7.1. Коэффициент приведённой длины $\mu = 2$. Допускаемые напряжения сжатия для материала колонны $[\sigma] = 440$ МПа.

1. Переводим: осевую силу в ньютоны $P = 4{,}75 \cdot 10^5$Н; допускаемые напряжения в Паскали: $[\sigma] = 4{,}4 \cdot 10^8$ Па.

2. Определяем приведённую длину колонны: $L = \mu\, l = 2 \cdot 2{,}5 = 5$ м.

3. Шаг 1 подбора сечения методом последовательных приближений. Задаём начальное значение коэффициента снижения запаса при продольном изгибе φ_1 по сравнению с коэффициентом запаса прочности при сжатии. Начальное значение коэффициента φ_1 рекомендуется выбирать в интервале 0,5 – 0,7. Принимаем $\varphi_1 = 0{,}5$.

4. По формуле

$$S_i = P/(\varphi_i\,[\sigma]) \qquad (8.1)$$

определяем площадь сечения, при которой обеспечивается устойчивость

$$S_1 = P/(\varphi_1\,[\sigma]) = 4{,}75 \cdot 10^5/(0{,}5 \cdot 4{,}4 \cdot 10^8) = 0{,}00216 \text{ м}^2.$$

5. Наружный диаметр сечения кольца, площадь которого равна S_1, находим по формуле

$$d_i = 2\sqrt{S_i/(\pi(1-k^2))}. \quad (8.2)$$

Получаем

$$d_1 = 2\sqrt{S_1/(\pi(1-k^2))} = 2\sqrt{0{,}00216/(3{,}14\cdot(1-0{,}5^2))} = 0{,}0605 \text{ м}.$$

6. Радиус инерции кольца

$$i = d\sqrt{1+k^2}/4. \quad (8.3)$$

Для выбранного кольца радиус инерции

$$i_1 = d_1\sqrt{1+k\text{^}2}/4 = 0{,}0605\sqrt{1+0{,}5\text{^}2}/4 = 0{,}0169 \text{ м}.$$

7. Гибкость стержня определяется по формуле

$$\lambda = L/i. \quad (8.4)$$

Сечение, выбранное на первом шаге, имеет гибкость

$$\lambda_1 = L/i_1 = 5/0{,}0169 = 295.$$

8. По табл. 8.3 определяем коэффициент снижения запаса по устойчивости по сравнению с коэффициентом запаса прочности при сжатии. Для стали СПБ (с повышенными прочностными характеристиками) наибольшее значение гибкости, при котором определён коэффициент φ, равно $\lambda = 200$. Принимаем значение коэффициента запаса для стержня, выбранного на шаге 1, равным $\Phi_1 = 0$. Различие значений коэффициента снижения запаса устойчивости $\varphi_1 = 0{,}5$ и $\Phi_1 = 0$ относительно велико.

9. Шаг 2.

9.1. Начальное значение коэффициента φ на следующем шаге принимаем равным среднему значению начального и конечного значений коэффициентов предыдущего шага. Для шага 2 имеем

$$\varphi_2 = (\varphi_1 + \Phi_1)/2 = (0{,}5+0)/2 = 0{,}25. \quad (8.5)$$

9.2. По формулам (8.1) – (8.4) находим площадь, наружный диаметр, радиус инерции и гибкость стержня при принятом для шага 2 значении φ_2.

Получаем для шага 2:

площадь

$$S_2 = P/(\varphi_2\,[\sigma]) = 4{,}75\cdot10^5/(0{,}25\cdot4{,}4\cdot10^8) = 0{,}00432 \text{ м}^2;$$

диаметр

$$d_2 = 2\sqrt{S_2/(\pi(1-k^2))} = 2\sqrt{0{,}00432/(3{,}14\cdot(1-0{,}5^2))} = 0{,}0856 \text{ м};$$

радиус инерции

$$i_2 = d_2\sqrt{1+k\text{^}2}/4 = 0{,}0856\sqrt{1+0{,}5\text{^}2}/4 = 0{,}0239 \text{ м};$$

гибкость

$$\lambda_2 = L/i_2 = 5/0{,}0239 = 209.$$

9.3. Гибкость λ_2 превышает значение гибкости, для которой составлена табл. 8.3. Принимаем коэффициент снижения допускаемых напряжений при расчёте на устойчивость по отношению к допускаемым напряжениям при сжатии $\Phi_2 = 0$.

10. Шаг 3.

10.1. По аналогии с формулой (8.5) для шага 3 получаем

$$\varphi_3 = (\varphi_2 + \Phi_2)/2 = (0{,}25+0)/2 = 0{,}125.$$

10.2. По формулам (7.1) – (7.4) находим площадь, наружный диаметр, радиус инерции и гибкость стержня при принятом для шага 3 значении φ_3.

Получаем для шага 3:
площадь

$$S_3 = P/(\varphi_3\,[\sigma]) = 4{,}75\cdot 10^5/(0{,}125\cdot 4{,}4\cdot 10^8) = 0{,}00864\ \text{м}^2;$$

диаметр

$$d_3 = 2\sqrt{S_3/(\pi(1-k^2))} = 2\sqrt{0{,}00864/(3{,}14\cdot(1-0{,}5^2))} = 0{,}121\ \text{м};$$

радиус инерции

$$i_3 = d_3\sqrt{1+k\text{^}2}/4 = 0{,}121\sqrt{1+0{,}5\text{^}2}/4 = 0{,}0338\ \text{м};$$

гибкость

$$\lambda_3 = L/i_3 = 5/0{,}0338 = 148\,.$$

10.3. По табл. 8.3 для стали СПБ находим с помощью линейной интерполяции значение коэффициента Φ_3. Для начального $\lambda_н$ и конечного $\lambda_к$ значений границ интервала, в коем лежит найденная гибкость λ, выписываем из табл. 8.3 соответствующие им значения $\varphi_н$ и $\varphi_к$. По формуле линейной интерполяции

$$\Phi = \varphi_н + (\varphi_к - \varphi_н)\,(\lambda - \lambda_н)/(\lambda_к - \lambda_н) \qquad (8.6)$$

получаем для шага 3:

$$\lambda_{н3} = 140\,;\ \lambda_{к3} = 150;$$
$$\varphi_{н3} = 0{,}23;\ \varphi_{к3} = 0{,}21;$$
$$\lambda_3 = 148.$$

Подставляя эти значения в (7.6), получаем

$$\Phi_3 = \varphi_{н3} + (\varphi_{к3} - \varphi_{н3})\,(\lambda_3 - \lambda_{н3})/(\lambda_{к3} - \lambda_{н3}) =$$
$$= 0{,}23 + (0{,}21 - 0{,}23)\,(148 - 140)/(150 - 140) = 0{,}215.$$

10.4. Определяем критическую силу по формуле

$$P = \Phi\, S\,[\sigma]. \qquad (8.7)$$

Получаем

$$P_3 = \Phi_3 S_3[\sigma] = 0{,}215\cdot 0{,}00864\cdot 4{,}4\cdot 10^8 = 8{,}15\cdot 10^5\ \text{Н}.$$

10.5. По формуле

$$\Delta_i = (P_i - P)/P \qquad (8.8)$$

ищем относительную погрешность подбора сечения.
Получаем

$$\Delta_i = (P_i - P)/P = (8{,}15\cdot 10^5 - 4{,}75\cdot 10^5)/4{,}75\cdot 10^5 = 0{,}716.$$

При подборе поперечного сечения колонны следует стремится к тому, чтобы относительная погрешность подбора лежала в пределах $\mp 0{,}05$.

11. Шаг 4

11.1. По формуле (8.5) для шага 4 получаем

$$\varphi_4 = (\varphi_3 + \Phi_3)/2 = (0{,}125 + 0{,}215)/2 = 0{,}170.$$

11.2. По формулам (8.1) – (8.4) находим площадь, наружный диаметр, радиус инерции и гибкость стержня при принятом для шага 4 значении φ_4.
Получаем для шага 4:
площадь

$$S_4 = P/(\varphi_4\,[\sigma]) = 4{,}75\cdot 10^5/(0{,}170\cdot 4{,}4\cdot 10^8) = 0{,}00636\ \text{м}^2;$$

диаметр

$$d_4 = 2\sqrt{S_4/(\pi(1-k^2))} = 2\sqrt{0{,}00636/(3{,}14\cdot(1-0{,}5^2))} = 0{,}104\ \text{м};$$

радиус инерции

$$i_3 = d_3\sqrt{1+k\hat{}2}/4 = 0{,}104\sqrt{1+0{,}5\hat{}2}/4 = 0{,}0290 \text{ м};$$

гибкость

$$\lambda_3 = L/i_3 = 5/0{,}0290 = 172\,.$$

11.3. По табл. 8.3 для стали СПБ находим значение коэффициента Φ_4. Для начального $\lambda_н$ и конечного $\lambda_к$ значений границ интервала, в коем лежит найденная гибкость λ, выписываем из табл. 8.3 соответствующие им значения $\varphi_н$ и $\varphi_к$. По формуле линейной интерполяции

$$\Phi = \varphi_н + (\varphi_к - \varphi_н)\,(\lambda - \lambda_н)/(\lambda_к - \lambda_н) \qquad (8.9)$$

получаем для шага 4:

$$\lambda_{н4} = 170\,;\ \lambda_{к4} = 180;$$
$$\varphi_{н4} = 0{,}17;\ \varphi_{к4} = 0{,}15;$$
$$\lambda_4 = 172.$$

Подставляя эти значения в (8.9), получаем

$$\Phi_4 = \varphi_{н4} + (\varphi_{к4} - \varphi_{н4})\,(\lambda_4 - \lambda_{н4})/(\lambda_{к4} - \lambda_{н4}) =$$
$$= 0{,}17 + (0{,}15 - 0{,}17)\,(172 - 170)/(180 - 170) = 0{,}166.$$

11.4. Определяем критическую силу по формуле

$$P = \Phi\, S\, [\sigma]. \qquad (8.10)$$

Получаем

$$P_4 = \Phi_4 S_4 [\sigma] = 0{,}166 \cdot 0{,}00636 \cdot 4{,}4 \cdot 10^8 = 4{,}64 \cdot 10^5 \text{Н}.$$

11.5. По формуле (8.8) ищем относительную погрешность подбора сечения. Получаем

$\Delta_i = (P_i - P)/P = (4{,}64 \cdot 10^5 - 4{,}75 \cdot 10^5)/4{,}75 \cdot 10^5$=0,0242.

Критическая сила для стержня меньше действующей силы на 2,42%. Полученное значение лежит в пределах принятой в сопротивлении материалов погрешности в 5 %.

12. Выбрана труба с внешним диаметром 105 мм и внутренним диаметром 52,5 мм.

Задача № 9. Расчёт статически неопределимых рам

Раскрыть статическую неопределимость рамы (рис. 9.1). Построить эпюры внутренних силовых факторов, действующих в поперечных сечениях. Выбрать сечение двутавровой балки при заданном допускаемом напряжении $[\sigma] = 160$ МПа. Данные для расчёта взять из табл. 9.1.

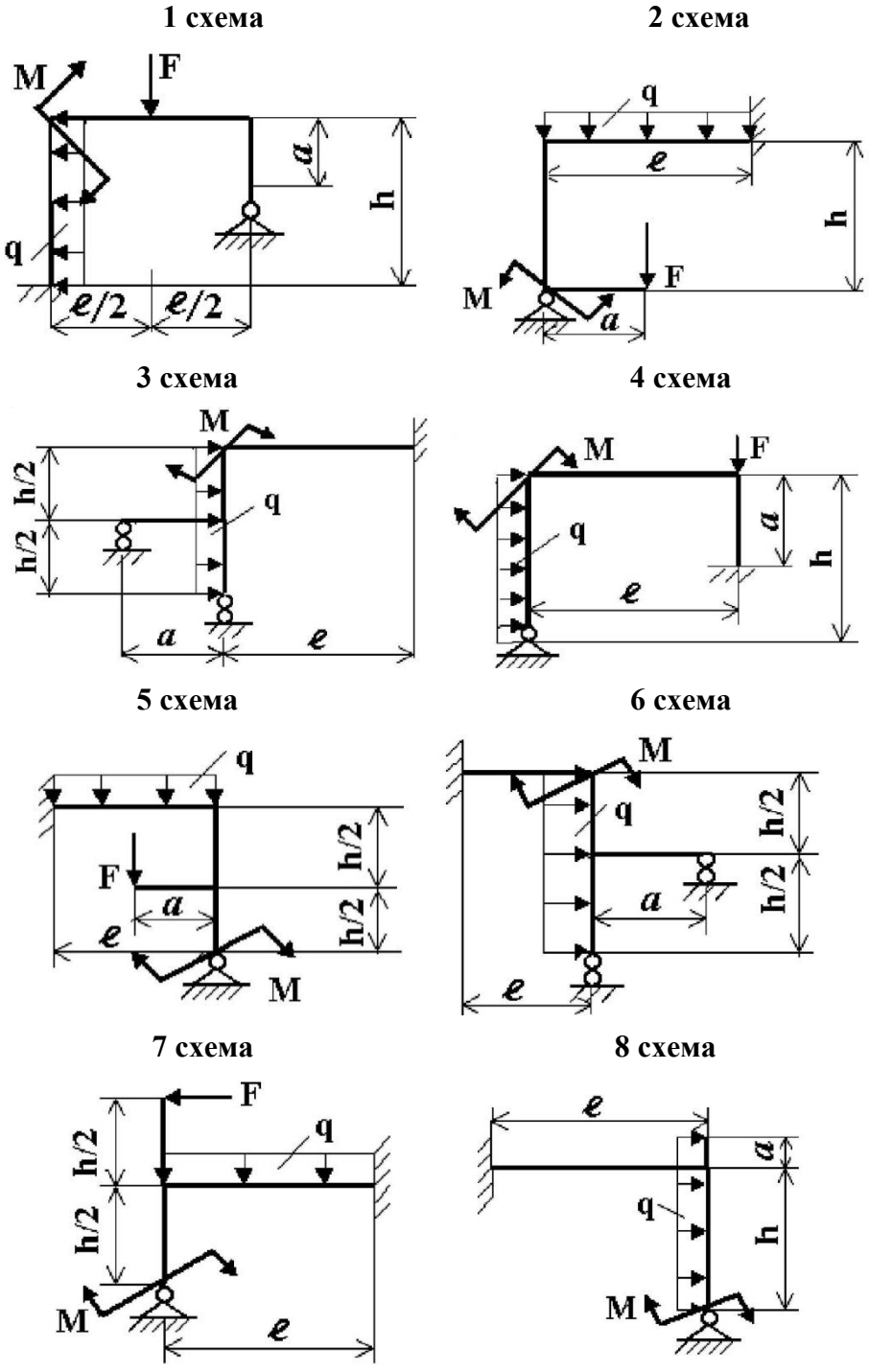


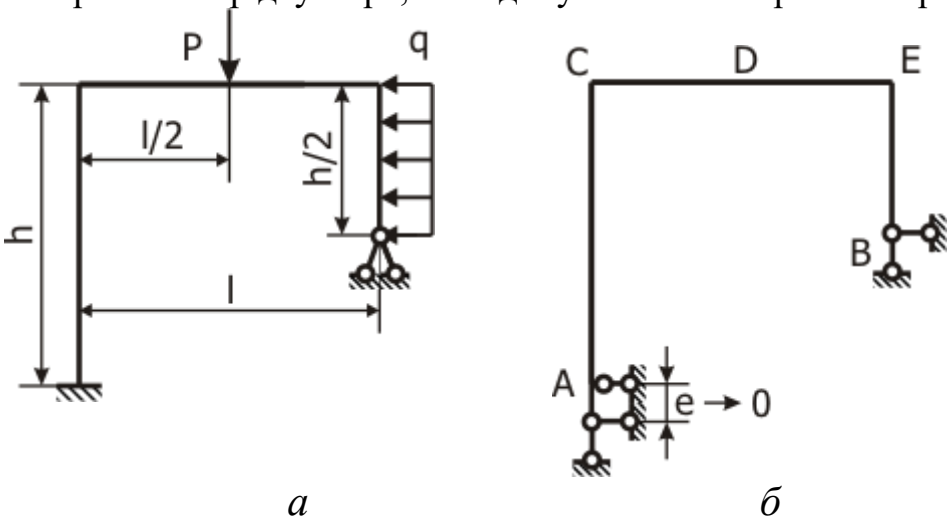
Рис. 9.1 Рама: схемы 1 … 8

Табл. 9.1

Номер задания	Схема по рис.9.1	Параметры	Числовые значения вариантов									
1	**1**	***h*, м**	**2,5**	**3,0**	**2,0**	**2,0**	**2,5**	**2,5**	**3,0**	**3,0**	**3,0**	**3,0**
2	**2**	***a*, м**	**1,8**	**1,0**	**1,5**	**1,6**	**1,0**	**1,2**	**1,5**	**1,0**	**2,0**	**1,8**
3	**3**	**M, кНм**	**30**	**40**	**20**	**20**	**40**	**26**	**25**	**60**	**30**	**20**
4	**4**	**F, кН**	**24**	**25**	**35**	**65**	**30**	**30**	**30**	**50**	**65**	**35**
5	**5**	**q, кН/м**	**30**	**30**	**30**	**10**	**10**	**35**	**20**	**35**	**15**	**10**
6	**6**	***h*, м**	**3,0**	**3,0**	**2,5**	**3,0**	**2,5**	**3,0**	**2,5**	**2,0**	**3,0**	**2,5**
7	**7**	***l*, м**	**4,0**	**4,0**	**2,0**	**2,5**	**3,0**	**4,0**	**3,0**	**3,0**	**2,0**	**4,0**
8	**8**	**M, кНм**	**30**	**45**	**25**	**30**	**25**	**24**	**35**	**20**	**35**	**20**
Номер варианта			**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Раскрыть статическую неопределимость рамы (рис. 9.2. *а*). Размеры $l = 4$ м; $h = 4$ м. Нагрузки: $P = 20$ [кН]; $q = 5$ [кН/м]. Сечения стержней – двутавр. Выбрать номер двутавра, если допускаемые напряжения равны $[\sigma] = 160$ МПа.



а *б*

Рис. 9.2 Рама: а) схема; б) количество опорных стержней

РЕШЕНИЕ

1. *Степень статической неопределимости рамы.* Число опорных стержней равно 5 (заделка эквивалентна 3 опорным стержням (рис. 9.2. *б*), шарнирно-неподвижная опора образована 2 стержнями). Для определения опорных реакций плоской рамы имеем 3 уравнения статики. **Степенью статической неопределимости** называется разность между числом опорных стержней и числом уравнений статики. Рама дважды статически неопределима

$$N_{\text{неоп}} = K_{\text{реак}} - K_{\text{ур}} = 5 - 3 = 2.$$

2. *Выбор основной системы.* Удалив в заданной системе 2 опорных стержня, получим необходимое условие статической определимости

$$K_{\text{реак}} - K_{\text{ур}} = 0.$$

Основной системой называется **неизменяемая** статически определимая система, полученная из заданной системы отбрасыванием избыточных связей. На рис. 9.3 приведены основные системы, полученные отбрасыванием двух лишних опорных стержней.

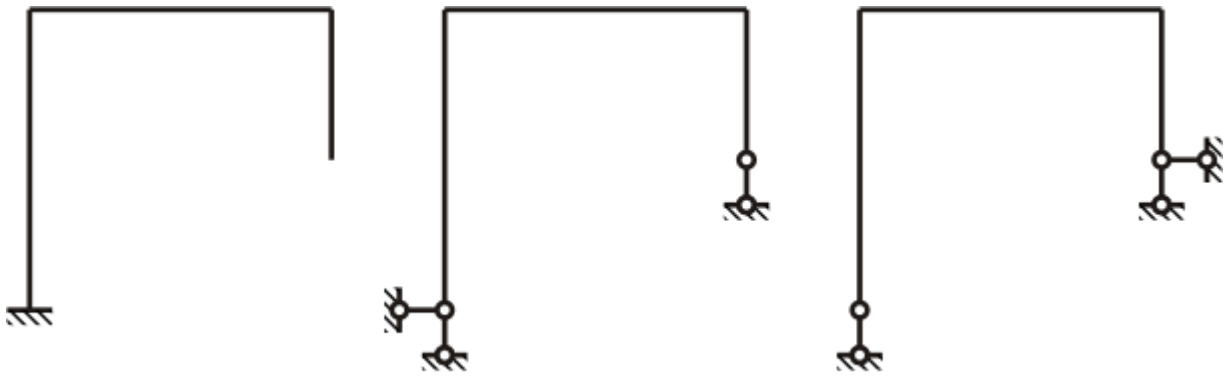


Рис. 9.3 Основные системы, полученные отбрасыванием опорных стержней

Основную систему можно получить удалением внутренних связей в узлах рамы или в самих стержнях. В основной системе (рис. 9.4.а) в узлах рамы удалены внутренние связи, передающие изгибающий момент. В системе (рис. 9.4.б) в двух сечениях удалены внутренние связи, воспринимающие изгибающие моменты. **Основная система должна быть неизменяемой**. Система (рис. 9.4.в), полученная удалением вертикальных опорных стержней, изменяема. Система (рис. 9.4.г), в правую стойку которой врезаны два шарнира, мгновенно изменяема.

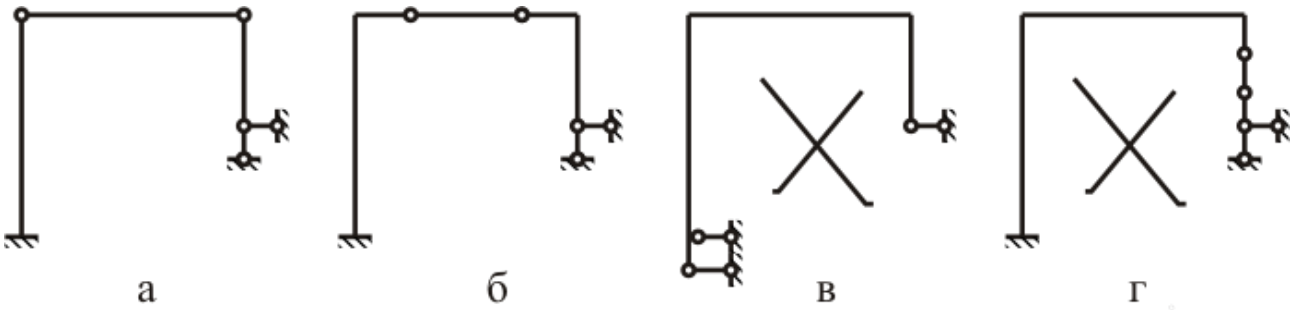


Рис. 9.4.а Основные системы, полученные удалением внутренних связей: а) в узлах, б) в стержнях, в) изменяемая система, г) мгновенно изменяемая система

3. *Выбор эквивалентной системы.* В качестве основной системы, выберем систему, показанную на рис. 9.3.а. Нагрузим её внешними нагрузками P, q согласно схеме, приведённой на (рис. 9.2.а). Действие удалённых опорных стержней, заменим **лишними неизвестными** силами $X_1,\ X_2$, приложенными в точке B. **Эквивалентной системой** называют основную систему, к которой

приложены заданные внешние нагрузки и лишние неизвестные X_1, X_2.
Эквивалентная система рамы приведена на рис. 9.5.

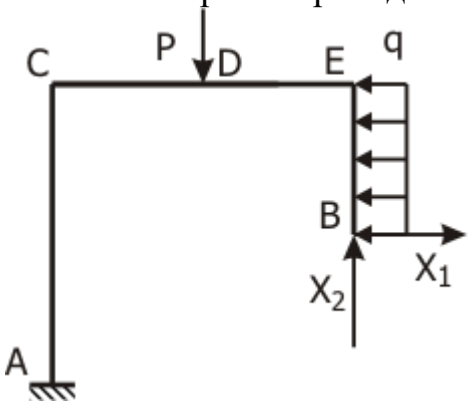


Рис. 9.5 Эквивалентная система

4. *Эпюры моментов*. При построении эпюр изгибающих моментов методом сечений применяем правило знаков для момента в балке, закреплённой горизонтально (рис. 9.6).

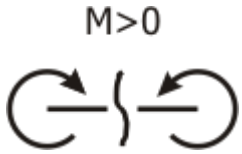


Рис. 9.6 Правило знаков для M

Перед применением этого правила к построению эпюры моментов на участке рамы с осью иного направления необходимо:

выбрать горизонтальный участок рамы и провести ниже оси этого участка пунктирную линию;

не пересекая оси рамы продолжить этот пунктир на прочих участках, параллельно их осям.

Разрезав раму и выбрав кусок, равновесие которого будет изучаться, следует повернуть кусок так, чтобы на нём ось разрезанного участка стала горизонтальной и пунктирная линия лежала ниже оси.

Пунктирная линия для рамы приведена на рис. 9.7.

Рама разбита на 4 участка: BE, ED, DC, CA. Границами участков являются: концы A и B, узлы C и E, точка D приложения силы.

4.1. *Эпюра* $\bar{M}_1$. Схема нагружения рамы силой $\bar{X}_1$ дана на рис. 9.7. Эпюру единичного изгибающего момента строим методом сечений. Правило для определения знака момента на горизонтальном участке CDE дано на рис. 9.6.

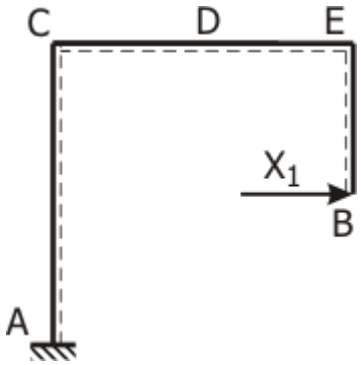


Рис. 9.7 К построению $\bar{M}_1$

4.1.1. *Эпюра $\bar{M}_1$ на участке BE*. Разрежем раму на участке BE в сечении S, лежащем на расстоянии S_B (рис. 9.8.а) и рассмотрим равновесие свободного (незакреплённого) куска. Повернём кусок SB в горизонтальное положение так, чтобы пунктирная линия лежала ниже оси (рис. 9.8.б). Момент силы $\bar{X}_1$ относительно точки равен $\bar{M}_1(S_B) = \bar{X}_1 S_B$. Сила вращает кусок SB в положительном направлении (против хода стрелок часов). По правилу знаков для моментов (рис. 9.6) это направление момента считается положительным для правого куска. Для вычисления интеграла перемещений по формуле Симпсона найдём значения момента в начале, середине, конце участка SB и построим эпюру изгибающего момента на участке. Положительные значения момента в машиностроении принято откладывать на сжатых волокнах. Представим, что кусок SB защемлён в сечении S. Сила $\bar{X}_1$ изогнёт кусок так, что правые волокна окажутся короче левых (рис. 9.8.в). Эпюру $\bar{M}_1(S_B)$ строим справа от оси стержня BE (рис. 9.8.г).

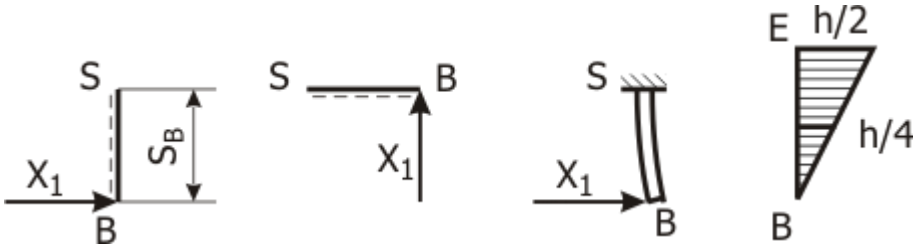
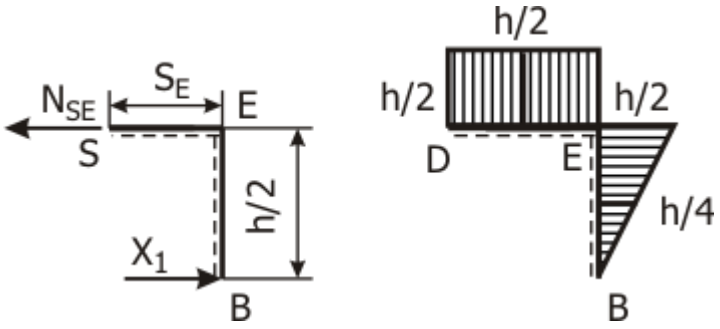


Рис. 9.8. Эпюра $\bar{M}_1$ на участке BE: а) отрезанный кусок; б) повёрнутый кусок; в) сжатые волокна; г) эпюра на участке

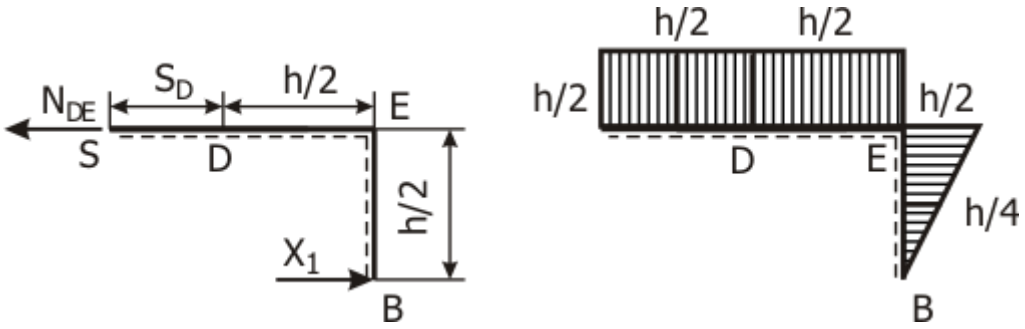
4.1.2. *Эпюра $\bar{M}_1$ на участке ED*. Разрежем раму на участке BE в сечении S, лежащем S_E на расстоянии от точки E (рис. 9.9.а). Рассматриваем равновесие правого (свободного) куска. Кусок не поворачиваем, так как пунктирная линия лежит ниже сплошной. Сила $\bar{X}_1$ уравновешена осевой силой N_{ES}, приложенной в сечении S. Эта пара сил создаёт в сечении S положительный изгибающий момент $\bar{M}_1(S_E)=\bar{X}_1 h/2$, постоянный на участке ED.



а б

Рис. 9.9 Эпюра $\bar{M}_1$ на участке ED: а) отрезанный кусок; б) эпюра

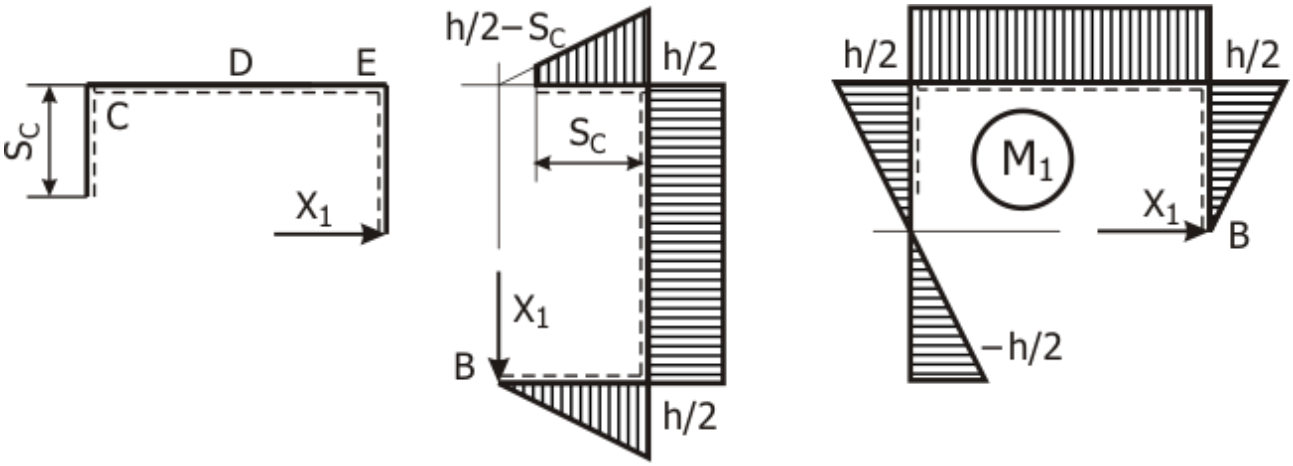
4.1.3. *Эпюра $\bar{M}_1$ на участке DC.* Эпюра на участке DC строится аналогично предыдущему. Результаты построения даны на рис. 9.10.



а б

Рис. 9.10 К построению эпюры $\bar{M}_1$ на участке DC: а) отрезанный кусок; б) эпюра

4.1.4. *Эпюра $\bar{M}_1$ на участке CA.* Разрежем раму в сечении S, лежащем на расстоянии S_C (рис. 9.11.а) от точки C. Рассмотрим равновесие свободного куска. Повернём кусок так, чтобы участок SC стал горизонтальным и пунктирная линия лежала ниже сплошной (рис. 9.11.б). Сила $\bar{X}_1$ уравновешивается поперечной силой Q, приложенной в сечении S. Пара сил $\bar{X}_1$ и Q создаёт в этом сечении S момент равный $\bar{M}_1(S_C) = \bar{X}_1(h/2 - S_C)$. Значения момента в начале, середине, конце участка CA равны $\bar{M}_1(0) = h/2$, $\bar{M}_1(h/2) = 0$, $\bar{M}_1(0) = -h/2$ и строим эпюру изгибающего момента на участке (рис. 9.11.в).



а б в

Рис. 9.11 К построению эпюры $\bar{M}_1$ на участке CA: а) отрезанный кусок; б) повёрнутый кусок; в) эпюра

4.1.5. *Аналитические выражения для эпюры* $\bar{M}_1$ применяются в случае аналитического интегрирования:

$$\bar{M}_1 = \begin{cases} s_B; & \text{участок } BE \quad 0 \le s_B \le h/2; \\ h/2; & \text{участок } ED \quad 0 \le s_E \le h/2; \\ h/2; & \text{участок } DC \quad 0 \le s_D \le h/2; \\ h/2 - s_C; & \text{участок } CA \quad 0 \le s_D \le h/2. \end{cases}.$$

4.2. *Эпюра* $\bar{M}_2$. Схема приложения силы $\bar{X}_2$ к раме дана на рис. 9.12.

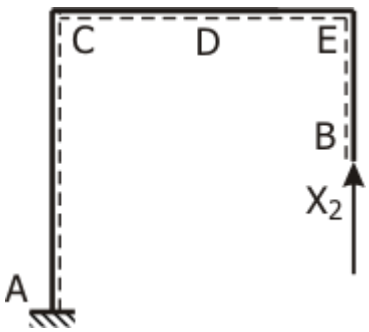


Рис. 9.12 К построению эпюры $\bar{M}_2$

4.2.1. *Участок* BE. Разрезаем в сечении S, лежащем на расстоянии s_B от точки B. Рассматриваем равновесие нижнего от разреза (свободного) куска (рис. 9.12). Сила $\bar{X}_2$ действует вдоль оси стержня BE. Момент $\bar{M}_2$ на участке равен нулю.

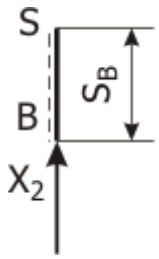
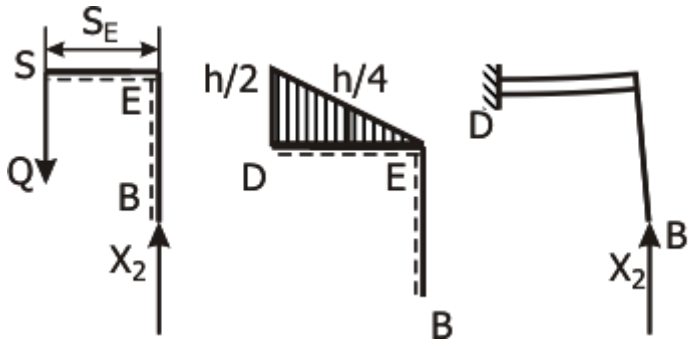


Рис. 9.12 К построению $\bar{M}_2$ на участке BE

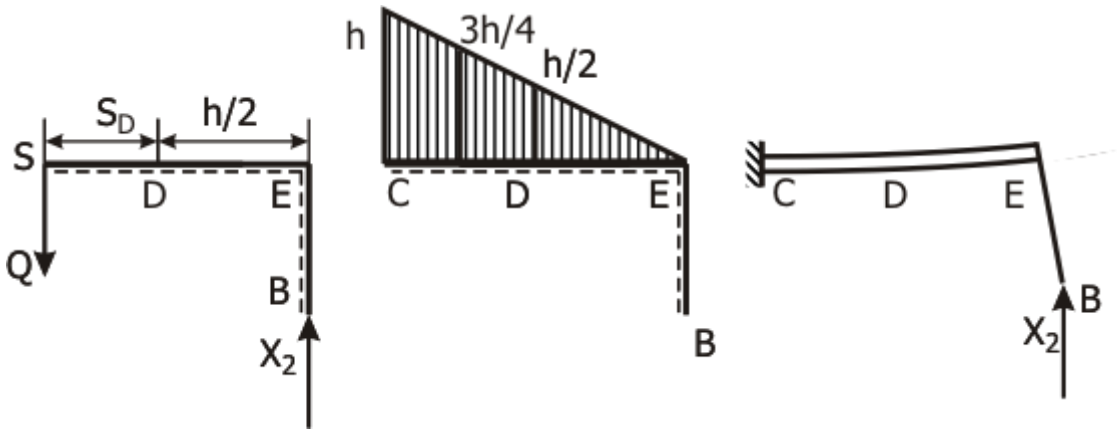
4.2.2. *Участок* ED. Разрезаем в сечении S, лежащем на расстоянии s_E от точки E. Рассматриваем равновесие свободного куска (рис. 9.13). Пунктирная линия на разрезанном участке лежит ниже сплошной, поэтому поворот не нужен. Поперечная сила Q, приложенная в сечении S, уравновешивает силу $\bar{X}_2$ и образует вместе с ней пару сил с моментом $\bar{M}_2 = \bar{X}_2 S_E = S_E$, вращающую кусок в положительном направлении. Значения момента в начале, середине, конце участка равные $\bar{M}_2(0) = 0$, $\bar{M}_2(h/4) = h/4$ и $\bar{M}_2(h/2) = h/2$ отложены на сжатых волокнах.



а б в

Рис. 9.13 К построению $\bar{M}_2$ на участке ED: а) отрезанный кусок; б) эпюра; в) положение сжатых волокон

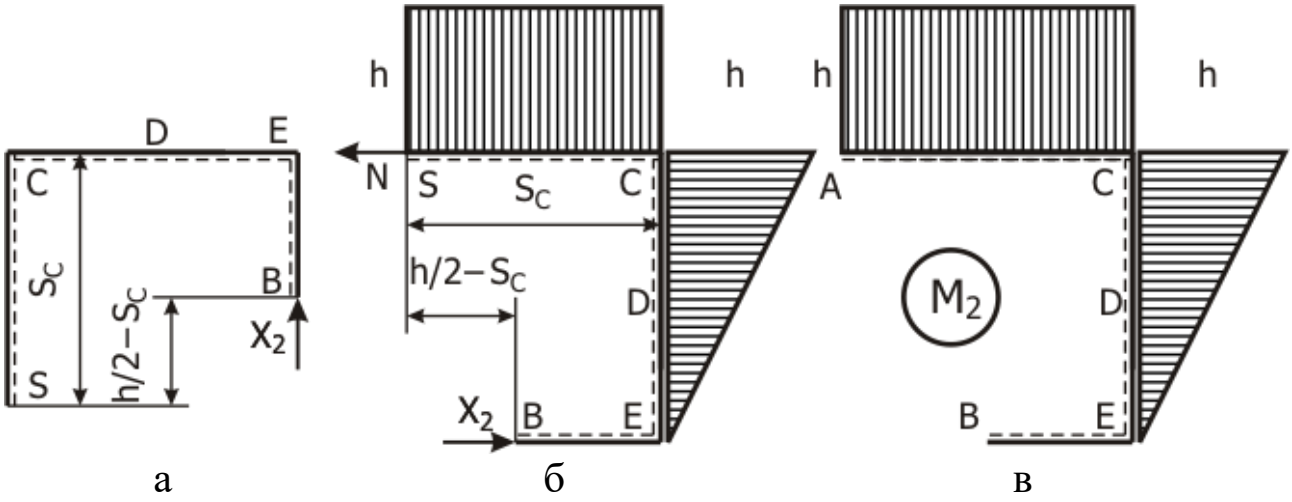
4.2.3. *Участок* DC. Разрезаем в сечении S, лежащем на расстоянии S_D от точки D. Рассматриваем равновесие свободного куска (рис. 9.14.а). Пунктирная линия на разрезанном участке лежит ниже сплошной, поэтому поворот не нужен. Поперечная сила Q, приложенная в сечении S, уравновешивает силу $\bar{X}_2$ и образует вместе с ней пару сил с моментом $\bar{M}_2 = S_E + h/2$, вращающую кусок в положительном направлении. Значения момента в начале, середине, конце участка равные $\bar{M}_2(0) = h/2$, $\bar{M}_2(h/4) = 3h/4$ и $\bar{M}_2(h/2) = h$ отложены на сжатых волокнах (рис. 9.14.б).



а б в

Рис. 9.14 Эпюра $\bar{M}_2$ на участке DC: а) отрезанный кусок; б) эпюра; в) положение сжатых волокон

4.2.4. *Участок* CA. Разрежем раму в сечении S, лежащем на расстоянии S_C (рис. 9.15.а) от точки C. Повернём свободный кусок так, чтобы участок SC был горизонтальным и пунктирная линия лежала ниже сплошной. Сила $\bar{X}_2$ и уравновешивающая её осевая сила $N(S_C)$ образуют пару сил. Момент пары равен $\bar{M}_2(S_C) = \bar{X}_2\,\mathrm{h}$. Значения момента постоянны по длине участка CA. Строим эпюру изгибающего момента на сжатых волокнах.



а б в

Рис. 9.15 Эпюра $\bar{M}_2$ на участке CA: а) отрезанный кусок; б) повёрнутый кусок; в) эпюра

4.2.5. *Аналитические выражения для эпюры* $\bar{M}_2$ применяются в случае аналитического интегрирования:

$$\bar{M}_2 = \begin{cases} 0; & \text{участок } BE \quad 0 \le s_B \le h/2; \\ S_E; & \text{участок } ED \quad 0 \le S_E \le h/2; \\ S_D + h/2; & \text{участок } DC \quad 0 \le S_D \le h/2; \\ h; & \text{участок } CA \quad 0 \le S_C \le h/2. \end{cases}$$

4.3. *Эпюра грузового момента* M_Γ. Рассматриваем раму основной системы, нагруженная силой P и равномерно распределённой нагрузкой q (рис. 9.16). Строим эпюру грузового момента от совместного действия P и q. (Возможно раздельное построение эпюр от P и эпюры от q с последующим суммированием полученных результатов).

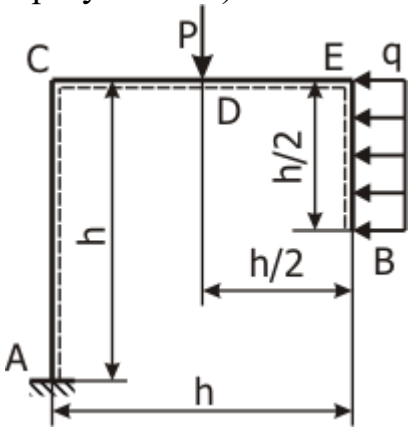


Рис. 9.16 К построению эпюры грузового момента $M_Г$

4.3.1. *Участок* BE. Положительный момент вращает против часовой стрелки. Координата сечения $0 \le S_B \le h/2$ (рис. 9.17.а). Повернём кусок BS в «рабочее» положение (рис. 9.17.б). В «рабочем» положении ось разрезанного участка BS с горизонтальна и подчёркнута пунктиром. Заменим нагрузку q, действующую на кусок, эквивалентной силой qS_B. Эквивалентная сила приложена посередине участка на расстоянии $S_B/2$ от разреза S (рис. 9.17.в). Момент равен $M_Г(S_B) = -qS_B^2/2$. Значения грузового момента в начале, конце, середине участка равны (кН·м):

$$M_Г(0) = -qS_B^2/2 = -5 \cdot \frac{0^2}{2} = 0; \quad M_Г(2) = -qS_B^2/2 = -5 \cdot \frac{2^2}{2} = -10;$$

$$M_Г(1) = -qS_B^2/2 = -5 \cdot \frac{1^2}{2} = -2{,}5.$$

Эпюра приведена на (рис. 9.17.г).

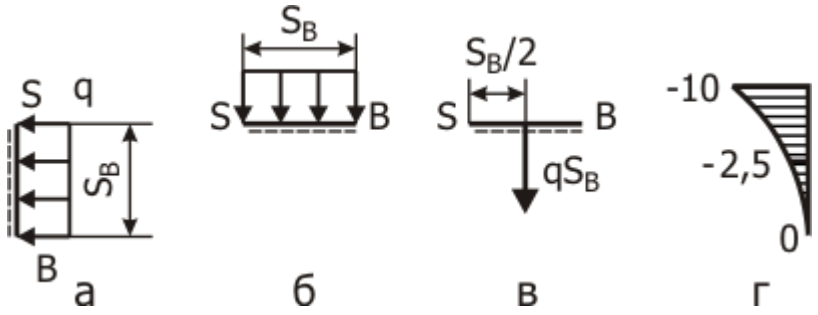


Рис. 9.17 Эпюра грузового момента $M_Г$ на участке BE

4.3.2. *Участок* ED. Отрезанный кусок и выбор координаты сечения S_E показаны на (рис. 9.18.а). Координата изменяется в пределах $0 \le S_E \le h/2$. Поворот не нужен, так как разрезанный участок находится в «рабочем» положении. Заменим нагрузку q, действующую на кусок, эквивалентной силой . Эквивалентная сила приложена посередине участка BE. Её плечо относительно разреза S равно $h/4$ (рис. 9. 18.б). Момент имеет постоянное значение на участке ED равное $M_Г(S_E) = -qh^2/8 = -5 \cdot 4^2/8 = -10$ (кН·м).
Эпюра приведена на (рис. 9. 18.в).

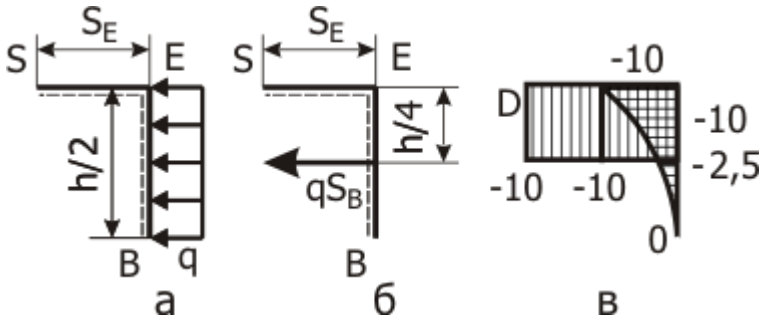


Рис. 9.18 Эпюра грузового момента $M_Г$ на участке ED

4.3.3. *Участок* DC. Отрезанный кусок и выбор координаты разреза S_D показаны на (рис. 9.19.а). Координата изменяется в границах $0 \le S_D \le h/2$.

Поворот не нужен, так как разрезанный участок находится в «рабочем» положении (ось DC горизонтальна, пунктир лежит ниже оси). Заменим нагрузку q, действующую на кусок, эквивалентной силой . Плечо эквивалентной силы относительно разреза S равно $h/4$, а плечо силы P равно S_D (рис. 9.19.б). Момент в сечении с координатой S_D равен $M_Г(S_D) = -qh^2/8 - PS_D$. Значения грузового момента в начале, конце, середине участка DC равны (кН·м):
$M_Г(0) = -qh^2/8 - PS_D = -5 \cdot 4^2/8 - 20 \cdot 0 = -10$;
$M_Г(2) = -qh^2/8 - PS_D = -5 \cdot 4^2/8 - 20 \cdot 2 = -50$;
$M_Г(1) = -qh^2/8 - PS_D = -5 \cdot 4^2/8 - 20 \cdot 1 = -30$.
Эпюра приведена на (рис. 9.19.в).

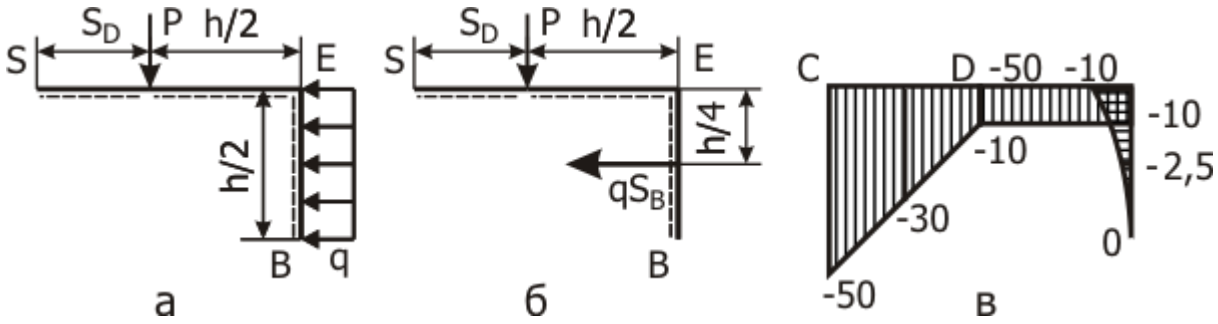


Рис. 9.19 Эпюра грузового момента $M_Г$ на участке DC

4.3.4. *Участок* CA. Отрезанный кусок и выбор координаты разреза S_C показаны на (рис. 9.20.а). Координата изменяется в границах $0 \le S_C \le h$. Поворачиваем кусок и приводим разрезанный участок CA в «рабочее» положение (ось CA горизонтальна, пунктир лежит ниже оси). Заменим нагрузку q, действующую на кусок, эквивалентной силой . Плечо эквивалентной силы относительно разреза S равно $-h/4 + S_C$. Плечо силы P равно (рис. 9.20.б). Момент в сечении с координатой S_C равен . Значения грузового момента в начале, конце, середине участка DC равны, соответственно (кН·м): -50; -30; -10. Эпюра приведена на (рис. 9.20.в).

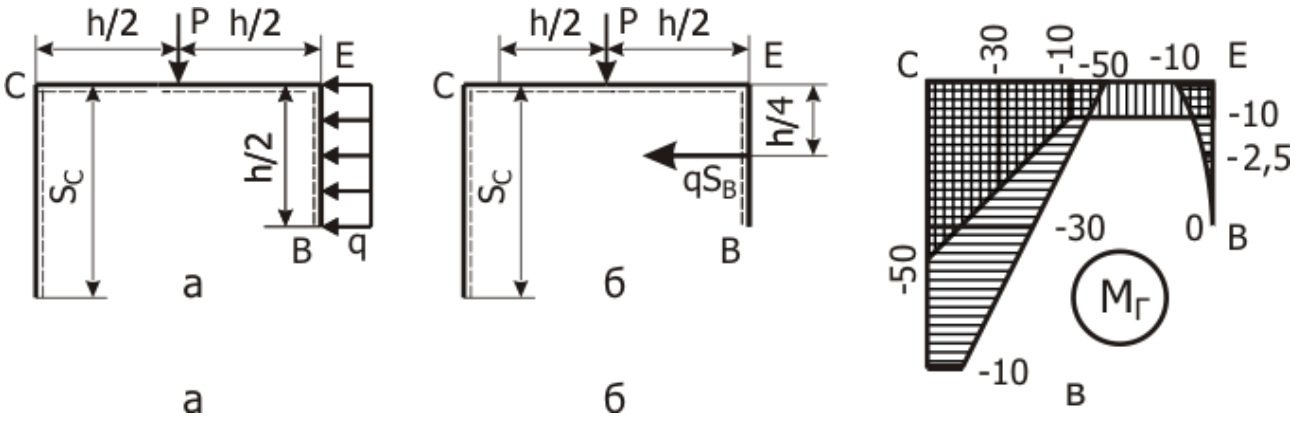


Рис. 9.20 Эпюра грузового момента $M_Г$ на участке AC

4.5. *Аналитические выражения для эпюры* $M_Г$ применяются в случае аналитического интегрирования:

$$M_Г = \begin{cases} qs_B{}^2/2; & \text{участок } BE \quad 0 \le s_B \le h/2; \\ q\mathrm{h}^2/8; & \text{участок } ED \quad 0 \le S_E \le h/2; \\ -pS_D - qh^2/8; & \text{участок } DC \quad 0 \le S_D \le h/2; \\ -p\,h/2 - qh^2/8 + qhs_c; & \text{участок } CA \quad 0 \le S_C \le h/2. \end{cases}$$

5. *Вычисление коэффициентов системы канонических уравнений*

5.1. *Коэффициенты при неизвестных*

Интегралы вычисляем по формуле Симпсона

$$I = \int_0^l f(s)g(s)ds = l/6\left(f(s_н)g(s_н) + 4f(s_с)g(s_с) + f(s_к)g(s_к)\right),$$

где $s_н$, $s_с$, $s_к$ – координаты начала, середины и конца участка интегрирования.

$\delta_{11} = 1/EJ\left(\int_B^E \bar{M}_1^2(s_B)ds_B + \int_E^D \bar{M}_1^2(s_E)ds_E + \int_D^C \bar{M}_1^2(s_D)ds_D + \int_C^A \bar{M}_1^2(s_C)ds_C\right)$. Стержни рамы имеют одинаковую жёсткость, поэтому при раскрытии статической неопределимости жёсткость можно не учитывать.

$$\delta_{11} = 2/6\ (0^2 + 4\cdot 1^2 + 2^2) + 2/6\ (2^2 + 4\cdot 2^2 + 2^2) + 2/6\ (2^2 + 4\cdot 2^2 + 2^2) + 4/6\ (2^2 + 4\cdot 0^2 + (-2)^2) = 24$$

;

$$\delta_{12} = \int_B^E \bar{M}_1(s_B)\bar{M}_2(s_B)ds_B + \int_E^D \bar{M}_1(s_E)\bar{M}_2(s_E)ds_E + + \int_D^C \bar{M}_1(s_D)\bar{M}_2(s_D)ds_D + \int_C^A \bar{M}_1(s_C)\bar{M}_2(s_C)ds_C$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = 2/6\,(0\cdot 0 + 4\cdot 1\cdot 0 + 2\cdot 0) + 2/6\,(2\cdot 0 + 4\cdot 2\cdot 1 + 2\cdot 2) + 2/6\,(2\cdot 2 + 4\cdot 2\cdot 3 + 2\cdot 4) + 4/6\,(2\cdot 4 + 4\cdot 0\cdot 4 + (-2)\cdot 4) = 16;$$

$\delta_{22} = \int_B^E \bar{M}_2^2(s_B)ds_B + \int_E^D \bar{M}_2^2(s_E)ds_E + \int_D^C \bar{M}_2^2(s_D)ds_D + \int_C^A \bar{M}_2^2(s_C)ds_C.$

$$\delta_{22} = 2/6\ (0^2 + 4\cdot 0^2 + 0^2) + 2/6\ (0^2 + 4\cdot 1^2 + 2^2) + 2/6\ (2^2 + 4\cdot 3^2 + 4^2) + 4/6\ (4^2 + 4\cdot 4^2 + 4^2) = 85{,}3.$$

5.2. *Грузовые коэффициенты*.

$$\Delta_1 = \int_B^E \bar{M}_1(s_B)M_Г(s_B)ds_B + \int_E^D \bar{M}_1(s_E)M_Г(s_E)ds_E + + \int_D^C \bar{M}_1(s_D)M_Г(s_D)ds_D + \int_C^A \bar{M}_1(s_C)M_Г(s_C)ds_C;$$

$$\Delta_1 = 2/6\,(0\cdot 0 + 4\cdot 1\cdot(-2{,}5) + 2\cdot(-10)) - 2/6\,(2\cdot 10 + 4\cdot 2\cdot 10 + 2\cdot 10) - -2/6\,(2\cdot 10 + 4\cdot 2\cdot 30 + 2\cdot 50) - 4/6\,(2\cdot 50 + 4\cdot 0\cdot 30 + (-2)\cdot 10) = -22300;$$

$$\Delta_2 = \int_B^E \bar{M}_2(s_B)M_Г(s_B)ds_B + \int_E^D \bar{M}_2(s_E)M_Г(s_E)ds_E + + \int_D^C \bar{M}_2(s_D)M_Г(s_D)ds_D + \int_C^A \bar{M}_2(s_C)M_Г(s_C)ds_C;$$

$$\Delta_2 = -2/6\,(0\cdot 0 + 4\cdot 0\cdot 2{,}5 + 2\cdot 10) - 2/6\,(0\cdot 10 + 4\cdot 1\cdot 10 + 2\cdot 10) - -2/6\,(2\cdot 10 + 4\cdot 3\cdot 30 + 4\cdot 50) - 4/6\,(4\cdot 50 + 4\cdot 4\cdot 30 + 4\cdot 10) = -693.$$

6. *Решение системы канонических уравнений метода сил.*

Получена система канонических уравнений метода сил

$$\begin{cases} 24X_1 + 16\,X_2 - 22300 = 0; \\ 16\,X_1 + 85{,}3X_2 - 693 = 0. \end{cases}$$

Корни системы: $X_1 = 4{,}44$; и $X_2 = 7{,}29$.

7. *Эпюры внутренних силовых факторов в заданной раме*.

7.1. *Изгибающий момент*. Действующий в раме момент находим по формуле:

$$M(s) = M_\Gamma(s) + X_1\bar{M}_1(s) + X_2\bar{M}_2(s).$$

Моменты, действующие на отдельных стержнях рамы, равны:

$M(s_B = 0) = 0 + 4{,}44 \cdot\ 0 + 7{,}29 \cdot 0 = 0$;

$M(s_B = 1) = -2{,}5 + 4{,}44 \cdot 1 + 7{,}29 \cdot 0 = 1{,}94$;

$M(s_B = 2) = M(s_E = 0) = -10 + 4{,}44 \cdot 2 + 7{,}29 \cdot 0 = -1{,}11$;

$M(s_E = 1) = -10 + 4{,}44 \cdot 2 + 7{,}29 \cdot 1 = 6{,}18$;

$M(s_E = 2) = M(s_D = 0) = -10 + 4{,}44 \cdot 2 + 7{,}29 \cdot 2 = 13{,}5$;

$M(s_D = 1) = -30 + 4{,}44 \cdot 2 + 7{,}29 \cdot 3 = 0{,}764$;

$M(s_D = 2) = M(s_C = 0) = -50 + 4{,}44 \cdot 2 + 7{,}29 \cdot 4 = -11{,}9$;

$M(s_C = 2) = -30 + 4{,}44 \cdot 0 + 7{,}29 \cdot 2 = -0{,}833$;

$M(s_C = 4) = -10 + 4{,}44 \cdot (-2) + 7{,}29 \cdot 4 = 10{,}3$.

Эпюра изгибающих моментов в статически неопределимой раме построена на рис. 9.21.а

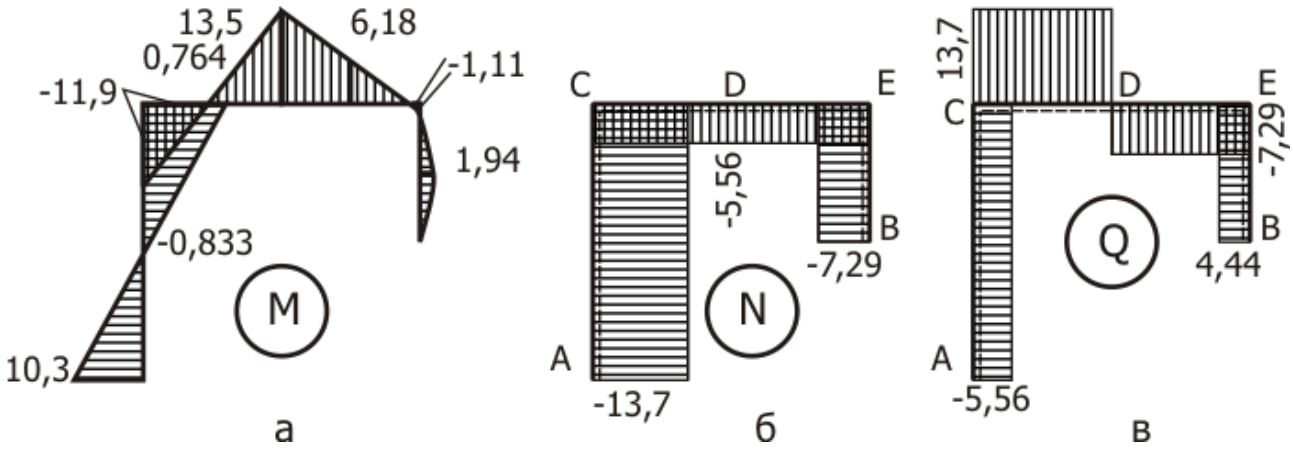


Рис. 9.21 Эпюры момента M, осевой силы N, поперечной силы Q

7.2. *Опорные реакции* X_A, Y_A. Из уравнений равновесия получаем:

$\sum X = 0; \quad X_A = q\,h/2 - X_1 = 5 \cdot 4/2 - 4{,}44 = 5{,}56$ кН;

$\sum Y = 0; \quad Y_A = P - X_2 = 20 - 7{,}29 = 12{,}7$ кН.

7.3. *Эпюра осевых сил* N. Растягивающую силу считаем положительной и откладываем на наружных волокнах стержня (рис. 9.21.б).

7.4. *Эпюра поперечной силы* Q. Поперечной сила считается положительной, если она вместе с внешней нагрузкой поворачивает отрезанный кусок по ходу стрелок часов. Эпюра Q приведена на рис. 9.21.в.

8. *Деформационная проверка.* Проверка состоит в проверке выполнения условий обращения в нуль интегралов:

$D1 = \sum 1/EJ \int M(s)\bar{M}_1(s)ds; \quad D2 = \sum 1/EJ \int M(s)\bar{M}_2(s)ds.$

В результате вычислений получаем: $D1 = -0{,}0000553, \quad D2 = 0{,}000213$.

9. *Подбор сечения двутавровой балки*.
$W = M_{max}/[\sigma] = 13{,}5 10^3/1{,}6\,10^8 = 8{,}43 \cdot 10^{-5}$ м^3 . Выбираем двутавр №16.
$W_{16} = 109 \cdot 10^{-4}$ м^3

ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Расчётно-пояснительная записка дипломного проекта выполняется на листах формата А4 (210х297 мм) в соответствии с ГОСТ 2.301-68. ЕСКД.

Листы должны иметь нумерацию. При оформлении записки на титульном листе указать тему РГР, фамилию, инициалы студента, специальность и группу.

При выполнении задания все преобразования и числовые расчёты должны быть последовательно проделаны с необходимыми пояснениями.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ицкович Г. М., Минин Л. С., Винокуров А. И.*Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. М.:Высшая школа,1999.

2. *Мокрушин Н. В., Ляпцев С. А.*Конспект лекций по сопротивлению материалов. Екатеринбург, Издание УГГУ, 2005.

3. *Степин П.А.* Сопротивление материалов. М.: Лань, 2010.

Учебное издание

Чиркова Алена Анатольевна, Золкин Анатолий Павлович,
Суслов Дмитрий Николаевич, Афанасьев Анатолий Ильич,

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Учебно-методическое пособие
и контрольные задания для выполнения РГР
и самостоятельной работы студентов специальности *21.05.04 Горное дело*

Редактор *В.В. Баклаева*

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 5,2 Уч. изд. л. 1,72 Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Специальность

21.05.04 Горное дело

Авторы: Двинин Л.А., доцент, к.т.н., Двинина Л. Б., доцент, к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Технической механики	горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Таугер В.М.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 04.04.2019 г.	Протокол № 7 от 19.04.2019 г.
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

Методические указания адресованы студентам, обучающимся по направлению подготовки 21.05.04 Горное дело, и призваны обеспечить эффективную самостоятельную работу по курсу «ГИДРОМЕХАНИКА».

ОБЪЕМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Суммарный объем часов на СРО *очной формы обучения* составляет 116 часов.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					89
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	0, 5 х 32= 16	16
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	1,0-8,0	6,0 х 4 = 24	24
3	Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля)	1 тема	0,3-0,5	0,5 х 10 = 5	5
4	Подготовка к практическим занятиям	1 занятие	0,3-2,0	1 х 32= 32	32
5	Подготовка к контрольным работам	1 работа	1,0-25,0	3 х 4 = 12	12
Другие виды самостоятельной работы					27
7	Подготовка к экзамену	1 экзамен		27	27
	Итого:				116

Суммарный объем часов на СРО *заочной формы* обучения составляет 168 час.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					101
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	4,0 х 6= 24	24
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	1,0-8,0	8,0 х 4 = 32	32
3	Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля)	1 тема	0,3-0,5	0,5 х 16 = 8	8
4	Подготовка к практическим занятиям	1 занятие	0,3-2,0	2 х 6 = 12	12
5	Подготовка к контрольной работе	1 работа	1,0-25,0	25 х 1 = 25	25
Другие виды самостоятельной работы					67
6	Подготовка и написание расчетно-графической работы	1 работа	58	58 х 1 = 58	58
	Подготовка к экзамену	1 экзамен		9	9
	Итого:				168

Форма контроля самостоятельной работы студентов – проверка на практическом занятии, контрольные работы, экзамен.

ФОРМЫ И СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Расчетно-графическая работа по темам 1-4

Расчетно-графическая работа:

1.Кинематический анализ механизма. Кинетостатический анализ механизма.
2.Анализ и синтез кулачковых механизмов.
3. Зубчатые передачи и расчет их основных параметров.
4. Расчеты на прочность заклепочных и сварных соединений.
5. Расчеты на прочность резьбовых, шпоночных и зубчатых соединений.

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.

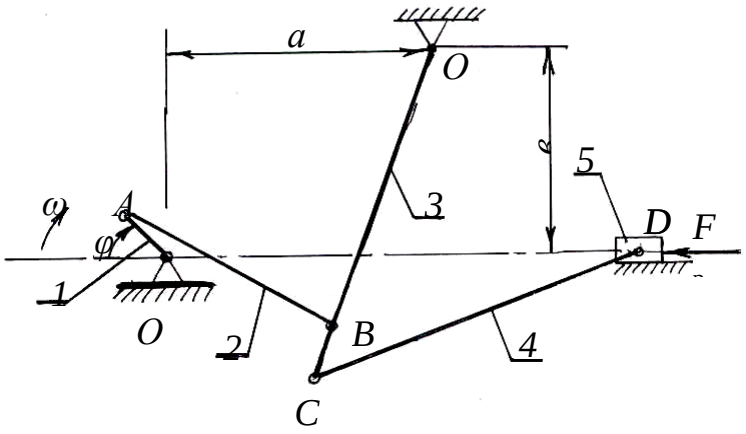
Оформление необходимой документации.

Подготовка к контрольной работе проводится студентом самостоятельно в рамках часов, выделенных на самостоятельную работу в учебном плане.

Контрольная работа № 1 по теме 2

Кинематический анализ плоского механизма (инерционный конвейер).

Инерционный конвейер состоит из кривошипа 1. шатуна 2, коромысла 3, шатуна 4 и рештака (ползуна) 5.

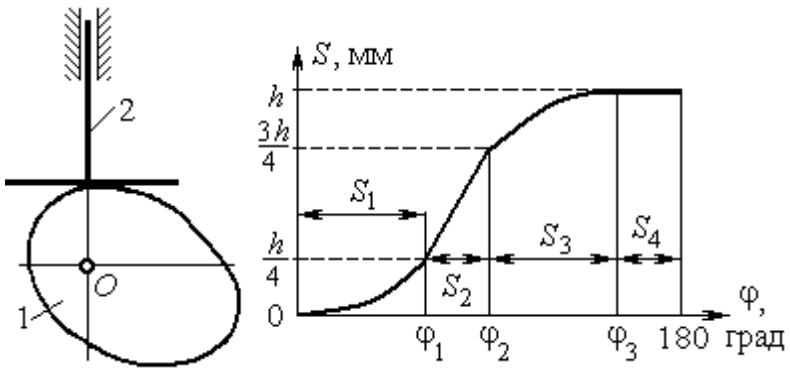


№ варианта	φ - Угол поворота кривошипа, град	*a, мм.*	*в, мм.*	O_1A, *мм.*	*AB, мм.*	O_2B, *мм.*	O_2C, *мм.*	*CD, мм*	Скорость вращения кривошипа, об/мин
1	45	900	700	200	800	1000	1200	1200	190
2	90	900	700	200	800	1000	1200	1200	95
3	235	60	40	100	110	120	100	250	200
4	255	40	60	100	110	120	120	250	180
5	120	150	50	100	290	250	150	300	150
6	115	350	110	100	230	250	250	400	170
7	140	40	60	100	110	120	150	400	250
8	50	75	0	100	110	120	120	300	190
9	148	800	600	240	920	840	900	1450	100

10	150	800	600	250	1060	8760	500	650	120

Контрольная работа № 2 по теме 3

Построить профиль кулачка по заданному закону движения толкателя.



$S_{\max} = h$

Вид законов движения толкателя по фазам движения кулачка

1-й участок: $0 \le \varphi \le \varphi_1$. Парабола с вершиной при $\varphi = 0$.

2-й участок: $\varphi_1 \le \varphi \le \varphi_2$. Линейный закон движения.

3-й участок: $\varphi_2 \le \varphi \le \varphi_3$. Парабола с вершиной при $\varphi = \varphi_3$.

4-й участок: $\varphi_3 \le \varphi \le 180^\circ$. Движения нет, $S_4 = h$

Параметры	Обозначение	Варианты исходных данных									
		0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Максимальный ход толкателя, мм	h	12	18	16	22	18	16	15	18	20	12
Границы фаз движения толкателя, рад	φ_1	60	85	75	80	65	90	85	68	82	92
	φ_2	100	125	100	115	100	125	135	102	125	130
	φ_3	160	165	145	160	150	160	170	162	162	170

Контрольная работа № 3 по теме 4

Выполнить проектировочный расчет одноступенчатой зубчатой передачи на усталостную прочность. Передача длительной эксплуатации. Двигатель передает мощность P при оборотах n_1, равных оборотам ведущего вала-шестерни, передаточное число редуктора равно u. Конструкции узла с симметричным расположением колеса относительно точек опоры вала даны на рис. 1. Материал вала сталь 45Х, термообработка - улучшение. Предел прочности материала σ_B. Допустимое напряжение смятия шпонок $[\sigma]_{см}$ = 100 МПа.

Обозначения, принятые на схемах конструкций узлов:

$l_к$ $d_к$ - длина и диаметр консольной части вала;

$l_п$, $d_п$ - длина и диаметр участка вала в месте посадки подшипника;

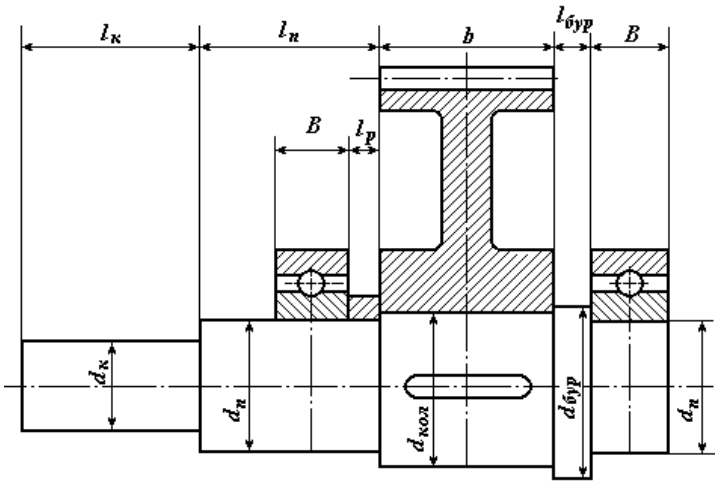
B - ширина подшипника;

$d_{кол}$ - диаметр вала под зубчатым колесом;

b - ширина зубчатого колеса;

$l_{бур}$, $d_{бур}$ - длина и диаметр буртика на валу;

$l_р$ - длина распорной втулки.

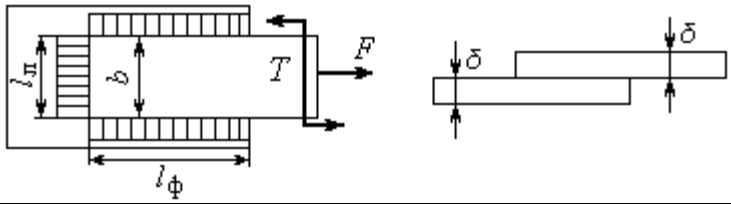


Исходные данные для зубчатой передачи

Параметр	Варианты заданий									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P, кВт	7,51	11	15	18,5	22	30	3	4	5,5	7,5
n_1,об/мин	1455	1460	1465	1465	1470	1470	700	720	720	730
u	8	9	6,3	7,1	4,5	5,6	2,8	3,55	4	4,5
σ_B, МПа	750	700	650	750	700	650	750	700	650	700

Контрольная работа № 4 по теме 5

Рассчитать сварное соединение, нагруженное центральным растягивающим усилием F и парой сил с моментом T, действующим в плоскости свариваемых листов. Материал скрепляемых листов (основного металла) - Ст3, Ст5 или Ст6. Толщина листов δ, запас прочности сварного шва s. Характер нагрузки статический. Сварка автоматическая под слоем флюса или ручная дуговая электродами Э42, Э50.

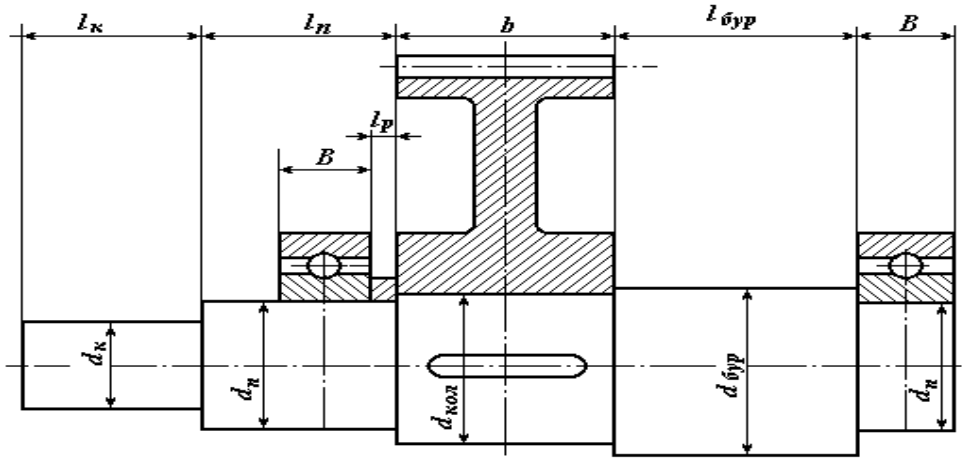


Параметры соединения	Номер задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Материал	Ст5	Ст6	Ст3	Ст6	Ст5	Ст6	Ст3	Ст5	Ст6	Ст3
F, кН	23	26	20	31	27	29	18	25	32	18
T, кНм	8	10	6	10	8	10	12	10	14	8
δ, мм	6	8	10	12	14	16	8	10	12	14
Запас прочн-ти,s	1,4	1,5	1,6	1,5	1,6	1,4	1,6	1,4	1,5	1,6
Сварка,	РучнЭ 50А	РучнЭ 42	Авто-мати-	РучнЭ 50А	РучнЭ 50	РучнЭ 42А	РучнЭ 50	Авто-мати-	РучнЭ 50	РучнЭ 42

электрод			ческая					ческая		

Контрольная работа № 5 по теме 6

Выполнить расчет шпоночного соединения тихоходного вала цилиндрического одноступенчатого редуктора. Двигатель передает мощность P при оборотах n_1, равных оборотам ведущего вала-шестерни, передаточное число редуктора равно u. Конструкции узла с несимметричным расположением колеса относительно точек опоры вала даны на рис. 2. Материал вала сталь 40Х, улучшение. Предел прочности материала $\sigma_{\text{В}}$. Допустимое напряжение смятия шпонок $\left[\sigma\right]_{см}$ = 120 МПа.



Обозначения, принятые на схемах конструкций узлов:

$l_к$ $d_к$ - длина и диаметр консольной части вала;

$l_п$, $d_п$ - длина и диаметр участка вала в месте посадки подшипника;

B - ширина подшипника;

$d_{кол}$ - диаметр вала под зубчатым колесом;

b - ширина зубчатого колеса;

$l_{бур}$, $d_{бур}$ - длина и диаметр буртика на валу;

$l_р$ - длина распорной втулки.

Исходные данные для шпоночного соединения

Параметр	Варианты заданий									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P, кВт	11	15	18,5	22	30	37	45	4	5,5	7,5
n_1,об/мин	730	730	730	730	740	740	735	950	965	960
u	2,8	3,55	2	4	4,5	3,5	6	3,55	4	4,5
$\sigma_в$, МПа	750	650	700	750	650	700	750	650	650	700

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

ГИДРОМЕХАНИКА

Специальность

21.05.04 Горное дело

Авторы: Двинин Л.А., доцент, к.т.н., Двинина Л. Б., доцент, к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Технической механики	горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Таугер В.М.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 04.04.2019 г.	Протокол № 7 от 19.04.2019 г.
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

Методические указания адресованы студентам, обучающимся по направлению подготовки 21.05.04 Горное дело, и призваны обеспечить эффективную самостоятельную работу по курсу «ГИДРОМЕХАНИКА».

ОБЪЕМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Суммарный объем часов на СРО *очной формы обучения* составляет 96 часов.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					92
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	1 х 32= 32	32
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	1,0-8,0	8,0 х 3 = 24	24
3	Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля)	1 тема	0,3-0,5	0,5 х 20 = 10	10
4	Подготовка к практическим занятиям	1 занятие	0,3-2,0	1,2 х 16= 19,2	20
5	Подготовка к контрольным работам	1 работа	1,0-25,0	2 х 3 = 6	6
Другие виды самостоятельной работы					4
7	Подготовка к зачету	1 зачет		4	4
	Итого:				96

Суммарный объем часов на СРО *заочной формы* обучения составляет 132 час.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					128
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	4,0 х 6= 24	24
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	1,0-8,0	8,0 х 6 = 48	48
3	Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля)	1 тема	0,3-0,5	0,5 х 46 = 23	23
4	Подготовка к практическим занятиям	1 занятие	0,3-2,0	2 х 6 = 12	12
5	Подготовка к контрольной работе	1 работа	1,0-25,0	25 х 1 = 25	25
Другие виды самостоятельной работы					4
	Подготовка к зачету	1 зачет		4	4
	Итого:				132

Форма контроля самостоятельной работы студентов – проверка на практическом занятии, контрольные работы, экзамен.

ФОРМЫ И СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Расчетно-графическая работа по темам 1-4

Расчетно-графические работы выполняются по методической литературе, изданной кафедрой:

Часс С. И. [Текст]: Гидромеханика. Сборник задач. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010.– 145 с.

Часс С. И. [Текст]: Гидравлика. Гидромеханика. Сборник задач и контрольных заданий. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009.– 137 с.

Номера вариантов берутся по номеру в списке группы или назначаются преподавателем, номера заданий берутся по таблице.

Методические рекомендации для решения задач и примеры для самостоятельного решения приведены в учебных пособиях:

Бебенина Т.П: Гидромеханика: Конспект лекций. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 224 с.

Часс С. И.: Гидравлика, гидромеханика. Механика жидкости и газа. Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013.– 215 с.

Для подготовки к практическим занятиям преподаватель может привлекать дополнительную литературу, а также раздаточный материал.

Подготовка к контрольной работе проводится студентом самостоятельно в рамках часов, выделенных на самостоятельную работу в учебном плане.

Контрольная работа № 1 (Гидростатика)

№1

1.Дать понятие вязкости жидкости. Представить коэффициенты, характеризующие вязкость жидкости, единицы измерения коэффициентов. Записать закон Ньютона.

2.Представить давление $\boldsymbol{p}$=720 мм рт. ст. в единицах измерения системы СИ.

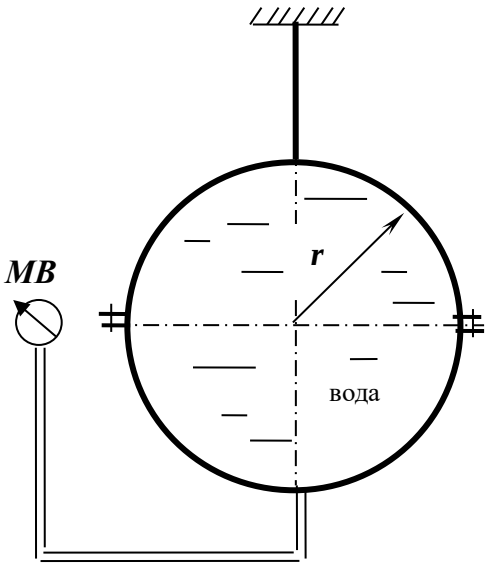
3.Определить какое давление – манометрическое или вакуум – показывает мановакуумметр, если абсолютное давление в измеряемой области равно 68 кПа. Величину давления представить в барах.

4.Определить давление в резервуаре, заполненном водой, на глубине $\boldsymbol{h}$ = 1,2 м, если избыточное давление на поверхности жидкости $\boldsymbol{p}_{изб}$=62 кПа.

5.Сформулировать закон Архимеда.

Задача

Шаровой сосуд радиусом $\boldsymbol{r}$ = 0,4 м, заполненный водой, висит на тяге, прикрепленной к его верхней половине. Найти давление в центре сосуда (показание пружинного мановакуумметра ***МВ***), при котором нижнюю половину сосуда, имеющую силу тяжести $\boldsymbol{G}$ =1500 Н, можно не закреплять. Каким должно быть показание прибора, если силу тяжести не учитывать?



№2

1.Записать формулу связи коэффициентов вязкости: динамического μ и кинематического ν.

2.Представить давление $\boldsymbol{p}$ = 1,2 ат в единицах измерения системы СИ.

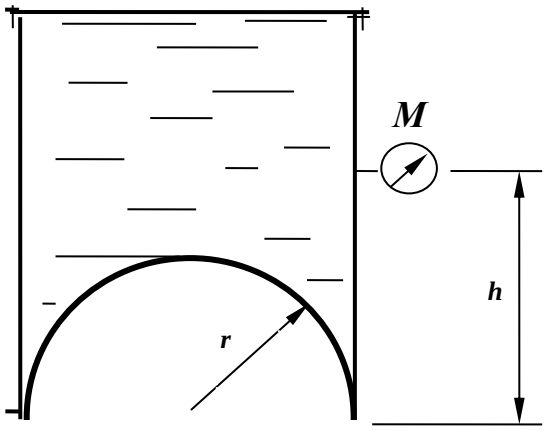
3.Определить абсолютное давление в резервуаре, заполненном воздухом, если показание вакуумметра, установленного на резервуаре, равно $\boldsymbol{p}_{вак}$=0,6 ат.

4.Определить каким будет показание манометра (в бар), установленного на глубине $\boldsymbol{h}$ =1,2 м открытого резервуара, заполненного бензином. Плотность бензина $\rho_{б}$= 700 кг/м^3.

5.Записать дифференциальные уравнения равновесия жидкости.

Задача

Определить силу давления воды на полусферическое дно резервуара радиуса $\boldsymbol{r}$ = 1 м, если показание манометра ***М***, установленного на расстоянии $\boldsymbol{h}$ = 1,3 м, равняется $\boldsymbol{p}_{ман}$= 0,2 бар.


M
h
r

№3.

1.Дать понятие физического свойства жидкости ***сжимаемость.***
Привести формулу коэффициента объемного сжатия.

2.Представить давление p = 196 кПа в атмосферах технических (ат).

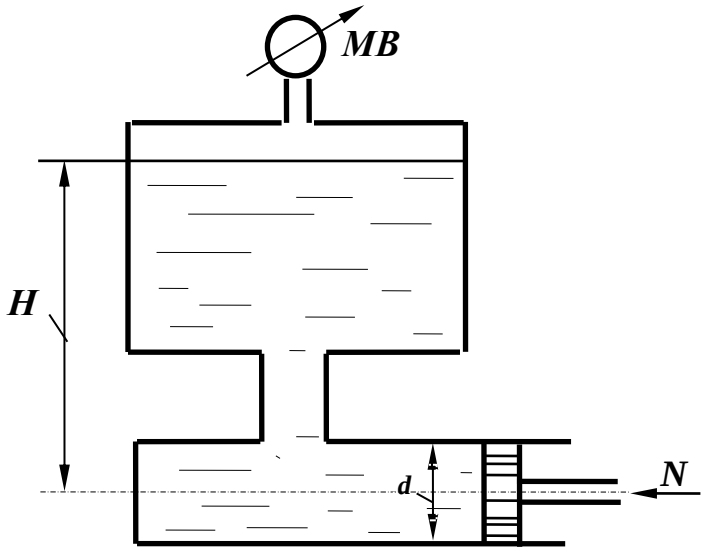
3.Манометрическое давление в измеряемой области равно $p_{ман}$ = 32 кПа. Записать величину абсолютного давления в области измерения.

4.Избыточное давление на поверхности масла в закрытом резервуаре равно $p_{изб}$= 0,13 ат. На какой глубине h установлен манометр, если его показание равно $p_{ман}$= 0,31 ат; плотность масла $\rho_м$= 900 кг/м^3.

5.Записать гидростатический закон распределения давления.

Задача

Определить усилие N, которое надо приложить к штоку поршня для удержания его на месте, если показание мановакуумметра $p_{МВ}$= 0,5 ати, диаметр штока d = 100 мм, высота уровня масла над осью штока H = 1,5 м, плотность масла $\rho_м$ = 800 кг/м^3.



№4

1.Дать понятие физического явления ***кавитация***.
2.Представить давление $\boldsymbol{p}$ = 500 мм рт.ст. в единицах измерения системы СИ.

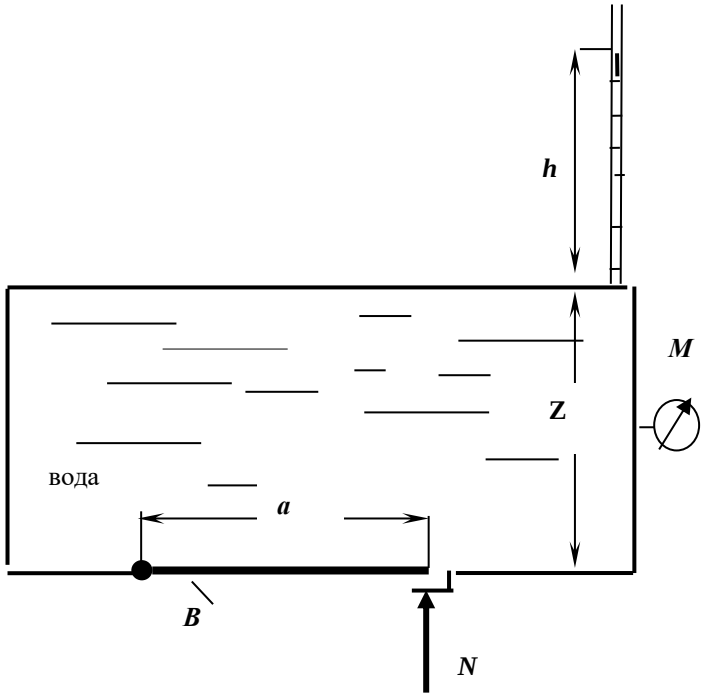
3.Вакуумметрическое давление в измеряемой области равно $\boldsymbol{p}_{вак}$=38 кПа, записать величину абсолютного давления в области измерения.

4.Определить, каким должно быть давление на поверхности масла закрытого резервуара, если показание манометра на глубине $\boldsymbol{h}$ = 0,8 м равно $\boldsymbol{p}_{ман}$= 0,12 ат. Плотность масла принять равной $\rho_м$ =900 кг/м^3.

5.Сформулировать закон Паскаля.

Задача

Определить показание манометра ***M*** в центре боковой стенки резервуара с водой, а также усилие ***N***, приложенное к запорному устройству плоской квадратной крышки ***B*** при следующих данных: ***Z*** = 3 м; ***h*** = 2 м; ***a*** = 1 м.



№5

1.Дать понятие гидростатического давления. Свойства гидростатического давления. Единицы измерения давления в системе СИ.

2.Представить давление $\boldsymbol{p}$ = 200 мм рт. ст. в Па.

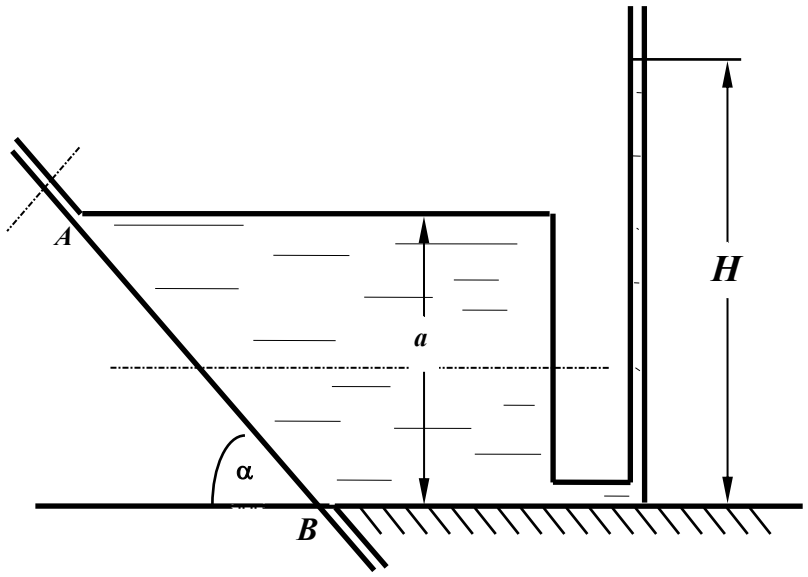
3.Определить, какое давление, манометрическое или вакуум, показывает мановакуумметр и его величину, если абсолютное давление в измеряемой области равно $\boldsymbol{p}_{абс}$= 0,8 ат.

4.Определить, каким будет показание мановакуумметра на глубине $\boldsymbol{h}$ = 2,2 м закрытого резервуара, заполненного водой, если на поверхности жидкости действует вакуумметрическое давление $\boldsymbol{p}_{вак}$= 0,1 ат.

5.Дать определение свойства жидкости ***вязкость***.

Задача

Определить силу давления на крышку маслобака ***AB***, если показание пьезометра $\boldsymbol{H}$ = 400 мм, угол наклона крышки $\boldsymbol{\alpha}$ = 45°. В сечении бак имеет форму квадрата со стороной $\boldsymbol{a}$ = 200 мм. Плотность масла $\boldsymbol{\rho_м}$ = 900 кг/м^3.



№6

1. Дать понятие плоскости уровня, представить уравнение плоскости уровня.

2. Представить перевод давления p =1,2 ат в м вод.ст., в Па.

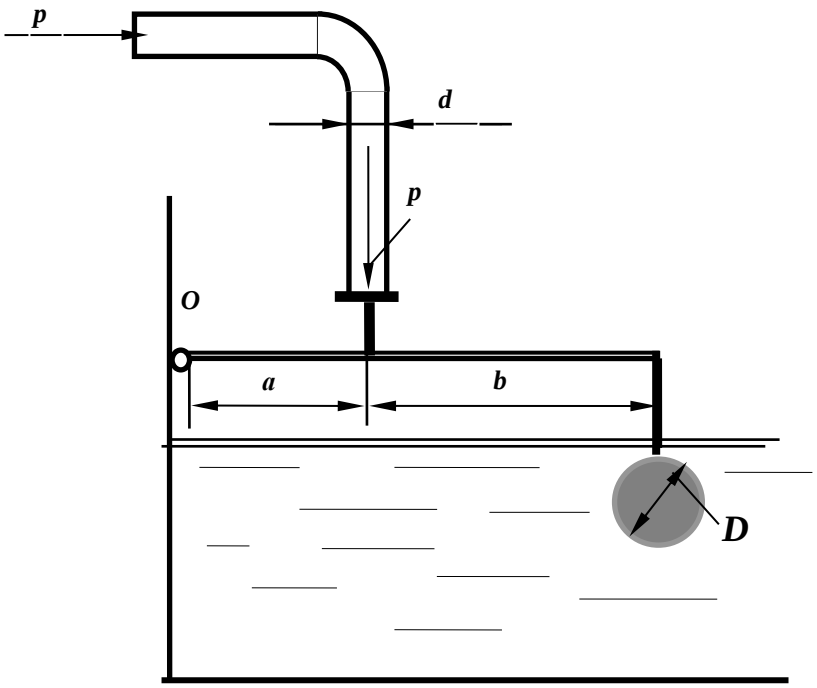
3. Дать понятие абсолютного давления. Записать абсолютное давление при манометрическом давлении $p_{ман}$= 32 кПа.

4. Показание манометра на определенной глубине в открытом резервуаре с водой равно $p_{ман}$=0,14 ат. Определить, как изменится показание манометра на той же глубине, если резервуар заполнить маслом плотностью $\rho_м$= 800 кг/м^3.

5. Нарисовать схему пьезометра для измерения абсолютного давления.

Задача

Вода, подаваемая под давлением p = 2,5 ати по трубе d = 150 мм, заполняет резервуар. Определить минимально необходимый диаметр D шарообразного поплавка, обеспечивающий автоматическое закрытие клапана при наполнении резервуара, если: a = 100 мм; b = 500 мм. Собственным весом рычага, клапана и поплавка пренебречь



№7

1. Записать основное уравнение гидростатики, пояснить все входящие в него параметры.

2. Представить давление p = 1,6 ат в единицах измерения системы СИ.

3. Дать понятие абсолютного давления. Записать величину абсолютного давления при вакуумметрическом давлении $p_{вак}$= 38 кПа.

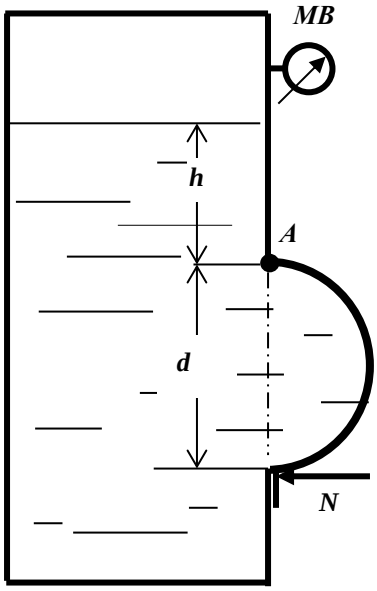
4. Показание манометра на определенной глубине открытого резервуара, заполненного бензином плотностью $\rho_{бен}$= 700 кг/м^3, равно $p_{ман}$= 0,12 ат. Как изменится показание манометра на той же глубине, если резервуар заполнить маслом плотностью $\rho_{мас}$= 900 кг/м^3.

5. По какой формуле следует определять силу давления жидкости на плоскую стенку, если на свободной поверхности жидкости действует абсолютное давление p_0 больше атмосферного, а не смоченная сторона стенки находится под атмосферным давлением?

Задача

Закрытый резервуар заполнен дизельным топливом с плотностью ρ = 846 кг/м^3. В вертикальной стенке резервуара имеется прямоугольное отверстие, закрытое полуцилиндрической крышкой. Она может поворачиваться вокруг горизонтальной оси в точке A. Пренебрегая силой тяжести крышки, определить усилие N, которое нужно приложить к крышке, чтобы она не открывалась при следующих данных: $p_{МВ}$ = 11,4 кПа; d = 1 м; h = 1 м; b =1,2 м.

Размер b перпендикулярен плоскости чертежа.



№8

1.Записать гидростатический закон распределения давления. Дать определение геометрического и пьезометрического напоров.

2.Представить давление $\boldsymbol{p}$ =196 кПа в технических атмосферах (ат).

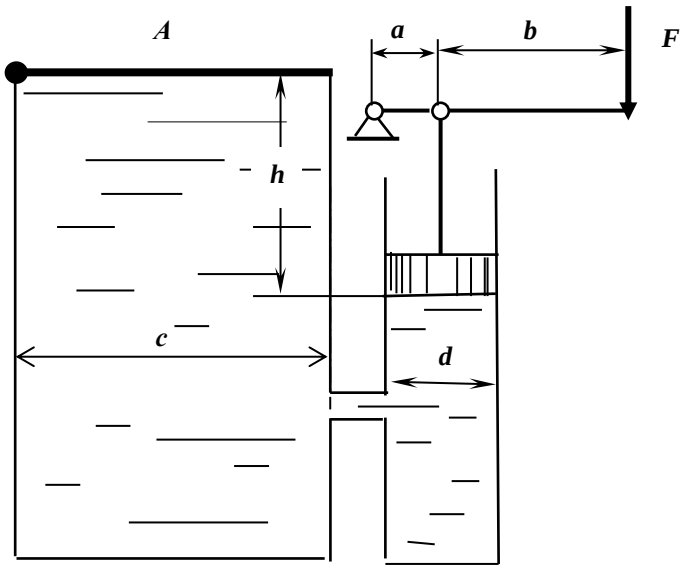
3.Определение абсолютного давления. Чему равно абсолютное давление при манометрическом давлении $\boldsymbol{p}_{ман}$= 62 кПа.

4.Показание манометра, установленного на закрытом резервуаре, заполненном маслом плотностью $\rho_{мас}$= 800 кг/м^3, равно $\boldsymbol{p}_{ман}$= 0,12 ат. Рассчитать, какой должна быть высота уровня масла в пьезометре, выведенном на уровне установки манометра.

5.Дать понятие тела давления, на примерах пояснить различные тела давления.

Задача

К рычагу гидроусилителя приложена сила $\boldsymbol{F}$. Определить силу давления жидкости с плотностью ρ = 900 кг/м^3 на квадратную крышку $\boldsymbol{A}$ при следующих данных: $\boldsymbol{F}$ = 180 Н; $\boldsymbol{d}$ = 40 мм; $\boldsymbol{c}$ =1 м; $\boldsymbol{h}$ = 1 м; $\boldsymbol{a}$ = 10 мм; $\boldsymbol{b}$ =40 мм.



№9

1.Понятие гидростатического давления. Расчетная формула давления. Единицы измерения давления.

2.Представить давление, равное $\boldsymbol{p}$ = 12 м вод. ст., в единицах измерения системы СИ.

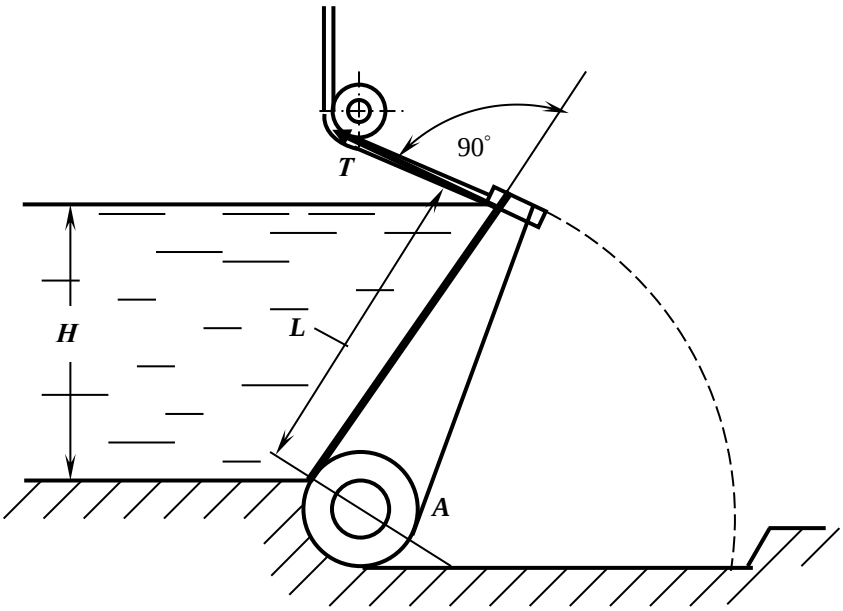
3.Абсолютное давление в измеряемой области равно $\boldsymbol{p}_{абс}$= 0,38 ат. Установить, каким прибором следует пользоваться для измерения давления, рассчитать его величину в системе СИ.

4.Определить давление на поверхности жидкости закрытого резервуара, если показание ртутного U- образного манометра, установленного на глубине $\boldsymbol{h}$ = 1,5 м равно $\boldsymbol{p}$ = 100 мм рт.ст.

5.Какой зависимостью выражается гидростатический напор?

Задача

Плоский прямоугольный затвор с размерами $\boldsymbol{L}$ = 2,5 м и $\boldsymbol{B}$ = 10 м создает подпор воды $\boldsymbol{H}$ = 2,3 м. Затвор может вращаться относительно оси шарнира ***A.*** Определить силу натяжения троса ***T***, удерживающую затвор в заданном положении. Размер ***B*** перпендикулярен плоскости чертежа



№10

1.Понятие физического свойства ***вязкость.*** Коэффициенты, характеризующие вязкость, единицы их измерения.

2.Перевести давление, равное 12 м вод.ст., в мм рт.ст.

3.Дать понятие абсолютного давления. Записать величину абсолютного давления в измеряемой области, если показание манометра в этой области равно $p_{ман}$= 0,8 ат.

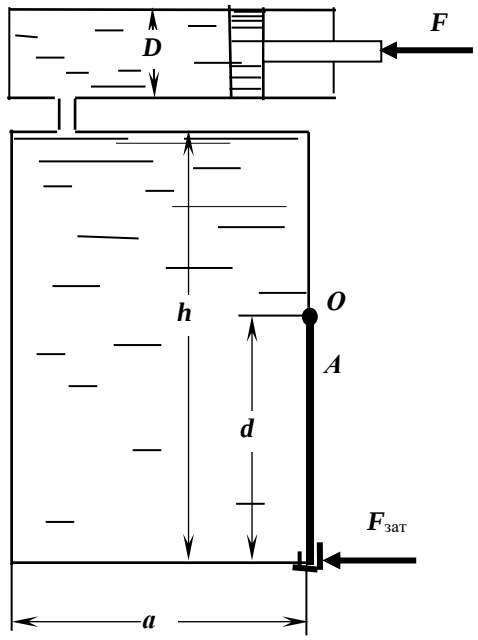
4.Вакуумметрическое давление на поверхности воды в закрытом резервуаре равно $p_{вак}$= 0,6 ат. Установить, каким прибором следует измерить давление на глубине h = 1,5 м и рассчитать его величину.

5.Как расположена линия действия силы избыточного (весового) давления жидкости, действующей на плоскую фигуру любой формы?

Задача

Жидкость в емкости ***a*x*a*x*h*** нагревается на 20ºС. Определить усилие F, которое надо приложить к поршню расширительного цилиндра диаметром D, чтобы сохранился прежний объем жидкости?

А также найти усилие $F_{зат}$, на которое должен быть рассчитан затвор круглой крышки диаметром d: ρ = 1000 кг/м^3, d =500 мм, D =260 мм, h = 2 м, a =1,5 м; $\beta_т$=150·10^{-6}1/град; $\beta_р$=0,5 ·10^{-10}Па$^{-1}$.



№11

1. Понятие ***плоскости уровня***. Уравнение плоскости уровня. Значение параметров, входящих в уравнение.

2. Представить перевод давления p = 100 мм рт. ст. в единицах измерения системы СИ.

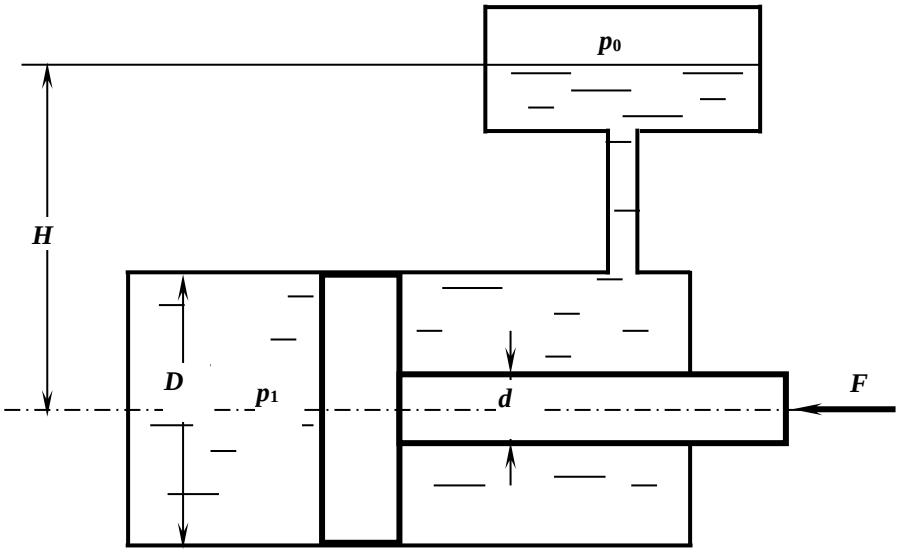
3. Записать величину абсолютного давления в измеряемой области, если показание вакуумметра в этой области $p_{вак}$= 0,6 ат.

4. Вакуумметрическое давление на поверхности закрытого резервуара равно $p_{вак}$= 0,1 ат. Установить каким прибором следует измерить давление на глубине h = 3,0 м и рассчитать его величину.

5. Размерность кинематического коэффициента вязкости в системе СИ

Задача

Определить давление жидкости p_1 в гидроцилиндре, необходимое для преодоления усилия на штоке F при следующих данных: F = 10 кН; диаметр поршня D =160 мм; диаметр штока d = 80 мм; p_0 = 20 кПа, H = 10 м; ρ =900 кг/м^3.



№12

1.Записать гидростатический закон распределения давления. Дать понятие геометрического и пьезометрического напоров.

2.Представить давление p = 68 кПа в м вод. ст.

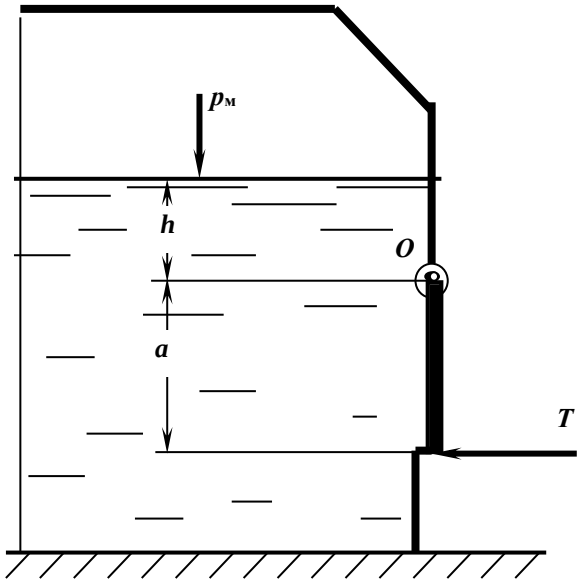
3.Абсолютное давление в измеряемой области равно $p_{абс}$ =198 кПа. Установить, каким прибором следует пользоваться для измерения давления и рассчитать показание этого прибора.

4.Показание манометра на глубине h =1,5 м закрытого резервуара, заполненного водой, равно $p_{ман}$= 0,121 ат. Определить, каким будет показание манометра на той же глубине, если резервуар будет заполнен маслом. Плотность масла равна $\rho_{мас}$= 800 кг/м^3.

5.Записать дифференциальные уравнения равновесия жидкости; пояснить параметры, входящие в уравнения.

Задача

Усилие T удерживает плоскую квадратную крышку со стороной a в закрытом положении. Определить предельно допустимое значение избыточного давления над уровнем жидкости $p_м$, при котором крышка остается в закрытом положении, при следующих данных: T = 2100 Н, a = 50 см, h = 2 м, ρ =1000 кг/м^3.



№13

1. Понятие физического свойства жидкости ***капиллярность***.

2. Представить давление $\boldsymbol{p}$ = 300 мм рт.ст. в единицах измерения системы СИ.

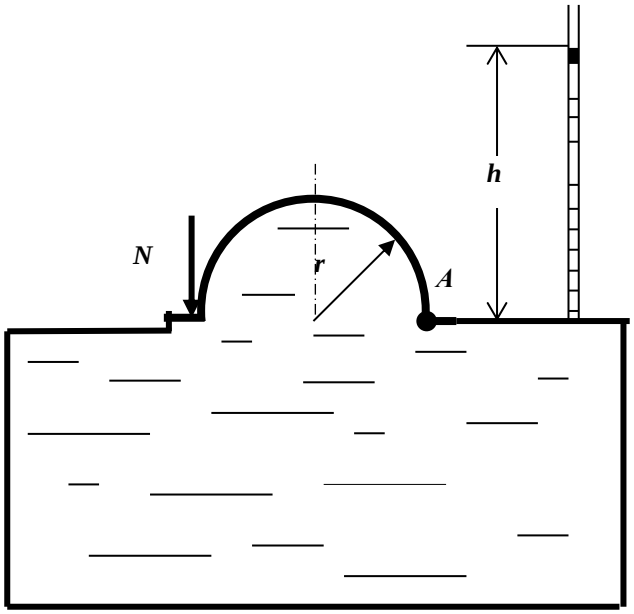
3. Показание манометра в измеряемой области равно $\boldsymbol{p}_{\text{ман}}$= 0,12 ат. Представить расчет абсолютного давления в этой области и его величину в системе СИ.

4. В закрытом резервуаре, заполненном бензином, показание манометра на некоторой глубине составляет $\boldsymbol{p}_{\text{ман}}$= 0,07 ат. Определить пьезометрическую высоту, соответствующую этому давлению: $\rho_б$=700 кг/м^3.

5. Каковы единица измерения ***динамической вязкости*** ?

Задача

Определить усилие $\boldsymbol{N}$, которое нужно приложить к цилиндрическому затвору, установленному на квадратном отверстии крышки резервуара с водой, при следующих данных: $\boldsymbol{h}$ = 1м, $\boldsymbol{r}$ = 0,2 м. Затвор поворачивается вокруг шарнира в точке $\boldsymbol{A}$.



№14

1. Представить ***основное уравнение гидростатики***, дать определение, пояснить значение входящих параметров.

2. Представить давление p = 730 мм рт.ст. в ат.

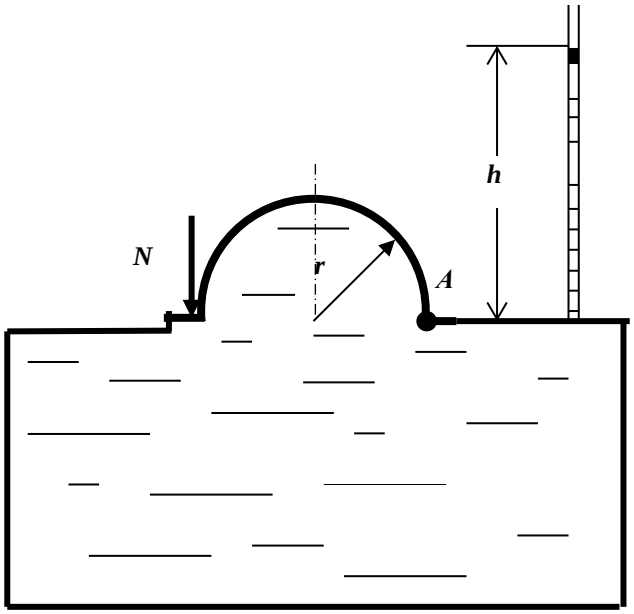
3. Абсолютное давление в измеряемой области равно $p_{абс}$= 68 кПа. Определить, каким будет показание мановакуумметра, установленного в этой области, и величину давления.

4. В закрытом резервуаре, заполненном маслом, показание манометра на определенной глубине составляет $p_{ман}$= 0,06 ат. Определить какой будет пьезометрическая высота (напор) на уровне установки манометра. Плотность масла принять $\rho_м$ = 800 кг/м^3.

5. Дать определение свойства жидкости ***сжимаемость.***

Задача

Запорное устройство полусферической крышки радиусом r рассчитано на усилие N. Определить показание манометра в центре боковой стенки при максимально допустимом давлении в жидкости плотностью ρ = 900 кг/м^3: N = 90 кН, a =3 м, r =0,4 м.



№15

1.Записать уравнения Эйлера для равновесного состояния жидкости. Пояснить параметры, входящие в уравнение.

2.Показание манометра на глубине h =2,5 м закрытого резервуара, заполненного водой, равно $p_{ман}$= 0,32 ат. Определить, каким будет показание манометра на той же глубине, если резервуар будет заполнен маслом. Плотность масла равна $\rho_{мас}$= 800 кг/м^3.

3.Определить показание механического вакуумметра (в ат), установленного на воздушном резервуаре, если показание ртутного вакуумметра, присоединенного к тому же резервуару, составляет 0,2 м.

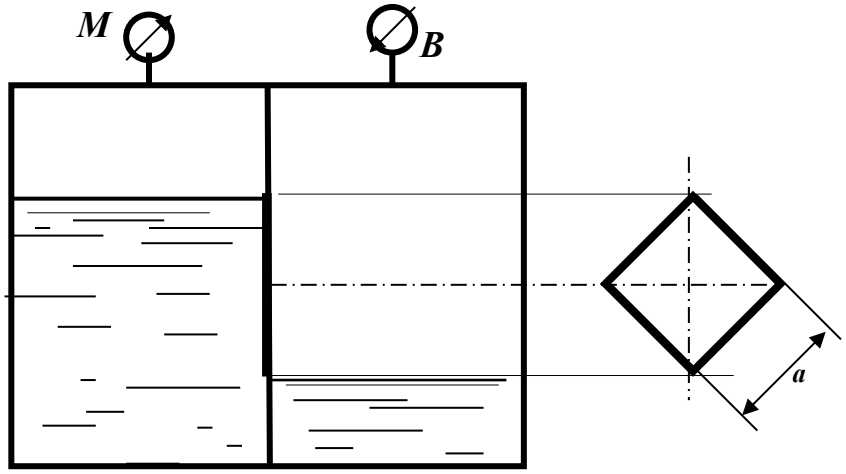
4.В чем физический смысл понятия ***гидростатического давления***.

5.Какие силы действуют в жидкости?

Задача

Замкнутый резервуар с нефтью (ρ =900 кг/м^3) разделен на две части плоской перегородкой, имеющей квадратное отверстие со стороной a = 1 м. Давление над нефтью в левой части резервуара определяется показанием манометра p_M= 0,15 ат, а в правой – показанием вакуумметра p_B= 0,2 ат.

Найти величину силы давления, действующей на крышку, закрывающую отверстие в перегородке, и точку ее приложения.



№16

1.Представить давление p = 2,1 ат в единицах измерения системы СИ.

2.Записать уравнение поверхностей равного давления, привести примеры таких поверхностей.

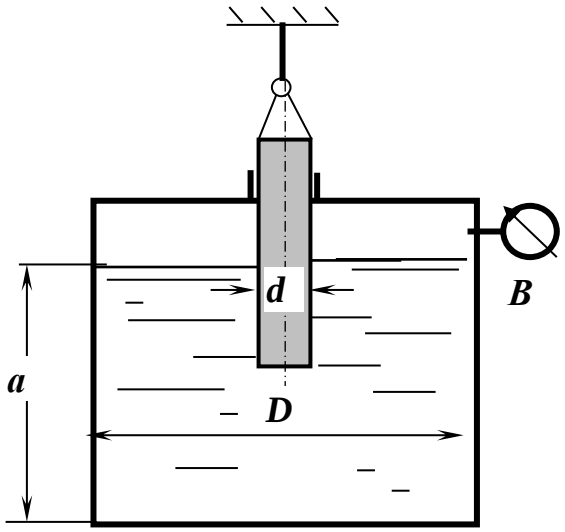
3.В закрытом резервуаре, заполненном спиртом (ρ□= 800 кг/м^3) , показание манометра на некоторой глубине составляет $p_{ман}$= 0,07 ат. Определить пьезометрическую высоту, соответствующую этому давлению.

4.Дать определение понятия ***тело давления.*** Привести примеры.

5.Записать величину абсолютного давления в измеряемой области, если показание вакуумметра в этой области $p_{вак}$= 0,45 ат.

Задача

Определить вакуум, обеспечивающий равновесие цилиндрического сосуда диаметром ***D***, который висит без трения на плунжере диаметром ***d***. Сила тяжести сосуда ***G*** = 500 Н. Найти также силы давления на верхнюю и нижнюю крышку сосуда: жидкость – вода, ***a*** =0,3 м; ***D*** = 0,4 м; ***d*** = 0,2 м.



№17

1.Назвать принцип действия, положенный в основу устройства механических приборов для измерения давления.

2.Как определяется горизонтальная составляющая силы давления на криволинейную поверхность?

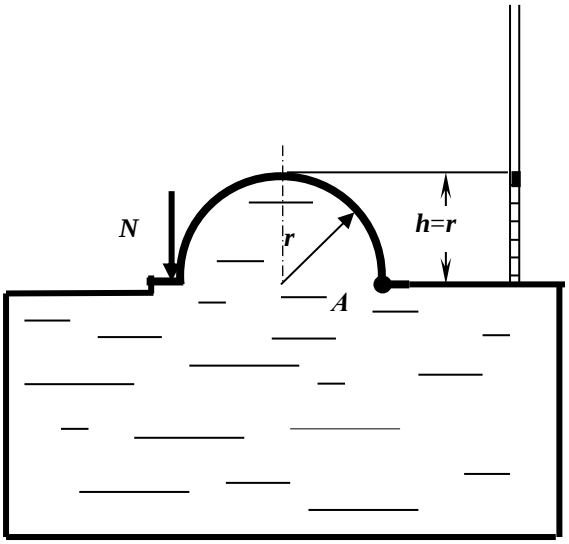
3.Показание манометра на определенной глубине в открытом резервуаре с водой равно $p_{ман}$=0,34 ат. Определить, как изменится показание манометра на той же глубине, если резервуар заполнить нефтью плотностью $\rho_м$= 840 кг/м^3.

4 Записать абсолютное давление при манометрическом давлении $p_{ман}$=162 кПа.

5.Пояснить свойство жидкости ***капиллярность***.

Задача

Определить радиус цилиндрического затвора, установленного на квадратном отверстии крышки резервуара с водой, при следующих данных: усилие, приложенное к запору затвора, ***N*** = 500 Н. Затвор поворачивается вокруг оси шарнира в точке ***A***.



№18

1. ***Основное уравнение гидростатики***. Единицы измерения давления.

2 .Представить давление, равное $\boldsymbol{p}$ = 15 м вод. ст., в единицах измерения системы СИ.

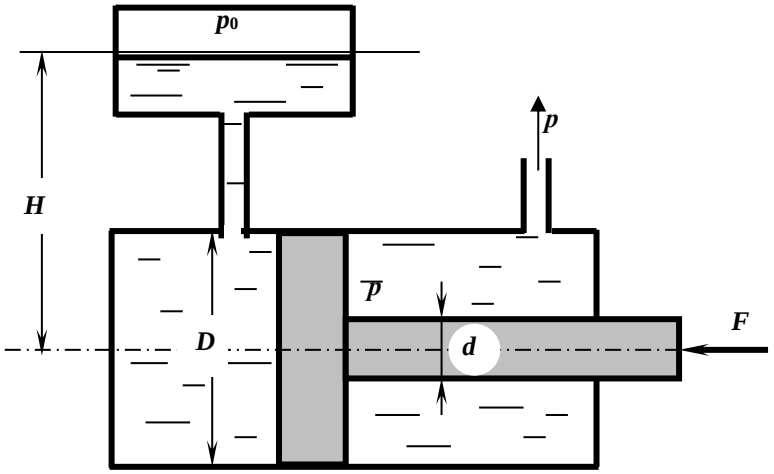
3. Абсолютное давление в измеряемой области равно $\boldsymbol{p}_{абс}$= 0,5 ат. Установить, каким прибором следует пользоваться для измерения давления, определить показание прибора и его величину в системе СИ.

4. Определить давление на поверхности воды в закрытом резервуаре, если показание ртутного U- образного манометра, установленного на глубине $\boldsymbol{h}$ = 1,5 м равно $\boldsymbol{p}$ = 100 мм рт.ст.

5. Какой зависимостью выражается ***гидростатический закон распределения давления***?

Задача

Определить давление $\boldsymbol{p}$ в правой полости гидроцилиндра, заполненного маслом Индустриальное 20 (ρ = 890 кг/м^3), если сила, действующая на шток поршня ($\boldsymbol{D}$ = 200 мм, $\boldsymbol{d}$ = 50 мм), равна $\boldsymbol{F}$ = 5 кН, избыточное давление на поверхности жидкости $\boldsymbol{p_o}$= 1,4 ат, $\boldsymbol{H}$ = 5 м.



№19

1.Записать уравнения Эйлера для равновесного состояния жидкости. Пояснить параметры, входящие в уравнение.

2.Показание манометра на глубине h =2,5 м закрытого резервуара, заполненного водой, равно $p_{ман}$= 0,32 ат. Определить, каким будет показание пьезометра на той же глубине, если резервуар будет заполнен маслом. Плотность масла равна $\rho_{мас}$= 800 кг/м^3.

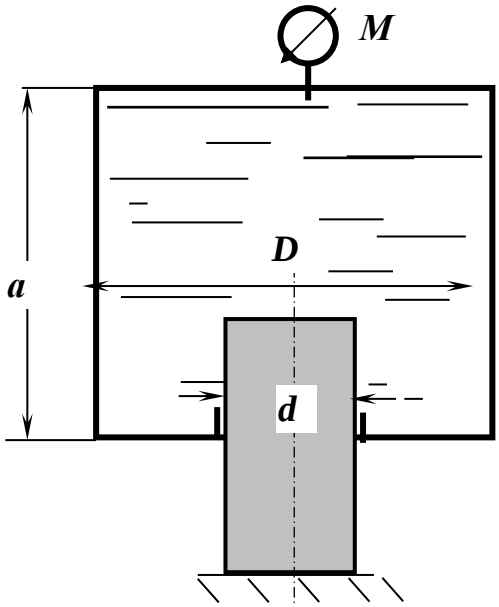
3.Определить показание механического вакуумметра, установленного на воздушном резервуаре, если показание ртутного вакуумметра, присоединенного к тому же резервуару, составляет 0,2 м.

4.В чем физический смысл понятия ***гидростатического давления***.

5.Как определяется сила давления на криволинейную поверхность?

Задача

Полностью заполненный водой цилиндрический сосуд диаметром D и высотой a опирается на плунжер диаметром d. Определить показание манометра M, а также силы давления на верхнюю и нижнюю крышки при условии равновесия сосуда, если сила его тяжести G = 5700 Н: D = 0,2 м; a = 0,4 м; d = 0,1 м.



№20

1. Перечислить, какие жидкостные приборы используются для измерения давления. Назвать их принцип действия .

2. В закрытом резервуаре, заполненном бензином ($\rho = 700$ кг/м^3), показание манометра на некоторой глубине составляет $p_{ман} = 0{,}14$ ат. Определить пьезометрическую высоту, соответствующую этому давлению.

3. В закрытом резервуаре, заполненном водой, показание манометра на глубине $h = 3$ м равно $p_{ман} = 0{,}6$ ат. Определить абсолютное давление на поверхности жидкости.

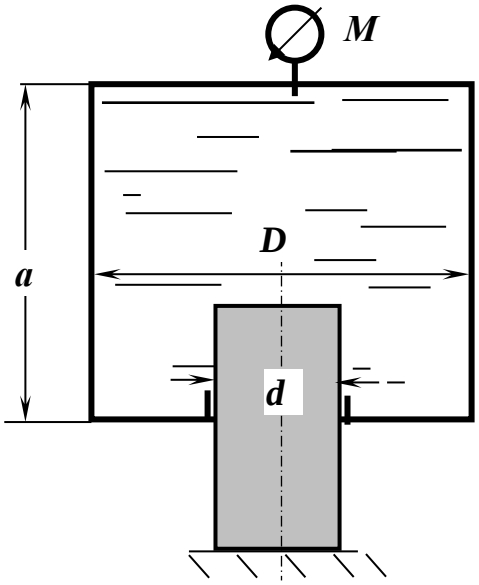
4. Записать формулу для определения силы давления на плоскость.

5. Пояснить свойство жидкости ***сжимаемость***.

Задача

.

Полностью заполненный водой цилиндрический сосуд диаметром D и высотой a опирается на плунжер диаметром d. Определить минимальный диаметр плунжера из условия равновесия сосуда, если сила его тяжести $G = 5700$ Н; $D = 0{,}2$ м; $a = 0{,}4$ м, а показание манометра M составляет $p_M = 30$ ат.



№21

1. Коэффициенты, характеризующие вязкость жидкости, единицы измерения коэффициентов. Записать закон Ньютона.

2. Определить каким будет показание манометра (в ат), установленного на глубине h =3,2 м открытого резервуара, заполненного бензином. Плотность бензина □□= 700 кг/м^3.

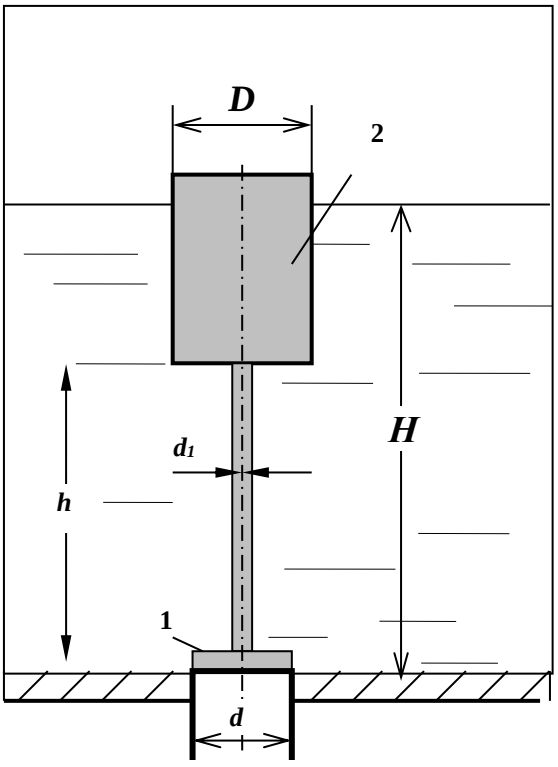
3. Представить давление p = 4,2 бар в единицах измерения системы СИ.

4. Дать понятие гидростатического давления. Свойства гидростатического давления.

5. Определить, какое давление, манометрическое или вакуум, показывает мановакуумметр и его величину (в Па), если абсолютное давление в измеряемой области равно $p_{абс}$= 0,3 ат.

Задача

Резервуар водопроводной башни оборудован ограничителем уровня воды, представляющим собой клапан 1, соединенный тягой с цилиндрическим поплавком 2. Определить расстояние от дна резервуара до низа поплавка, при котором будет обеспечена глубина воды в резервуаре H =5 м, если D = 0,4 м; d =150 мм; d_1=50 мм; вес клапана с поплавком G =120 Н.



№22

1.Абсолютное давление в измеряемой области равно $p_{абс}$ =158 кПа. Каким прибором следует пользоваться для измерения давления, рассчитать показание прибора в ***ат***.

2.Показание манометра на глубине ***h*** =2,5 м закрытого резервуара, заполненного бензином, равно $p_{ман}$= 0,21 ат. Определить, каким будет показание манометра на той же глубине, если резервуар будет заполнен водой. Плотность бензина равна $\rho_{мас}$= 700 кг/м^3.

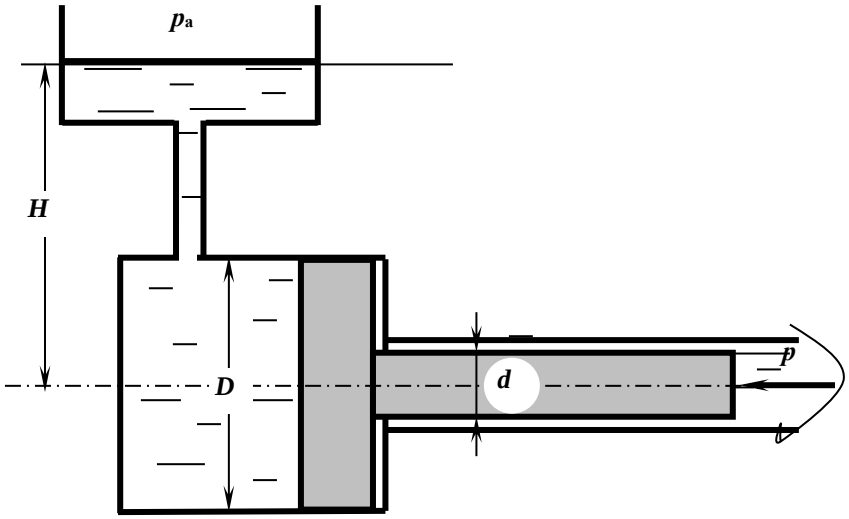
3.Записать дифференциальные уравнения равновесия жидкости; пояснить параметры, входящие в уравнения.

4.Сформулировать закон Архимеда.

5.Какие коэффициенты характеризуют свойство жидкости ***сжимаемость***?

Задача

Определить отношение ***D*** / ***d,*** а также значение диаметра поршня ***D***, если давление в полости скалки ***p*** = 25 ати, ее диаметр ***d*** =10 см, ***H*** = 1 м.



№23

1.Что такое модель жидкой среды? Основные модели, применяемые при изучении гидромеханики.

2.Перевести давление, равное 12 м вод.ст., в ***бары***.

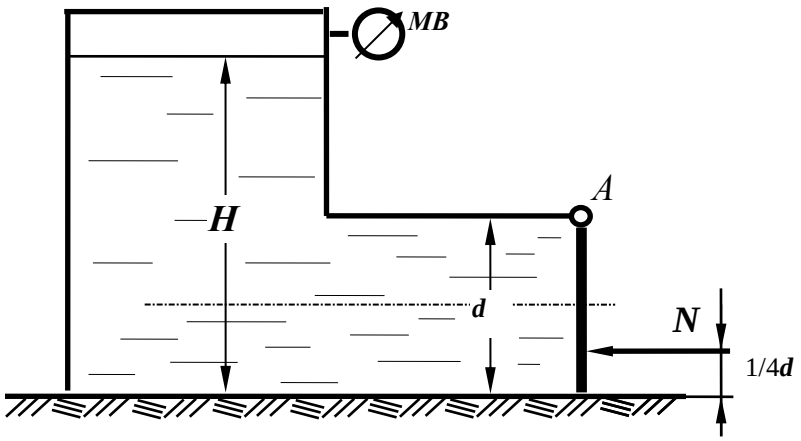
3.Дать понятие абсолютного давления. Записать величину абсолютного давления в измеряемой области, если показание манометра в этой области равно $\boldsymbol{p}_{ман}$= 2,8 ат.

4.Вакуумметрическое давление на поверхности воды в закрытом резервуаре равно $\boldsymbol{p}_{вак}$= 54000 Па. На какой глубине величина давления будет равна атмосферному?

5.Как расположена точка приложения силы весового давления жидкости, действующей на плоскую фигуру любой формы, по отношению к центру тяжести?

Задача

Труба диаметром d = 100 мм, выходящая из резервуара, заполненного бензином, перекрыта крышкой, вращающейся вокруг шарнира A. Определить усилие N, удерживающее крышку в закрытом положении, если H = 1,2 м; плотность бензина $\rho_б$ = 750 кг/м^3, показание прибора соответствует $p_{вак}$= 0,1ат. Как изменится показание прибора, если усилие N составит 350 кН?



№24

1.Какое свойство жидкости проявляется только при ее движении? К появлению каких напряжений оно приводит?

2.Как определяется сила давления на плоскость? Что такое центр давления? От чего зависит его положение для плоской стенки?

3.В закрытом резервуаре, заполненном спиртом, показание манометра на определенной глубине составляет $p_{ман}$= 0,16 ат. Определить какой будет пьезометрическая высота (напор) на уровне установки манометра. Плотность спирта принять $\rho_{сп}$ = 800 кг/м^3.

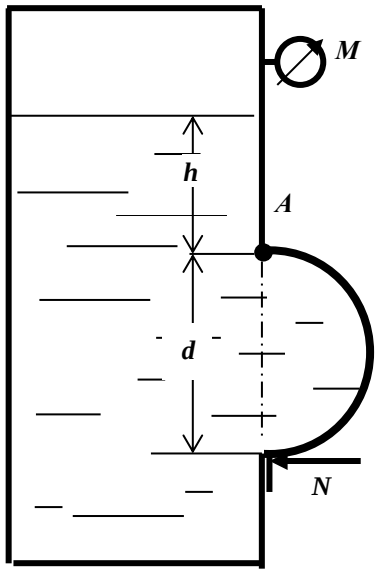
4.Эпюры гидростатического давления, примеры построения.

5.Как связаны коэффициент объемного сжатия и модуль упругости жидкости? Каковы их размерности?

Задача

Закрытый резервуар заполнен дизельным топливом с плотностью ρ = 846 кг/м^3. В вертикальной стенке резервуара имеется прямоугольное отверстие, закрытое полуцилиндрической крышкой. Она может поворачиваться вокруг горизонтальной оси ***A***. Определить минимальное показание манометра, установленного в верхней части резервуара, при котором крышка остается закрытой, при следующих данных: сила тяжести крышки ***G*** =1200 Н, усилие ***N*** =5кН, ***d*** = 0,2 м; ***h*** = 1 м; ***b*** =1,2 м.

Размер ***b*** перпендикулярен плоскости чертежа.



№25

1. Какое свойство жидкости проявляется только при ее движении? К появлению каких напряжений оно приводит? От чего зависят эти напряжения?

2. В закрытом резервуаре, заполненном маслом, показание манометра на определенной глубине составляет $p_{ман}$= 0,06 ат. Определить какой будет пьезометрическая высота на уровне установки манометра. Плотность масла составляет $\rho_м$ = 800 кг/м^3.

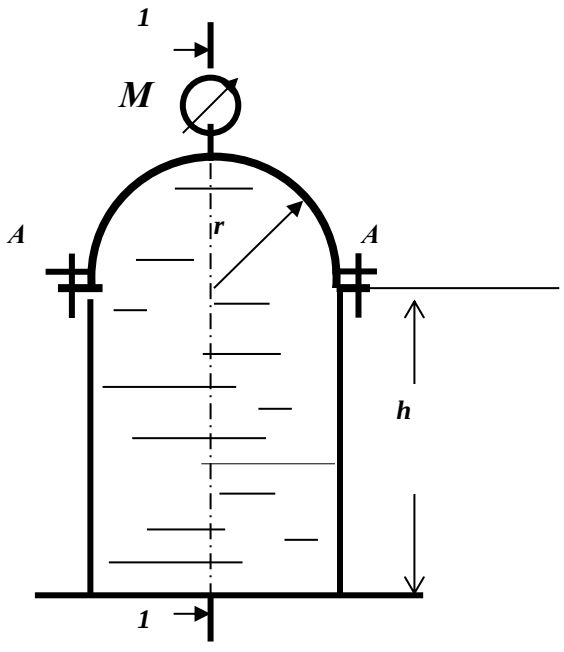
3. Сопоставить формулы силы давления жидкости на плоскую стенку и горизонтальной составляющей силы давления на криволинейную поверхность. В чем их аналогия и различия?

4. В закрытом резервуаре со спиртом на некоторой глубине показание манометра составляет 0,08 ат. На каком расстоянии от этого места может находиться манометр , показания которого будут равны 0. Чему равно абсолютное давление на этом уровне?

5. Пояснить закон Архимеда с точки зрения определения силы давления на криволинейную поверхность.

Задача

Вертикальная цилиндрическая цистерна с полусферической крышкой до самого верха заполнена жидкостью с плотностью ρ = 900 кг/м^3, находящейся под давлением $p_м$ =19,2 кПа. Определить силу, растягивающую болты ***A***, и горизонтальную силу, разрывающую цистерну по сечению 1-1, при следующих данных: ***r*** = 1 м; ***h*** = 4 м.



№26

1. Как связаны коэффициент объемного сжатия и модуль упругости жижкости? Каковы их размерности?

2.В закрытом резервуаре, заполненном спиртом (ρ□= 800 кг/м^3) , показание манометра на некоторой глубине составляет $p_{ман}$= 0,07 ат. Определить показание манометра на этой же глубине, если резервуар будет заполнен водой.

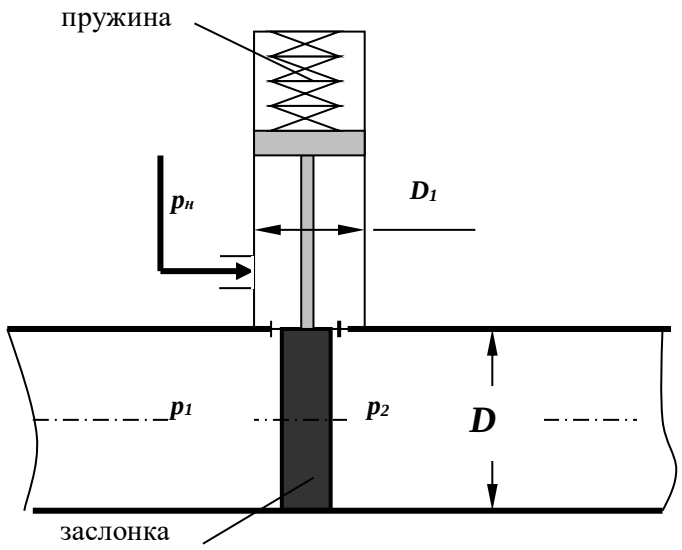
3. Что такое поверхность равного давления? Каковы ее свойства? Что представляет собой поверхность равного давления в случае равновесия жидкости под действием одной силы тяжести?

4. Вакуумметрическое давление на поверхности жидкости равно $p_{вак}$= 50 кПа. На какой глубине в воде показание манометра составит 0,2 ат?

5. Назвать основные свойства жидкости. Какие из них совпадают с физическими свойствами твердых тел или газов?

Задача

Подъем заслонки в трубе диаметром D = 400 мм осуществляется гидроцилиндром с диаметром поршня D_1 = 200 мм. Масса заслонки с поршнем и штоком составляет 70 кг. Жесткость пружины равна k = 8 Н/мм, Принять коэффициент трения заслонки в направляющих f = 0,1. Определить давление нагнетания $p_н$, необходимое для подъема заслонки при давлениях p_1 =0,2 МПа и p_2 =20кПа.



Контрольная работа № 2 (Гидродинамика)

№1

1. Какое движение жидкости называется установившимся?

2. Определить диаметр трубы для пропуска воды с расходом $\boldsymbol{Q}$ = 2,0 л/с при скорости $\boldsymbol{V}$= 1,0 м/с.

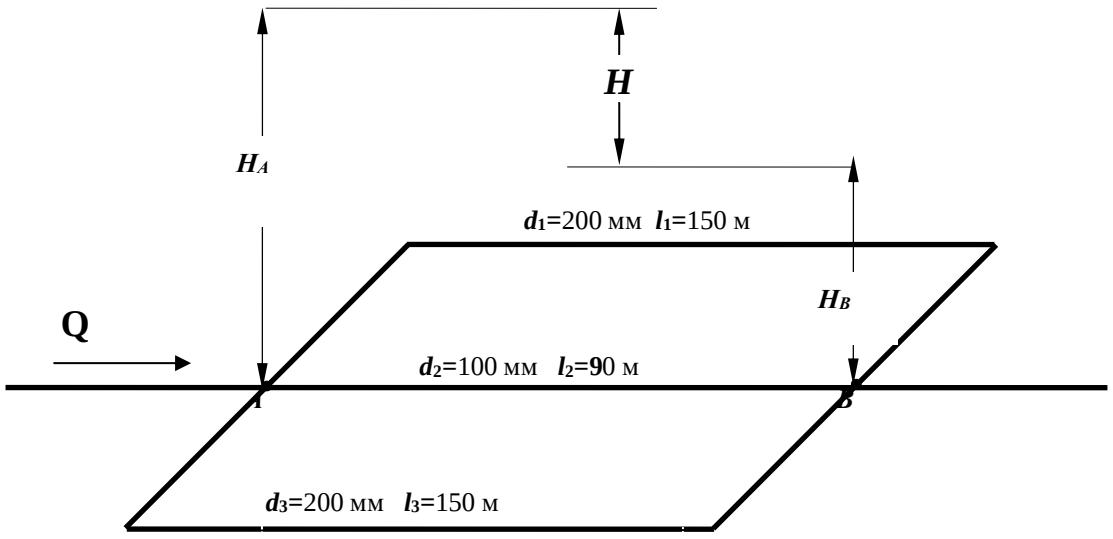
3. Рассчитать коэффициент сопротивления вентиля $\zeta_{\text{вент}}$, если потери напора в нем составляют $\boldsymbol{h}_{\text{вент}}$= 0,25 м при скорости $\boldsymbol{V}$= 0,5 м/с.

4. Записать уравнение Бернулли для целого потока реальной жидкости, представить диаграмму уравнения.

5. Определить режим движения жидкости в трубе $\boldsymbol{d}$ = 100 мм, шероховатостью Δ = 0,05 мм при скорости движения $\boldsymbol{V}$ = 0,21 м/с. Коэффициент кинематической вязкости жидкости $\boldsymbol{\nu}$ = 0,7x10^{-6} м^2/с. Для турбулентного режима проверить область сопротивления.

Задача

Определить расход воды, подводимый к системе параллельно соединенных труб, если действующий напор $\boldsymbol{H}$=10 м. Трубы стальные, новые. Местными потерями пренебречь.



№2

1.Какое движение жидкости называется равномерным?

2.Определить скорость движения воды в трубе диаметром d_1 = 50 мм, если при постоянном расходе скорость в трубе d_2= 100 мм равна V_2 = 1,0 м/с.

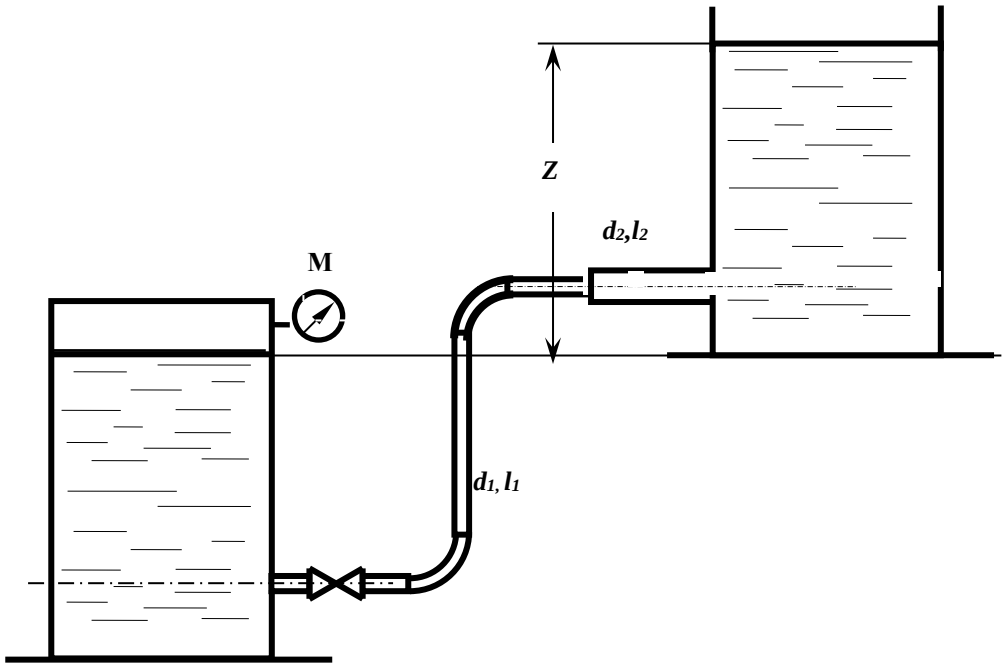
3.Геометрический смысл уравнения Бернулли для идеальной жидкости. Диаграмма уравнения.

4.Определить потери напора в пробковом кране $h_{кр}$, если коэффициент сопротивления крана $\zeta_{кр}$= 17,0, а скорость движения воды V = 1,2 м/с.

5.Определить потери напора при подаче воды по трубопроводу d=200 мм и длиной l=1500 м при скорости потока V=13,1 см/с и температуре 10^0С (ν=0,0131 см^2/с). Трубы стальные, новые (Δ=0,05мм).

Задача

Определить максимально возможную высоту наполнения верхнего резервуара Z из нижней емкости при расходе воды Q = 8 л/с по двум коротким трубам d_1= 100 мм, l_1= 40 м, d_2 = 150 м, l_2 = 60 м при показании манометра $p_м$ = 50 кПа; ν = 0,01 Ст; Δ = 0,1 мм; пробковый кран закрыт на 30°.



№3

1.Какой трубопровод называется коротким?

2.Рассчитать расход воды в трубе d = 100 мм при скорости V =1,27 м/с.

3.Как экспериментально определяется скоростной напор и рассчитывается скорость в точке потока? Нарисовать схему прибора.

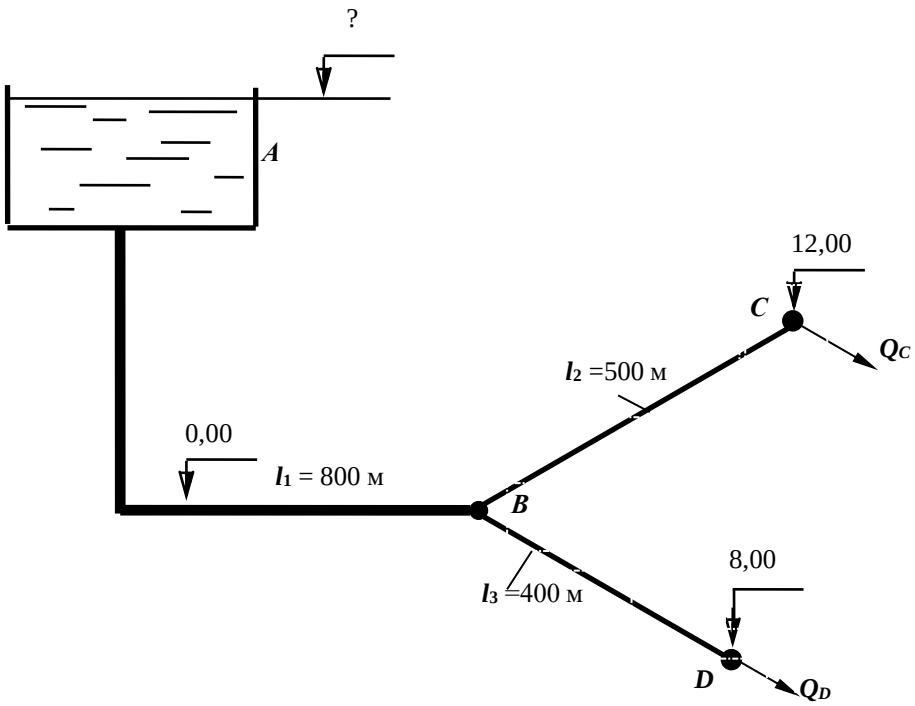
4.Какие гидравлические сопротивления называются местными? Привести расчетную формулу определения потерь напора в местных сопротивлениях.

5.Определить режим движения жидкости в трубе d = 100 мм и шероховатостью Δ = 0,05 мм при пропускной способности Q = 1,6 л/с, если коэффициент кинематической вязкости $\nu = 0{,}7 \times 10^{-6}$ м^2/с. Для случая турбулентного режима движения установить область сопротивления.

Задача

Из напорного бака ***A*** идет магистральный трубопровод длиной ***l*** =800 м.

В т.***B*** магистраль разделяется на две нитки: одна идет к пункту ***C***, где расходуется $\boldsymbol{Q_C}$ =11 л/с, другая -к пункту ***D***, где потребляется $\boldsymbol{Q_D}$ =95 л/с. Определить диаметры каждого участка и отметку уровня воды в баке, при условии, что $\boldsymbol{V} \leq$ 1,2 м/с.



№4

1.От чего зависит величина коэффициента гидравлического трения в квадратичной области сопротивления турбулентного режима?

2. Рассчитать диаметр трубопровода для пропуска расхода Q =2 л/с при скорости V =1,0 м/с.

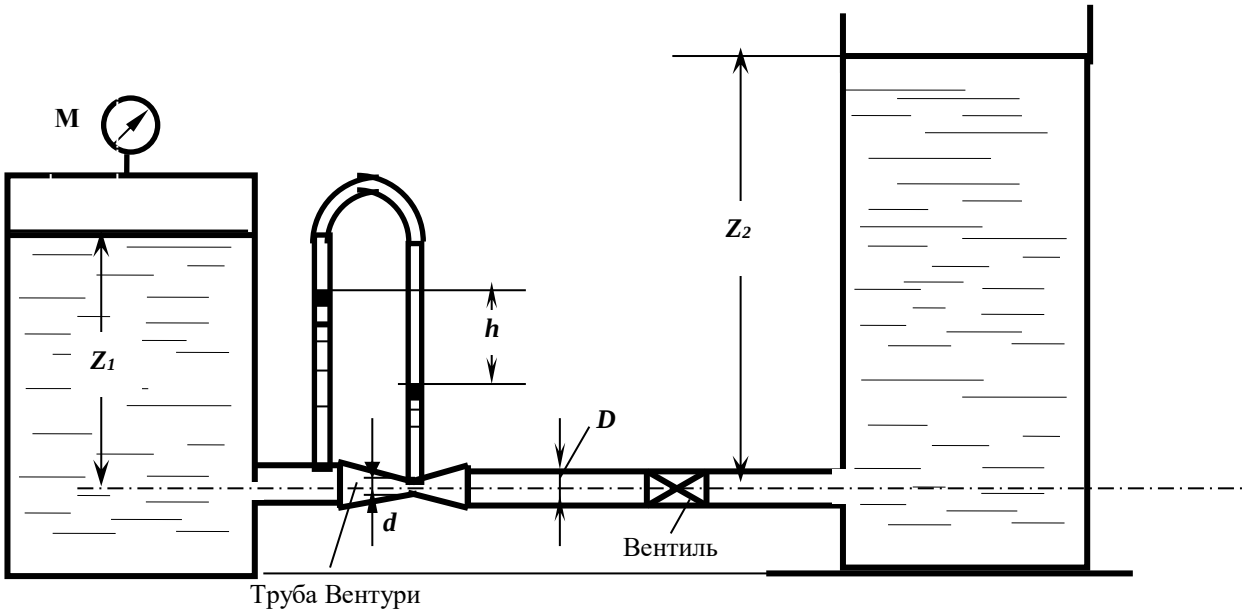
3.Каким прибором определяется полный напор в точке потока жидкости? Начертить схему прибора.

4.Какие внешние факторы вызывают потери напора по длине? Записать расчетные зависимости для определения этих потерь.

5.Определить режим движения жидкости в трубе диаметром $\boldsymbol{d}$ = 50 мм при расходе **Q** = 1,2 л/с, если коэффициент кинематической вязкости жидкости равен $\boldsymbol{\nu} = 0{,}3 \times 10^{-4}$ м^2/с.

Задача

В трубопроводе диаметром $\boldsymbol{D}$ = 100 мм длиной $\boldsymbol{l}$ = 100 м установлен расходомер Вентури с модулем $\boldsymbol{d^2/D^2} = 0{,}3$.Определить расход воды $\boldsymbol{Q}$ по перепаду уровней жидкости в дифманометре $\boldsymbol{h}$ = 0,5 м. Определить избыточное давление на поверхности жидкости в баке, под действием которого происходит движение при следующих данных: $\boldsymbol{Z_1}$ = 2 м, $\boldsymbol{Z_2}$ = 5 м, коэффициенты сопротивления вентиля принять $\zeta_{вен}$= 7,0; трубы Вентури $\zeta_{Вент}$= 0,5; остальные коэффициенты местных сопротивлений по таблице. Труба водопроводная нормальная (коэффициет Дарси при турбулентном режиме можно определить по таблице).



№5

1.Какой трубопровод называется простым?

2.Рассчитать гидравлический радиус потока жидкости в круглой трубе диаметром d = 100 мм и в трубе квадратного сечения со стороной a = 200 мм.

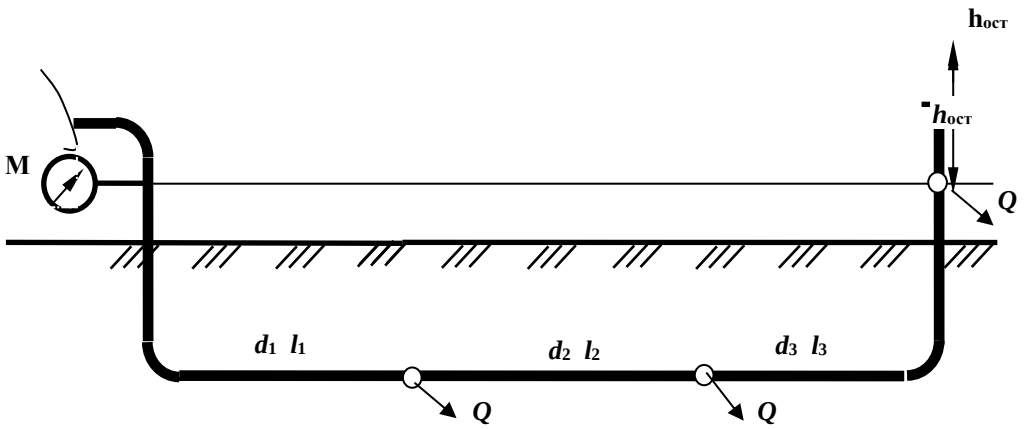
3.Представить уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости, начертить диаграмму уравнения. Дать пояснение всех параметров, входящих в уравнение.

4.Как изменятся потери напора по длине при постоянном расходе, если диаметр трубопровода уменьшится в 2 раза? Показать расчетом.

5.Определить, при каком значении коэффициента кинематической вязкости ν возможен ламинарный режим в трубе d = 50 мм при скорости движения V =1,2 м/с.

Задача

Определить расходы воды у потребителей в системе трех последовательно соединенных труб: d_1 = 200 мм, l_1 = 600 м, d_2 = 150 мм, l_2 = 300 м, d_3 = 100 мм, l_3 = 200 м, если показания манометра в начале системы $p_м$ = 3,0 ат и остаточный напор у потребителя должен быть не менее 10 м. Местные потери принять равными 5% от потерь по длине. Построить пьезометрическую линию.



№6

1.Дать определение ламинарного режима.

2.Определить, при какой скорости воды в трубе диаметром ***d*** = 100 мм будет обеспечен расход **Q** = 2 ,0 л/с.

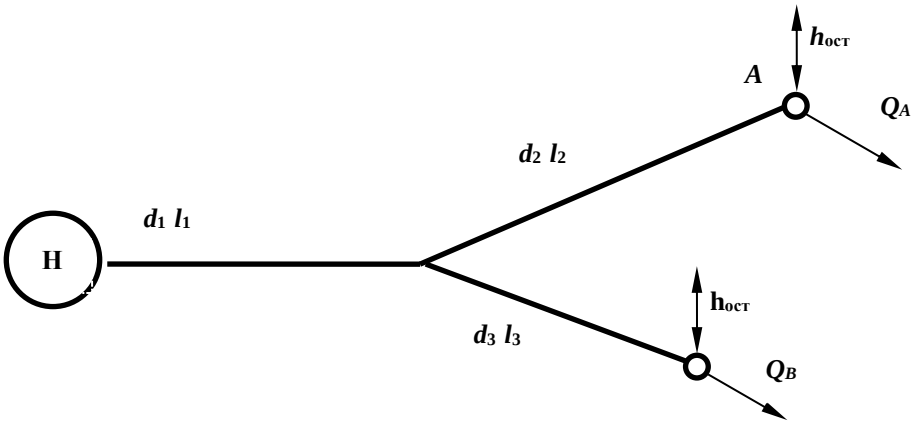
3. Записать уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости, построить диаграмму уравнения, пояснить параметры, входящие в уравнение.

4.Рассчитать потери напора по длине в трубе диаметром ***d*** = 100 мм длиной ***L*** = 10 м при расходе ***Q*** = 8,2 л/с и коэффициенте гидравлического трения λ = 0,04.

5.Определить режим движения воды в трубе диаметром d = 100 мм при скорости V =1,2 м/с, если кинематический коэффициент вязкости $\nu = 10^{-6}$ м^2/с, шероховатость внутренней поверхности трубы Δ=0,5мм. При турбулентном режиме установить область сопротивления.

Задача

Рассчитать тупиковую водопроводную систему, снабжающую водой шахты ***A*** и ***B***, а также определить высоту водонапорной башни ***H*** (действующий напор), если остаточный напор у потребителя должен быть не менее 10 м , расходы шахт составляют Q_A = 40 л/с; Q_B = 60 л/с, эксплуатационная скорость в трубах $V_{экс}$ =1,5 м/с; длины участков: l_1 = 1000 м, l_2 = 1200 м, l_3 = 900 м. Местные потери принять равными 10% от потерь по длине. Построить пьезометрическую линию. Чертеж представлен в плане



№7

1.Охарактеризовать турбулентный режим движения.

2.Определить пропускную способность (расход) для трубы диаметром d = 100 мм при скорости движения потока воды V =1,27 м/с.

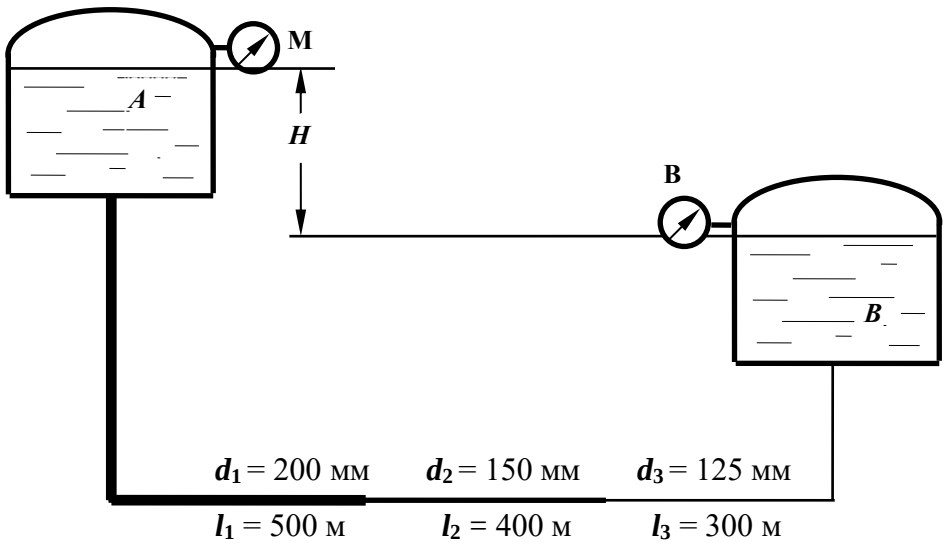
3.Записать уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости, построить диаграмму уравнения. Пояснить параметры, входящие в уравнение.

4.Рассчитать коэффициент гидравлического трения λ для водопроводной трубы d = *100* мм, длиной L = 40 м, если потери напора по длине h_l = 1,5 м при расходе Q = 9 ,5 л/с.

5.Определить режим движения воды в трубе диаметром d = 50 мм с шероховатостью Δ= 1,0 мм при скорости V =1,2 м/с, если кинематический коэффициент вязкости $\nu = 10^{-6}$ м^2/с. Для турбулентного режима установить область сопротивления.

Задача

Расход Q = 20 л/с поступает из напорного бака A в резервуар B по системе последовательно соединенных труб (размеры – на схеме). Определить H при следующих показаниях приборов: $p_{ман}$=0,5 ат, $p_{вак}$= 0,2 ат. Трубы водопроводные нормальные. Местные потери составляют 10% потерь по длине. Построить пьезометрическую линию.



№8

1.Что такое критическая скорость и как ее определить для трубопровода?

2.Определить пропускную способность (расход) для трубы диаметром d = 100 мм, при скорости движения потока воды V =2,0 м/с; какой режим движения в трубе при этой скорости?

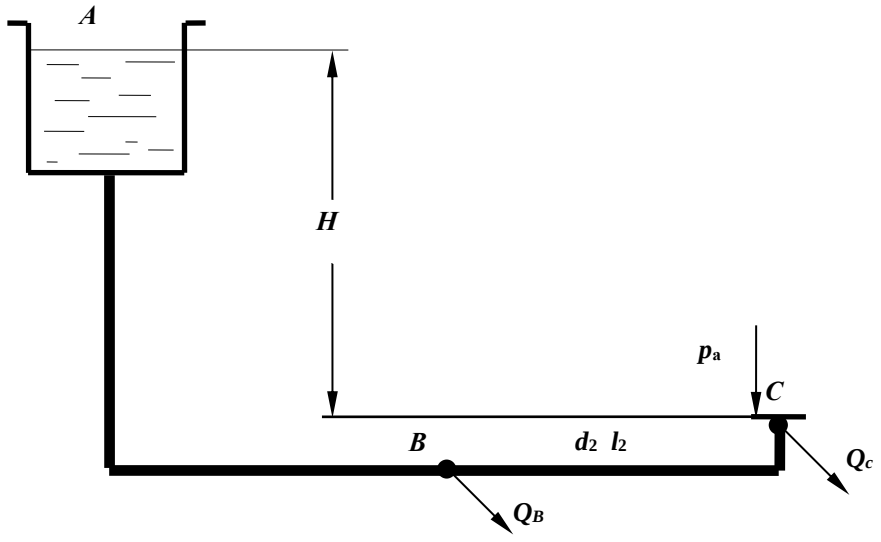
3.Построить диаграмму уравнения Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости; пояснить геометрический смысл уравнения.

4.Как изменятся потери напора по длине, если расход жидкости увеличится в 2 раза, показать расчетом.

5.Определить, при какой скорости возможен ламинарный режим для потока жидкости в трубе диаметром d = 50 мм, если коэффициент кинематической вязкости жидкости равен $\nu = 0{,}3 \times 10^{-4}$ м^2/с.

Задача

Из водонапорного бака A в пункты B и C подаются одинаковые расходы воды $Q_B = Q_c = Q$. Определить величину Q расхода у потребителей, если напор H =15 м, трубы водопроводные, нормальные, соединены последовательно: d_1 = 100 мм, l_1 = 500 м, d_2 = 75 мм, l_2 = 300 м. Местные потери принять равными 5% от потерь по длине.



№9

1.Записать уравнение неразрывности потока.

2.Дать понятие гидростатического напора в сечении потока. Как он определяется экспериментально?

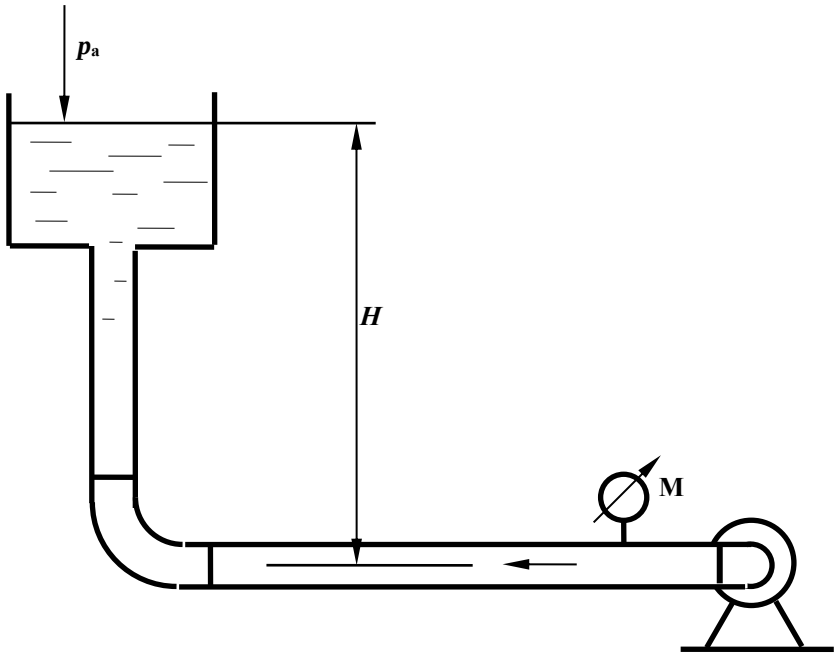
3.Рассчитать при каком значении коэффициента сопротивления пробкового крана $\zeta_{кр}$ будет обеспечен расход **Q** = 1 л/с в трубе диаметром ***d*** = 50 мм, если величина потерь напора в кране составляет $h_{кр}$= 25 см.

4.Определить потери напора по длине в трубе длиной ***L*** = 20 м диаметром ***d*** = 50 мм с абсолютной шероховатостью **Δ**= 0,5 мм при расходе **Q** = 2,5 л/с, если коэффициент кинематической вязкости воды $\nu = 10^{-6}$ м^2/с.

5.Рассчитать гидравлический радиус потока жидкости в круглой трубе диаметром ***d*** = 200 мм и в трубе квадратного сечения со стороной ***a*** = 100 мм.

Задача

Определить манометрическое давление, которое должен создавать насос, чтобы подать воду в количестве ***Q*** = 5 л/с в водонапорный бак на высоту ***H*** = 12 м по трубопроводу длиной ***l*** = 50 м с высотой выступов шероховатости внутренней поверхности трубы $\Delta_э$ = 1мм; при температуре воды ***t*** = 15^{0}С (ν = 0,011463 см^2/с). Диаметр трубы ***d***=150 мм, коэффициент сопротивления колен $\zeta_{кол}$ = 0,29.



№10

1.Определение потерь напора по длине с помощью обобщенных параметров.

2. Рассчитать диаметр трубопровода для пропуска расхода **Q** =4 л/с при скорости ***V*** =1,6 м/с.

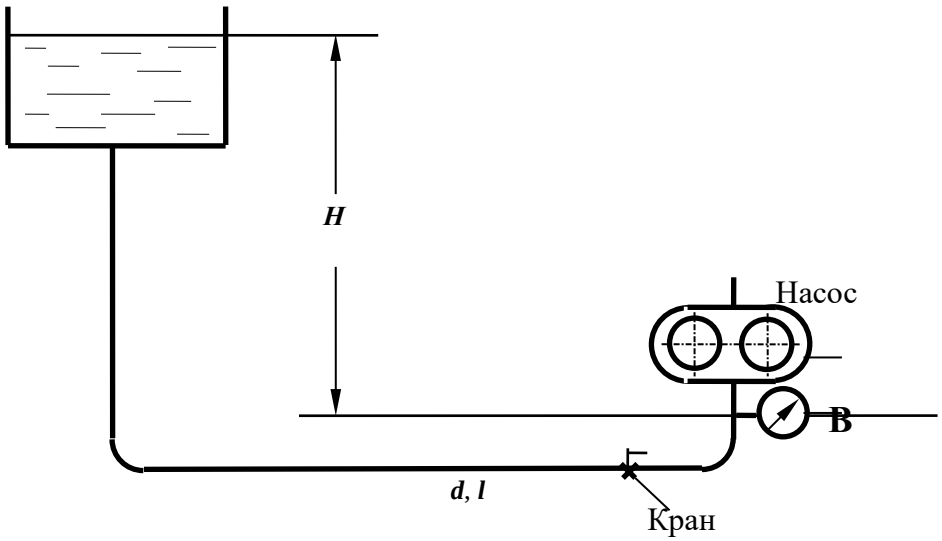
3.Записать уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости, построить диаграмму уравнения. Пояснить параметры, входящие в уравнение, исходя из геометрической интерпретации уравнения.

4.Определить потери напора в пробковом кране $h_{кр}$, если коэффициент сопротивления крана $\zeta_{кр}$= 27,0, а скорость движения воды ***V*** = 2,1 м/с.

5.Определить режим движения жидкости в трубе диаметром ***d*** = 100 мм с абсолютной шероховатостью **Δ**= 0,05 мм при скорости ***V*** =0,21 м/с, если коэффициент кинематической вязкости жидкости $\nu = 0{,}7 \times 10^{-6}$ м^2/с.

Задача

Определить расстояние ***H*** от уровня жидкости в маслобаке, если давление на входе в шестеренный насос системы смазки, подающий расход ***Q*** = 1 л/с машинного масла $p_{вак}$=0,1 ат; $\rho_м$ = 900 кг/м^3, $\nu = 38 \cdot 10^{-6}$ м^2/с, ***d*** = 35 мм, ***l*** = 5 м, , $\zeta_{кр}$ = 4, $\zeta_{кол}$ = 0,3.



№11

1.Дать определение понятия «***гидравлически гладкие стенки***».

2.Определить разность показаний трубки Пито и пьезометра, если скорость в точке установки прибора равна $\boldsymbol{u}$ =0,21 м/с. Начертить схему установки приборов.

3.Как преобразуется уравнение Бернулли при переходе от элементарной струйки идеальной жидкости к элементарной струйке реальной вязкой жидкости; привести формулы, пояснить параметры.

4.Определить разность показаний пьезометров, установленных до и после пробкового крана, если скорость движения воды в трубопроводе равна $\boldsymbol{V}$ =0,8 м/с, а коэффициент сопротивления пробкового крана равен $\zeta_{кр}$= 7,0.

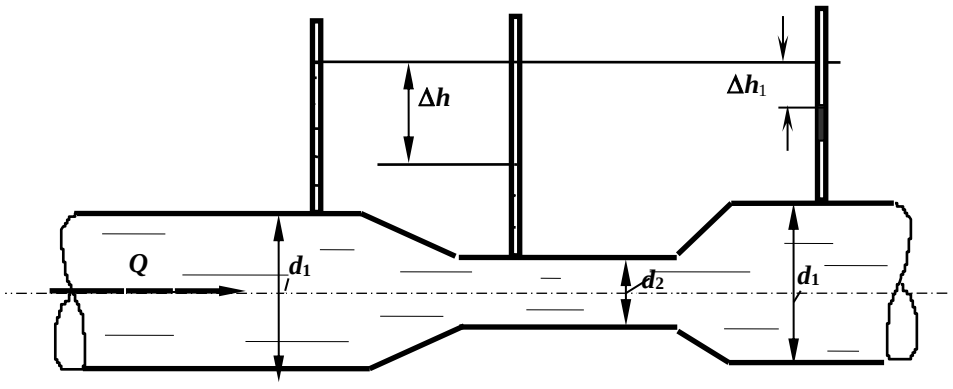
5.Определить, каким должно быть давление в начале трубы для транспортирования воды, если длина участка составляет $\boldsymbol{L}$ = 150 м, диаметр $\boldsymbol{d}$ = 100 мм с абсолютной шероховатостью Δ= 0,5 мм, показание манометра в конце участка $\boldsymbol{p}$ = 0,7 ат, пропускная способность трубы равна $\boldsymbol{Q}$ = 6,3 л/с, кинематической коэффициент вязкости жидкости ν = 10^{-6} м^2/с.

Задача

Определить разность показаний пьезометров $\Delta\boldsymbol{h}$, установленных на водомере Вентури с диаметрами $\boldsymbol{d_1}$ = 100 мм, $\boldsymbol{d_2}$ = 50 мм, если расход воды равен $\boldsymbol{Q}$ = 3 л/с.

Потерями напора в водомере пренебречь, коэффициент Кориолиса α принять равным 1.

Найти также $\Delta\boldsymbol{h}_1$ для случая учета сопротивления трубы Вентури , если принять $\zeta_{\text{Вентури}}$= 0,5.



№12

1.Каким должен быть коэффициент сопротивления вентиля, чтобы при пропускной способности трубопровода Q = 2,5 л/с потери напора в вентиле составили $h_{вент}$= 32 см. Диаметр трубопровода равен d = 50 мм.

2.Определить скорость по оси потока жидкости в горизонтальной трубе, если показание трубки Пито, установленной по оси потока равно 100 мм, а показание пьезометра – 50 мм. Начертить схему установки приборов.

3.Записать уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, начертить диаграмму уравнения.

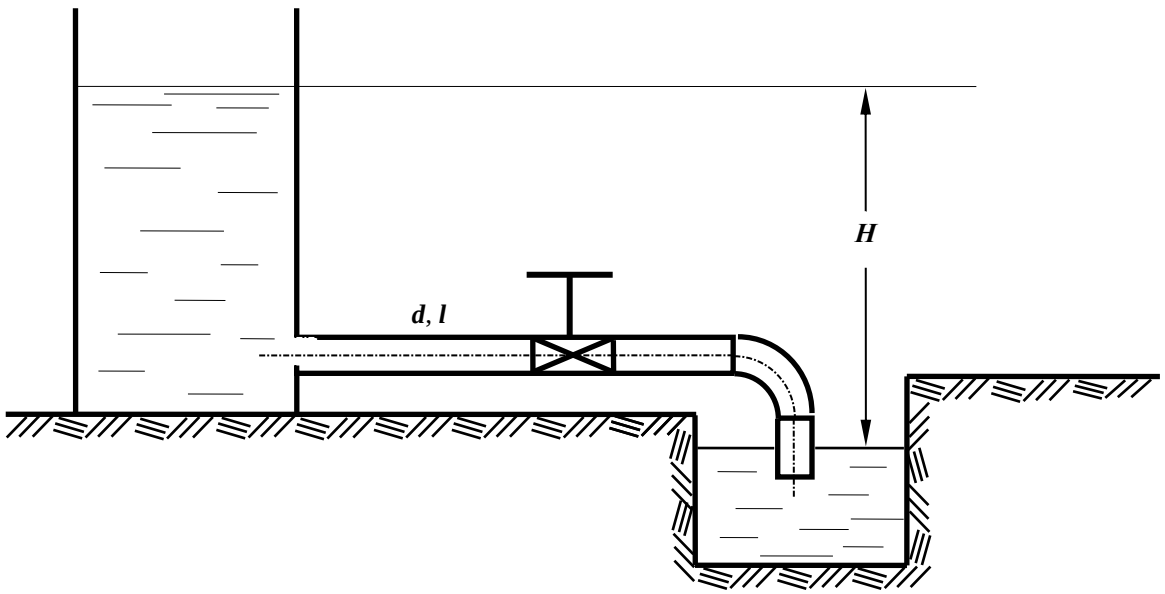
4.Разность показаний пьезометров, установленных на расстоянии L = 5 м в горизонтальной водопроводной трубе диаметром d = 50 мм, равна 30 см. Определить коэффициент гидравлического трения (λ), если расход воды составляет Q = 2,5 л/с.

5.Что такое квадратичная область сопротивления?

Задача

Определить, какой должна быть разность уровней трансформаторного масла в резервуаре и отстойнике, чтобы по трубе диаметром d = 50 мм и длиной l = 25 м проходил расход Q = 3,0 л/с. На трубе установлен пробковый кран с углом открытия α = 20°. Кинематический коэффициент вязкости масла

$\nu = 0{,}38 \cdot 10^{-4}$ м^2/с.



№13

1.Пояснить, какие параметры составляют гидравлическую характеристику сечения потока. Дать определения.

2.В горизонтальной трубе с плавным сужением скорость в первом сечении равна V =0,5 м/с, пьезометрический напор – $p_1/\rho g$ = 0,8 м. Рассчитать пьезометрический напор во втором сечении, если диаметр трубы уменьшится в два раза.

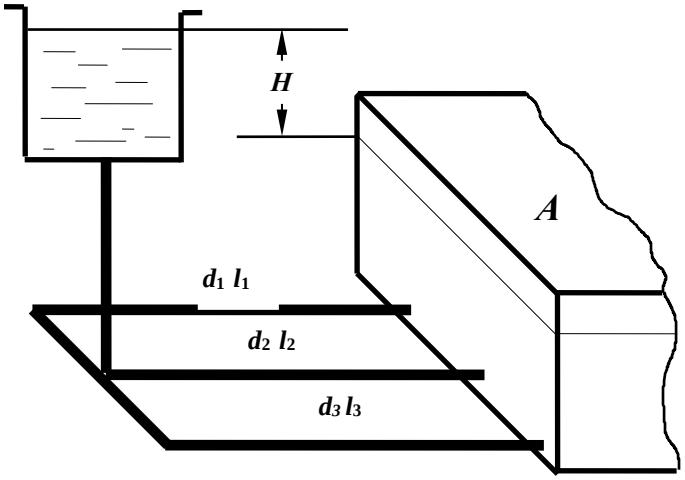
3.Как преобразуется уравнение Бернулли при переходе от элементарной струйки идеальной жидкости к элементарной струйке реальной жидкости. Записать уравнения.

4. Рассчитать критическую скорость для потока бензина в трубе диаметром d = 50 мм, если кинематический коэффициент вязкости бензина равен $\nu = 0{,}7 \times 10^{-6}$ м^2/с.

5.Определить давление в начале водопроводной стальной трубы длиной L =200 м, диаметром d = 100 мм с абсолютной шероховатостью Δ= 0,5 мм, если показание манометра в конце участка p = 0,9 ат, пропускная способность трубы равна Q = 5,3 л/с, кинематической коэффициент вязкости жидкости $\nu = 10^{-6}$ м^2/с.

Задача

В бассейн A из напорного бака через три параллельно соединенных трубопровода поступает расход Q = 50 л/с. Определить необходимый напор H и расход в каждом трубопроводе, трубы водопроводные, нормальные; область сопротивления - квадратичная. Местные потери напора принять равными 10% от потерь по длине. Размеры труб: d_1=150 мм; l_2=450м d_2 =100 мм; l_2=400м; d_3=200мм; l_3=420м.



№14

1.Записать дифференциальные уравнения движения жидкости (уравнения Эйлера).

2.Рассчитать скоростной напор потока воды в трубе диаметром d = 100 мм, если при таком же расходе скоростной напор в трубе диаметром d = 50 мм равен 0,2 м.

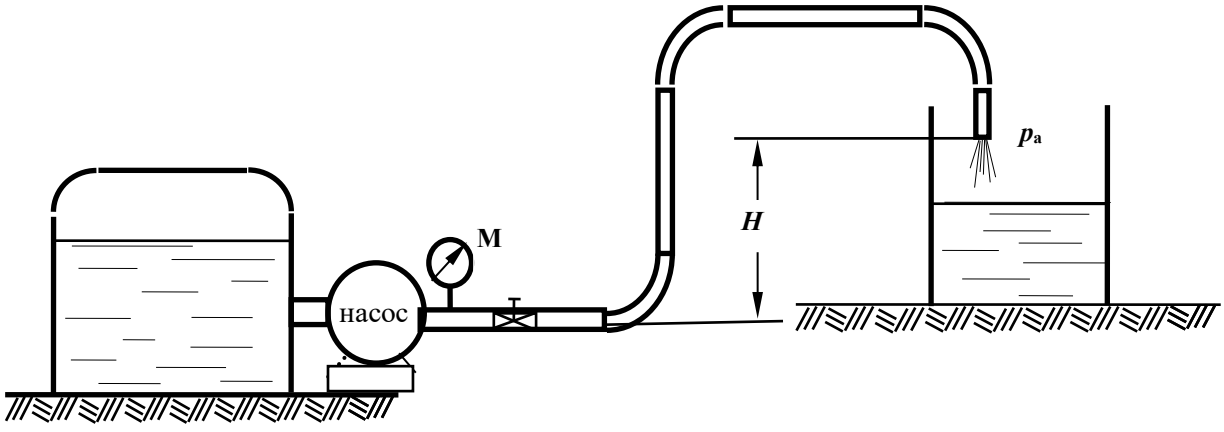
3.Записать уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости. Дать пояснения параметров, входящих в уравнение, учитывая его геометрическую интерпретацию. Построить диаграмму уравнения.

4.При какой скорости потока воды произойдет переход от ламинарного режима к турбулентному в стеклянной трубе диаметром d = 30 мм, если кинематический коэффициент вязкости равен $\nu = 10^{-6}$ м^2/с.

5.Определить потери напора при подаче воды по трубопроводу диаметром d = 50 мм и длиной l=150 м при скорости потока V=1,3 м/с и температуре 10^0С (ν=0,0131 см^2/с). Трубы стальные, новые (Δ=0,05мм).

Задача

Определить длину трубопровода диаметром d = 100 мм (Δ = 0,5 мм), с помощью которого бензин ($\rho_б$ = 700 кг/м^3 и ν = 3,0·10^{-6}м^2/с) может быть поднят на высоту H = 12 м при пропускной способности Q = 6 л/с, если показания манометра, установленного после насоса, $p_м$ = 1,2 ат. Истечение бензина происходит в атмосферу. Сумму коэффициентов местных сопротивлений принять равной $\sum\zeta$ = 6,0.



№15

1.Пояснить понятие ***коэффициент расхода трубопровода.***

2. Определить сторону ***a*** квадратного сечения трубопровода пропускной способностью ***Q*** = 2,5 л/с при скорости движения жидкости ***V*** = 1,0 м/с.

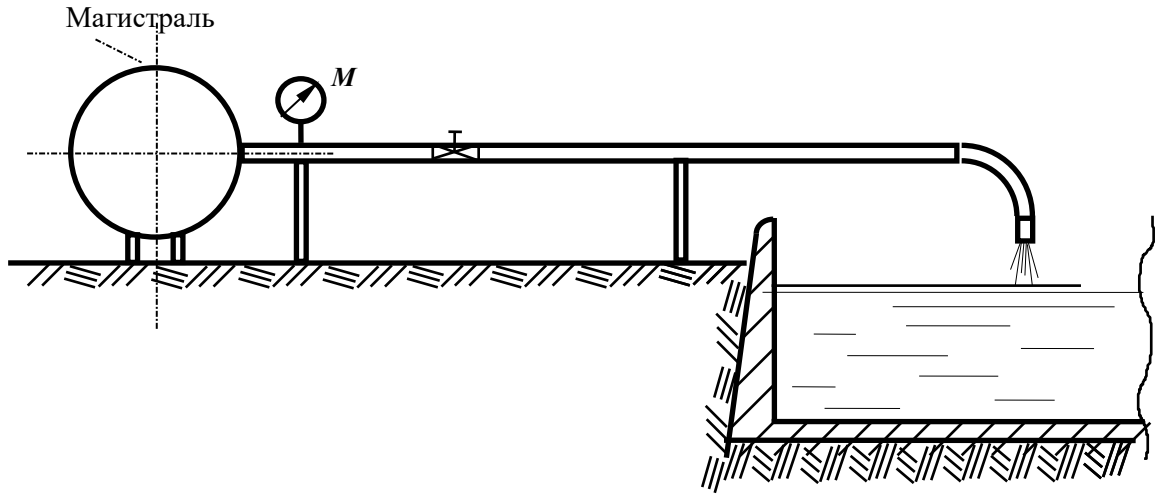
3.Как преобразуется уравнение Бернулли при переходе от элементарной струйки реальной жидкости к целому потоку? Записать уравнения.

4.Определить при какой скорости движения воды в водопроводной трубе диаметром ***d*** = 50 мм и длиной ***L*** = 40 м потери напора по длине составят h_l = 30 см. Коэффициент гидравлического трения λ = 0,03.

5. Определить давление в конце водопроводной трубы длиной ***L*** = 150 м, диаметром ***d*** = 100 мм (Δ= 1,0 мм), если показание манометра в начале трубы ***p*** = 0,87 ат, расход составляет ***Q*** = 6,3 л/с ($\nu = 10^{-6}$ м^2/с).

Задача

Определить какой объем воды (***W***) наполнится в бассейне за 30 мин. через нормальную водопроводную трубу длиной ***l*** = 50 м и диаметром ***d*** = 100 мм, присоединенную к магистральному трубопроводу с избыточным давлением $p_м$ = 100 кПа, если на трубе установлен пробковый кран с углом закрытия $\alpha = 30^o$ и одно колено.



№16

1. Назвать области сопротивления турбулентного режима, пояснить как их определить при расчете.

2. Определить показание пьезометра, установленного в сечении трубы, если показание трубки Пито в центре этого сечения равно 150 мм. Скорость по оси потока принять равной $\boldsymbol{u}$ =1,0 м/с.

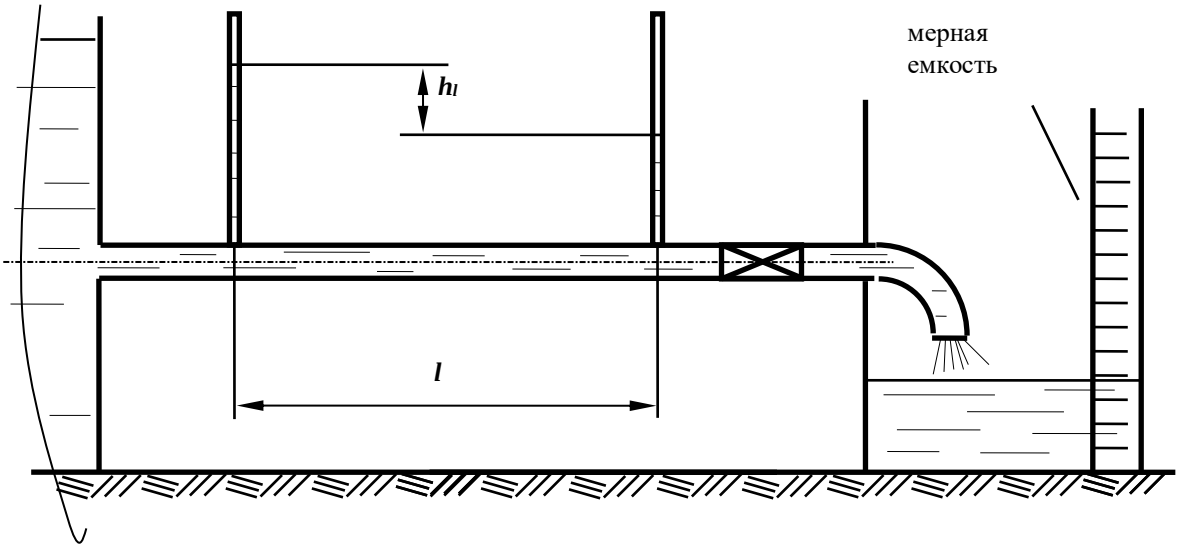
3. Чем отличается уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости от уравнения для элементарной струйки реальной жидкости? Начертить диаграммы для каждого случая.

4. Рассчитать критическую скорость для потока нефти в трубе диаметром $\boldsymbol{d}$ =150 мм, если коэффициент кинематической вязкости нефти равен $\boldsymbol{\nu} = 1{,}4 \times 10^{-4}$ м^2/с.

5. Определить давление в конце водопроводной трубы длиной $\boldsymbol{L}$ = 150м, диаметром $\boldsymbol{d}$ = 100 мм ($\boldsymbol{\Delta}$= 1,0 мм), если показание манометра в начале трубы $\boldsymbol{p}$ = 0,87 ат, расход составляет **Q =** 6,3 л/с ($\boldsymbol{\nu} = 10^{-6}$ м^2/с).

Задача

Определить разность показаний пьезометров, выведенных на расстоянии $\boldsymbol{l}$ = 20 м на стальной трубе диаметром $\boldsymbol{d}$ = 50 мм с эквивалентной шероховатостью $\boldsymbol{\Delta_э}$ = 0,5 мм, если за 30 сек. в мерную емкость набирается 50 литров воды. Кинематический коэффициент вязкости воды равен $\boldsymbol{\nu} = 0{,}0115 \cdot 10^{-4}$ м^2/с.



№17

1.Записать уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, начертить диаграмму уравнения для трех сечений трубы переменного сечения.

2.Как изменятся потери напора по длине при постоянном расходе, если диаметр трубопровода увеличить в 2 раза? Показать расчетом.

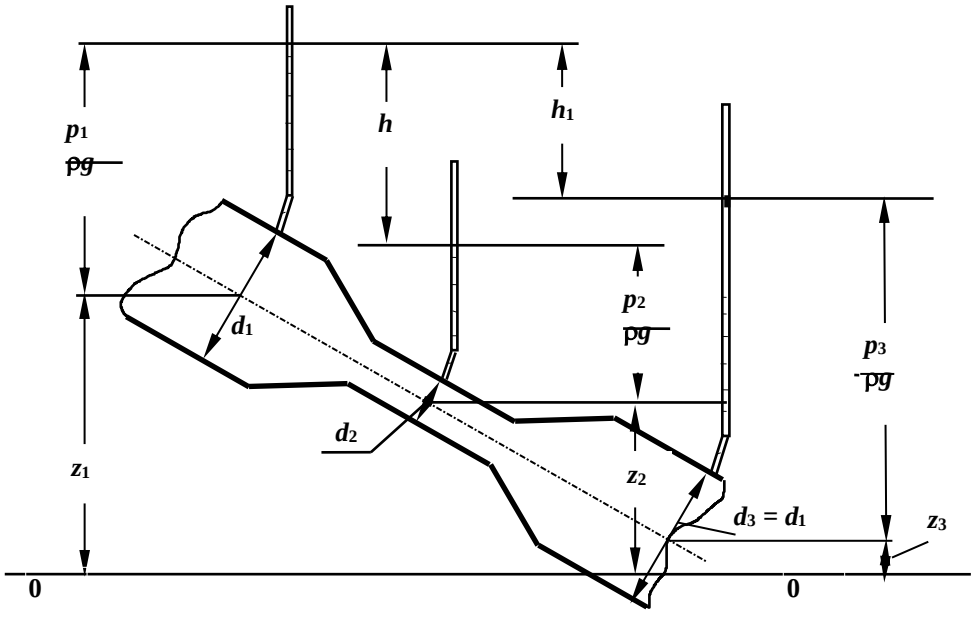
3.Рассчитать скорость по оси потока, если разность показаний трубки Пито, установленной в центре сечения, и пьзометра в этом же сечении равно 10 см. Нарисовать схему установки приборов.

4.Какой должна быть скорость протекания воды через пробковый кран с коэффициентом сопротивления $\zeta_{кр}$= 6, чтобы потери напора в кране составили $h_{кр}$ = 30 см.

5.Определить разность показаний пьезометров, установленных на горизонтальной стальной трубе d = 50 мм на расстоянии L = 25 м при расходе **Q =** 1,7 л/с ($\Delta_э$ = 0,5 мм), кинематический коэффициент вязкости воды равен $\nu = 0{,}0115 \cdot 10^{-4}$ м^2/с.

Задача

На трубопроводе установлен расходомер Вентури. Определить расход воды, протекающей по трубопроводу, если h = 20 см; d_1 = 100 мм; d_2 = 50 мм. Потерями напора между первым и вторым сечениями пренебречь. Учитывая потери напора между первым и третьим сечениями, найти коэффициент местного сопротивления трубы Вентури, если h_1 = 15 см.



№18

1. Определить диаметр трубопровода при течении воды с критической скоростью при расходе **Q =** 1,8 л/с; кинематический коэффициент вязкости воды равен $\nu = 0{,}0115 \cdot 10^{-4}$ м^2/с.

2.При движении воздуха в вентиляционной трубе квадратного сечения со стороной a = 400 мм расход составляет **Q =** 2,4 л/с. Определить скорость движения воздуха в трубе.

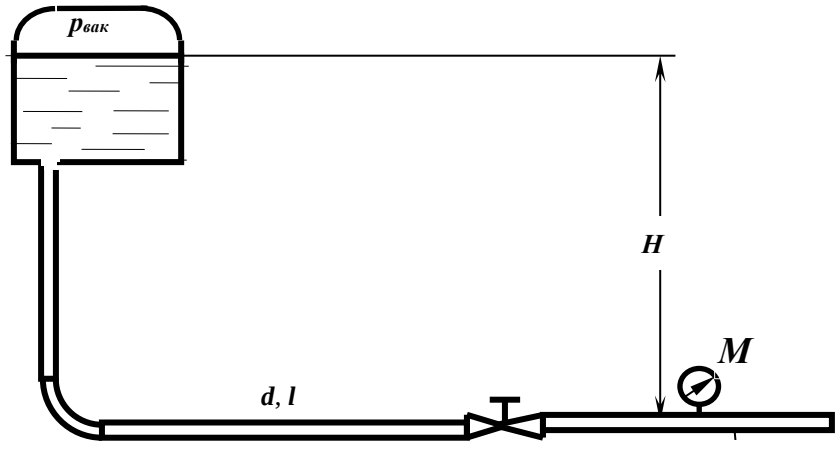
3.Записать уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, начертить диаграмму уравнения, пояснить энергетический смысл членов уравнения.

4.Показание первого пьезометра, установленного по ходу движения масла в трубе диаметром d = 50 мм, равно h_1= 1,5 м. Определить показание второго пьезометра h_2 на расстоянии L = 20 м, если расход составляет **Q =** 2,0 л/с.
Кинематический коэффициент вязкости масла принять $\nu = 0{,}3 \cdot 10^{-4}$ м^2/с.

5.В горизонтальной трубе с плавным сужением скорость в первом сечении равна V =0,8 м/с, пьезометрический напор – $p_1/\rho g$ = 0,8 м. Рассчитать пьезометрический напор во втором сечении, если диаметр трубы уменьшится в два раза.

Задача

Определить показание манометра, установленного на трубе диаметром d = 150 мм длиной L = 20 м, подающей в закрытый бак с вакуумметрическим давлением на поверхности жидкости $p_{вак}$ = 0,1 ат масло трансформаторное (ρ = 880кг/м^3, $\nu = 28 \cdot 10^{-6}$ м^2/с) при расходе Q = 5,0 л/с на высоту H = 12 м. Труба стальная новая, коэффициент сопротивления задвижки $\zeta_{задв}$= 6.



№19

1.Дать определение понятия ***гидравлический радиус.***

2.Определить диаметр трубы для пропуска воды с расходом $\boldsymbol{Q}$ = 2,4 л/с при скорости $\boldsymbol{V}$ = 1,1 м/с.

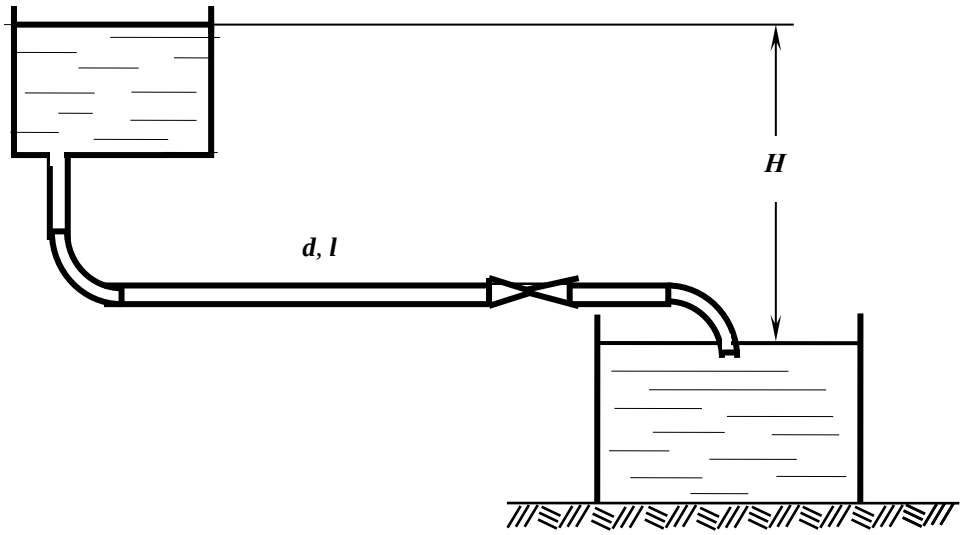
3.Записать уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости, построить диаграмму уравнения. Пояснить параметры, входящие в уравнение, исходя из геометрической интерпретации уравнения.

4.Определить разность показаний пьезометров, установленных на горизонтальной трубе $\boldsymbol{d}$ = 50 мм на расстоянии $\boldsymbol{L}$ = 5 м при расходе $\boldsymbol{Q}$ = 3,14 л/с; коэффициент Дарси принять равным 0,04.

5.Определить режим движения воды и нефти в трубе диаметром $\boldsymbol{d}$ = 10 см при скорости движения $\boldsymbol{V}$ = 25 см/с. Кинематический коэффициент вязкости воды $\nu_в$= 0,01 см^2/с; нефти - $\nu_н$ = 0,5 см^2/с.

Задача

Определить расход воды, вытекающей из бака через трубу длиной $\boldsymbol{l}$ = 10 м и диаметром $\boldsymbol{d}$ = 50 мм под напором $\boldsymbol{H}$ = 4 м. Коэффициент сопротивления крана принять равным $\zeta_{кр}$= 6. Труба стальная новая. Учесть все местные сопротивления



№20

1.Дать определение ламинарного и турбулентного режима.

2.Определить критическую скорость движения воды по трубам диаметрами d = 10 см и 0,1 см. Кинематический коэффициент вязкости воды $\nu_в$= 0,01 см^2/с.

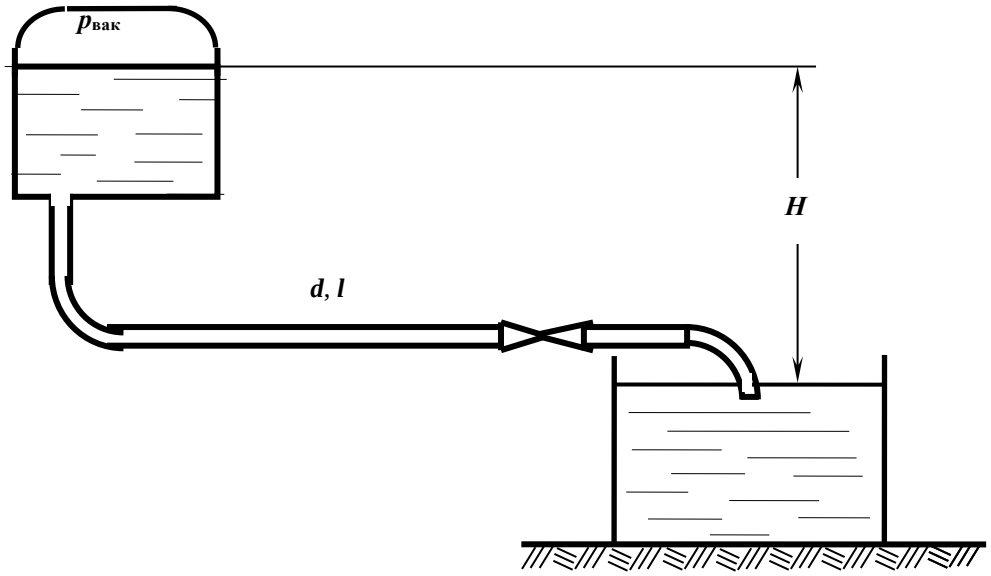
3.Каков геометрический и энергетический смысл каждого члена уравнения Бернулли в отдельности и всего уравнения в целом?

4.Как изменятся потери напора по длине, если расход жидкости уменьшится в 2 раза, показать расчетом.

5.Определить потери напора по длине в трубе длиной L = 20 м диаметром d = 50 мм с абсолютной шероховатостью Δ= 0,5 мм при расходе Q = 2,5 л/с, если кинематический коэффициент вязкости воды ν = 10^{-6} м^2/с.

Задача

Жидкость плотностью ρ = 700 кг/м^3 с кинематическим коэффициентом вязкости ν =3х10^{-6} м^2/с подается из бака по трубе длиной l = 10 м и диаметром d = 50 мм под напором H = 1 м. Определить расход, если показание вакуумметра $p_{вак}$= 5 кПа. Коэффициент сопротивления задвижки $\zeta_{задв}$ = 5,5, шероховатость трубы Δ= 0,2 мм.



№21

1.По каким признакам движение делится на установившееся и неустановившееся?

2.Чему равен гидравлический радиус в прямоугольном лотке шириной b = 1 м и глубиной наполнения h = 0,5 м?

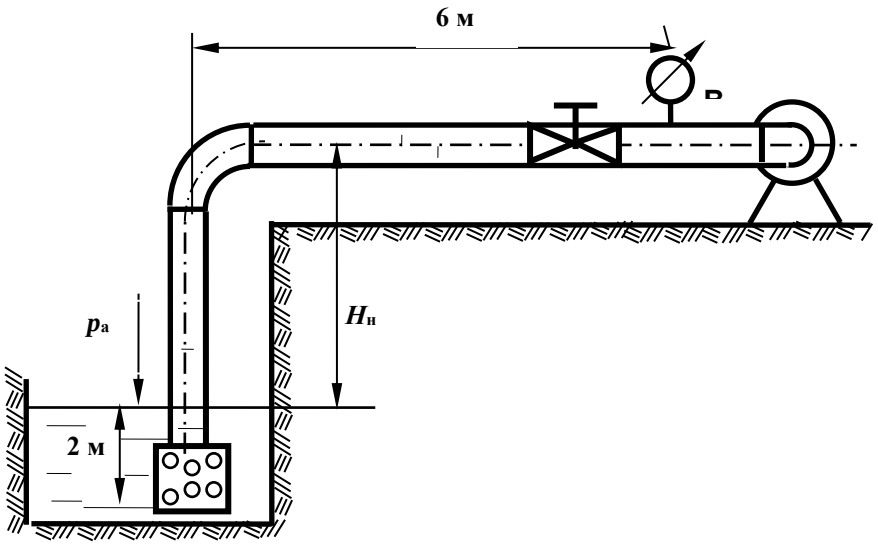
3.Записать уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, начертить диаграмму уравнения, пояснить энергетический смысл членов уравнения

4.Сравнить потери напора по длине в стальной трубе круглого и квадратного сечения при равных длине, площади живого сечения и скоростях движения воды и эквивалентной шероховатости: l =100 м, ω = 0,03 м^2, V =1,0 м/с, Δ = 0,2 мм.

5.Определить расход воды в трубе диаметром d_1 = 250 мм, имеющей плавное сужение до диаметра d_2 =125 мм, если показание пьезометров: до сужения h_1 = 50 см, в сужении h_2 = 30 см.

Задача

Насос, перекачивающий жидкость с плотностью ρ = 900 кг/м^3 и вязкостью ν = 0,5х10^{-4}м^2/с, в количестве Q = 40 л/с, создает во всасывающей линии вакуум $p_{вак}$= 350 мм рт.ст., не вызывая разрыва сплошности потока. Диаметр трубопровода равен d = 200 мм. Найти высоту установки насоса $H_н$, при атмосферном давлении 750 мм рт.ст. и коэффициенте сопротивления задвижки $\zeta_{задв}$= 2.



№22

1.Что такое трубка тока и элементарная струйка? Каковы их свойства?

2.Как зависит средняя скорость от площади живого сечения? Что будет со средней скоростью, если площадь живого сечения увеличивается? уменьшается? остается постоянной(

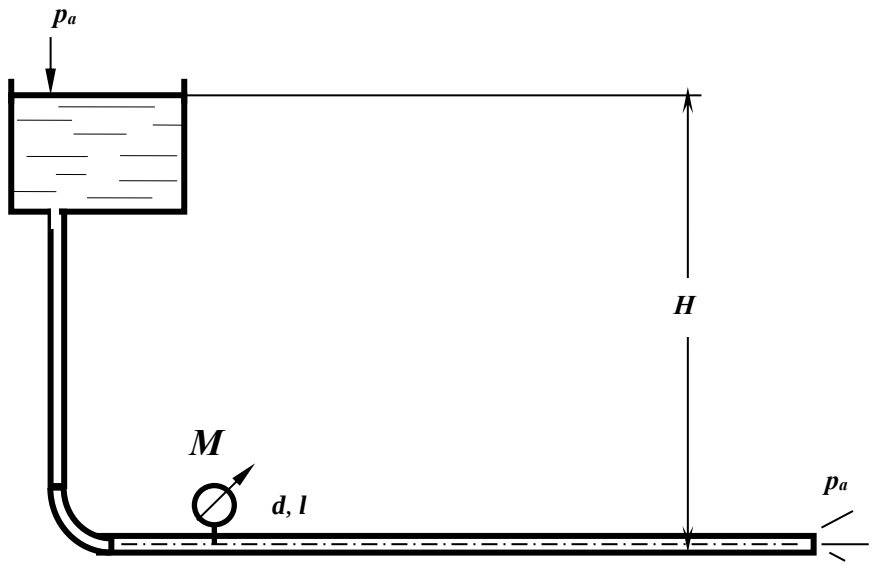
3.Как преобразуется уравнение Бернулли при переходе от элементарной струйки идеальной жидкости к элементарной струйке вязкой жидкости? Как изменится диаграмма уравнения?

4.По трубопроводу диаметром d = 150 мм перекачивается мазут с плотностью ρ = 900 кг/м^3.Определить объемный расход Q и среднюю скоростьV, если весовой расход составляет G =500 Н/час.

5.Определить, при какой скорости возможен ламинарный режим для потока жидкости в трубе диаметром d = 150 мм, если коэффициент кинематической вязкости жидкости равен $\nu = 0{,}3 \times 10^{-4}$ м^2/с.

Задача

Определить, на каком расстоянии от водонапорного бака установлен манометр, показания которого $p_м$ =48 кПа, если длина трубопровода l = 1000 м, диаметр d = 100 мм, H = 10 м, $\Delta_э$= 0,2 мм; принять режим турбулентный, область сопротивления квадратичная.



№23

1.Проанализировать и объяснить возможное положение напорной и пьезометрической линии потока вязкой жидкости. Может ли каждая из них быть горизонтальной, иметь уклон в сторону движения или против него? В каких случаях?

2.Чему равен смоченный периметр в безнапорной трубе диаметром d = 1 м и глубиной наполнения h = 0,5 м?

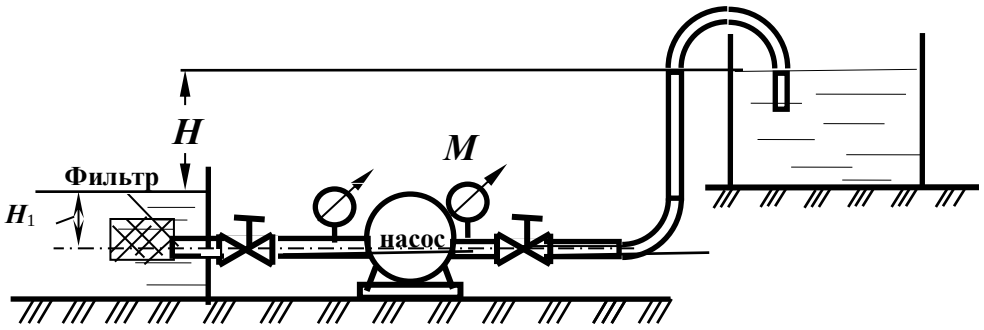
3.В каком смысле следует понимать определение ***потери энергии,*** учитывая, что уравнение Бернулли – закон сохранения энергии при движении жидкости? Может ли потерянная энергия снова перейти в механическую энергию движущегося потока?

4.Чему равна скорость V_1 в напорном трубопроводе, если в сечении 1-1 внутренний диаметр трубы равен d_1 =10 см, а в сечении 2-2 диаметр d_2 = 5см и скорость V_2=1 м/с?

5. Определить давление в конце водопроводной трубы длиной L = 100м, диаметром d = 100 мм (Δ= 1,0 мм), если показание манометра в начале трубы p = 0,96 ат, расход составляет Q = 4,2 л/с ($\nu = 10^{-6}$ м^2/с).

Задача

Насос подает дизельное топливо из нижнего бака в верхний. Определить напор, создаваемый насосом, и его полезную мощность, если плотность жидкости $\rho_б$ = 800 кг/м^3 и кинематическая вязкость $\nu = 3{,}0\cdot10^{-6}$м^2/с**.** Геометрические параметры всасывающего трубопровода: $d_{вс}$ = 125 мм, длина $l_{вс}$= 10 м; нагнетательного трубопровода - $d_н$ = 100 мм, $l_н$= 800 м, эквивалентная шероховатость Δ = 0,5 мм. Высота подъема топлива H = 20 м при подаче Q = 16 л/с, показания манометра, установленного после насоса, $p_м$ = 1,2 ат. Эквивалентную длину в линии нагнетания принять равной 20 м. В линии всасывания учесть потери напора в фильтре ($\zeta_ф$=17) и в полностью открытом вентиле.



№24

1.Что такое гидравлический уклон? Может ли он быть положительным? отрицательным?

2.Какую размерность имеет число Рейнольдса? Чему равно критическое число Рейнольдса? Как найти критическую скорость?

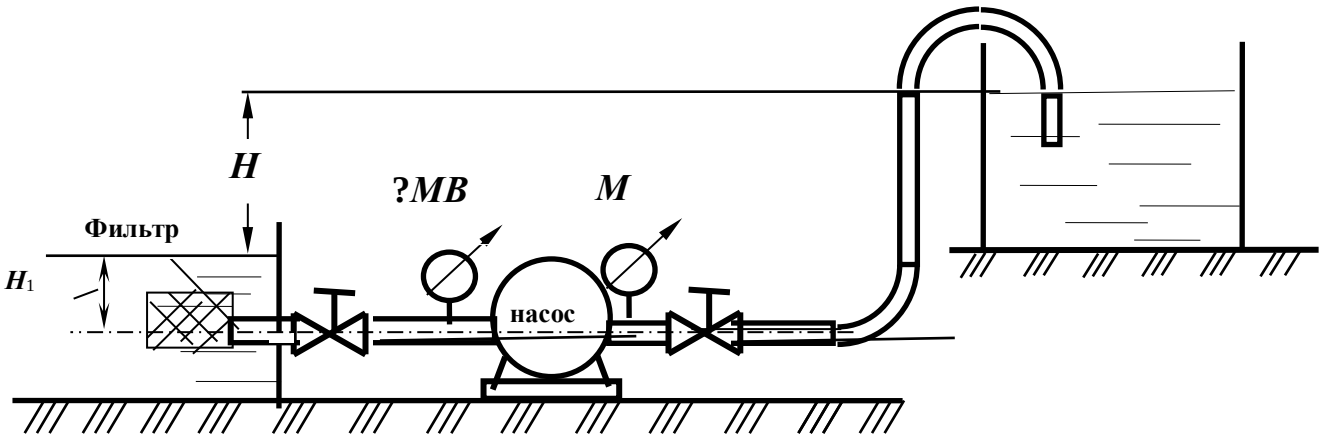
3.Как изменится расход воды в новой стальной трубе диаметром d = 100 мм и длиной L = 100 м, если потери напора составляют 0,5 м, а температура воды изменилась от 5° до 20°С?

4.Построить диаграмму уравнения Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости; пояснить энергетический смысл уравнения.

5.Определить расходы воды в квадратной и круглой трубе при площади живого сечения ω = 0,002 м^2, Δ = 0,2 мм, если потери напора в этих трубах одинаковы и равны 0,2 м, а длина каждой трубы: l =100 м.

Задача

Насос подает дизельное топливо из нижнего бака в верхний. Определить тип прибора, установленного перед входом в насос при H_1= 3 м, если плотность жидкости $\rho_б$ = 800 кг/м^3 и кинематическая вязкость ν = 3,0·10^{-6}м^2/с; расход Q = 16 л/с; геометрические параметры всасывающего трубопровода: $d_{вс}$ = 125 мм, длина $l_{вс}$= 10 м; учесть потери напора в фильтре ($\zeta_ф$=17) и в полностью открытом вентиле.



№25

1.Что такое ***местные*** потери напора и потери напора ***по длине*** потока? Какова природа и физическая сущность этих явлений?

2.Под каким давлением находится напорный поток вязкой жидкости, если пьезометрическая линия проходит ниже, выше или совпадает с продольной осью потока?

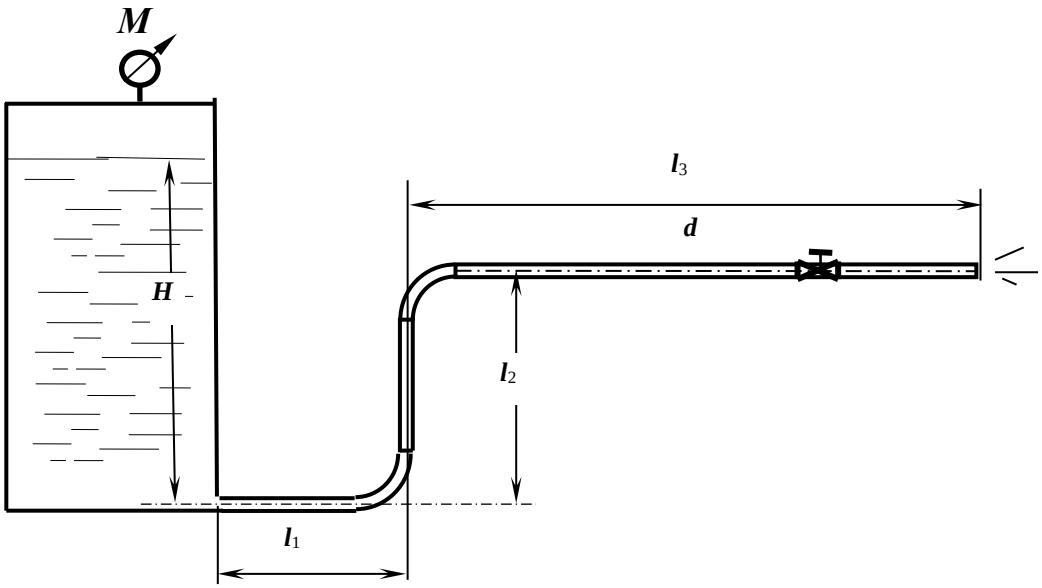
3.Определить давление в начале трубопровода диаметром d = 150 мм и длиной L = 10 км, при подаче жидкости с плотностью ρ = 880 кг/м^3 и вязкостью ν = 1,09 Ст при весовом расходе **G** =12000 Н/сутки. Конечная точка трубопровода лежит выше начальной на 100 м, а давление в конце трубопровода p_2 =1,5 ати.

4.Определить режим движения воды и нефти в трубе диаметром d = 10 см при расходе равном 250 см^3/с. Кинематический коэффициент вязкости воды $\nu_в$= 0,01 см^2/с; нефти – $\nu_н$ = 0,5 см^2/с.

5.Что такое зона квадратичного сопротивления турбулентного режима? Как она определяется при расчете?

Задача

Чему равен напор H, необходимый для обеспечения расхода воды Q = 20 л/с трубопроводе диаметром d = 100 мм и с длинами l_1 = 10 м, l_2 = 4 м, l_3 = 40 м при показании манометра $p_{ман}$=0,1 ат, труба старая, сильно загрязненная, вентиль полностью открытый. Учесть все местные сопротивления.



№26

1.Какое движение жидкости называется равномерным?

2.Определить разность показаний трубки Пито и пьезометра, если скорость в точке установки прибора равна $\boldsymbol{u}$ =1,21 м/с. Начертить схему установки приборов.

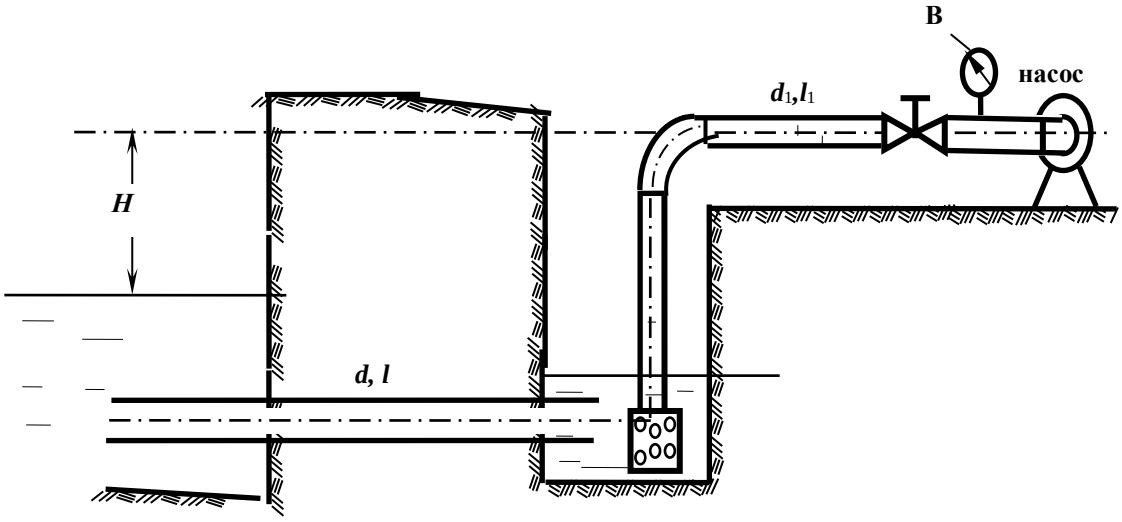
3.Представить уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости, начертить диаграмму уравнения.

4.Определить потери напора по длине в трубе длиной $\boldsymbol{L}$ = 200 м диаметром $\boldsymbol{d}$ = 50 мм с абсолютной шероховатостью Δ= 0,01 мм при расходе $\boldsymbol{Q}$ = 2,5 л/с, если коэффициент кинематической вязкости воды $\nu = 10^{-6}$ м^2/с.

5.Определить, при какой скорости возможен ламинарный режим для потока жидкости в трубе диаметром $\boldsymbol{d}$ =150 мм, если коэффициент кинематической вязкости жидкости равен $\nu = 0{,}3\text{x}10^{-4}$ м^2/с.

Задача

Вода ($\nu = 10^{-6}$м^2/с) из озера по самотечному трубопроводу ($\boldsymbol{d}$ = 200 мм, $\boldsymbol{l}$ = 50 м) поступает в береговой колодец, откуда насосом подается в промысловый водопровод. Подача насоса $\boldsymbol{Q}$ = 60 л/с, его всасывающая линия ($\boldsymbol{d}_1$ = 150 мм, $\boldsymbol{l}_1$ = 15 м) имеет сетку с обратным клапаном, колено и вентиль. Все трубы сварные, умеренно заржавевшие, $\boldsymbol{H}$ = 3 м. Определить вакуум в трубе перед насосом.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
методическому комплексу

_____С.А.Упоров

РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

ОТКРЫТАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

«Технологические расчеты параметров и процессов открытых горных работ»

Специальность

21.05.04 Горное дело

форма обучения: очная, заочная

квалификация выпускника: **Горный инженер (специалист)**

Автор: Костин А.Л., ст. преп.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической горно-технологического факультета (ГТФ)
Разработки месторождений открытым способом	
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Лель Ю.И.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 337 от 19.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.19
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

Оглавление

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. ***Графическое изображение элементов горных работ……*** 3

Контрольные вопросы…… 13

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2. ***Определение объема капитальной траншеи……..*** 14

Контрольные вопросы…… 16

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. ***Определение объема, размеров, производительности и срока службы карьера, запасов полезного ископаемого и коэффициента вскрыши……*** 17

Контрольные вопросы…… 22

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. ***Расчет заряда одиночной скважины……*** 23

Контрольные вопросы…… 27

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. ***Расчет производительности бурового станка……....*** 29

Контрольные вопросы…… 32

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6. ***Расчет производительности карьерных экскаваторов…….*** 33

Контрольные вопросы…… 36

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7. ***Определение производительности карьерных автосамосвалов…..*** 37

Контрольные вопросы…… 41

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. ***Конструкция рабочего и нерабочего бортов карьера…….*** 42

Контрольные вопросы…… 46

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9. ***Расчет бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте……*** 47

Контрольные вопросы…… 51

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ И РЕКОМЕНДУЕМЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ…… 51

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 *Исходные данные к лабораторной работе № 1 "Графическое изображение элементов горных работ"*…… 52

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 *Исходные данные к лабораторной работе № 2 «Определение объема капитальных траншей»*…… 58

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 *Исходные данные к лабораторной работе № 3 «Определение объема, размеров, производи-тельности и срока службы карьера, запасов полезного ископаемого и коэффи-циента вскрыши»*…… 59

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 *Исходные данные к лабораторной работе № 4 «Расчет заряда одиночной скважины»*…… 60

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 *Значение коэффициента* $k_{разб}$ *в зависимости от крепости пород*…… 61

ПРИЛОЖЕНИЕ 6 *Значение коэффициента* $k_з$ …… 61

ПРИЛОЖЕНИЕ 7 *Исходные данные к лабораторной работе № 5 «Расчет производительности бурового станка»*…… 62

ПРИЛОЖЕНИЕ 8 *Зависимость оптимальной скорости вращения бурового става*…… 63

ПРИЛОЖЕНИЕ 9 *Значение коэффициента k в зависимости от показателя буримости горных пород*…… 63

ПРИЛОЖЕНИЕ 10 *Исходные данные для расчетов к лабораторной работе № 6 «Расчет производительности карьерных экскаваторов»*…… 64

ПРИЛОЖЕНИЕ 11 *Коэффициенты разрыхления пород в ковше экскаватора и наполнения ковша (по ЕНВ)*…… 64

ПРИЛОЖЕНИЕ 12 *Исходные данные для расчетов к лабораторной работе № 7 «Определение производитель-ности карьерных автосамосвалов»*…… 65

ПРИЛОЖЕНИЕ 13 *Техническая характеристика карьерных автосамосвалов*…… 66

ПРИЛОЖЕНИЕ 14 *Значение коэффициента технической готовности автосамосвалов*…… 66

ПРИЛОЖЕНИЕ 15 *Среднетехнические скорости движения карьерных автосамосвалов*…… 67

ПРИЛОЖЕНИЕ 16 *Исходные данные к лабораторной работе № 8 «Конструкция рабочего и нерабочего бортов карьера»*…… 68

ПРИЛОЖЕНИЕ 17 *Исходные данные к лабораторной работе № 9 «Расчет бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте»*…… 69

ПРИЛОЖЕНИЕ 18 *Значение коэффициентов* $k_р^о$, $k_{зав}$ *и высоты яруса* $h_я$ …… 70

ПРИЛОЖЕНИЕ 19 *Производительность бульдозеров (по данным института Гипроруда)*…… 70

Практическая работа № 1

ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРНЫХ РАБОТ

Цель работы – изучить и освоить графическое изображение элементов горных работ.

1.1. Задачи работы

1.1.1. Изучить масштабы, линии и условные изображения горных машин, применяемые для горных чертежей.

1.1.2. Изучить и освоить навыки графического изображения основных элементов горных работ.

1.2. Порядок выполнения работы

1.2.1. По рисункам 1.1- 1.4 ознакомиться с масштабами, линиями и условными изображениями горных машин, применяемыми для горных чертежей.

1.2.2. По учебнику [1, с. 10 - 11] и рис. 1.5 - 1.13 ознакомиться с типовыми графическими изображениями элементов горных работ.

1.1.3. В соответствии с номером варианта задания и соответствующими исходными данными в прил. 1 начертить элементы горных работ на формате А4 в масштабе, соответствующем заданным размерам.

Изображение заданных элементов горных работ вычертить в соответствии со знаниями и навыками, полученными при изучении дисциплин «Машиностроительное черчение» и «Начертательная геометрия».

Масштаб, типы линий и условные знаки
на чертежах горных работ

1. Масштаб изображений
1:5; 1:10; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000;
1:5000; 1:10000; 1:25000; 1:50000; 1:100000

Рис. 1.1. Масштабы изображений

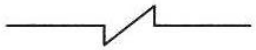
Линия	Начертание	Толщина линий в зависимости от масштаба чертежа (S)	Основное назначение
Основная		S=0,6 - 1,5 мм	Линии фактического и проектного контура всех горных выработок и сооружений на видах и разрезах (сечениях), верхняя бровка уступов в плане
Вспомогательная сплошная		от S/3 до S/2 0,2 - 0,8 мм	Линии размерные, выносные и штриховки, изолинии, линии границ горных пород на разрезах и сечениях, линии обрыва, нижняя бровка уступов в целике
Вспомогательная с изгибами		от S/3 до S/2 0,2 - 0,8 мм	Длинные линии обрыва на планах и разрезах
Вспомогательная штриховая			Линии невидимых контуров горных выработок, находящихся за плоскостью проекций
Штрихпунктирная			Осевые и центровые линии горных выработок, бровка отвалов, насыпей, навалов и уступов в разрыхленной горной массе
Разомкнутая		от S до 1,5S	Линии сечений

Рис. 1.2. Типы линий

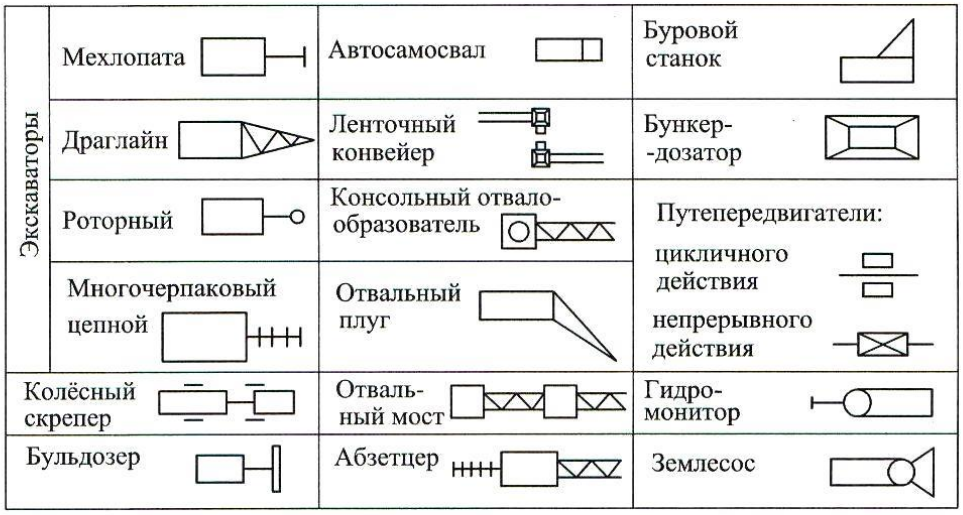
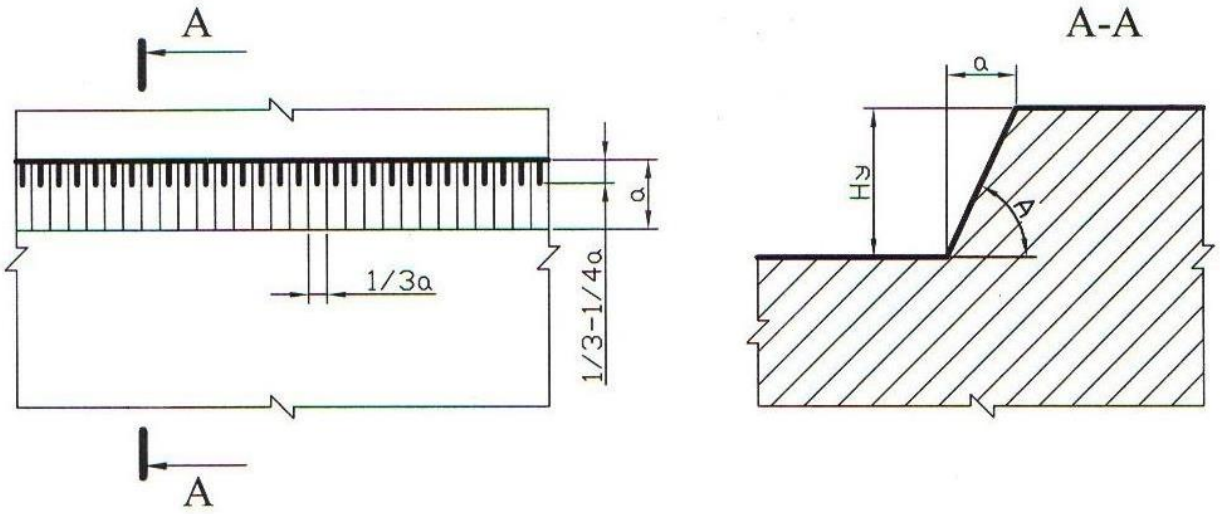


Рис. 1.3. Условные изображения горного оборудования

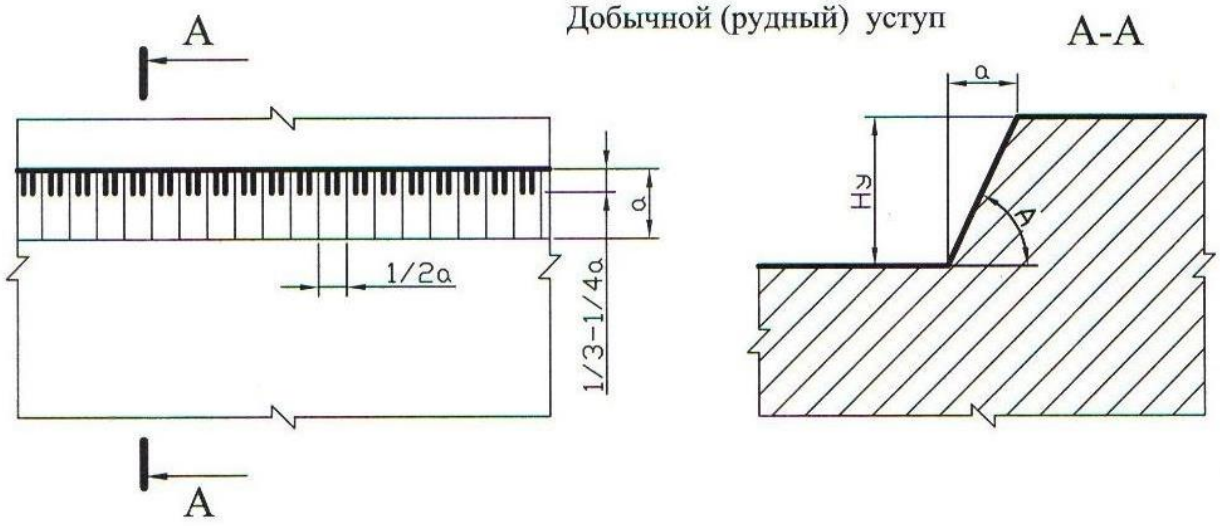
Наименование элемента	Обозначение элемента
Горизонтальное проложение породного уступа в целике	
Горизонтальное проложение уступа в полезном ископаемом, пройденного в целике	
Горизонтальное проложение породного уступа, пройденного по разрыхленой горной массе	
Горизонтальное проложение уступа в полезном ископаемом, пройденного по разрыхленной горной массе	
Бергштрихи проводят перпендикулярно линии горизонта	

Рис. 1.4. Условные обозначения откосов открытых горных выработок

Вскрышной уступ



Добычной (рудный) уступ



Смешанный (сложный) уступ

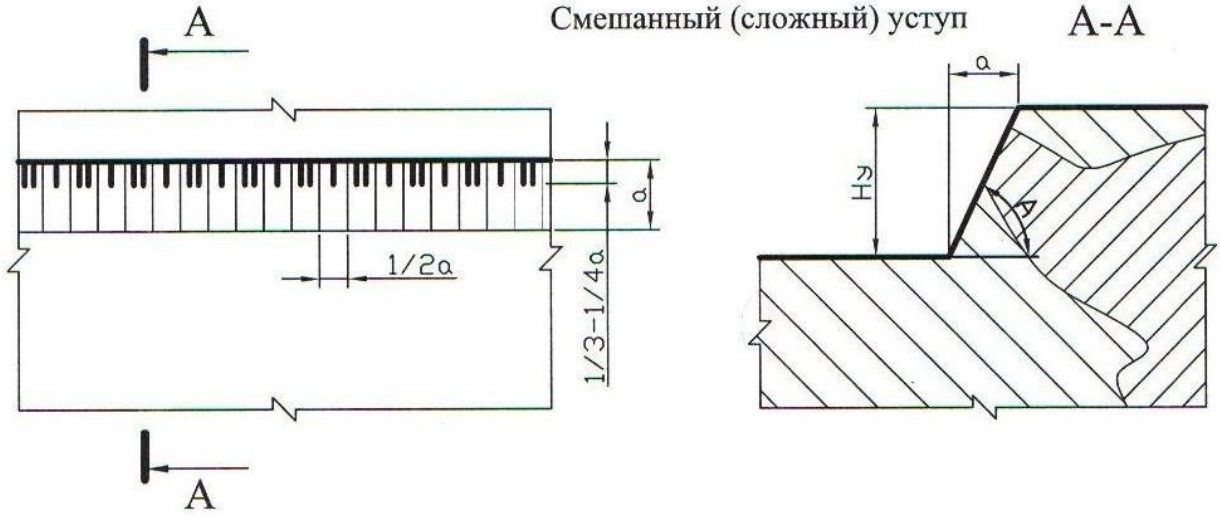


Рис. 1.5. Изображение уступов в целике

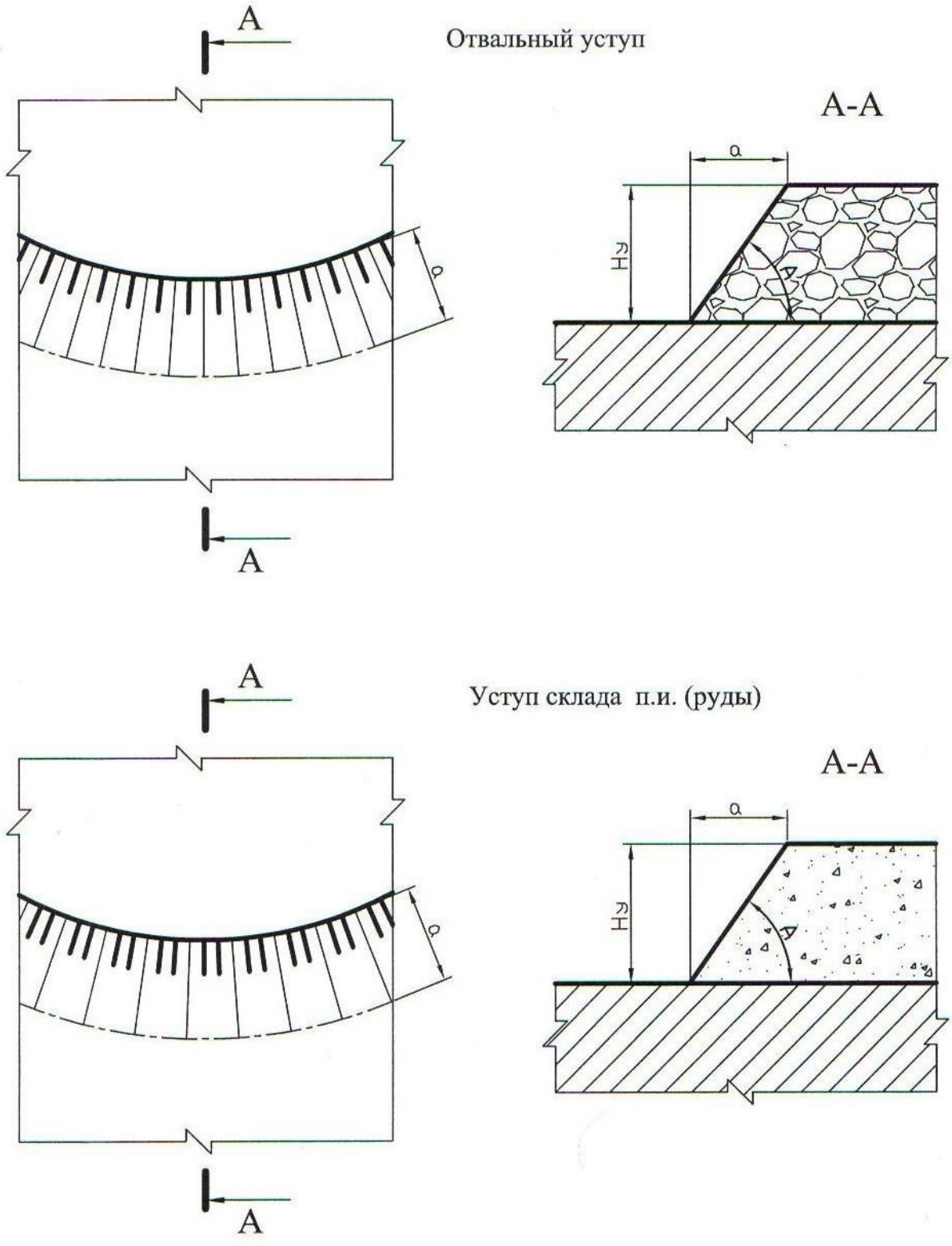


Рис. 1.6. Изображение уступов в искусственно разрыхленных горных породах

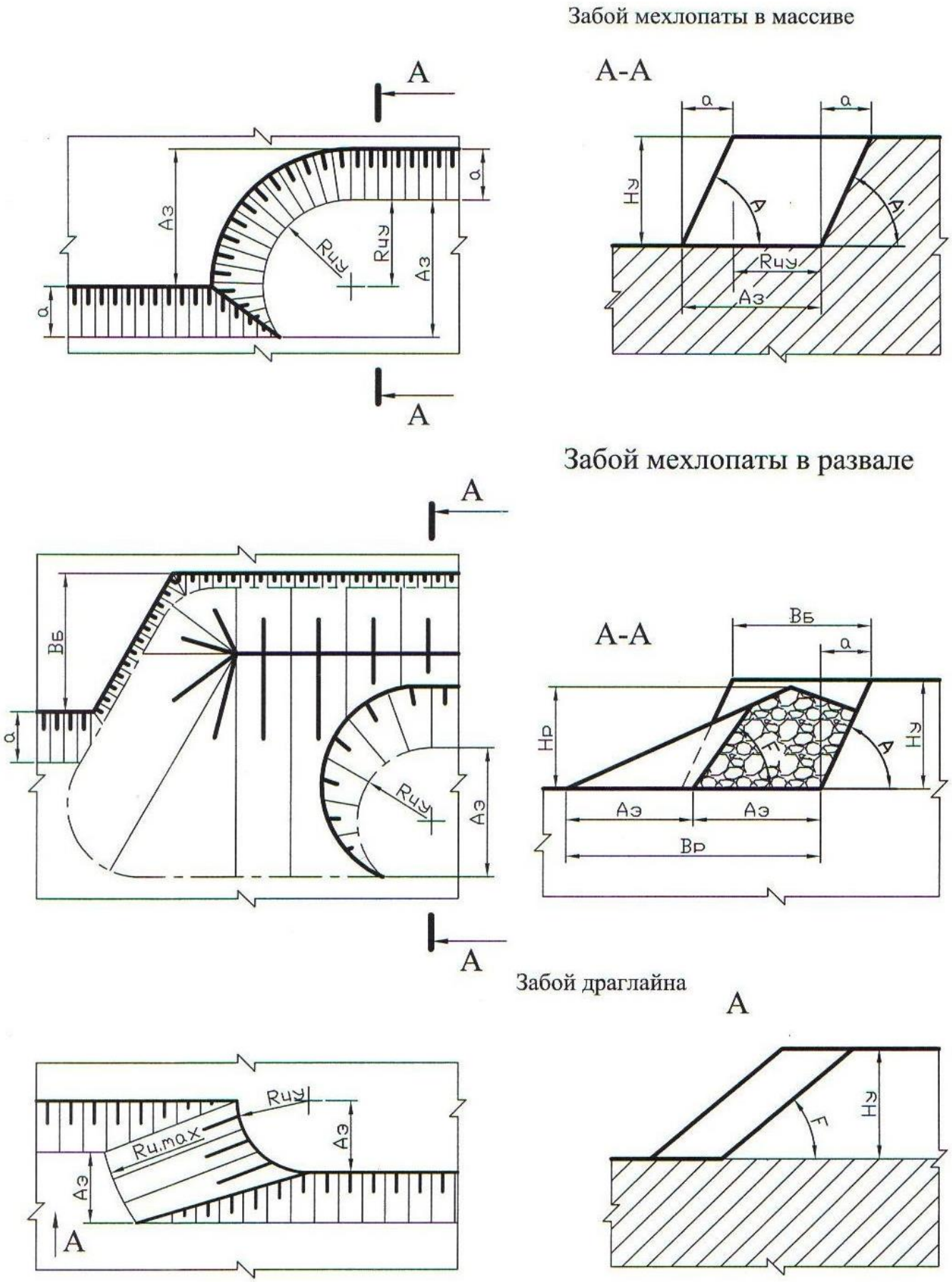


Рис. 1.7. Изображение забоев одноковшовых экскаваторов

Забой роторного экскаватора

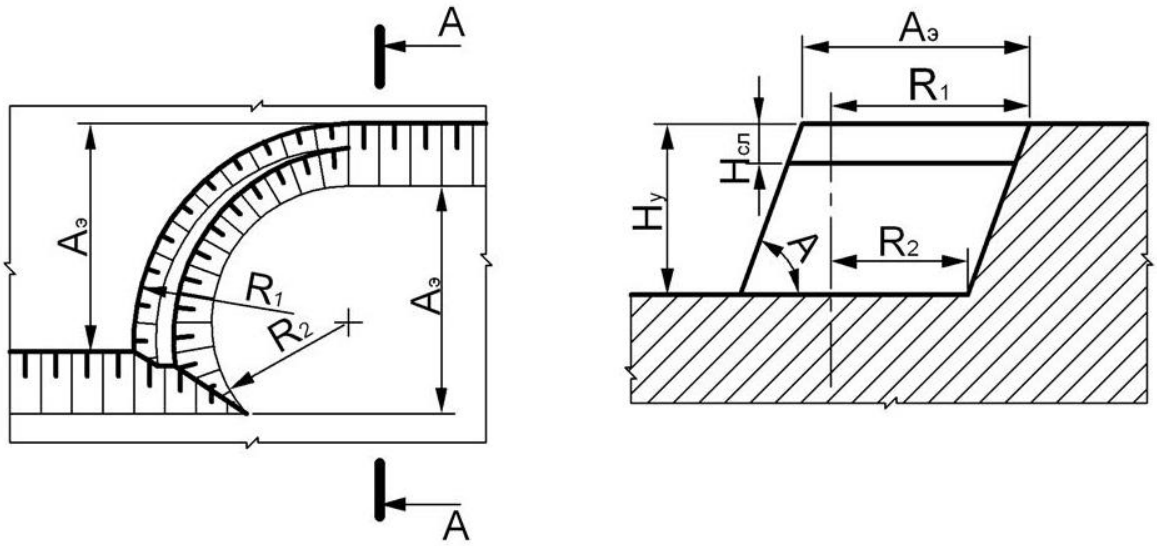


Рис. 1.8. Изображение забоя роторного экскаватора

Забой бульдозера

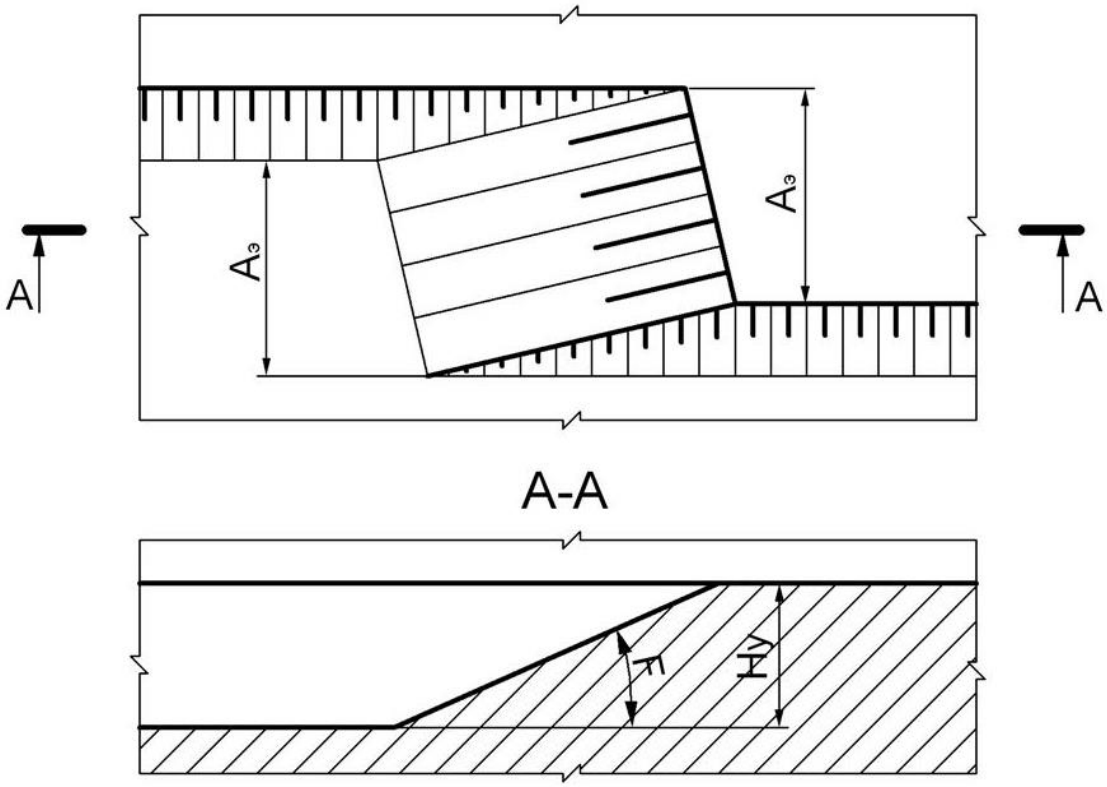


Рис. 1.9. Изображение бульдозерного забоя

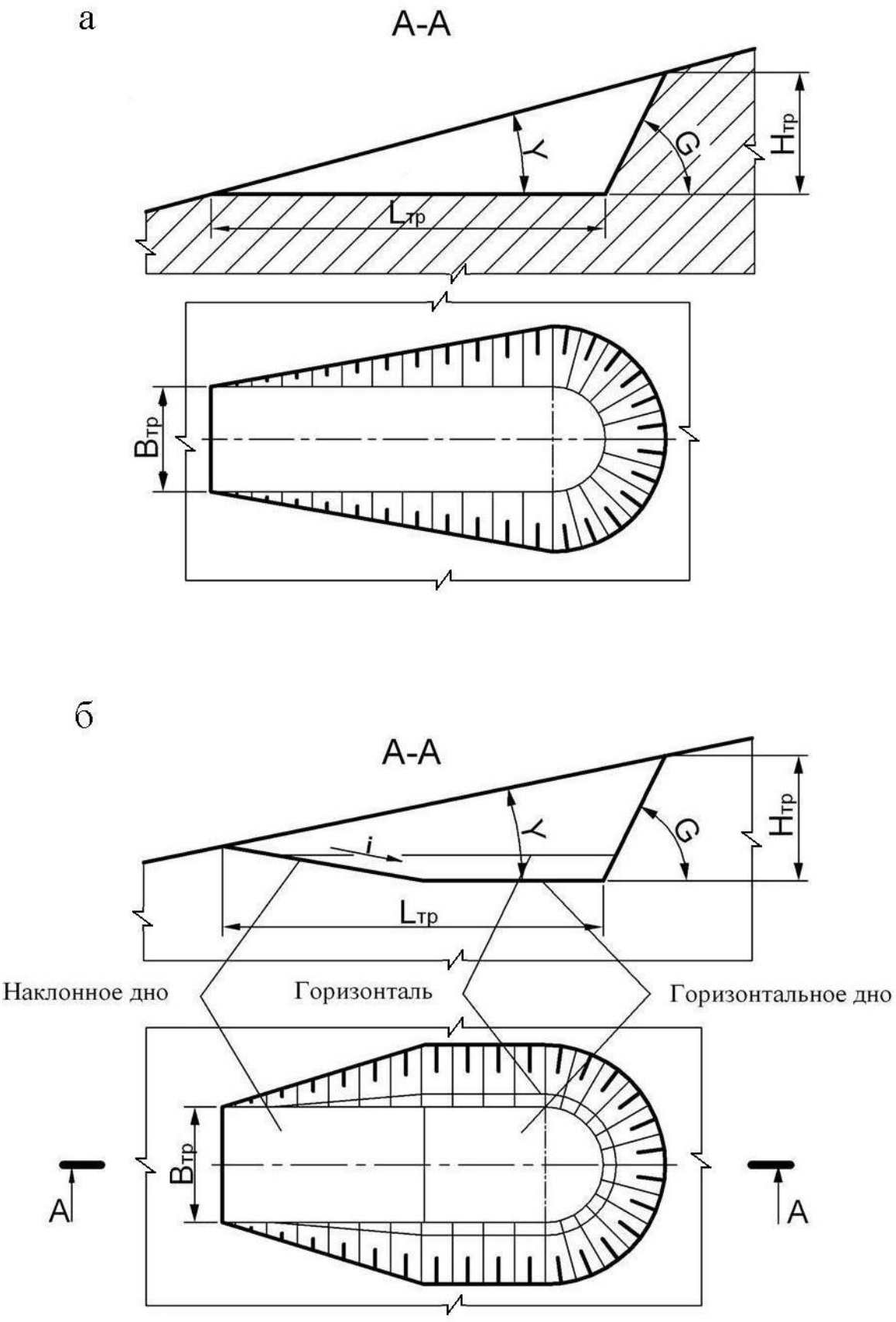


Рис. 1.10. Траншея на косогоре:
а – траншея с горизонтальным дном;
б – траншея с наклонным и горизонтальным дном

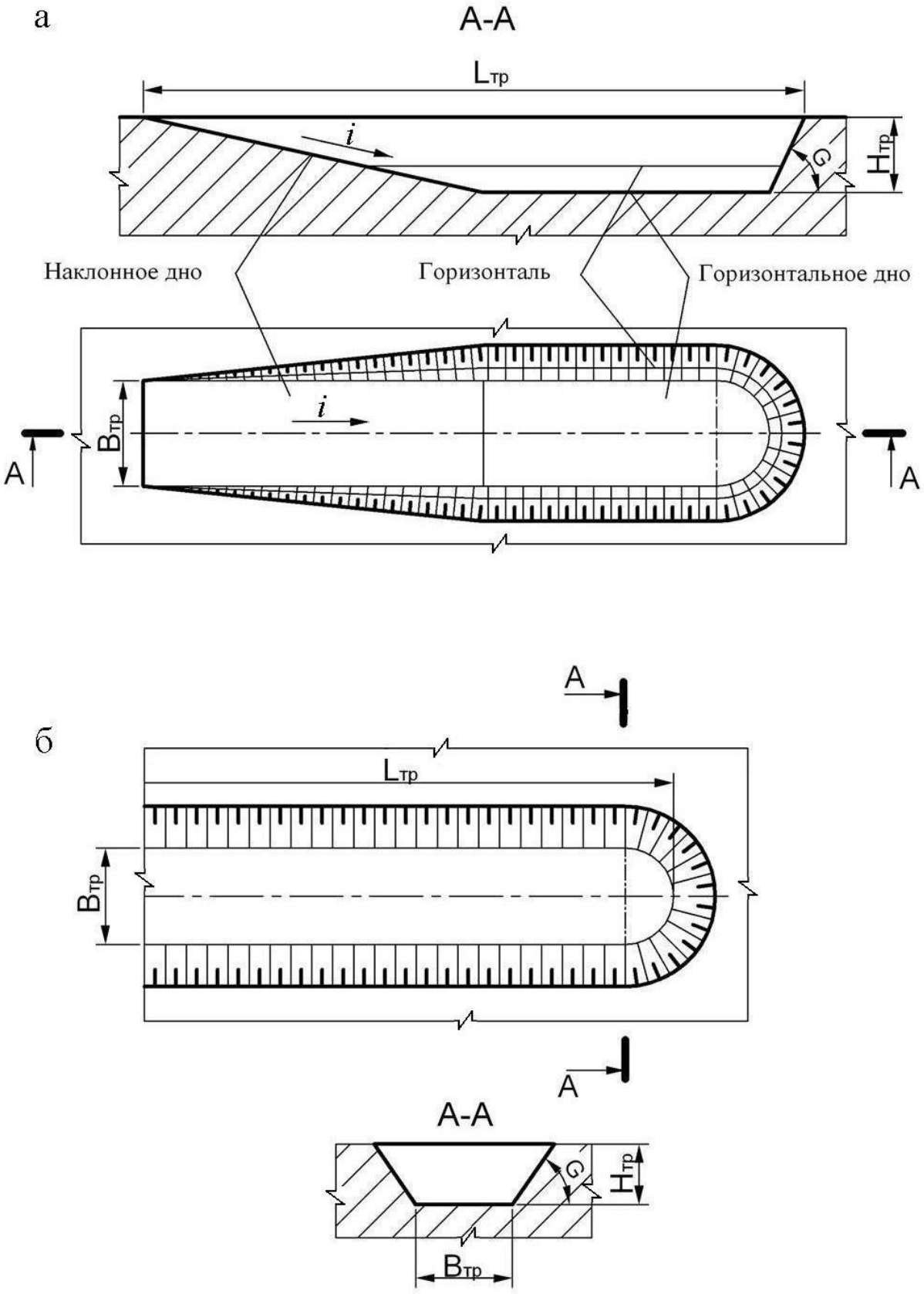
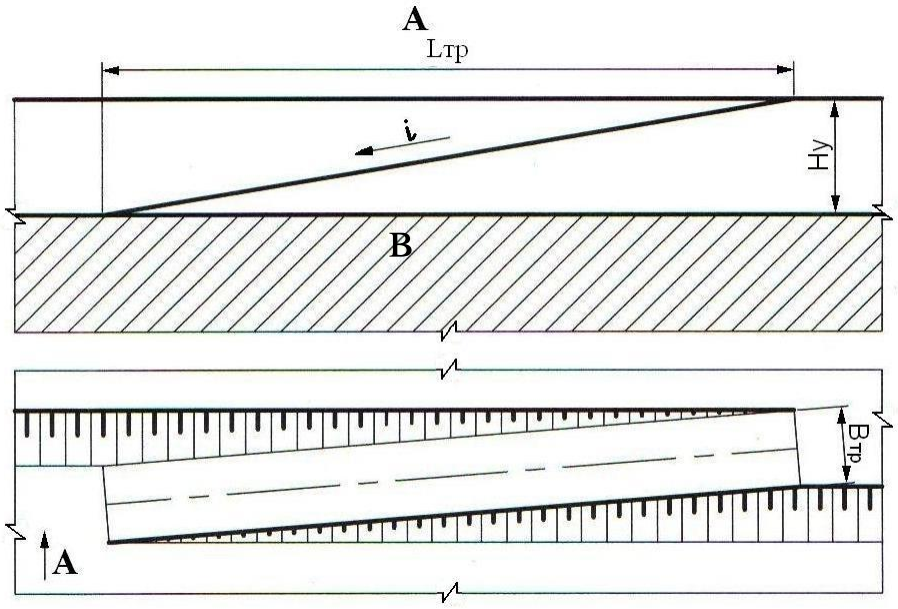
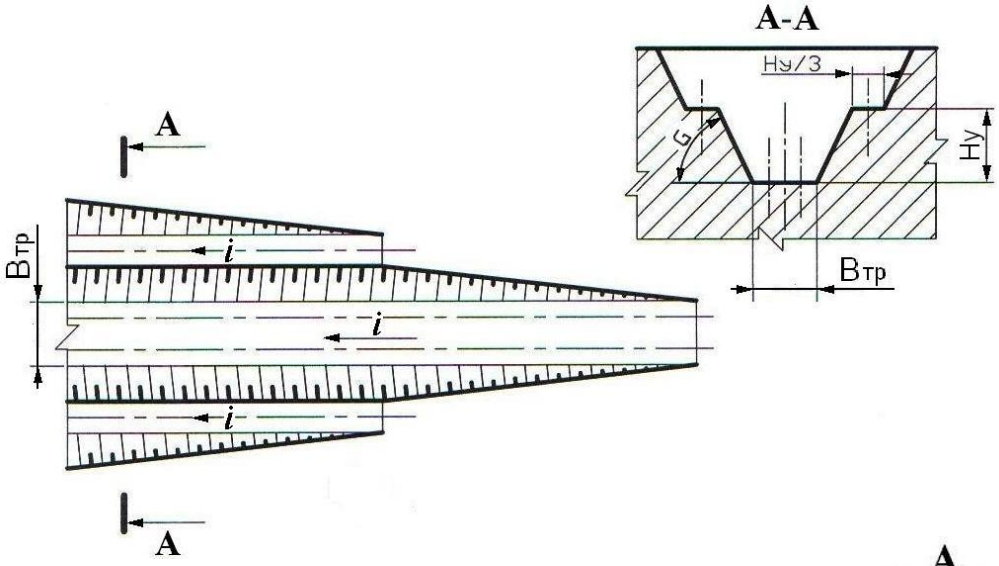


Рис. 1.11. Горизонтальные траншеи в равнинной местности:
а – траншея с горизонтальным и наклонным дном;
б – траншея с горизонтальным дном

а



б



в

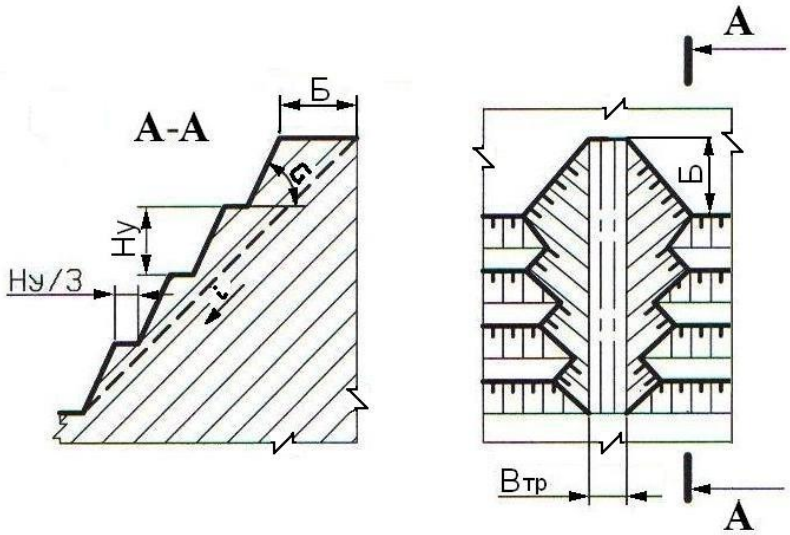


Рис. 1.12. Наклонные траншеи
а – внутренняя полутраншея (съезд); *б* – траншея групповая;
в – траншея крутонаклонная

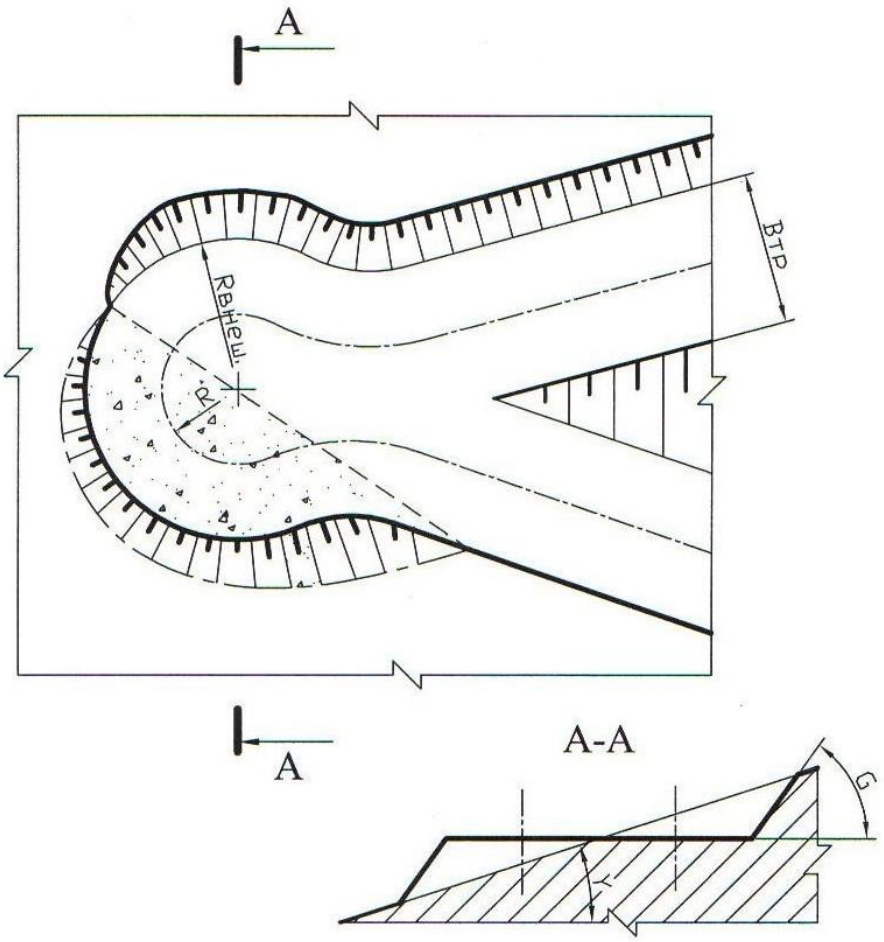


Рис. 1.13. Серпантина на косогоре

Контрольные вопросы к практической работе № 1

1. 1: 5; 2:3; 1:3; 1:20; 1:30; 1:500; 1:70000; 1:25; 1:25000 – какой из этих масштабов не применяется?
2. Во сколько раз основная линия толще вспомогательной?
3. Когда применяется штрихпунктирная линия?
4. Когда применяется основная линия?
5. Когда применяется сплошная вспомогательная линия?
6. Как должны располагаться берг-штрихи при изображении горизонтальных проложений откосов?
7. От каких параметров уступа зависит ширина горизонтального проложения?

Практическая работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА КАПИТАЛЬНОЙ ТРАНШЕИ

Цель работы – изучить методику определения объема капитальной траншеи.

2.1. Задачи работы

2.1.1. Ознакомиться с методикой определения объема капитальных траншей.

2.1.2. Выполнить расчет объема капитальной траншеи по исходным данным.

2.1.3. Исследовать зависимость объема капитальной траншеи от определяющих факторов.

21.4. Выполнить графическое изображение плана и элементов капитальной траншеи.

2.2. Порядок выполнения работы

2.2.1. По учебнику [1, с. 192 - 198] ознакомиться с конструкцией капитальных траншей и методикой определения их объема.

2.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 2. По данным заданного варианта выполнить расчет объема капитальной траншеи.

Объем простой капитальной траншеи можно представить как сумму объема полупризмы V_1 и объемов двух пирамид [1, рис. 10.3, с. 196].

$$V_т = V_1 + 2V_2, \qquad (2.1)$$

где $V_т$ – объем капитальной траншеи, м^3;

V_1 – объем полупризмы, м^3;

V_2 – объем пирамиды, м^3.

Объем породы в торце траншеи, заключенный в призме V_3 и двух пирамидах V_3 и V_4, незначителен и обычно в расчетах не учитывается.

Объем полупризмы V_1 (м^3) определяется

$$V_1 = \frac{b_т h_т^2}{2i}, \tag{2.2}$$

где $b_т$ – ширина основания траншеи, м;

$h_т$ – глубина траншеи, м;

i – уклон траншеи, ед.

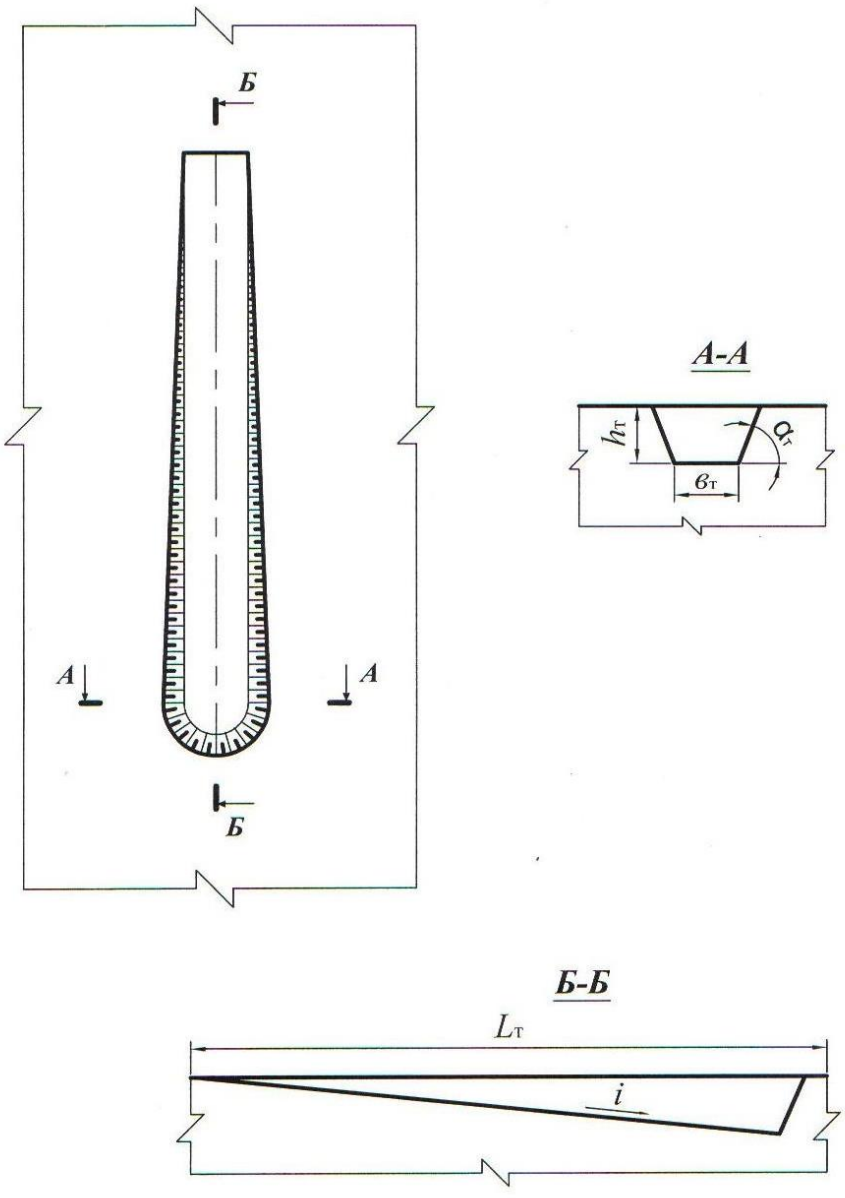


Рис. 2.1. Схема к расчету объема капитальной траншеи

Объем пирамиды V_2, (м^3) определяется

$$V_2 = \frac{h_т^3}{6i\,\mathrm{tg}\,\alpha_т}, \qquad (2.3)$$

где $\alpha_т$ – угол откоса борта траншеи, град.

После преобразования формулы (2.1) с учетом (2.2) и (2.3) объем траншеи

$$V_т = \frac{h_т^2}{i}\left(\frac{b_т}{2} + \frac{h_т}{3\mathrm{tg}\,\alpha_т}\right). \qquad (2.4)$$

2.2.3. Исследовать зависимость объема капитальной траншеи от одного из определяющих факторов ($h_т$, $b_т$, i, $\alpha_т$) согласно заданию (прил. 2). Начертить график зависимости.

2.2.4. Вычертить графическое изображение плана и элементов капитальной траншеи в выбранном масштабе (аналогично рис. 2.1 и рис. 10.3 [1, с. 196].

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы, все необходимые расчеты и их результаты, а также чертежи на миллиметровой бумаге.

Контрольные вопросы к практической работе № 2

1. Дайте определение траншеи.
2. Перечислите виды траншей по назначению.
3. Перечислите виды вскрывающих траншей.
4. Перечислите элементы траншеи.
5. Перечислите параметры разрезной траншеи.
6. Перечислите параметры вскрывающей траншеи
7. От каких факторов зависит ширина дна разрезной и вскрывающей траншеи? В каких пределах она изменяется?
8. Что такое уклон траншеи? От каких факторов он зависит и в каких пределах изменяется?
9. Перечислите способы проходки траншеи.
10. Какие сооружения располагаются во вскрывающей траншее?

Практическая работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА, РАЗМЕРОВ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И СРОКА СЛУЖБЫ КАРЬЕРА, ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО И КОЭФФИЦИЕНТА ВСКРЫШИ

Цель работы – овладеть навыками простейших расчетов объема и размеров карьера, запасов полезного ископаемого и коэффициента вскрыши, производительности и срока службы карьера.

3.1. Задачи работы

3.1.1. Ознакомиться с методикой расчета объема и размеров карьера, запасов полезного ископаемого и среднего коэффициента вскрыши.

3.1.2. Выполнить расчет объема и размеров карьера, запасов полезного ископаемого и среднего коэффициента вскрыши по исходным данным.

3.1.3. Исследовать зависимость объема карьера от его глубины.

3.1.4. Выполнить простейшее графическое изображение плана и элементов объема карьера.

2.2. Порядок выполнения работы

3.2.1. По учебнику [1, с. 28 - 29; с. 316 - 317] ознакомиться с методикой расчета объема карьера, запасов полезного ископаемого и среднего коэффициента вскрыши.

3.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 3. По данным заданного варианта выполнить расчет объема и размеров карьера, запасов полезного ископаемого и среднего коэффициента вскрыши.

При равнинном рельефе поверхности и наклонном или крутом падении залежи объем карьера может быть определен как сумма отдельных геометрических фигур (рис. 3.1)

$$V_{\text{к}} = V_1 + V_2 + V_3, \qquad (3.1)$$

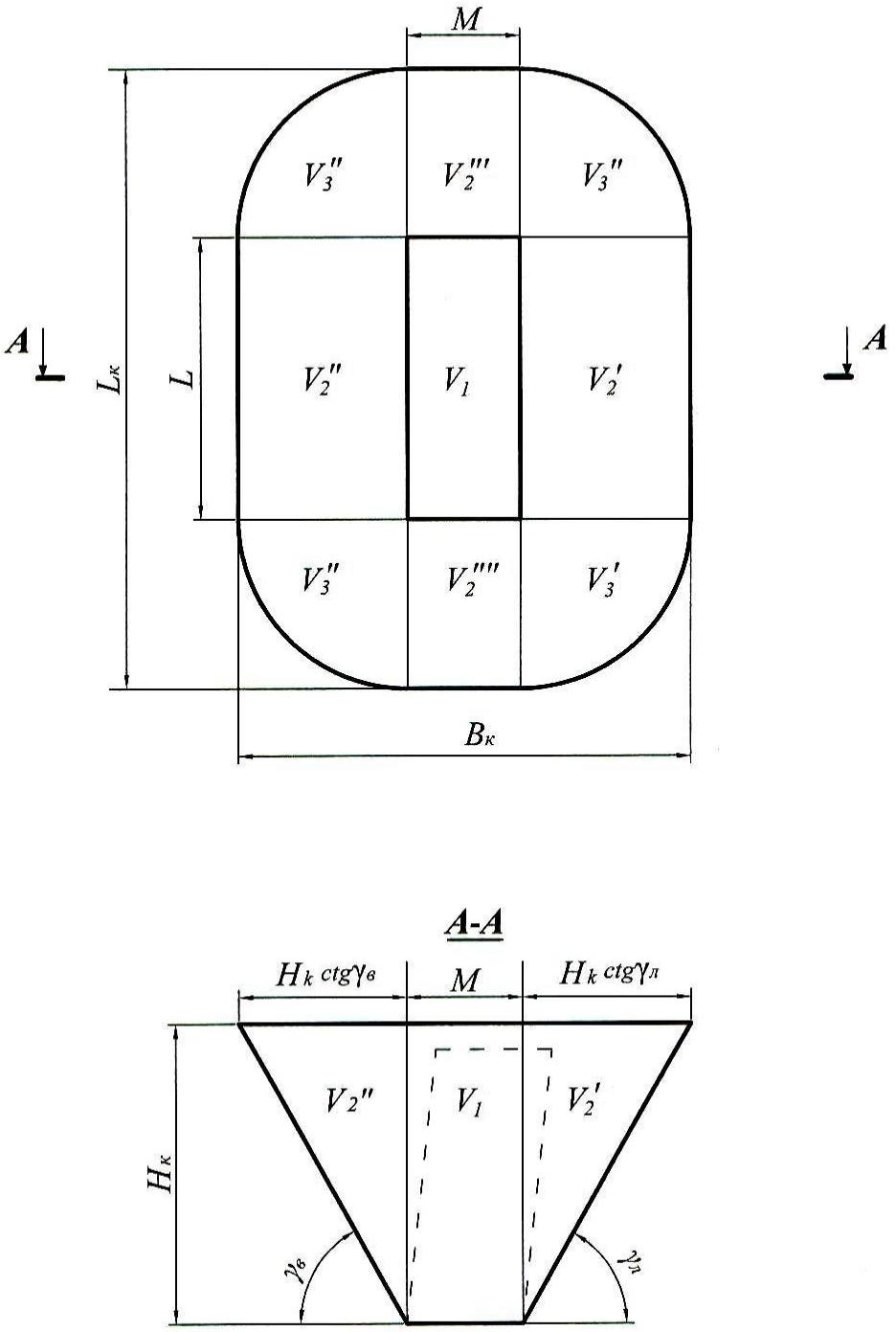


Рис. 3.1. Схема к расчету объема карьера

где $V_к$ – объем карьера, м^3;

V_1 – объем призмы с основанием $S = LM$, м^3;

S – площадь дна карьера, м^2;

L – длина залежи по простиранию, м;

M – горизонтальная мощность залежи, м.

$$V_1 = LMH_к, \tag{3.2}$$

где $H_к$ – глубина карьера, м;

V_2 – суммарный объем призм треугольного сечения, прилегающих с четырех сторон к объему V_1 (V_2' и V_2'' – вдоль длинных сторон карьера; V_2''' и V_2'''' – вдоль коротких сторон у торцов карьера), м^3;

$$V_2 = \frac{1}{2} PH^2{}_к \operatorname{ctg} \gamma_{ср}, \tag{3.3}$$

где P – периметр залежи (дна карьера), $P = 2(L + M)$ м;

V_3 – суммарный объем отдельных частей расчлененного конуса, располагающихся в угловых участках карьера (V_3', V_3'', V_3''' и V_3''''), м^3,

$$V_3 = \frac{\pi}{3} H_к^3 \operatorname{ctg}^2 \gamma_{ср}, \tag{3.4}$$

где $\gamma_{ср}$ – усредненный угол откоса нерабочих бортов карьера, град.

$$\gamma_{ср} = \frac{\gamma_в + \gamma_л}{2},$$

где $\gamma_в$ – угол откоса висячего нерабочего борта карьера, град;

$\gamma_л$ – угол откоса лежачего нерабочего борта карьера, град. (см. рис. 3.1).

Суммарный объем карьера, таким образом, определяется по формуле:

$$V_к = SH_к + \frac{1}{2} PH_к^2 \operatorname{ctg} \gamma_{ср} + \frac{\pi}{3} H_к^3 \operatorname{ctg}^2 \gamma_{ср}, \tag{3.5}$$

Длина карьера по верху ($L_к$, м)

$$L_к = L + 2H_к \operatorname{ctg} \gamma_{ср}. \tag{3.6}$$

Ширина карьера по верху ($B_к$, м)

$$B_к = M + 2H_к \operatorname{ctg} \gamma_{ср}. \tag{3.7}$$

Объем полезного ископаемого в контурах карьера ($V_{п.и}$, м^3)

$$V_{п.и} = S(H_к - h_н), \tag{3.8}$$

где $h_н$ – мощность наносов, м.

Промышленные (т. е. извлекаемые из недр) запасы полезного ископаемого в контурах карьера ($Q_{п.и}$, т)

$$Q_{п.и} = V_{п.и}\rho_{п.и}\eta_и, \tag{3.9}$$

где $\rho_{п.и}$ – объемная масса полезного ископаемого, т/м^3;

$\eta_и$ – коэффициент извлечения, учитывающий потери полезного ископаемого при разработке.

Объем породы в контурах карьера ($V_п$, м^3)

$$V_п = V_к - V_{п.и}. \tag{3.10}$$

Величина среднего коэффициента вскрыши (объем вынимаемой пустой породы, приходящийся на единицу добываемого полезного ископаемого) $k_{ср}$, м^3/т

$$k_{ср} = V_п / Q_{п.и}. \tag{3.11}$$

Производительность карьера по вскрыше ($П_в$, м^3/год) приблизительно устанавливается по среднему коэффициенту вскрыши

$$П_в = П_{п.и}\, k_{ср}\, k_н, \tag{3.12}$$

где $П_{п.и}$ – производительность карьера по полезному ископаемому, т/год (прил. 3);

$k_н$ – коэффициент неравномерности распределения вскрыши по годам ($k_н$ = 1,1÷1,3).

Производительность карьера по горной массе ($П_{г.м}$, м^3/год)

$$П_{г.м} = П_{п.и}\frac{1}{\rho_{п.и}} + П_в. \tag{3.13}$$

Суточная производительность карьера по полезному ископаемому ($П^с_{п.и}$, т/сут)

$$П^{с}_{п.и} = \frac{П_{п.и}}{T_{г}}, \qquad (3.14)$$

где $T_{г}$ – число рабочих дней карьера в год ($T_{г}$ = 350 дней).

Суточная производительность карьера по вскрыше ($П^{с}_{в}$, м^3/сут)

$$П^{с}_{в} = \frac{П_{в}}{T_{г}}. \qquad (3.15)$$

Сменная производительность карьера по добыче и вскрыше ($П^{см}_{п.и}$, т/смену; $П^{см}_{в}$, м^3/смену)

$$П^{см}_{пи} = \frac{П^{с}_{пи}}{n_{см}}, \qquad П^{см}_{в} = \frac{П^{с}_{в}}{n_{см}} \qquad (3.16)$$

где $n_{см}$ – число смен работы карьера в сутках (обычно 2-3 смены).

Срок службы карьера ($T_{сл}$, лет)

$$T_{сл} = T_{ос} + T_{э} + T_{з}, \qquad (3.17)$$

где $T_{ос}$ + $T_{з}$ – время на освоение и затухание мощности карьера по добыче (принимается 1,5 года);

$T_{э}$ – расчетный срок эксплуатации карьера, лет.

$$T_{э} = \frac{Q_{п.и}}{П_{п.и}}. \qquad (3.18)$$

3.2.3. Исследовать зависимость объема карьера от его глубины: построить график этой функции.

3.2.4. На миллиметровой бумаге вычертить карьер в выбранном масштабе в соответствии с заданными и полученными расчетными размерами (аналогично рис. 3.1).

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы, все необходимые расчеты и их результаты, а также чертеж карьера на миллиметровой бумаге и график зависимости $V_{к} = f(H_{к})$.

Контрольные вопросы к практической работе № 3

1. Перечислите размеры карьера. От чего они зависят?
2. Как различают производительность карьера (производительность по полезному ископаемому…)? В каких единицах она измеряется?
3. Что нужно знать для расчета годовой производительности карьера по горной массе?
4. Дайте классификацию запасов полезных ископаемых.
5. Дайте классификацию потерь полезного ископаемого.
6. Дайте определение коэффициента вскрыши. Как различаются коэффициенты вскрыши и в каких единицах они измеряются?

Практическая работа № 4

РАСЧЕТ ЗАРЯДА ОДИНОЧНОЙ СКВАЖИНЫ

Цель работы – изучить параметры и освоить принципы расчета скважинных зарядов.

4.1. Задачи работы

4.1.1. Изучить конструкции скважинных зарядов, параметры скважин, и их расположения на уступе.

4.1.2. Выполнить расчеты величины заряда одиночной скважины.

4.2. Порядок выполнения работы

4.2.1. По учебнику [1, с. 72 - 74] ознакомиться с параметрами скважин, и их расположения на уступе, конструкцией зарядов.

4.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 4. По данным заданного варианта выполнить расчет заряда одиночной скважины и параметров расположения скважин на уступе при однорядном расположении скважин.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

4.2.2.1. По заданному диаметру шарошечного долота (прил. 4) определяется диаметр взрывных скважин ($d_{\text{с}}$, мм)

$$d_{\text{с}} = d_{\text{д}} k_{\text{разб}}, \tag{4.1}$$

где $d_{\text{д}}$ – диаметр долота, мм;

$k_{\text{разб}}$ – коэффициент разбуривания, принимаемый в зависимости от крепости пород (прил. 5).

4.2.2.2. Определяется длина перебура ($l_{\text{пер}}$, м)

$$l_{\text{пер}} = 11 d_{\text{с}}, \tag{4.2}$$

где $d_{\text{с}}$ – диаметр скважины, м.

4.2.2.3. Определяется длина скважины ($l_{\text{с}}$, м)

$$l_{\text{с}} = H_{\text{у}} + l_{\text{пер}}, \tag{4.3}$$

где $H_{\text{у}}$ – высота уступа, м.

4.2.2.4. Принимается (задается) тип взрывчатого вещества (ВВ) (прил. 4) и конструкция скважины (заряда) – сплошной вертикальный заряд (рис. 4.1).

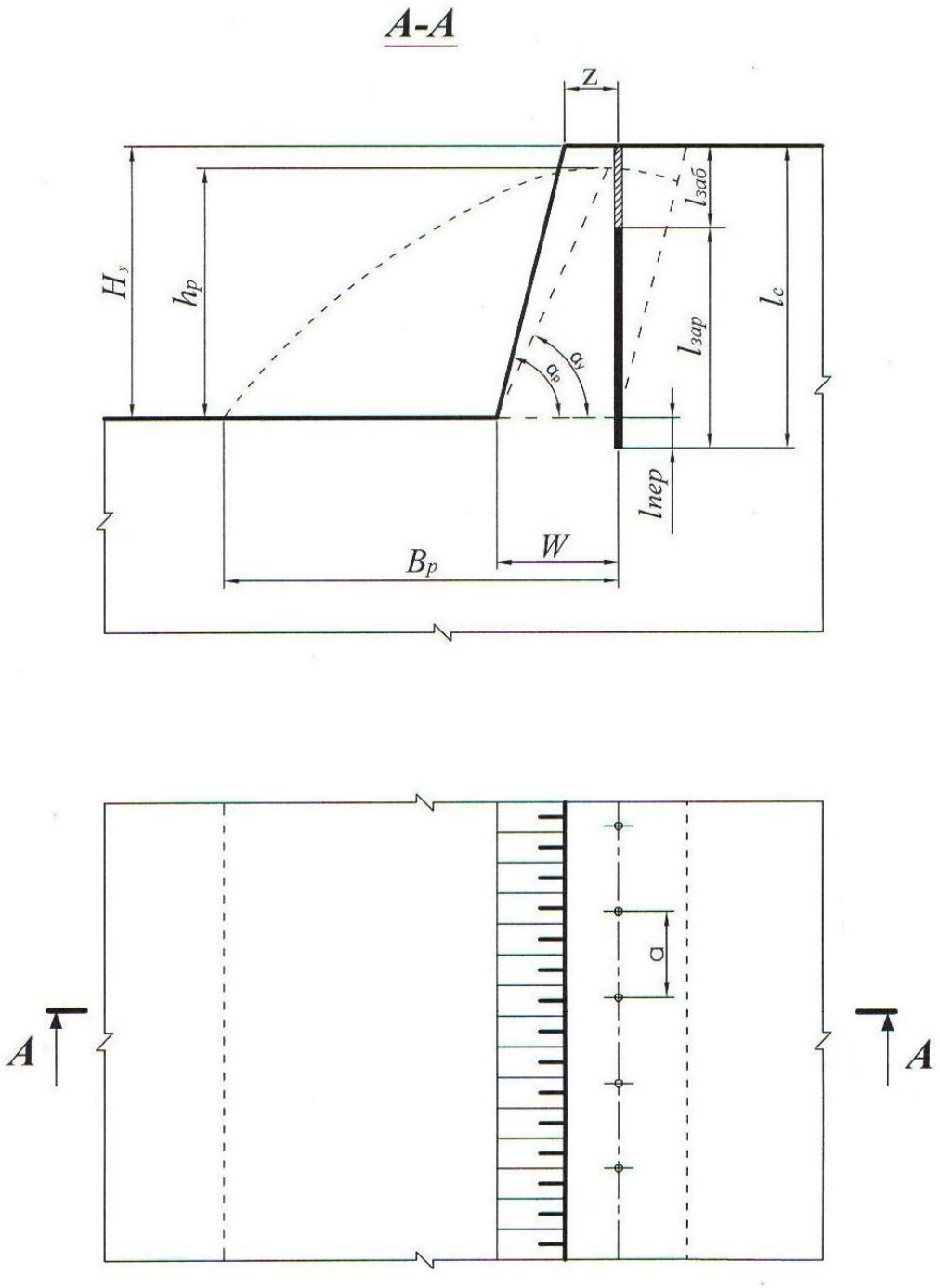


Рис. 4.1. Расположение скважин на уступе

4.2.2.5. Определяется длина забойки ($l_{заб}$, м)

$$l_{заб} = 0{,}27 l_c, \tag{4.4}$$

где l_c – длина скважины, м.

4.2.2.6. Определяется длина заряда взрывчатого вещества (ВВ) в скважине ($l_{зар}$, м)

$$l_{зар} = l_с - l_{заб}. \quad (4.5)$$

4.2.2.7. Определяется удельная вместимость скважины (p, кг/м)

$$p = 7{,}85 d_с^2 \Delta, \quad (4.6)$$

где $d_с$ – диаметр скважины, дм;

Δ – плотность заряда в скважине, кг/дм^3 (см. прил. 4).

4.2.2.8. Исходя из заданных удельного расхода эталонного ВВ (q', кг/м^3) и коэффициента, учитывающего тип ВВ ($k_{ВВ}$) (см. прил. 4), вычисляется удельный расход принятого ВВ ($q_п$, кг/м^3)

$$q_п = q' k_{ВВ}. \quad (4.7)$$

4.2.2.9. Определяется величина преодолеваемой линии сопротивления по подошве (W, м)

$$W = 0{,}9\sqrt{\frac{p}{q_п}}. \quad (4.8)$$

4.2.2.10. Выполняется проверка величины линии сопротивления по подошве по условию:

$$W \geq W_{min}, \quad (4.9)$$

$$W_{min} = H_у \operatorname{ctg} \alpha_р + Z, \quad (4.10)$$

где $\alpha_р$ – угол откоса рабочего уступа, град (прил. 4);

Z – расстояние от верхней бровки уступа до скважины первого ряда, м.

$$Z = H_у \left(\operatorname{ctg} \alpha_у - \operatorname{ctg} \alpha_р\right) \geq 2,$$

где $\alpha_у$ – угол устойчивого откоса уступа, град ($\alpha_у$ на 5-10° меньше $\alpha_р$);

$H_у \left(\operatorname{ctg} \alpha_у - \operatorname{ctg} \alpha_р\right)$ – ширина призмы возможного обрушения уступа, м.

Если $W < W_{min}$, то, по согласованию с руководителем, увеличивается диаметр скважины до ближайшего стандартного и соответственно по формуле (4.6) увеличивается величина p, по формуле (4.8) увеличивается W и снова проверка по формуле (4.9).

4.2.2.11. Выполняется проверка $l_{пер}$ по условию

$$l_{\text{пер}} \le 0{,}3W. \tag{4.11}$$

Если $l_{\text{пер}} > 0{,}3W$, то принимается $l_{\text{пер}} = 0{,}3W$ и производится перерасчет величин $l_{\text{с}}$, $l_{\text{заб}}$ и $l_{\text{зар}}$.

4.2.2.12. Определяется масса заряда в скважине ($Q_{\text{З}}$, кг)

$$Q_{\text{З}} = pl_{\text{зар}}. \tag{4.12}$$

4.2.2.13. Определяется расстояние между скважинами в ряду (a, м)

$$a = \frac{Q_{\text{З}}}{q_{\text{п}} H_{\text{у}} W}. \tag{4.13}$$

4.2.2.14. Выполняется проверка величины a по допустимому коэффициенту сближения скважин m

$$m = a/W. \tag{4.14}$$

На практике коэффициент сближения скважин составляет: $m = 0{,}8 \div 1{,}4$.

При расчетном значении m, отличающемся от рекомендуемого, необходимая величина его достигается путем изменения величины заряда в скважине $Q_{\text{З}}$ и соответствующего изменения расстояния между скважинами в ряду. При этом необходимо пересчитать длину заряда $l_{\text{зар}} = \frac{Q_{\text{з}}}{p}$ и длину забойки $l_{\text{заб}} = l_{\text{с}} - l_{\text{зар}}$.

4.2.2.15. Определяется ширина развала ($B_{\text{р}}$, м)

$$B_{\text{р}} \approx k_{\text{З}} k_{\text{в}} \sqrt{q_{\text{п}}} H_{\text{у}}, \tag{4.15}$$

где $k_{\text{в}}$ – коэффициент, характеризующий взрываемость породы (для средневзрываемых пород $k_{\text{в}} = 2{,}5 \div 3{,}0$);

$k_{\text{з}}$ – коэффициент дальности отброса породы, зависящий от принятого интервала замедления между отдельными скважинами (прил. 6);

Интервал замедления (τ, мс)

$$\tau = kW, \tag{4.16}$$

где k – коэффициент, зависящий от взрываемости пород (для средневзрываемых пород k = 3,0 ÷4,0).

4.2.2.16. Определяется высота развала ($h_р$, м)

$$h_р \approx \frac{2H_у W k_р}{B_р}, \qquad (4.17)$$

где $k_р$ – коэффициент разрыхления пород после взрыва (в развале).

При взрывании пород на дробление с однорядным расположением скважин развал имеет форму, близкую к треугольной. При этом $k_р$ = 1,4 ÷ 1,6.

4.2.2.17. Определяется выход взорванной горной массы с 1 п. м скважины ($q_{г.м}$, м^3/м)

$$q_{г.м} = \frac{H_у a W}{l_с}. \qquad (4.18)$$

4.2.3. На миллиметровой бумаге вычертить буровую заходку (план и разрез), взрывные скважины и развал породы (на разрезе) с указанием всех необходимых размеров (см. рис. 4.1).

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные зависимости, необходимые расчеты и их результаты, а также чертеж буровой заходки в выбранном масштабе.

Контрольные вопросы к практической работе № 4

1. Дайте определение скважинного заряда.
2. Перечислите параметры скважинного заряда.
3. Исходя из каких условий принимается (задается) тип ВВ?
4. Что такое линия сопротивления по подошве (W)? В чем ее геометрический и физический смысл?
5. Каким условием определяется минимально допустимая линия сопротивления по подошве (W_{min})?
6. Каким параметром определяется положение первого ряда скважин?
7. Какими параметрами характеризуется сетка скважин?
8. Что такое «удельная вместимость скважины»? В каких единицах она измеряется? Выведите формулу для определения удельной вместимости скважины.

9. По какой формуле определяется выход горной массы с одного погонного метра скважины?
10. Какими факторами определяется ширина развала взорванной горной массы?
11. Каким показателем определяется отношение площади поперечного сечения развала взорванной горной массы к площади поперечного сечения буровой (взрывной) заходки? В каких пределах он изменяется?

Практическая работа № 5

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУРОВОГО СТАНКА

Цель работы – изучить методику определения производительности буровых станков типа СБШ.

5.1. Задачи работы

5.1.1. Ознакомиться с технологией бурения взрывных скважин станками шарошечного бурения.

5.1.2. Выполнить расчет технической скорости бурения и производительности бурового станка.

5.1.3. Исследовать зависимость технической скорости бурения от показателя буримости горных пород.

5.2. Порядок выполнения работы

5.2.1. По учебнику [1, с. 49 - 50] ознакомиться с технологией, условиями и областью применения шарошечного бурения взрывных скважин на карьерах.

5.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 7. По данным заданного варианта выполнить расчет технической скорости бурения и сменной производительности бурового станка типа СБШ.

Техническая скорость бурения ($v_б$, м/ч) скважин станками СБШ определяется по формуле

$$v_б = \frac{P_o n_в^{0,8}}{П_б^{1,6} d_д}, \qquad (5.1)$$

где P_o – осевое усилие, кН;

$n_в$ – частота вращения бурового става, мин$^{-1}$;

$П_б$ – показатель буримости пород;

$d_д$ – диаметр долота (коронки), см.

Сменная производительность бурового станка ($A_{б}^{см}$, м/смену) рассчитывается по формуле

$$A_{б}^{см} = \frac{T_{см} - (T_{п.з} + T_{р})}{v_{б}^{-1} + T_{в}}, \quad (5.2)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, ч/смену;

$T_{п.з}$ – затраты времени на подготовительно-заключительные операции в течение смены, ч/смену;

$T_{р}$ – затраты времени на ремонты в течение смены, ч/смену;

$T_{в}$ – затраты времени на вспомогательные операции при бурении в расчёте на 1 м скважины ч/м;

$v_{б}$ – техническая скорость бурения, м/ч.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

5.2.2.1. По заданным величинам $\sigma_{сж}$, $\sigma_{сд}$, ρ определяется показатель буримости горных пород ($П_{б}$)

$$П_{б} = 0{,}07(\sigma_{сж} + \sigma_{сд}) + 0{,}7\rho, \quad (5.3)$$

где $\sigma_{сж}$ – предел прочности породы на сжатие, МПа;

$\sigma_{сд}$ – предел прочности породы на сдвиг, МПа;

ρ – плотность горных пород, т/м^3.

По показателю буримости ($П_{б}$) определяется класс горных пород:

I класс – легкобуримые породы ($П_{б}$ = 1÷5);

II класс – породы средней трудности бурения ($П_{б}$ = 5,1÷10);

III класс – труднобуримые породы ($П_{б}$ = 10,1÷15,0);

IV класс – весьма труднобуримые породы ($П_{б}$ = 15,1÷20,0);

V класс – исключительно труднобуримые породы ($П_{б}$ = 20,1÷25,0).

5.2.2.2. В зависимости от показателей буримости пород ($П_б$) и заданного диаметра долота ($d_д$) по графику (прил. 8) определяется частота вращения бурового става ($n_в$).

5.2.2.3. Рассчитывается осевое усилие ($P_о$, кН) по выражению

$$P_о \geq kП_б d_д, \tag{5.4}$$

где $d_д$ – диаметр долота, см;

k – коэффициент, зависящий от показателя буримости (прил. 9).

5.2.2.4. По формуле (5.1) рассчитывается техническая скорость бурения ($v_б$, м/ч).

5.2.2.5. По заданным величинам $T_{см}$, $(T_{п.з}+T_р)$, $T_в$ и полученному значению $v_б$ рассчитывается сменная производительность станка ($A_б^{см}$, м/смену).

5.2.2.6. Определяется суточная производительность бурового станка ($A_б^с$, м/смену)

$$A_б^с = A_б^{см} n_{см}, \tag{5.5}$$

где $n_{см}$ – количество рабочих смен станка в сутки, смен/сут. ($n_{см} = 2 \div 3$).

5.2.2.7. Определяется годовая производительность станка ($A_б^г$, м/год)

$$A_б^г = A_б^с n_{р.д.с}, \tag{5.6}$$

где $n_{р.д.с}$ – число рабочих дней станка в году, дней/год (с учетом вычета времени: ремонтов, перемещений с участка на участок, остановок в работе по климатическим условиям и др.). Для станков СБШ $n_{р.д.с} = 230 \div 280$ дней/год.

5.2.2.8. Рассчитывается парк буровых станков.

Списочный парк станков ($N_{б.с}$, ед.)

$$N_{б.с} = \frac{V_{г.м}}{A_б^г q_{г.м}}, \tag{5.7}$$

где $V_{г.м}$ – годовой объем обуриваемой горной массы, м^3 (принимается $V_{г.м}$ = = $П_{г.м}$ по результатам выполнения практ. работы № 3);

$q_{г.м}$ – выход взорванной горной массы с 1 п. м скважины, м^3/м (принимается по результатам выполнения практ. работы № 4).

Рабочий парк буровых станков ($N_{бр}$, ед.)

$$N_{бр} = \frac{N_{бс}}{k_{рез}}, \quad (5.8)$$

где $k_{рез}$ – коэффициент резерва буровых станков.

$$k_{рез} = \frac{T_г}{n_{р.д.с}}, \quad (5.9)$$

где $T_г$ – число рабочих дней карьера в году, дней/год ($T_г$ = 350 дней/год).

5.2.3. Исследовать зависимость технической скорости бурения ($v_б$, м/ч) от показателя буримости горных пород ($П_б$).

Для этого произвести расчет $v_б$ для пяти значений $П_б$. За базовое значение принять $П_б$, полученное при выполнении п. 5.2.2.1. Для принятия четырех оставшихся значений $П_б$ принять шаг варьирования от базового $\Delta П_б$ = 0,5÷1,5. Два принятых значения $П_б$ должны превышать базовое, а два быть меньше его. Строится график $v_б = f(П_б)$.

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы, все необходимые расчеты, а также график зависимости $v_б = f(П_б)$ на миллиметровой бумаге.

Контрольные вопросы к практической работе № 5

1. Перечислите основные элементы станков шарошечного бурения.
2. Как маркируются модели станков шарошечного бурения?
3. От каких свойств пород зависят показатели буримости и что характеризуют эти свойства? В каких единицах они измеряются?
4. От каких факторов зависит скорость бурения?
5. От каких факторов зависит величина требуемого осевого усилия?
6. Написать формулу часовой производительности бурового станка.
7. Как определяется списочный парк бурстанков?
8. Как определяется рабочий парк бурстанков?

Практическая работа № 6

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Цель работы – ознакомиться с технико-экономическими показателями и освоить методику расчета производительности одноковшовых экскаваторов.

6.1. Задачи работы

6.1.1. Ознакомиться с распределением рабочего времени, производительностью и технико-экономическими показателями одноковшовых экскаваторов.

6.1.2. Выполнить расчет технической, сменной и годовой производительности экскаватора типа ЭКГ в скальных породах.

6.1.3. Исследовать зависимость технической производительности экскаватора от угла поворота на разгрузку.

6.2. Порядок выполнения работы

6.2.1. По учебнику [1, с. 103 - 108] ознакомиться с распределением рабочего времени, принципами расчета производительности и технико-экономическими показателями работы одноковшовых экскаваторов.

6.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 10. По данным заданного варианта выполнить расчет технической, сменной и годовой производительности и параметров забоя одноковшового экскаватора типа ЭКГ в скальных породах.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

6.2.2.1. Определяется техническая производительность экскаватора ($A_т$, м^3/ч)

$$A_т = \frac{3600E}{T_ц} k_э, \qquad (6.1)$$

где E – вместимость ковша экскаватора, м^3;

$T_ц$ – продолжительность цикла экскавации, с;

$$T_ц = T_ч + T_{пов} + T_р, \qquad (6.2)$$

где $T_ч$ – длительность черпания, с;

$$T_ч = \frac{194 d_{ср}^2}{E} + \frac{E}{0{,}11E + 0{,}6}, \quad (6.3)$$

$d_{ср}$ – размер «среднего» куска в развале взорванной горной массы, м;

$$d_{ср} = (0{,}3 \div 0{,}4)\sqrt[3]{E}, \quad (6.4)$$

$T_{пов}$ – длительность поворота экскаватора для разгрузки ковша, с;

$$T_{пов} = (10 + E) + 0{,}18(\beta - 90°), \quad (6.5)$$

$T_р$ – длительность разгрузки ковша, с;

где β – средний угол поворота экскаватора для разгрузки ковша, град;

(при E = 1÷3 м^3, $T_р$ = 1,5÷2,5 с;

при E = 3÷8 м^3, $T_р$ = 2,5÷2,7 с;

при E = 12÷20 м^3, $T_р$ = 2,9÷3,5 с);

$k_э$ – коэффициент экскавации пород,

$$k_э = \frac{k_н}{k_р},$$

где $k_н$ – коэффициент наполнения ковша;

$k_р$ – коэффициент разрыхления пород в ковше экскаватора.

Значения $k_н$ и $k_р$ принимать по прил. 11 в зависимости от заданной категории пород по трудности экскавации.

6.2.2.2. Сменная производительность экскаватора ($A_{см}$, м^3/смену)

$$A_{см} = A_т \, T_{см} \, k_и \, , \quad (6.6)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, ч/смену;

$k_и$ – коэффициент использования экскаватора в течение смены (прил. 10).

6.2.2.3. Суточная производительность экскаватора ($A_с$, м^3/сут)

$$A_с = A_{см} \, n_{см}, \quad (6.7)$$

где $n_{см}$ – число рабочих смен в сутках, смен/сут. ($n_{см}$ = 2÷3).

6.2.2.4. Годовая производительность экскаватора ($A_г$, м^3/год)

$$A_г = A_с\, n_г, \tag{6.8}$$

где $n_г$ – число рабочих дней экскаватора в году, дней/год (прил. 10).

6.2.2.5. Определяется парк экскаваторов. Списочный парк экскаваторов ($N_{эс}$, ед.)

$$N_{эс} = \frac{П_{г.м}}{A г}, \tag{6.9}$$

где $П_{г.м}$ – производительность карьера по горной массе, м^3/год (принимается по результатам выполнения практической работы № 3).

Рабочий парк экскаваторов ($N_{эр}$, ед.)

$$N_{эр} = \frac{N_{эс}}{k_{рез}}, \tag{6.10}$$

где $k_{рез}$ – коэффициент резерва экскаваторов

$$k_{рез} = \frac{T_г}{n_г}, \tag{6.11}$$

где $T_г$ – число рабочих дней карьера в году, дней/год ($T_г$ = 350 дней/год).

6.2.2.6. Определяется ширина экскаваторной заходки (забоя) ($A_з$, м):

при железнодорожном транспорте

$$A_з = (1{,}5 \div 1{,}7) R_{ч.у}\,; \tag{6.12}$$

при автомобильном транспорте

$$A_э = (0{,}8 \div 1{,}2) R_{ч.у}\,, \tag{6.13}$$

где $R_{ч.у}$ – радиус черпания экскаватора на уровне стояния, м [1, с. 85, табл. 10].

6.2.2.7. Определяется допустимая высота уступа (забоя) ($H_у$, м) для скальных пород

$$H_у \le 1{,}5 H_ч^{max}, \tag{6.14}$$

где $H_ч^{max}$ – максимальная высота черпания экскаватора, м [1, с. 85, табл. 10].

6.2.3. Исследовать зависимость технической производительности экскаватора от угла поворота и построить график $A_т = f(\beta)$.

Для этого производится расчет $A_т$ для пяти значений β. Область варьирования угла поворота $150^o > \beta > 90^o$. Интервал варьирования $\Delta\beta = 5 \div 10^o$.

Базовое значение β принять из прил. 10 для заданного варианта. Для принятия четырех оставшихся значений β принять шаг варьирования от базового $\Delta\beta = (5 \div 10)^o$.

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы и результаты расчетов, а также график зависимости $A_т = f(\beta)$ на миллиметровой бумаге.

Контрольные вопросы к практической работе № 6

1. Дайте определение производительности.
2. Вывести формулу технической производительности экскаватора.
3. Из каких элементов складывается цикл экскавации?
4. Вывести формулу максимальной ширины экскаваторной заходки.
5. Почему рациональная ширина экскаваторной заходки при железнодорожном транспорте больше, чем при автомобильном транспорте?
6. Как определяется допустимая высота уступа в сыпучих и связных породах?
7. Как определяется рабочий и списочный парк экскаваторов?

Практическая работа № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Цель работы – ознакомиться с методикой и освоить принципы расчета производительности карьерных автосамосвалов.

7.1. Задачи работы

7.1.1. Ознакомиться с техническими характеристиками и областью применения карьерных автосамосвалов для перевозки горной массы.

7.1.2. Выполнить расчет сменной производительности карьерного автосамосвала.

7.1.3. Исследовать зависимость сменной производительности карьерного автосамосвала от заданных параметров трассы.

7.2. Порядок выполнения работы

7.2.1. По учебнику [1, с. 145 - 151] ознакомиться с техническими характеристиками и областью применения карьерных автосамосвалов для перевозки горной массы.

7.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 12. По данным заданного варианта выполнить расчет сменной производительности автосамосвала.

Производительность автосамосвала по заданной трассе ($Q_{\text{а}}$, т/смену) рассчитывается

$$Q_{\text{а}} = N_{\text{р}} q = \frac{T_{\text{см}}}{T_{\text{ц}}^{\text{а}}} k_{\text{и}} q, \qquad (7.1)$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, мин./смену;

q – вес груза в кузове автосамосвала, т;

$k_{\text{и}}$ – коэффициент использования сменного времени;

$T_{\text{ц}}^{\text{а}}$ – продолжительность транспортного цикла автосамосвала, мин.;

$N_р$ – количество рейсов автосамосвала в течение смены, рейс/смену.

Продолжительность транспортного цикла ($T_ц^а$, мин.)

$$T_ц^а = t_о + t_п + t_д + t_{м.п} + t_{м.р} + t_р\,, \qquad (7.2)$$

где $t_о$ – продолжительность ожидания погрузки, мин. ($t_о \approx 0{,}5t_п$);

$t_п$ – продолжительность погрузки автосамосвала, мин.;

$t_д$ – продолжительность движения автосамосвала в грузовом и порожняковом направлениях, мин.;

$t_{м.п}$, $t_{м.р}$ – продолжительность маневровых операций соответственно при установке на погрузку и разгрузку, мин.;

$t_р$ – продолжительность разгрузки, мин.

Расчеты выполняются в следующей последовательности:

7.2.2.1. По заданной модели экскаватора (см. практическую работу № 6) подбирается модель автосамосвала прил. 13. Подбор осуществляется из условия обеспечения рационального соотношения (μ) между вместимостью кузова автосамосвала и ковша экскаватора

$$\mu = \frac{V_а}{E} = 3 \div 5, \qquad (7.3)$$

где $V_а$ – геометрическая вместимость кузова выбранного автосамосвала, м^3 (см. прил. 13);

E – вместимость ковша экскаватора, м^3.

7.2.2.2. Производится расчет времени погрузки автосамосвала ($t_п$, мин.) и веса груза в кузове (q, т)

$$t_п = \frac{T_ц^э (n_{\min\ цик} - 0{,}5)}{60}, \qquad (7.4)$$

где $T_ц^э$ – длительность цикла экскавации, с (см. практическую работу № 6);

$n_{\min\ цик}$ – количество циклов экскавации при загрузке автосамосвала.

Для определения $n_{\text{min цик}}$ рассчитывается необходимое количество ковшей для полной загрузки автосамосвала ($n_к$):

исходя из грузоподъемности автосамосвала

$$n_к = \frac{q_а k_р}{E k_н \rho}, \tag{7.5}$$

где $q_а$ – грузоподъемность автосамосвала, т;

$k_р$ – коэффициент разрыхления породы в ковше экскаватора;

$k_н$ – коэффициент наполнения ковша экскаватора;

ρ – плотность пород в целике, т/м^3 (значения $k_н$, $k_р$ и ρ принимаются по прил. 11 в зависимости от заданной категории пород);

исходя из вместимости кузова автосамосвала с «шапкой»

$$n_к = \frac{0{,}9V'_а}{E k_н}, \tag{7.6}$$

где $V'_а$ – вместимость кузова автосамосвала с «шапкой» (см. прил. 13), м^3.

Затем сравниваются значения $n_к$, вычисленные по формулам (7.5) и (7.6), выбирается меньшее ($n_к$) и округляется до ближайшего целого числа, которое принимается за $n_{\text{min цик}}$.

Вес груза рассчитывается (q, т)

$$q = \frac{E k_н}{k_р} n_{\text{min цик}} \rho. \tag{7.7}$$

Осуществляется проверка условия

$$q \le 1{,}1 q_а, \tag{7.8}$$

где $q_а$ – грузоподъемность автосамосвала, т.

7.2.2.3. Производится расчет времени движения автосамосвала в грузовом и порожняковом направлениях ($t_д$, мин.)

$$t_д = 60 \frac{2L}{v_{ср.т}}, \tag{7.9}$$

где L – расстояние транспортирования горной массы, км;

$v_{ср.т}$ – средняя техническая скорость движения автосамосвала по трассе, км/ч; $v_{ср.т}$ определяется в зависимости от заданного расстояния транспортирования (L, км) и высоты подъема горной массы ($H_п$, м) по прил. 15.

7.2.2.4. Производится расчет $T_ц^а$. При этом $t_{м.п}$, $t_{м.р}$ и $t_р$ принимаются из прил. 13 для выбранной модели автосамосвала.

7.2.2.5. По формуле 7.1 производится расчет сменной производительности автосамосвала при $k_и = 0{,}8$; $T_{см} = 8$ ч.

7.2.2.6. Производится расчет рабочего и инвентарного парка автосамосвалов.

Рабочий парк автосамосвалов ($N_{а.р}$, ед.)

$$N_{а.р} = \frac{V_{см}}{Q_а}, \tag{7.10}$$

где $V_{см}$ – сменный объем перевозок, т/смену.

$$V_{см} = k_н\left(П_{п.и}^{см} + П_в^{см}\rho\right), \tag{7.11}$$

где $k_н$ – коэффициент неравномерности выдачи горной массы из карьера ($k_н = 1{,}1$);

$П_{п.и}^{см}$ – сменная производительность карьера по полезному ископаемому, т/смену;

$П_в^{см}$ – сменная производительность карьера по вскрыше в целике, м^3/смену;

ρ – плотность вскрышных пород в целике, т/м^3.

$П_{п.и}^{см}$ и $П_в^{см}$ принимаются по результатам выполнения практической работы № 3, ρ – по прил. 11 в зависимости от заданной категории пород по трудности экскавации.

Инвентарный парк автосамосвалов ($N_{а.и}$, ед.)

$$N_{\text{а.и}} = \frac{N_{\text{а.р}}}{k_{\text{т.г}}}, \qquad (7.12)$$

где $k_{\text{т.г}}$ – коэффициент технической готовности, определяемый по прил. 14, в зависимости от суточного пробега автосамосвала.

Суточный пробег автосамосвала ($L_{\text{с}}$, км/сут)

$$L_{\text{с}} = \frac{2LQ_{\text{а}}}{q} k_{\text{о}} k_{\text{см}}, \qquad (7.13)$$

где $k_{\text{о}}$ – коэффициент, учитывающий нулевой пробег от гаража до места работы и обратно ($k_{\text{о}}$ = 1,05);

$k_{\text{см}}$ – коэффициент сменности – среднее количество полных смен отработанных автосамосвалом за сутки (принять $k_{\text{см}}$ = 2,5).

7.2.3. Исследовать зависимость сменной производительности автосамосвала от расстояния транспортирования или высоты подъема горной массы и построить график $Q_{\text{а}} = f(L)$ или $Q_{\text{а}} = f(H_{\text{п}})$.

Производится расчет для пяти значений L или $H_{\text{п}}$. Интервал варьирования расстояния транспортирования ΔL = 0,2÷0,4 км, высоты подъема горной массы $\Delta H_{\text{п}}$ = 20 м.

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы и результаты расчетов, а также графики зависимостей $Q_{\text{а}} = f(L)$ или $Q_{\text{а}} = f(H_{\text{п}})$.

Контрольные вопросы к практической работе № 7

1. Чем отличается процесс выемки горной массы от процесса транспортирования горной массы?
2. Вывести формулу сменной производительности автосамосвала.
3. От каких факторов зависит сменная производительность автосамосвала?
4. Из каких элементов складывается транспортный цикл?
5. Как определить количество рейсов (транспортных циклов) автосамосвала за смену?
6. От чего зависит продолжительность погрузки автосамосвала?
7. В чем различие между величиной количества циклов экскавации для загрузки автосамосвала и количества ковшей для загрузки автосамосвала?
8. От каких факторов зависит время движения автосамосвала в транспортном цикле?
9. Какое различие между рабочим и инвентарным парком автосамосвалов?
10. Как определить сменный пробег автосамосвала?

Практическая работа № 8

КОНСТРУКЦИЯ РАБОЧЕГО И НЕРАБОЧЕГО БОРТОВ КАРЬЕРА

Цель работы – изучить конструкцию рабочего и нерабочего бортов карьера, освоить методику расчета ширины рабочей площадки и угла откоса рабочих и нерабочих бортов.

8.1. Задачи работы

8.1.1. Ознакомиться с конструкцией рабочего и нерабочего бортов карьера.

8.1.2. Выполнить расчет углов откоса рабочих и нерабочих бортов.

8.1.3. Исследовать зависимость величины угла откоса рабочего борта от определяющих факторов.

8.2. Порядок выполнения работы

8.2.1. По учебнику [1, с. 23 - 27; 269 - 271] ознакомиться с конструкцией рабочего и нерабочего бортов карьера и факторами, определяющими величины углов их откосов.

8.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 16. По данным заданного варианта выполнить расчет углов откоса рабочего и нерабочего бортов.

Порядок выполнения расчетов

8.2.2.1. Определяется высота рабочего борта карьера ($H_{р.б}$, м)

$$H_{р.б} = H_у n_{р.у}, \qquad (8.1)$$

где $H_у$ – высота уступа, м;

$n_{р.у}$ – количество рабочих уступов.

8.2.2.2. Определяется ширина рабочей площадки при погрузке горной массы в автомобильный транспорт ($Ш_{р.п}$, м)

$$Ш_{р.п} = B_р + C + T + S + Z + Ш_{в.б}, \qquad (8.2)$$

где $B_р$ – ширина развала породы, м (принимается по результатам расчетов из практической работы № 4);

C – безопасный зазор между нижней бровкой развала и транспортной полосой, м (2-3 м);

T – ширина транспортной полосы (проезжей части временной автодороги при двухполосном движении), м (см. прил. 13);

S – безопасное расстояние (1,5÷2,0 м) от транспортной полосы до призмы возможного обрушения;

Z – ширина призмы возможного обрушения, м;

$Ш_{в.б}$ – ширина взрывного блока, м (при однорядном взрывании $Ш_{в.б} = W$, принимается по результатам расчетов из практической работы № 4);

$$Z = H_у (\text{ctg}\ \alpha_у - \text{ctg}\ \alpha); \quad (8.3)$$

α – угол откоса рабочего уступа, град.;

$\alpha_у$ – угол устойчивого откоса уступа, град. (см. прил. 16).

8.2.2.3. Определяется горизонтальное проложение откоса рабочего борта ($C_{р.б}$, м)

$$C_{р.б} = H_у\ \text{ctg}\ \alpha\ n_{р.у} + Ш_{р.п} (n_{р.у} - 1). \quad (8.4)$$

8.2.2.4. Определяется тангенс угла откоса рабочего борта карьера (φ)

$$\text{tg}\ \varphi = H_{р.б} / C_{р.б}. \quad (8.5)$$

8.2.2.5. Определяется величина угла откоса, град, рабочего борта φ: $\varphi = \text{arctg}\ (\text{tg}\ \varphi)$.

8.2.2.6. Определяется высота нерабочего борта карьера ($H_{н.б}$, м)

$$H_{н.б} = H_у\ n_{н.у}, \quad (8.6)$$

где $n_{н.у}$ – количество нерабочих уступов (принимается $n_{н.у} = 3$).

8.2.2.7. Определяется горизонтальное проложение откоса нерабочего борта ($C_{н.б}$, м)

$$C_{н.б} = n_{н.у} (H_у\ \text{ctg}\ \alpha_у + b_с) + (n_{н.у} - 1)\ b_б, \quad (8.7)$$

где $b_с$ – ширина съезда, м;

$b_б$ – ширина бермы безопасности, м ($b_б$ = 8÷10 м).

8.2.2.8. Определяется тангенс угла откоса нерабочего борта карьера (γ)

$$\text{tg}\,\gamma = H_{н.б} / C_{н.б}. \quad (8.8)$$

Затем сам угол откоса, град, нерабочего борта карьера (γ):

$$\gamma = \text{arctg}\,(\text{tg}\,\gamma). \quad (8.9)$$

8.2.3. На миллиметровой бумаге вычертить разрез рабочей площадки (рис. 8.1), рабочего борта (рис. 8.2), план и разрез нерабочего борта карьера с тупиковыми съездами (рис. 8.3) в выбранном масштабе.

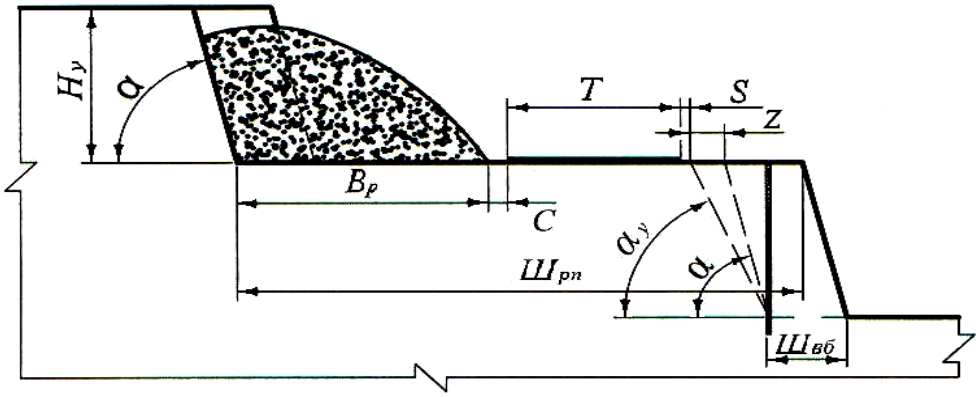


Рис. 8.1. Рабочая площадка

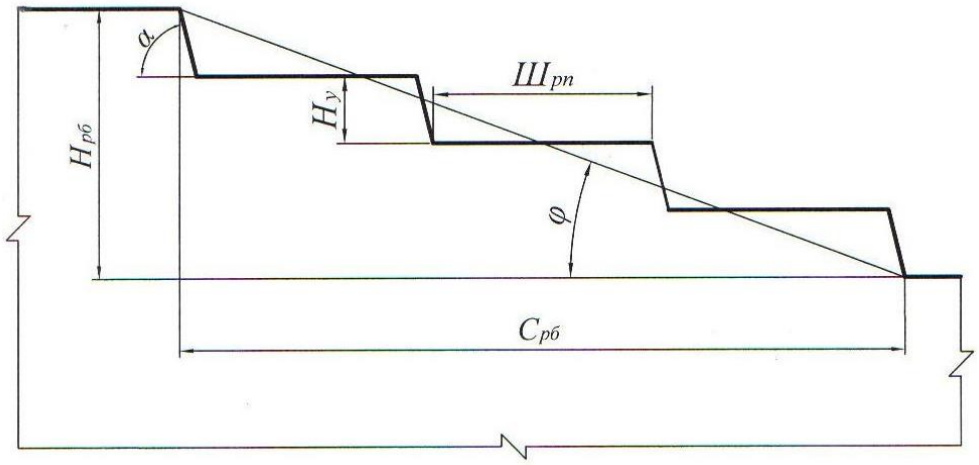
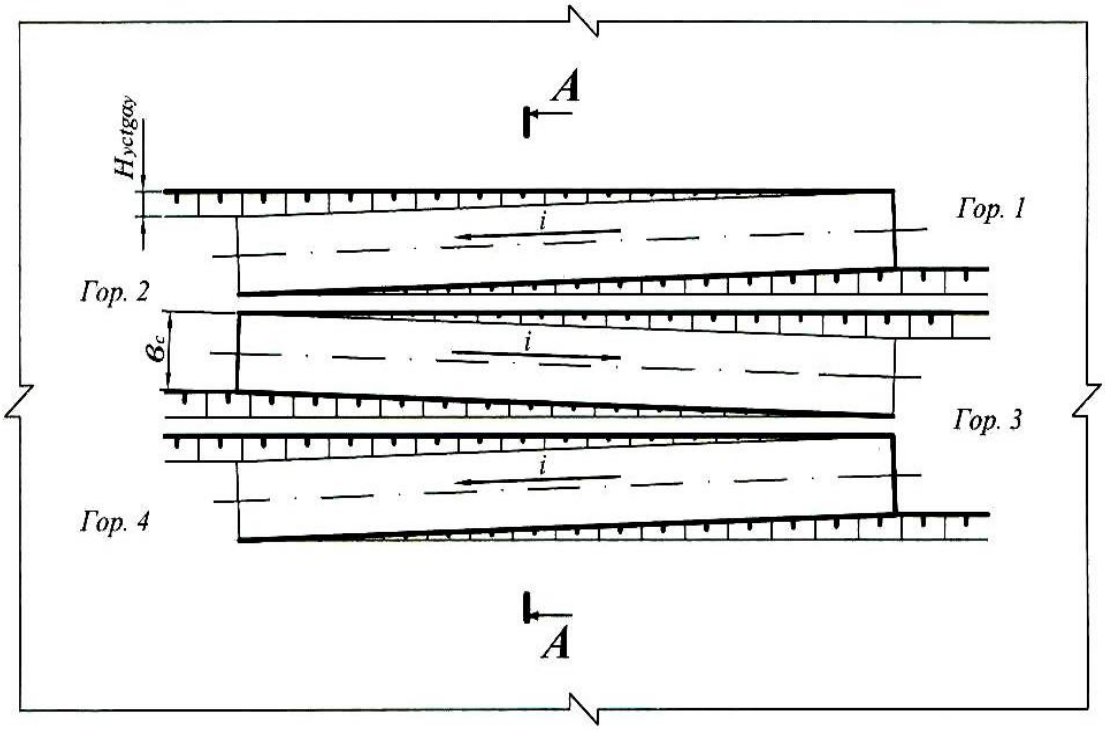


Рис. 8.2. Рабочий борт карьера

а)



б)

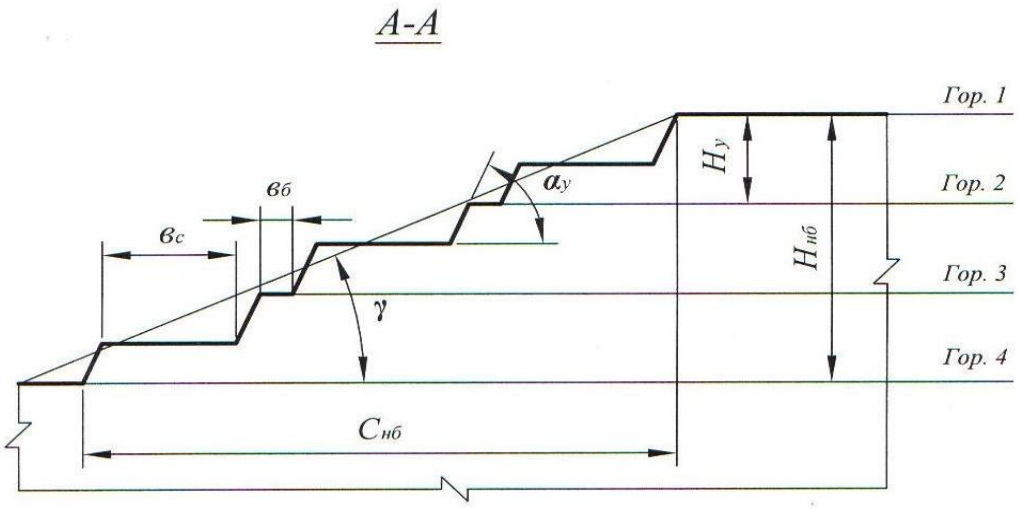


Рис. 8.3. Нерабочий борт карьера:
а – автомобильный съезд на нерабочем борту; *б* – профиль нерабочего борта

8.2.4. Исследовать зависимость угла откоса рабочего борта карьера (φ, град) от высоты уступа ($H_у$, м) или ширины рабочей площадки ($Ш_{р.п}$, м) и построить график $\varphi = f(H_у)$ или $\varphi = f(Ш_{р.п})$.

Производится расчет φ для пяти значений $H_у$ и $Ш_{р.п}$. Величина аргумента задается в пределах 10 м ≤ $H_у$ ≤ 25 м и 30 м ≤ $Ш_{р.п}$ ≤ 80 м.

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы и результаты расчетов, а также графики зависимостей φ = f ($H_у$) или φ = f ($Ш_{р.п}$).

Контрольные вопросы к практической работе № 8

1. Дайте определение рабочего и нерабочего борта карьера.
2. Из каких элементов состоят рабочий и нерабочий борт карьера?
3. Назовите параметры рабочего и нерабочего бортов карьера и их элементов.
4. Какими условиями определяется угол откоса нерабочего борта карьера?
5. От каких факторов зависит угол откоса рабочего борта карьера?
6. Из каких элементов состоит рабочая площадка (как определяется ширина рабочей площадки)?
7. Как определяется ширина призмы возможного обрушения уступа?
8. Как определить угол откоса борта карьера, если известны его высота и горизонтальное проложение?
9. Как определить горизонтальное проложение борта карьера (рабочего и нерабочего)?
10. Как определяется уклон внутрикарьерной траншеи?
11. В каких единицах измеряется уклон траншеи?

Практическая работа № 9

РАСЧЕТ БУЛЬДОЗЕРНОГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ ПРИ АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Цель работы – ознакомиться с методикой и освоить принципы расчета основных параметров бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте.

9.1. Задачи работы

9.1.1. Изучить технологию бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте.

9.1.2. Выполнить расчет основных параметров бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте.

9.2. Порядок выполнения работы

9.2.1. По учебнику [1, с. 176 - 177] ознакомиться с основными параметрами отвалов и технологией бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте.

9.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 17. По данным заданного варианта выполнить расчет основных параметров бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте.

Порядок выполнения расчетов

9.2.2.1. Определяется требуемая площадь отвала ($S_{\text{о}}$, м^2)

$$S_{\text{о}} = \frac{W k_{\text{р}}^{\text{о}}}{n_{\text{я}} h_{\text{я}} \eta_{\text{о}}}, \qquad (9.1)$$

где W – объем пород, подлежащих размещению в отвале за срок его существования, м^3 (см. прил. 17);

$k_{\text{р}}^{\text{о}}$ – коэффициент разрыхления пород в отвале (см. прил. 18);

$h_я$ – высота яруса, м (см. прил. 18);

$n_я$ – количество ярусов;

$\eta_о$ – коэффициент использования площади отвала ($\eta_о$ принимать: для одно- и двухъярусных отвалов – 0,8÷0,7; для трехъярусных и более – 0,5).

Тип (категорию) складируемых пород принимать согласно прил. 17. Количество отвальных ярусов принимать самостоятельно (на практике отвалы формируются, как правило, из одного-трех ярусов), исходя из необходимости минимизировать площадь отвалов и максимальной общей высоты отвала не более 120-180 м. По требуемой площади отвала, определяются его размеры в плане: ширина (B, м), длина (L, м). При этом рекомендуется выдерживать соотношение $B : L = 1 : 2$, тогда: $L = \sqrt{2S_0}$.

9.2.2.2. Рассчитывается количество автосамосвалов, разгружающихся на отвале в течение часа ($N_о$, ед./ч)

$$N_о = \frac{П_в^ч k_н}{Q_п}, \qquad (9.2)$$

где $П_в^ч$ – часовая производительность карьера по вскрыше, м^3/ч;

$k_н$ – коэффициент неравномерности работы карьера по вскрыше ($k_н = 1{,}1 \div 1{,}2$);

$Q_п$ – объем вскрыши в целике в кузове автосамосвала, м^3.

$$Q_п = q/\rho, \qquad (9.3)$$

где q – вес груза в кузове автосамосвала, т (величина q принимается по результатам расчетов в практической работе № 7);

ρ – плотность пород в целике, т /м^3.

$$П_в^ч = \frac{П_в}{T_г n_{см} T_{см}},$$

где $П_в$ – годовая производительность карьера по вскрыше (см. прил. 17), м^3/год;

$T_{г}$ – число рабочих дней карьера в году, дней/год ($T_{г}$ = 350 дн./год);

$n_{см}$ – число рабочих смен в сутки, смен/сут. ($n_{см}$ = 3 смены/сут.);

$T_{см}$ – продолжительность смены, ч/смену ($T_{см}$ = 8 ч/смену).

9.2.2.3. Определяется число одновременно разгружающихся автосамосвалов на отвале ($N_{а.о}$, ед.)

$$N_{а.о} = N_{о} \frac{t_{р} + t_{м.р}}{60}, \qquad (9.4)$$

где $t_{р}$, $t_{м.р}$ – продолжительность разгрузки и маневровых операций при установке на разгрузку, мин. (см. прил. 13).

9.2.2.4. Определяется длина участка разгрузки ($L_{р}$, м)

$$L_{р} = N_{а.о}\, l_{п}, \qquad (9.5)$$

где $l_{п}$ – ширина полосы по рабочему фронту отвала, м, занимаемой одним автосамосвалом при маневрировании, для автосамосвалов грузоподъемностью:

30 – 55 т $l_{п}$ = 30÷40 м,
80 – 130 т $l_{п}$ = 50÷60 м,
180 – 240 т $l_{п}$ = 60÷70 м.

9.2.2.5. Отвальный фронт состоит из трех участков: разгрузки, планировки и резервный.

По мере заполнения участка разгрузки и выравнивания участка планировки, последний начинает выполнять функцию первого, а участок разгрузки становится участком планировки. Если участок планировки не подготовлен, то разгрузка производится на резервном участке. Таким образом, все три участка должны иметь одинаковую длину и общая длина отвального фронта ($L_{о}$, м) определится:

$$L_{о} = 3L_{р}. \qquad (9.6)$$

9.2.2.6. Определяется сменный объем бульдозерных работ по формированию отвала ($Q_{б}$, м^3/смену)

$$Q_{б} = П_{в}^{см} k_{н} k_{зав}, \quad (9.7)$$

где $П_{в}^{см}$ – сменная производительность карьера по вскрыше, м^3/смену;

$$П_{в}^{см} = П_{в}^{ч} T_{см}, \quad (9.8)$$

где $k_{зав}$ – средний коэффициент «заваленности» (см. прил. 18).

9.2.2.7. Выбирается модель бульдозера (см. прил. 19) и определяется число бульдозеров в работе ($N_б$, ед.):

$$N_б = Q_б / П_б, \quad (9.9)$$

где $П_б$ – сменная производительность бульдозера, м^3/смену (принимается по прил. 19).

9.2.2.8. Рассчитывается инвентарный парк бульдозеров ($N_{б.и}$, ед.)

$$N_{б.и} = 1{,}4\ N_б, \quad (9.10)$$

где 1,4 – ориентировочное значение коэффициента резерва бульдозеров.

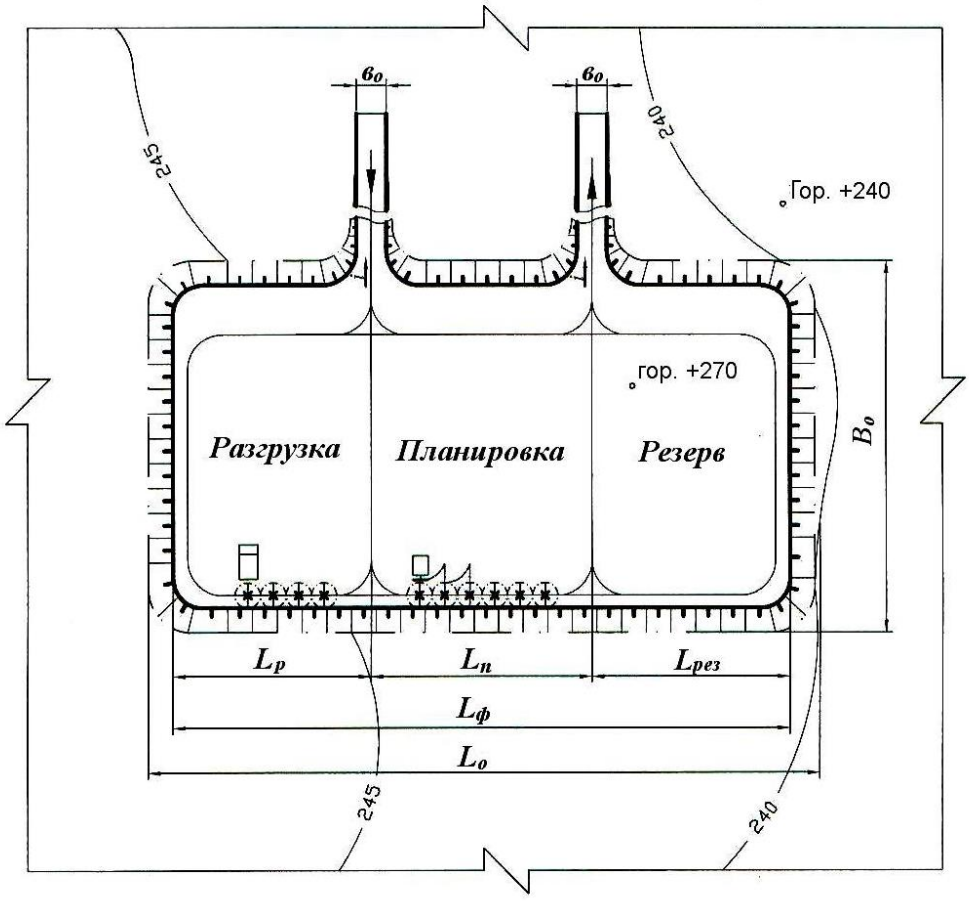


Рис. 9.1. План бульдозерного отвала

9.2.3. На миллиметровой бумаге вычертить план бульдозерного отвала с выделением рабочих участков, участков, находящихся в планировке, и резервных участков (см. рис. 9.1).

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы результаты расчетов, а также план бульдозерного отвала на миллиметровой бумаге.

Контрольные вопросы к практической работе № 9

1. Перечислите способы отвалообразования, применяемые при открытой разработке месторождений.
2. В чем заключается отличительный признак бульдозерного отвалообразования?
3. Перечислите достоинства и недостатки бульдозерного отвалообразования.
4. Перечислите параметры отвалов.
5. От каких факторов зависит высота яруса отвала?
6. Перечислите операции технологии бульдозерного отвалообразования.
7. Перечислите параметры технологии бульдозерного отвалообразования.
8. Из каких участков состоит фронт отвальных работ при бульдозерном отвалообразовании?
9. Как соотносятся между собой размеры участков фронта отвальных работ?
10. От каких факторов зависит длина участка разгрузки?
11. Как определить количество одновременно разгружающихся автосамосвалов на участке разгрузки?
12. Как определить объем бульдозерных работ по формированию отвала (по планировке вскрышных пород на отвале)?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ И РЕКОМЕНДУЕМЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Хохряков, В. С.* Открытая разработка месторождений полезных ископаемых /В. С. Хохряков. – 5-е изд. – М.: Недра, 1991. – 336 с.
2. *Томаков, П. И.; Наумов, И. К.* Технология, механизация и организация открытых горных работ /П. И. Томаков, И. К. Наумов: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Моск. горного ин-та, 1992. – 464 с.
3. *Пахомов, Е. М..; Буянов, М. И.* Открытая разработка месторождений полезных ископаемых /Е. М. Пахомов, М. И. Буянов. – М.: Недра, 1990. – 250 с.
4. *Русский, И. И.* Технология отвальных работ и рекультивация на карьерах /И. И. Русский. – М.: Недра, 1979. – 262 с.

Приложение 1

Исходные данные к практической работе № 1 «Графическое изображение элементов горных работ»

Таблица П.1.1

Графическое изображение забоев и уступов

Номер варианта	Уступ			Забой												
	тип уступа, м	высота $H_р$, м	угол откоса, A, град	тип забоя	высота уступа, $H_у$, м	высота развала, $H_р$, м	ширина развала, $B_р$, м	ширина взрывной заходки, $B_б$, м	ширина заходки экскаватора (забоя), $A_э$, м	угол откоса, град		$R_{ч.у}$, м	$R_{ч.мах}$, м	R_1, м	R_2, м	$H_{сл}$, м
										забоя, F	уступа, A					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Вскрышной	12	70	Экскаваторный (мехлопата)	10		Без БВР	-	13	65	70	9,04				
	Склад руды	10	60	Экскаваторный (драглайн)	30		Без БВР	-	25	40	65		71,4			
2	Рудный	12	75	Экскаваторный (мехлопата)	15	16	26	17	13	70	80	13,5				
	Отвал	25	55	Экскаваторный (мехлопата)	15		Без БВР	-	20	60	65	13,5				
3	Сложный (руда и порода)	7,5	78	Экскаваторный (роторный)	10		Без БВР	-	20	60	60			15	16	2
	Отвал	30	55	бульдозерный	7		Без БВР	-	30	20	65					
4	Вскрышной	15	75	бульдозерный	5		Без БВР	-	30	10	65					
	Склад руды	12	55	Экскаваторный (драглайн)	35		Без БВР	-	25	30	60		83,0			
5	Рудный	12	80	Экскаваторный (роторный)	17		Без БВР	-	25	60	60			21	24	4
	Отвал	25	50	Экскаваторный (драглайн)	40		Без БВР	-	35	35	55		91,5			
6	Вскрышной	20	80	Бульдозерный	3		Без БВР	-	25	10	65					
	Склад руды	10	50	Экскаваторный (мехлопата)	12	15	45	30	15	50	80	12,6				

Продолжение табл. П.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7	Сложный	7,5	70	Экскаваторный (драглайн)	40		Без БВР	-	35	30	60		94,8			
	Вскрышной	35	50	Экскаваторный (роторный)	15	15	Без БВР	-	24	55	55			21	24	
8	Рудный	15	75	Экскаваторный (мехлопата)	12		Без БВР	-	20	60	65	13,5				
	Отвал	30	55	Экскаваторный (мехлопата)	12		Без БВР	-	18	45	70	12,6				
9	Вскрышной	12	60	Экскаваторный (драглайн)	30		Без БВР	-	30	40	65		71,4			
	Склад руды	10	50	Экскаваторный (мехлопата)	15		Без БВР	-	14	55	60	14,3				
10	Рудный	12	80	Бульдозерный	5		Без БВР	-	35	10	65					
	Отвал	25	55	Экскаваторный (роторный)	17		Без БВР	-	28	60	65	14,3				
11	Вскрышной	15	65	Экскаваторный (мехлопата)	15	18	45	32	15	55	75	14,3				
	Склад руды	12	50	Экскаваторный (мехлопата)	12		Без БВР	-	16	50	80	12,6				
12	Рудный	15	80	Экскаваторный (драглайн)	40	40	Без БВР	-	30	30	60		91,5			
	Отвал	25	55	Экскаваторный (мехлопата)	15	15	Без БВР	-	20	55	65	15,2				
13	Сложный	7,5	65	Экскаваторный (мехлопата)	15	18	36	24	12	55	75	14,3				
	Склад руды	10	50	Бульдозерный	5		Без БВР	-	35	15	65					
14	Вскрышной	20	80	Экскаваторный (роторный)	16		Без БВР	-	25	60	60			18	24	8
	Склад руды	15	55	Экскаваторный (мехлопата)	12		Без БВР	-	9	45	70	12,6				
15	Рудный	20	75	Бульдозерный	10		Без БВР	-	40	18	65					
	Отвал	20	55	Экскаваторный (мехлопата)	12		Без БВР	-	13	55	65	12,6				
16	Сложный	7,5	80	Бульдозерный	10	10	Без БВР	-	40	20	60					
	Отвал	25	50	Экскаваторный (драглайн)	30		Без БВР	-	25	30	60		71,4			

Продолжение табл. П.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
17	Вскрышной	15	75	Экскаваторный (мехлопата)	12	14	36	24	18	45	70	12,6				
	Склад руды	15	55	Экскаваторный (мехлопата)	15		Без БВР	-	22	55	65	15,2				
18	Рудный	15	80	Бульдозерный	7		Без БВР	-	35	20	65					
	Отвал	25	50	Экскаваторный (роторный)	20		Без БВР	-	34	60	60			29	33	5
19	Вскрышной	20	80	Экскаваторный (драглайн)	45		Без БВР	-	25	35	60		91,5			
	Склад руды	10	60	Бульдозерный	5	5	Без БВР	-		15	60					
20	Сложный	10	70	Экскаваторный (мехлопата)	15	12	28	6	12	55	75	14,3				
	Отвал	30	50	Бульдозерный	5		Без БВР	-		17	65					
21	Рудный	12	70	экскаваторный (мехлопата)	15	15	28	8	14	55	75	14,3				
	Отвал	35	50	Экскаваторный (драглайн)	40		Без БВР	-	30	45	65		91,5			
22	Вскрышной	12	65	Экскаваторный (драглайн)	30		Без БВР	-	25	45	60		83,0			
	Склад руды	12	50	Экскаваторный (мехлопата)	10		Без БВР	-	8	55	65	9,04				
23	Рудный	15	70	экскаваторный (драглайн)	40		Без БВР	-	35	45	65		91,5			
	Отвал	25	50	Экскаваторный (роторный)	18		Без БВР	-	27	65	65			18	26	8
24	Вскрышной	20	80	Экскаваторный (мехлопата)	15	18	60	30	20	55	80	14,3				
	Склад руды	12	55	Бульдозерный	3		Без БВР	-	40	10	60					
25	Рудный	15	65	Экскаваторный (мехлопата)	10		Без БВР	-	12	55	65	9,04				
	Отвал	25	50	Экскаваторный (мехлопата)	15	12	28	6	14	50	80	14,3				
26	Сложный	12	70	Экскаваторный (драглайн)	30	30	Без БВР	-	25	45	65		71,4			
	Склад руды	10	50	Бульдозерный	5		Без БВР	-	20	20	55					

Окончание табл. П.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
27	Рудный	15	80	Бульдозерный	7		Без БВР	-	25	18	60					
	Отвал	15	55	Экскаваторный (роторный)	16		Без БВР	-	25	65	65			18	26	8
28	Вскрышной	15	75	Экскаваторный (драглайн)	40		Без БВР	-	30	45	60		83,5			
	Склад руды	10	50	Экскаваторный (мехлопата)	12	9	24	7	12	45	70	12,6				
29	Сложный	7,5	70	Экскаваторный (мехлопата)	10		Без БВР	-	12	50	60	9,04				
	Склад руды	10	50	Бульдозерный	7		Без БВР	-	30	8	55					
30	Рудный	15	80	Экскаваторный (мехлопата)	15		Без БВР	-	12	55	60	15,2				
	Отвал	40	50	Экскаваторный (мехлопата)	12	14	48	32	16	45	70	12,6				

Таблица П.1.2

Графическое изображение траншей и съездов

Номер варианта	Горизонтальная траншея								Наклонная траншея					
	тип траншеи	уклон косогора, Y, град	внешний радиус серпантины, $R_{вн}$, м	радиус поворота трассы, R, м	глубина траншеи, $H_{тр}$, м	ширина траншеи, $B_{тр}$, м	длина траншеи, $L_{тр}$, м	угол откоса борта траншеи, G, град	тип траншеи	ширина траншеи, $B_{тр}$, м	уклон траншеи, i, %	число вскрываемых уступов, ед.	высота уступа, $H_{у}$, м	угол откоса борта траншеи, G, град
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	На косогоре	10			20	25		65	Съезд	25	4	1	10	75
	Внутри карьера				15	25	500	70	Крутая траншея	22	32	3	10	60
2	Серпантина	40	45	30		25		75	Внешняя траншея	25	6	1	12	50
	На косогоре	15			25	30	350	60	Съезд	30	8	1	10	65
3	На косогоре	12			10	18	400	60	Внешняя траншея	18	4	1	15	60
	Серпантина	35	60	35		30		70	Крутая траншея	25	27	3	17	70
4	Серпантина	45	60	35		25		80	Внешняя групповая траншея	25	4	2	10	70
	Внутри карьера				10	35	500	80	Съезд	35	10	1	15	75

Продолжение табл. П.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	Серпантина	30	45	30		20		70	Съезд	20	6	1	12	50
6	На косогоре	13			20	30		60	Внешняя групповая траншея	30	4	3	10	55
	Внутри карьера				15	30	700	70	Крутая траншея	24	27	8	12	60
7	Внутри карьера				10	22	500	80	Съезд	25	10	1	15	75
	Серпантина	60	50	30		22		75	Крутая траншея	25	32	6	12	75
8	На косогоре	10			17	28		55	Внешняя траншея	30	8	1	15	75
	Серпантина	50	50	30		30		70	Съезд	30	10	1	12	65
9	На косогоре	8			12	25		60	Внешняя траншея	24	4	1	15	60
	Внутри карьера				15	22	550	65	Крутая траншея	22	32	4	12	65
10	Серпантина	30	45	30		25		75	Внешняя групповая траншея	22	4	2	10	70
	На косогоре	11			17			60	Съезд	22	4	1	20	55
11	Внутри карьера				10	30	100	75	Съезд	26	6	1	20	75
	Серпантина	50	60	35		25		75	Внешняя групповая траншея	26	6	3	12	60
12	Внутри карьера				15	22	200	65	Внешняя траншея	28	8	1	17	65
	На косогоре	12			25	30		50	Крутая траншея	24	32	6	12	50
13	Серпантина	45	50	30		28		65	Съезд	30	8	1	15	60
	На косогоре	12				28		50	Крутая траншея	24	27	5	15	55
14	Внутри карьера				12	22	700	70	Внешняя траншея	32	8	1	12	60
	Серпантина	30	50	35		30		75	Съезд	30	8	1	12	75
15	На косогоре	15			15	25		60	Съезд	30	10	1	10	75
	Серпантина	45	50	35		30		70	Крутая траншея	22	27	4	10	60
16	Внутри карьера				15	22	250	65	Внешняя траншея	22	4	1	15	65
	Серпантина	35	50	35		25		70	Съезд	24	6	1	15	70
17	Внутри карьера				12	25	300	80	Внешняя траншея	24	6	1	17	70
	На косогоре	10			17	28		75	Крутая траншея	24	32	6	12	65
18	На косогоре	15			25	30		60	Внешняя групповая траншея	25	4	2	12	65
	Серпантина	40	50	35		25		65	Съезд	22	4	1	12	80

Окончание табл. П.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
19	Серпантина	60	60	40		25		75	Съезд	28	8	1	15	75
	Внутри карьера				17	22	700	70	Внешняя тран-шея	28	8	1	20	60
20	Внутри карьера				7,5	22	450	65	Внешняя тран-шея	25	6	1	20	60
	На косогоре	12			20	30		50	Крутая траншея	24	27	8	15	55
21	На косогоре	8			12	30		55	Съезд	24	8	1	20	70
	Внутри карьера				10	28	500	75	Крутая траншея	22	27	8	10	65
22	На косогоре	8			10	25		50	Внешняя тран-шея	30	8	1	15	60
	Внутри карьера				12	25	700	80	Съезд	28	8	1	17	70
23	Серпантина	50	60	40		28		75	Съезд	30	8	1	12	70
	На косогоре	10			15	24		55	Крутая траншея	24	32	7	12	60
24	На косогоре	8			15	24		70	Внешняя тран-шея	26	8	1	15	65
	Серпантина	40	50	30		24		75	Съезд	26	10	1	12	75
25	Серпантина	60	70	40		25		65	Внешняя тран-шея	22	4	1	17	60
	Внутри карьера				10	30	300	75	Крутая траншея	22	32	4	8	55
26	Серпантина	30	60	35		25		75	Внешняя груп-повая траншея	20	4	3	10	75
	На косогоре	8			12	25		65	Съезд	22	6	1	15	80
27	На косогоре	10			12	30		75	Съезд	28	10	1	17	80
	Внутри карьера				7	30	600	65	Внешняя тран-шея	30	8	1	17	70
28	Внутри карьера				15	30	600	75	Внешняя груп-повая траншея	24	6	3	12	60
	Серпантина	30	50	30		25		80	Крутая траншея	24	27	5	12	60
29	На косогоре	12			15	25		63	Съезд		8	1	15	70
	Серпантина	50	60	35		30		75	Крутая траншея	22	32		15	55
30	На косогоре	15			25	25		58	Внешняя тран-шея	26	8	1	17	60
	Внутри карьера				20	25	500	70	Съезд	26	8	1	17	70
31	Серпантина	55	50	30		25		80	Съезд	28	8	1	15	70
	На косогоре	15			22	25		60	Крутая траншея	22	32	6	12	65
32	Внутри карьера				10	30	280	70	Внешн. траншея	24	4	1	17	65
	Серпантина	55	40	25		23		70	Съезд	26	6	1	12	70

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 2
«Определение объема капитальных траншей»

Вариант	$h_т$, м	$b_т$, м	i, ед.	$\alpha_т$, град	Исследуемая зависимость
1	5	10	0,025	35	$V_т = f(b_т)$
2	6	12	0,030	40	$V_т = f(\alpha_т)$
3	8	16	0,040	41	$V_т = f(b_т)$
4	16	50	0,060	65	$V_т = f(i)$
5	15	22	0,055	25	$V_т = f(\alpha_т)$
6	35	29	0,060	50	$V_т = f(b_т)$
7	45	26	0,080	65	$V_т = f(\alpha_т)$
8	55	10	0,100	35	$V_т = f(h_т)$
9	54	18	0,110	37	$V_т = f(i)$
10	18	11	0,035	34	$V_т = f(\alpha_т)$
11	41	22	0,085	62	$V_т = f(h_т)$
12	26	17	0,036	40	$V_т = f(i)$
13	37	44	0,085	43	$V_т = f(h_т)$
14	19	23	0,040	38	$V_т = f(i)$
15	82	30	0,120	49	$V_т = f(b_т)$
16	66	38	0,066	62	$V_т = f(\alpha_т)$
17	45	34	0,040	51	$V_т = f(h_т)$
18	75	40	0,080	45	$V_т = f(h_т)$
19	67	20	0,080	37	$V_т = f(i)$
20	25	25	0,035	30	$V_т = f(b_т)$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 3
«Определение объема, размеров, производительности и срока службы карьера, запасов полезного ископаемого коэффициента вскрыши»

Вариант	L, м	M, м	$H_к$, м	$h_н$, м	$\rho_{п.и}$, т/м^3	$\gamma_{ср}$, град	$\eta_и$	$П_{п.и}$, млн т/год
1	1200	300	350	45	2,8	40	0,92	10,7
2	1500	400	460	40	2,9	39	0,93	20,9
3	1700	500	170	20	3,0	38	0,94	12,8
4	1600	450	280	30	3,1	36	0,92	16,1
5	1400	350	390	40	3,2	35	0,93	14,0
6	1300	250	200	20	3,3	34	0,94	6,1
7	1900	550	210	30	3,2	33	0,93	17,9
8	1800	180	220	40	3,1	32	0,94	5,8
9	1900	280	330	30	3,0	31	0,95	15,4
10	2000	380	240	10	2,9	40	0,96	15,1
11	2200	200	450	25	3,1	41	0,97	20,0
12	1300	100	210	40	3,4	42	0,92	2,5
13	1500	250	180	15	2,1	43	0,93	4,5
14	1900	150	250	30	2,8	44	0,94	5,7
15	1200	230	320	45	2,7	45	0,92	7,9
16	1800	210	280	20	2,5	44	0,94	9,1
17	2200	190	345	25	3,0	43	0,95	13,2
18	1900	245	360	35	1,9	40	0,92	8,7
19	2100	320	500	10	2,7	39	0,93	9,9
20	1600	195	370	12	2,5	38	0,95	9,7

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 4
«Расчет заряда одиночной скважины»

Расчет проводится для станков шарошечного бурения (СБШ), пород II – IV классов по буримости и взрываемости, III – IV категорий по трещиноватости, сухих вертикальных скважин, сплошных колонковых зарядов.

Вариант	$d_д$, мм	f	$H_у$, м	$\alpha_р$, град	Тип ВВ	Δ, кг/дм^3	q', кг/м^3	$K_{ВВ}$	$\alpha_у$, град
1	214	9,7	10	65	Граммонит 79/21	0,9	0,85	1,00	55
2	190	8,0	10	70	Граммонит 79/21	0,9	0,80	1,00	55
3	243	14,0	12	65	Граммонит 79/21	0,9	0,95	1,00	55
4	320	15,9	12	70	Граммонит 79/21	0,9	1,10	1,00	55
5	243	12,0	15	70	Ифзанит Т-80	1,0	0,90	1,08	55
6	214	8,7	15	75	Ифзанит Т-80	1,0	0,80	1,08	55
7	320	14,5	18	75	Ифзанит Т-80	1,0	1,20	1,08	55
8	214	9,0	18	80	Ифзанит Т-80	1,0	0,85	1,08	55
9	190	8,5	10	75	Игданит	1,0	0,80	1,13	55
10	269	11,4	15	80	Игданит	1,0	0,90	1,13	55
11	320	16,4	20	65	Граммонит 50/50	1,0	1,20	1,01	55
12	320	15,2	10	70	Граммонит 50/50	1,0	1,20	1,01	55
13	269	11,2	15	65	Граммонит 50/50	1,0	1,15	1,01	55
14	190	8,0	20	70	Граммонит 50/50	1,0	0,75	1,01	55
15	269	10,0	12	70	Ифзанит	1,0	0,80	1,08	55
16	190	16,0	10	80	Ифзанит	1,0	1,20	1,08	55
17	320	16,4	12	65	Ифзанит	1,0	1,20	1,08	55
18	214	14,5	20	70	Граммонит 79/21	0,9	1,15	1,00	55
19	269	15,0	15	70	Граммонит 79/21	0,9	1,20	1,00	55
20	214	8,0	20	75	Граммонит 79/21	0,9	0,80	1,00	55

Приложение 5

Значение коэффициента $k_{разб}$ в зависимости от крепости пород

Крепость пород, f	2	4	6	8 - 10	12 - 14	16
$k_{разб}$	1,00	1,05	1,04	1,037 - 1,031	1,03 - 1,021	1,02

Приложение 6

Значение коэффициента $k_з$

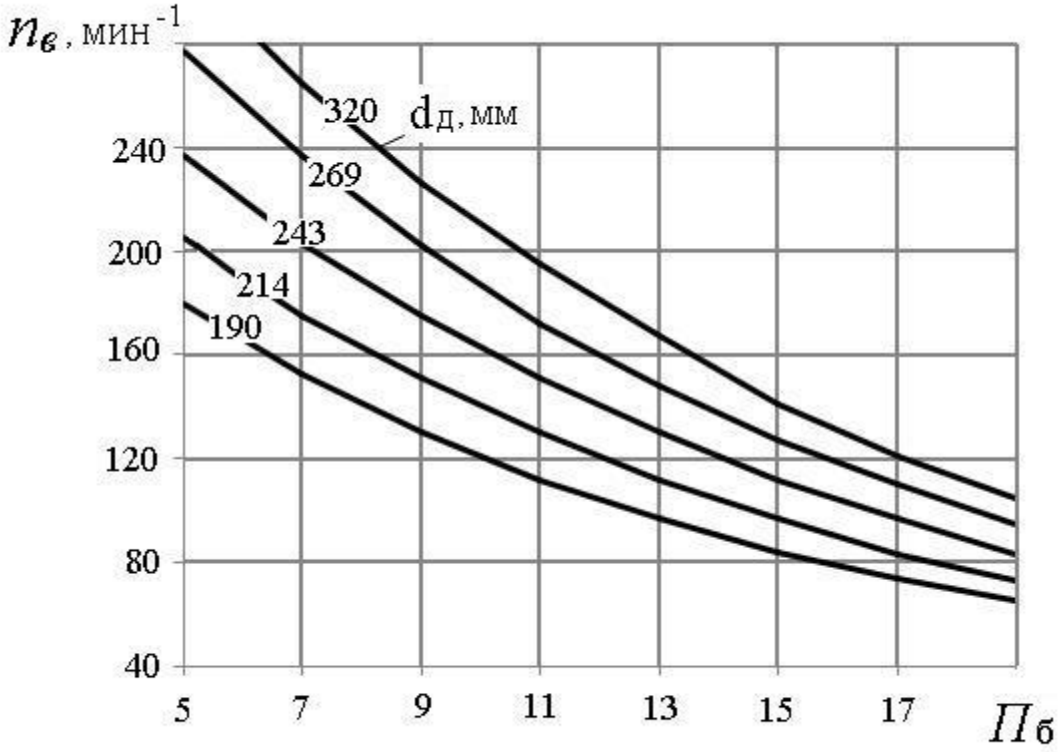
Время замедления, τ, мс	0	10	25	50	75 и более
$k_з$	1	0,95	0,90	0,85	0,80

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 5
«Расчет производительности бурового станка»

Вариант	$d_д$, мм	$\sigma_{сж}$, МПа	$\sigma_{сд}$, МПа	ρ, т/м^3	$T_{см}$, ч/смен	$T_в$, ч/м	$(T_{п.з} + T_р)$, ч/смен
1	214	97	13	3,4	8	0,03	0,5
2	190	80	9	3,0	12	0,03	0,7
3	243	140	14	3,8	8	0,04	0,6
4	320	159	16	2,7	12	0,04	0,7
5	243	120	10	2,5	8	0,05	0,5
6	214	87	10	3,9	12	0,05	0,7
7	320	145	17	3,7	8	0,03	0,6
8	214	90	10	2,7	12	0,03	0,7
9	190	95	17,5	2,8	8	0,04	0,5
10	269	113,5	8,5	2,9	12	0,04	0,7
11	320	164	8,5	3,1	8	0,05	0,6
12	320	152	9	4,0	12	0,05	0,7
13	269	112	14	3,4	8	0,03	0,5
14	190	80	8	2,3	12	0,03	0,7
15	269	100	15	2,4	8	0,04	0,6
16	190	160	10	3,2	8	0,03	0,7
17	320	164	9	2,7	12	0,04	0,6
18	214	145	16	2,3	8	0,03	0,5
19	269	150	15	3,1	12	0,04	0,7
20	214	80	12	2,5	8	0,05	0,6

Приложение 8

Зависимость оптимальной скорости вращения $n_в$ бурового става станков СБШ от $П_б$ и $d_д$



Приложение 9

Значение коэффициента k в зависимости от показателя буримости горных пород

$П_б$	≥ 8	10	12	14	16	18
k	0,700	0,725	0,750	0,775	0,800	0,825

Приложение 10

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 6
«Расчет производительности карьерных экскаваторов»

Вариант	Модель экскаватора	Категория пород по трудности экскавации	β, град	$T_{см}$, ч/смен	$n_г$, дней/год	Вид транспорта	$k_и$
1	ЭКГ-3,2	III	90	8	260	Авто	0,75
2	ЭКГ-5А	IV	130	12	260	Ж.-д.	0,60
3	ЭКГ-8И	V	120	8	250	Авто	0,72
4	ЭКГ-6,3УС	III	100	12	250	Ж.-д.	0,63
5	ЭКГ-5А	IV	120	8	250	Авто	0,74
6	ЭКГ-8И	V	130	12	250	Ж.-д.	0,68
7	ЭКГ-6,3УС	III	120	8	250	Авто	0,75
8	ЭКГ-12,5	IV	110	12	230	Ж.-д.	0,65
9	ЭКГ-3,2	V	90	8	260	Авто	0,73
10	ЭКГ-5А	III	120	12	240	Ж.-д.	0,68
11	ЭКГ-6,3УС	IV	130	8	240	Авто	0,75
12	ЭКГ-8И	V	140	12	240	Ж.-д.	0,63
13	ЭКГ-12,5	III	150	8	250	Авто	0,73
14	ЭКГ-20	IV	90	12	230	Ж.-д.	0,64
15	ЭКГ-5А	V	120	8	240	Авто	0,74
16	ЭКГ-3,2	III	110	12	260	Ж.-д.	0,65
17	ЭКГ-5А	IV	115	8	240	Авто	0,75
18	ЭКГ-6,3УС	V	140	12	250	Ж.-д.	0,68
19	ЭКГ-8И	III	95	8	240	Авто	0,74
20	ЭКГ-12,5	IV	115	12	250	Ж.-д.	0,63

Приложение 11

Коэффициенты разрыхления пород в ковше экскаватора и наполнении ковша (по ЕНВ)

Категория пород по трудности экскавации	Плотность пород в целике ρ, т/м^3	$k_р$	$k_н$
I	1,6	1,15	1,05
II	1,8	1,25	1,05
III	2,0	1,35	0,95
IV	2,5	1,50	0,90
V	3,5	1,60	0,90

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 7
«Определение производительности карьерных автосамосвалов»

Вариант	Категория пород (по ЕНВ)	Параметры трассы		Исследуемая зависимость
		L, км	$H_п$, м	
1	I	1,2	20	$Q_а = f(L)$
2	II	4,0	80	$Q_а = f(H_п)$
3	III	1,4	40	$Q_а = f(L)$
4	IV	3,8	20	$Q_а = f(H_п)$
5	V	1,6	60	$Q_а = f(L)$
6	I	3,6	200	$Q_а = f(H_п)$
7	II	1,8	100	$Q_а = f(L)$
8	III	3,4	120	$Q_а = f(H_п)$
9	IV	2,0	60	$Q_а = f(L)$
10	V	3,2	140	$Q_а = f(H_п)$
11	I	2,2	80	$Q_а = f(L)$
12	II	3,0	140	$Q_а = f(H_п)$
13	III	2,4	140	$Q_а = f(L)$
14	IV	2,8	60	$Q_а = f(H_п)$
15	V	2,6	160	$Q_а = f(L)$
16	I	4,0	200	$Q_а = f(H_п)$
17	II	1,0	20	$Q_а = f(L)$
18	III	1,4	60	$Q_а = f(H_п)$
19	IV	1,8	80	$Q_а = f(L)$
20	V	3,6	220	$Q_а = f(H_п)$

Приложение 13

Техническая характеристика карьерных автосамосвалов БелАЗ

Показатель	Модель автосамосвала				
	БелАЗ - 7540	БелАЗ - 7548	БелАЗ - 7549	БелАЗ - 7514	БелАЗ - 7521
Грузоподъемность, $q_а$, т……..	30,0	42,0	80,0	120,0	180,0
Собственная масса, $G_а$, т…….	21,9	29,5	67,0	95,0	163,0
Геометрическая вместимость кузова, $V_а$, м^3…….	15,0	21,0	35,0	47,0	84,0
Вместимость кузова «с шапкой», $V'_а$, м^3 ……	18,0	26,0	46,0	61,0	110,0
К. п. д. трансмиссии, $\eta_т$ ……..	0,70	0,70	0,78	0,77	0,77
Мощность двигателя, $N_д$, кВт…….	310	368,0	809	1029,0	1691
Продолжительность, мин:					
маневровых операций при установке на погрузку, $t_{м.п}$	0,50	0,59	0,64	0,70	0,87
маневровых операций при установке на разгрузку, $t_{м.р}$ …….	0,54	0,64	0,69	0,76	0,94
разгрузки, $t_р$ …….	0,67	0,78	1,00	1,17	1,51
Ширина проезжей части автодороги при двухполосном движении, T, м	10,5	11,5	14,5	16,0	19,0

Приложение 14

Значение коэффициента технической готовности автосамосвалов ($k_{т.г}$)

Грузоподъемность автосамосвала, т	Значение $k_{т.г}$ при суточном пробеге, $L_с$, км						
	50	100	150	200	250	300	350
30 – 42	0,94	0,88	0,84	0,80	0,76	0,73	0,70
80	0,93	0,86	0,81	0,76	0,72	0,69	0,64
110 – 180	0,92	0,86	0,81	0,76	0,72	0,68	0,64

Приложение 15

Среднетехнические скорости движения карьерных автосамосвалов ($v_{ср.т}$), км/ч

Расстояние, L, км	Высота подъема горной массы, $H_п$, м												
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
1,0	22,7	21,1	18,4	16,0									
1,2	23,9	21,8	19,5	17,5	15,8								
1,4	24,1	22,0	20,0	18,3	16,7								
1,6	24,7	22,5	20,6	19,0	17,6	16,3							
1,8	25,3	23,3	21,5	19,9	18,6	17,4	16,2						
2,0	26,0	24,0	22,3	20,8	19,5	18,3	17,2						
2,2	26,7	24,8	23,1	21,7	20,4	19,2	18,1	17,2					
2,4	27,3	25,5	23,9	22,5	21,2	20,0	19,0	18,0	17,2				
2,6	27,9	26,2	24,6	23,2	22,0	20,8	19,8	18,9	17,9	17,2			
2,8	28,6	26,9	25,4	24,0	22,7	21,6	20,6	19,6	18,8	18,0			
3,0	29,2	27,5	26,1	24,7	23,5	22,4	21,3	20,4	19,5	18,7	18,0		
3,2	29,7	28,2	26,7	25,3	24,2	23,2	22,0	21,1	20,2	19,4	18,6		
3,4	30,4	28,8	27,4	26,1	24,9	23,7	22,7	21,8	20,9	20,1	19,2	18,2	
3,6	31,0	29,4	28,0	26,7	25,5	24,4	23,4	22,5	21,6	20,8	19,6	18,7	17,7
3,8	31,6	30,0	28,6	27,4	26,1	25,1	24,1	23,1	22,3	21,4	20,2	19,4	18,4
4,0	32,0	30,6	29,2	28,0	26,8	25,7	24,7	23,8	22,9	22,1	20,9	20,0	19,2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 8
«Конструкция рабочего и нерабочего бортов карьера»

Вариант	$H_у$, м	$n_{ру}$	α, град	$\alpha_у$, град	$b_с$, м	i, ед	Исследуемая зависимость φ от следующих параметров
1	10	3	65	55	16	0,08	$\varphi = f(H_у)$
2	10	4	70	55	12	0,04	$\varphi = f(Ш_{р.п})$
3	12	5	65	52	15	0,06	$\varphi = f(H_у)$
4	12	3	70	64	20	0,03	$\varphi = f(Ш_{р.п})$
5	15	4	70	60	15	0,04	$\varphi = f(H_у)$
6	15	5	75	67	18	0,06	$\varphi = f(Ш_{р.п})$
7	18	3	75	70	12	0,03	$\varphi = f(H_у)$
8	18	4	80	70	10	0,04	$\varphi = f(Ш_{р.п})$
9	10	5	75	68	15	0,06	$\varphi = f(H_у)$
10	15	3	80	69	16	0,03	$\varphi = f(Ш_{р.п})$
11	20	4	65	57	12	0,04	$\varphi = f(H_у)$
12	10	5	70	60	13	0,06	$\varphi = f(Ш_{р.п})$
13	15	3	65	57	10	0,03	$\varphi = f(H_у)$
14	20	4	70	65	15	0,04	$\varphi = f(Ш_{р.п})$
15	12	5	70	59	16	0,06	$\varphi = f(H_у)$
16	10	3	80	68	17	0,03	$\varphi = f(Ш_{р.п})$
17	12	4	65	58	18	0,04	$\varphi = f(H_у)$
18	20	5	70	60	15	0,06	$\varphi = f(Ш_{р.п})$
19	15	3	70	60	12	0,08	$\varphi = f(H_у)$
20	20	4	75	60	13	0,04	$\varphi = f(Ш_{р.п})$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 9
«Расчет бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте»

Вари-ант	W, млн м^3	$П_в^г$, млн м^3/год	Характеристика складируемых пород	
			тип	ρ, т/м^3
1	160	8,0	Рыхлые	1,6
2	180	9,0	Полускальные	1,8
3	200	10,0	Полускальные	2,0
4	220	11,0	Скальные	2,5
5	120	5,0	Скальные	3,5
6	140	6,0	Рыхлые	1,6
7	185	7,5	Полускальные	1,8
8	260	12,5	Полускальные	2,0
9	170	8,5	Скальные	2,5
10	210	9,5	Скальные	3,5
11	250	13,0	Рыхлые	1,6
12	280	13,5	Полускальные	1,8
13	300	14,0	Полускальные	2,0
14	320	14,5	Скальные	2,5
15	195	9,0	Скальные	3,5
16	100	5,0	Рыхлые	1,6
17	150	7,5	Полускальные	1,8
18	200	9,4	Полускальные	2,0
19	210	8,3	Скальные	2,5
20	240	12,7	Скальные	3,5

Приложение 18

Значение коэффициентов $k_{\text{р}}^{\text{о}}$, $k_{\text{зав}}$ и высоты яруса $h_{\text{я}}$

Породы	$h_{\text{я}}$, м	Значения коэффициентов	
		$k_{\text{р}}^{\text{о}}$	$k_{\text{зав}}$
Скальные …….	30 - 60	1,12 - 1,20	0,7
Полускальные, смешанные ……..	20 - 40	1,06 - 1,12	0,8
Рыхлые, глинистые ……	15 - 20	1,05 - 1,07	0,9

Приложение 19

Производительность бульдозеров (по данным института Гипроруда)

Тип бульдозера	Сменная (за 8 ч) производительность при дальности перемещения грунта до 10 м в породах, м^3		
	рыхлые	полускальные	скальные
Д-685 на базе Т-100М	1100	950	750
ДЗ-27 на базе Т-130	1500	1300	1000
Д-575 на базе Т-180	1900	1650	1300
ДЗ-118 на базе ДЭТ-250М	2200	1850	1500
ДЗ-159УХЛ на базе Т-50.01	4740	4000	3230
D10N (фирма «Катерпиллер»)	3730	3130	2536
D11N (фирма «Катерпиллер»)	5510	4630	3750

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОТКРЫТАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.04 «ГОРНОЕ ДЕЛО»

форма обучения: очная, заочная

квалификация выпускника: **Горный инженер (специалист)**

Автор: Сандригайло И.Н., доцент, к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Разработки месторождений открытым способом	горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Лель Ю.И.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 337 от 17.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……3
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА…….4
2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ……..…5
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА……8

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 – 151 часов.

По курсу «Открытая 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.

Данное учебно-методическое пособие предназначено для организации второй части самостоятельной работы студентов – освоения отдельных тем дисциплины.

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 «*Открытая геотехнология*». Она содержит названия 7 основных тем с указанием основных вопросов и разделов 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.

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 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.

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. Способы добычи полезных ископаемых, их достоинства и недостатки.

Способы добычи полезных ископаемых. Достоинства и недостатки открытой разработки. Сырьевая база горного производства. Технологические свойства горных пород. Элементы и формы залегания месторождений. Продукция горного производства, запасы, качество, потери полезного ископаемого ([1], С. 9-23).

Дополнительная литература: ([2, 3, 4],

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Назовите основные способы добычи полезных ископаемых?
2. Перечислите достоинства и недостатки открытой разработки?
3. . Перечислите технологические свойства горных пород?
4. Что является продукцией горного предприятия и как определяется ее качество?

Тема № 2. Основные горнотехнические понятия, термины и определения. Элементы карьера и уступа.

Карьер, земельный отвод и горный отвод. Открытые горные выработки. Элементы уступа. Рабочая площадка. Элементы карьера. ([1], С. 23-30).

Дополнительная литература: ([2, 3, 4],

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что называют карьером, земельным отводом и горным отводом?
2. Перечислите основные горные выработки?
3. Изобразите уступ и перечислите его элементы?
4. Изобразите карьер и перечислите его элементы?

Тема № 3. Подготовка горных пород к выемке.

Механическое рыхление горных пород. Способы и технические средства бурения взрывных скважин. Типы буровых станков. Конструкция взрывных скважин. Взрывчатые вещества. Средства взрывания Расчет параметров буровзрывных работ. Техника безопасности при производстве буровзрывных работ. ([1], С. 45-70).

Дополнительная литература: ([2, 3, 4],

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Как и когда осуществляется механическое рыхление пород?

2. Перечислите способы и технические средства бурения взрывных скважин?

3. Перечислите типы буровых станков и условия их применения?

4. Изобразите взрывную скважину и опишите ее конструкцию?

5. Перечислите взрывчатые вещества, применяемые на ОГР и их состав?

6. Перечислите средства взрывания?

7. Перечислите основные требования техники безопасности при производстве буровзрывных работ?

Тема № 4. Выемочно-погрузочные работы.

Классификация, принцип действия и область применения выемочно-погрузочного оборудования, его основные параметры. Паспорт забоя экскаватора. Расчет производительности и показателей работы выемочно-погрузочного оборудования. Техника безопасности при производстве выемочно-погрузочных работ. ([1], С. 83-134).

Дополнительная литература: ([2, 3, 4],

Контрольные вопросы и упражнения:

1.Перечислите и опишите основное выемочно-погрузочное оборудование, применяемое на ОГР?

2. Вычертите паспорт забоя карьерного экскаватора?

3.Перечислите какие параметры и факторы влияют на производительность экскаватора?

4. Перечислите основные требования техники безопасности при производстве выемочно-погрузочных работ

Тема № 5. Транспортирование горной массы.

Виды карьерного транспорта. Условия и область применения различных видов транспорта. Транспортные машины. Схемы транспортирования. Расчет показателей работы транспортных машин. Техника безопасности при работе карьерного транспорта. ([1], С. 135-155).

Дополнительная литература: ([2, 3, 4],

Контрольные вопросы и упражнения:

1.Перечислите основные виды карьерного транспорта и опишите условия их применения?

2.Перечислите какие параметры и факторы влияют на производительность транспортных машин?

3. Перечислите основные требования техники безопасности при работе карьерного транспорта?

Тема № 6. Отвалообразование.

Способы отвалообразования. Механизация отвальных работ при различных видах транспорта на вскрышных работах. Техника безопасности при производстве отвальных работ. ([1], С. 160-179).

Дополнительная литература: ([2, 3, 4],

Контрольные вопросы и упражнения:

1.Перечислите основные способы отвалообразования?

2.Перечислите оборудование, которое используется при отвалообразовании?

3. Перечислите основные требования техники безопасности при производстве отвальных работ?

Тема № 7. Вскрытие и системы разработки месторождений.

Системы разработки месторождений и их классификация. Основные элементы системы разработки. Расчет их параметров. Виды вскрывающих выработок. Параметры и способы проходки траншей. ([1], С. 231-277).

Дополнительная литература: ([2, 3, 4],

Контрольные вопросы и упражнения:

1.Приведите классификацию систем разработки при ОРГ?

2. Назовите основные элементы системы разработки и их параметры?

3. Перечислите вскрывающие выработки?

4. Назовите основные параметры траншей?

5. Назовите основные способы проходки траншей?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Хохряков В.С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1991. 336 с.

2. 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.

3. Ржевский В.В. Открытые горные работы: производственные процессы: учебник.8-е изд. . М:- : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. 512 с.

4. Ржевский В.В. Открытые горные работы: технология и комплексная механизация: учебник.8-е изд.. М:- : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. 552 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

В. П. Тюлькин, А. М. Вандышев

ПОДЗЕМНАЯ РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта
по дисциплине «Основы горного дела»
для студентов специальности
21.05.04 «Горное дело»

Екатеринбург
2017

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горнотехнологического факультета
« _17_ » ____февраля_____ 2017 г.
Председатель комиссии
_____ доц. В. П. Тюлькин

В. П. Тюлькин, А. М. Вандышев

ПОДЗЕМНАЯ РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта
по дисциплине «Основы горного дела»
для студентов специальности
21.05.04 «Горное дело»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

УДК 622.34
Т73

Рецензент: *Осинцев В. А.*, канд. техн. наук, доцент кафедры горного дела УГГУ.

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры горного дела 16.02.17 г. (протокол № 9–16/17) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Тюлькин В. П., Вандышев А. М..
Т73 Подземная разработка угольных месторождений: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Основы горного дела» для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело». Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. 71 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки специалистов по специальности 21.05.04 «Горное дело».

В работе изложено содержание курсового проекта, приведены краткие методические указания по его выполнению.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов очного и заочного обучения.

© Тюлькин В. П.,
Вандышев А. М., 2017
© Уральский государственный
горный университет, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……..……...…. 5
1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ……...……..… 6
1.1. Введение ..…..…….. 6
1.2. Общие сведения о месторождении ……... .. 6
1.3. Краткая горно-геологическая характеристика месторождения ...…. 6
1.4. Подсчёт запасов угля в шахтном поле ..…..…...……....……... 6
1.5. Режим работы, мощность и срок службы шахты ..…….. 6
1.6. Вскрытие шахтного поля ….……..…….……..... 6
1.7. Подготовка шахтного поля……...……...…….. 7
1.8. Система разработки ….…….……...……..……..…….. 7
1.9. Технология, механизация и организация очистных работ …… 7
1.10. Объём горных работ на момент сдачи шахты в эксплуатацию ..… 7
1.11. Капитальные затраты на горные работы при строительстве шахты 7
1.12. Основные технико-экономические показатели курсового проекта 8
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ……..…..… 9
2.1. Введение ..…..…….. 9
2.2. Общие сведения о месторождении ……... .. 9
2.3. Краткая горно-геологическая характеристика месторождения ...….. 9
2.4. Подсчёт запасов угля в шахтном поле ……...……....……..... 9
2.5. Режим работы, мощность и срок службы шахты ...……... 10
2.6. Вскрытие шахтного поля ….……..…….…… 12
2.7. Подготовка шахтного поля ……...……...…... 20
2.8. Система разработки ….…….……...……..……..…… 25
2.9. Технология, механизация и организация очистных работ ……... 30
2.10. Объём горных работ на момент сдачи шахты в эксплуатацию 35
2.11. Капитальные затраты на горные работы при строительстве шахты ……. 36
2.12. Основные технико-экономические показатели курсового проекта ……... 39
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ……...……..…… 40
3.1. Методические указания по оформлению графической части…….... 40
3.2. Методические указания по оформлению пояснительной записки .. 40
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ...…..……... 44
Приложения …….. 46
Приложение 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ШАХТНЫХ ЛОКОМОТИВОВ 46
Приложение 2. ВЫБОР МЕСТА ЗАЛОЖЕНИЯ ГЛАВНОГО СТВОЛА ….. 47
Приложение 3. ПОСТРОЕНИЕ ОХРАННОГО ЦЕЛИКА ПОД ПРОМПЛОЩАДКУ ..…….. 49

Приложение 4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОНОРЕЛЬСОВЫХ ДОРОГ …….. 51
Приложение 5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ……..... 52
Приложение 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ …….…… 53
Приложение 7. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ…….. 58
Приложение 8. СХЕМЫ СЕКЦИЙ КРЕПЕЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ……... 61
Приложение 9. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ СОПРЯЖЕНИЙ ЛАВ С ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ …….…… 63
Приложение 10. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ ……..…. 64
Приложение 11. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАБОЙНЫХ ПЕРЕДВИЖНЫХ СКРЕБКОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ ...…….…. 65
Приложение 12. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ …….. 66
Приложение 13. СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ НА ЛИСТЕ ФОРМАТА А1 …….. 67
Приложение 14. ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ ЧЕРТЕЖА ……...….. 68
Приложение 15. ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ..…… 69
Приложение 16. ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТРАНИЦЫ «ВВЕДЕНИЕ» ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ …….…… 70
Приложение 17. ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТРАНИЦ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ……...……...….. 71

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект по дисциплине «Основы горного дела» выполняется в пятом семестре.

Целью курсового проекта является закрепление, углубление теоретических знаний и приобретение студентами практических навыков по их использованию при проектировании разработки шахтного поля, а также подготовка к изучению специальных дисциплин специальности и выполнению выпускной квалификационной работы.

Задание на курсовой проект студент получает у руководителя курсового проектирования. Основные проектные решения должны согласовываться с руководителем в ходе выполнения курсового проекта. Законченный курсовой проект сдаётся в установленный срок на кафедру горного дела для проверки и защиты.

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1. Введение

Цель курсового проекта. Краткое содержание. Соответствие технических решений, принятых в курсовом проекте, основным направлениям развития угольной промышленности. Экономическая эффективность проектных решений.

1.2. Общие сведения о месторождении

Географическое положение месторождения. Железнодорожные, автомобильные и водные пути сообщения. Источники энерго- и водоснабжения, снабжения материалами. Административно-экономические связи. Климат района. Потребители угля.

1.3. Краткая горно-геологическая характеристика месторождения

Стратиграфия и литология. Тектоника. Гидрогеология. Характеристика угольных пластов и вмещающих боковых пород. Склонность пластов и пород к внезапным выбросам угля и газа, горным ударам и самовозгоранию.

1.4. Подсчёт запасов угля в шахтном поле

Границы шахтного поля по простиранию и падению, его форма и размеры. Балансовые, забалансовые и промышленные запасы угля в шахтном поле. Общешахтные и эксплуатационные потери угля в недрах.

1.5. Режим работы, мощность и срок службы шахты

Число рабочих дней в году. Число рабочих смен по добыче угля в сутки. Продолжительность рабочей смены для подземных и поверхностных рабочих. Режим рабочей недели. Годовая и суточная проектные мощности шахты. Расчётный срок службы шахты. Время развития и затухания горных работ. Полный срок службы шахты.

1.6. Вскрытие шахтного поля

Выбор и обоснование способа вскрытия шахтного поля и места заложения главных вскрывающих выработок. Выбор типа околоствольного двора откаточного горизонта. Построение охранного целика под промплощадку шахты. Определение площади поперечного сечения вскрывающих и основных подготовительных горных выработок.

1.7. Подготовка шахтного поля

Выбор и обоснование способа подготовки шахтного поля и угольных пластов. Порядок отработки шахтного поля. Определение наклонной высоты этажа (яруса), размеров выемочного поля (панели). Количество этажей (панелей) в шахтном поле. Количество подэтажей или ярусов. Установление количества очистных забоев для обеспечения проектной мощности шахты и размещение их в шахтном поле.

1.8. Система разработки

Выбор и обоснование системы разработки первого разрабатываемого пласта. Сущность и основные параметры системы разработки: размеры выемочного поля по простиранию и падению, длина очистного забоя, размеры предохранительных целиков. Установление площади поперечного сечения всех подготовительных выработок в пределах выемочного поля (панели) по условию размещения транспортного оборудования и максимальной допустимой скорости вентиляционной струи воздуха. Календарный план подготовки выемочного поля (панели). Схема проветривания очистных и подготовительных выработок. Выбор видов и средств транспорта угля, материалов, оборудования в пределах выемочного поля или панели, откаточного и вентиляционного горизонтов.

1.9. Технология, механизация и организация очистных работ

Способ выемки и транспортирования угля в очистном забое. Вид механизации очистных работ. Способ крепления и управления кровлей в очистном забое. Организация труда в очистном забое. Режим работы очистного забоя. Проверка длины лавы по фактору вентиляции. Суточная и месячная производительности очистного забоя.

1.10. Объём горных работ на момент сдачи шахты в эксплуатацию

Основные горные выработки по вскрытию и подготовке шахтного поля. Объём горных работ на момент сдачи шахты в эксплуатацию.

1.11. Капитальные затраты на горные работы при строительстве шахты

Стоимость проведения горных выработок по вскрытию и подготовке шахтного поля. Стоимость сооружения околоствольных дворов. Капитальные суммарные затраты на горные работы в период строительства шахты.

1.12. Основные технико-экономические показатели курсового проекта

Основные технико-экономические показатели, полученные при выполнении отдельных разделов курсового проекта.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1. Введение

Во введении кратко (на 0,5…1,0 с.) излагается цель работы, основное содержание курсового проекта, соответствие принятых проектных решений перспективным направлениям развития подземного способа разработки угольных месторождений применительно к заданным горно-геологическим условиям, экономическая эффективность принятых проектных решений.

2.2. Общие сведения о месторождении

При написании данного раздела используется выдаваемое студенту задание с горно-геологической характеристикой месторождения или энциклопедический справочник «Горное дело», т. 2 [1].

2.3. Краткая горно-геологическая характеристика месторождения

Горно-геологическая характеристика месторождения должна содержать описание (на 2...3 с.) стратиграфии, литологии, тектоники, гидрогеологии, условий залегания пластов: мощности и углы падения, крепость угля, газоносность, свойства вмещающих пород, склонность угля к самовозгоранию, внезапным выбросам угля и газа, горным ударам и т. п.

Характеристику угольных пластов и вмещающих пород рекомендуется представлять в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Характеристика угольных пластов и боковых горных пород

Индекс пласта	Мощность пласта, м		Угол падения пласта, град.	Объёмная масса угля, т/м^3	Расстояние между пластами, м	Характеристика боковых пород				
						непосредственная кровля		основная кровля		почва
	полная	полезная				мощность, м	$\sigma_{сж}$, МПа	мощность, м	$\sigma_{сж}$, МПа	$\sigma_{сж}$, МПа
L_1	2,2	2,0	18	1,3	-	13,0	40,0	10,0	75,5	35,0
$K_{нп}$	1,5	1,5	18	1,3	40	10,0	35,0	8,0	60,0	40,0
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

2.4. Подсчёт запасов угля в шахтном поле

Границы и размеры шахтного поля по простиранию и падению указываются в задании на курсовой проект.

Подсчёт балансовых запасов угля в шахтном поле ($Z_б$, т) рекомендуется производить методом среднеарифметического по формуле

$$Z_б = S \cdot H \cdot \sum(m_i \cdot \gamma_i) = S \cdot H \cdot \sum p_i, \qquad (2.1)$$

где S – размер шахтного поля по простиранию, м;

H – размер шахтного поля по падению, м;

m_i – мощность i-го пласта, м;

γ_i – объёмная масса угля i-го пласта, т/м^3;

p_i – производительность i-го пласта, т/м^2.

Промышленные запасы угля ($Z_{пр}$, т) определяются по формуле

$$Z_{пр} = Z_б – (Z_{ош} + Z_{экс} + Z_{гн}), \qquad (2.2)$$

где $Z_{ош}$ – общешахтные потери угля под зданиями, сооружениями, природными объектами, подлежащими охране от подработки и т. п., т;

$Z_{экс}$ – эксплуатационные потери угля в шахтном поле, т;

$Z_{гн}$ – потери угля около геологических нарушений в шахтном поле, т.

Суммарные проектные потери угля в недрах ($Z_п$, т) можно определить по формуле

$$Z_п = Z_{ош} + Z_{экс} + Z_{гн} = Z_б (1 – C_{изв}), \qquad (2.3)$$

где $C_{изв}$ – коэффициент извлечения угля из шахтного поля.

Коэффициент извлечения угля из шахтного поля $C_{изв}$ принимается равным при разработке пластов: тонких – 0,90…0,95; средней мощности – – 0,85…0,90; мощных – 0,80…0,85.

2.5. Режим работы, мощность и срок службы шахты

Режим работы и срок службы шахты устанавливаются в соответствии с основными направлениями развития и Нормами технологического проектирования угольных и сланцевых шахт [2].

Режим работы шахты по добыче угля и рабочих рекомендуется принимать следующим:

а) число рабочих дней в году – 300;

б) число рабочих смен по добыче угля в сутки – 3;

в) продолжительность рабочей смены на подземных работах: для шахт с особо вредными и тяжёлыми условиями труда – 6 часов; для остальных шахт – 7 часов;

г) продолжительность рабочей смены на поверхностных работах – – 8 часов;

д) режим работы рабочих – пятидневная рабочая неделя с одним общим и одним скользящим выходными днями.

Расчётная проектная мощность шахты (если не задана в задании на проектирование) (A, млн т/год) определяется с учётом величины промышленных запасов и нормативного срока службы шахты по формуле

$$A = Z_{пр} / T_{н}, \qquad (2.4)$$

где $Z_{пр}$ – промышленные запасы шахтного поля, млн т;

$T_{н}$ – нормативный срок службы шахты, год.

Нормативный срок службы шахты принимается равным: 40…50 лет для шахт, имеющих промышленные запасы угля в пределах 45…75 млн т; 50…60 лет – для шахт, имеющих промышленные запасы, превышающие 75 млн т.

Окончательно проектная мощность шахты A принимается с учётом параметрического ряда проектных мощностей шахт: 0,9; 1,2; 1,5; 1,8; 2,1; 2,4; 3,0; 3,6; 4,5; 6,0 млн т/год.

Расчётный срок службы шахты определяется по формуле

$$T_{р} = Z_{пр} / A > T_{н} . \qquad (2.5)$$

Если данное условие не выполняется, то необходимо уменьшить значение проектной мощности шахты A.

Принятое после корректировки значение проектной мощности шахты A используется при всех последующих расчётах.

Полный срок службы шахты $T_{п}$ определяется по формуле

$$T_{п} = T_{р} + (t_{р} + t_{з}) / 2 , \qquad (2.6)$$

где $t_{р}$ – время освоения проектной мощности шахты, год;

$t_{з}$ – время затухания добычи, год.

Нормами продолжительности освоения мощностей, вводимых в действие предприятий (Госплан СССР, 1970) установлены следующие сроки освоения проектных мощностей угольных шахт:

а) не более одного года – для шахт мощностью до 0,6 млн т в год;

б) не более двух лет – для шахт мощностью 0,6…1,2 млн т в год;

в) не более трёх лет – для шахт мощностью 1,2…3,0 млн т в год;

г) для крупных шахт мощностью 3 млн т в год и более, а также шахт с глубиной ведения горных работ более 800 м сроки освоения проектных мощностей определяются проектом шахты.

Время затухания добычи принимается равным 3…5 годам, но должно быть не более 20 % продолжительности отработки последнего горизонта.

2.6. Вскрытие шахтного поля

1. Способ вскрытия шахтного поля принимается на основании качественного анализа достоинств и недостатков не менее двух технически возможных в заданных горно-геологических условиях вариантов вскрытия.

При выборе способа вскрытия шахтного поля необходимо исходить из обеспечения максимальной концентрации горных работ за счёт высокой нагрузки на очистной забой, выемочное поле, пласт и горизонт, минимального объёма проведения и поддержания горных выработок, бесступенчатого и, по возможности, непрерывного транспорта.

Для каждого из сравниваемых вариантов в пояснительной записке приводится вертикальная схема вскрытия с указанием основных параметров: глубины стволов, их места заложения, схемы проветривания, длины вскрывающих квершлагов, капитальных бремсбергов или уклонов и т. п.

Основными схемами вскрытия рекомендуется принимать [2]:

а) *для пологих и наклонных пластов* – вертикальными стволами и капитальными квершлагами с отработкой всех запасов угля в шахтном поле на одном подъёмном горизонте бремсберговыми и бесступенчатыми уклонными полями; вертикальными стволами и погоризонтными квершлагами (при значительных размерах шахтного поля по падению) с отработкой запасов бремсберговыми и уклонными полями на каждом подъёмном горизонте; главными наклонными и вспомогательными вертикальными стволами – при глубине подъёмного горизонта до 600 м и отсутствии плывунов и сильно водоносных пород;

– при больших размерах шахтного поля, высокой метанообильности пластов и мощности шахты свыше 2,4 млн т в год принимать блоковый способ вскрытия с независимым проветриванием каждого блока, транспортированием угля по магистральным штрекам и подъёмом его по центральным подъёмным стволам;

– уклонные работы допускаются только при разработке последнего горизонта и длине уклона не более 1000…1200 м;

б) *для крутонаклонных и крутых пластов* – вертикальными стволами и этажными квершлагами. При этом стволы следует закладывать в лежачем боку свиты для исключения возможности их подработки и уменьшения потерь угля в целиках под промплощадку;

в) *в районах с горным рельефом поверхности* вскрытие шахтного поля принимать штольнями вне зависимости от углов падения пластов.

Вертикальная схема вскрытия выбранного варианта вскрытия шахтного поля с указанием названий горных выработок, основных размеров и схемы

проветривания шахты (стрелками) вычерчивается на листе формата А1. На этом же листе приводится горизонтальная схема вскрытия шахтного поля (план выработок первого откаточного горизонта).

2. В соответствии с принятой проектной мощностью шахты выбирается рациональный вид транспорта по вскрывающим и подготовительным выработкам.

В зависимости от величины грузопотока, расстояния транспортирования, уклонов выработки и транспортируемых грузов применяется локомотивный или конвейерный магистральный транспорт.

Основным видом транспорта по магистральным горизонтальным выработкам в настоящее время является локомотивная откатка.

В зависимости от сцепного веса рудничные локомотивы делятся на три группы: лёгкие – до 70 кН, средние – от 70 до 100 кН и тяжелые – свыше 100 кН.

Область наиболее эффективного применения контактных и аккумуляторных электровозов в зависимости от величины грузопотока и длины откатки показана в табл. 2.2 [3].

Таблица 2.2

Область эффективного применения электровозов

Сцепной вес электровоза, кН	Суточный грузопоток угля (горной массы), т, не менее, при протяженности магистральной откатки, км				
	1	2	3	4	5
Контактные электровозы					
100	1250	1000	850	670	500
140	1900	1500	1275	1000	800
280	3800	3000	2500	2000	1560
Аккумуляторные электровозы					
80	560	400	320	270	220
100	725	525	400	320	280
140	1000	725	550	450	390
280	2200	1600	1250	1000	800

Контактные электровозы используются в негазовых и неопасных по пыли шахтах, а также в шахтах I и II категорий по метану в откаточных выработках со свежей струей воздуха (приложение 1) [4]. В остальных случаях применяются аккумуляторные электровозы, дизелевозы и гировозы в соответствии с категорийностью шахты по пылегазовому режиму и требованиями Правил безопасности в угольных шахтах [4].

На действующих угольных и сланцевых шахтах используются вагонетки ёмкостью 0,8…5,6 м^3 (с глухим неопрокидным кузовом – типов ВГ, УВГ и ВИ; с донной разгрузкой – типов ВД и ВДК (табл. 2.3)). На проектируемых шахтах на магистральной откатке рекомендуется применять секционные поезда (ПС1,5; ПС2,0; ПС3,5) с донной разгрузкой с ёмкостью секции 1,5…3,5 м^3 и

большегрузные вагонетки с донной разгрузкой. При малых грузопотоках, а также для транспортирования породы и угля из подготовительных забоев рекомендуются вагонетки типа ВДК.

Таблица 2.3

Технические характеристики шахтных грузовых вагонетк

Тип вагонетки	Ёмкость кузова, м^3	Колея, мм	Жёсткая база, мм	Основные размеры, мм		
				длина	ширина кузова	высота от головки рельса
ВГ0,8	0,8	600	450	1400	800	1300
ВГ1,0	1,0	600	500	1500	850	1300
ВГ1,1	1,1	600	550	1800	850	1300
ВГ1,3	1,3	600	550	2000	880	1300
ВГ1,4	1,4	600	650	2400	850	1230
ВГ1,6	1,6	600	800	2700	850	1200
ВГ2,5	2,5	900	800	3150	1240	1300
ВГ3,3	3,3	900	1100	3850	1320	1300
ВДК1,5	1,5	600	1200	2400	850	1400
ВДК2,5	2,5	900	1650	2900	1240	1400
ВД3,3	3,3	900	1100	3575	1350	1400
ВДК5,6М	5,6	900	1500	4900	1350	1550

В настоящее время на большинстве угольных шахт в составах, которые перевозят тяжёлые электровозы, используются вагонетки ёмкостью не менее 2,5 м^3. Для электровозов со сцепным весом 280 кН следует использовать большегрузные вагонетки ёмкостью 3,3…5,6 м^3.

По магистральным наклонным выработкам (капитальным бремсбергам и уклонам) уголь транспортируется, как правило, ленточными конвейерами. Конвейерный транспорт по горизонтальным магистральным выработкам применяется сравнительно редко (около 10 % от всей протяжённости главных выработок). Основными причинами, сдерживающими конвейеризацию главных выработок, являются: необходимость прямолинейности трасс на значительной длине, особенно для магистрального конвейерного транспорта; в связи с высокой стоимостью применение конвейеров рационально только при больших грузопотоках, причём тем больших, чем больше расстояние транспортирования; переменный в вертикальной плоскости профиль конвейерных выработок затрудняет организацию перевозок вспомогательных грузов и людей по шахте с помощью локомотивов; для обеспечения обособленного проветривания главных горизонтальных выработок, оборудованных ленточными конвейерами [4], возникает необходимость проведения параллельных воздухоподающих выработок, что существенно увеличивает стоимость строительства горизонта и усложняет схему проветривания шахты. Тем не менее область применения полной конвейеризации транспорта угля расширяется в связи с созданием

мощных монорельсовых дизельных локомотивов (ДМВ5А, 2ДМВ, 3ДМВ) и грузолюдских самоходных дизельных вагонеток на пневмоходу (ВГЛ1,5, ВГЛ3,0).

3. Выбирается тип подъёмных сосудов по главным вскрывающим выработкам [5, с. 32…40].

При вскрытии шахтного поля вертикальными стволами подъём угля и породы следует предусматривать одноконцевыми скиповыми подъёмными установками, а на вспомогательных стволах устанавливать одноконцевые клетевые подъёмные установки.

При вскрытии шахтного поля наклонными стволами конвейерные подъёмы оснащаются ленточными конвейерами с лентой шириной 1000 и 1200 мм. При этом в главном наклонном стволе устанавливают один, реже два конвейера типа 2ЛУ100 (длиной 1000…1200 м) или 2ЛУ120 (длиной 1200…1500 м). Особенно эффективными конвейерные подъёмы становятся с глубоких горизонтов при весьма больших грузопотоках – 10…20 тыс. т угля или горной массы в сутки. Такую производительность обеспечивает ленточный конвейер 2ЛУ160 с шириной ленты 1600 мм и мощностью привода до 2500 кВт.

4. По принятому типу подъёмных сосудов и их параметрам принимаются размеры главного и вспомогательного стволов. Схема размещения оборудования в стволах и их армировка выбираются согласно работе [6].

5. В соответствии с рекомендуемыми для угольных шахт технологическими схемами околоствольных дворов [6 – 8] выбирается тип околоствольного двора.

Околоствольный двор должен обеспечить необходимую пропускную способность, чтобы без задержки принимать весь груз, поступающий из очистных и подготовительных забоев и с поверхности шахты. Это условие может быть выполнено при правильном выборе типа околоствольного двора.

При расположении стволов за пределами свиты пластов доставка грузов к стволу от добычных участков производится по главному квершлагу в одном направлении. В этом случае околоствольный двор должен быть с одним заездом петлевого или тупикового типа. Предпочтение следует отдавать петлевому двору.

При расположении стволов в пределах свиты могут применяться околоствольные дворы как с одним, так и с двумя заездами. Предпочтение следует отдавать круговым и челноковым околоствольным дворам, имеющим два заезда.

При производственной мощности шахты свыше 1,2…1,5 млн т в год и откатке грузов в глухих вагонетках необходимая пропускная способность может быть обеспечена только при применении кругового или тупикового околоствольного двора.

С вагонетками типа ВД, разгружающимися через дно, для всех производственных мощностей шахт можно применять околоствольные дворы любого типа. Так как технико-экономические показатели околоствольных

дворов с вагонеткой с донной разгрузкой более высокие, чем с использованием вагонеток с глухим кузовом, то в курсовом проекте рекомендуется выбирать околоствольный двор с разгрузочными ямами для угля и породы.

6. Сечения вскрывающих и подготовительных горных выработок выбираются по габаритам транспортных средств, подъёмных сосудов и проверяются по максимальной допустимой скорости струи воздуха.

Форму поперечного сечения горной выработки выбирают в зависимости от физико-механических свойств вмещающих пород, интенсивности проявлений горного давления, материала, типа и экономичности крепи.

Арочную форму с металлической рамной крепью следует применять в выработках, проводимых по породам с крепостью $f = 3…9$, находящихся в зоне установившегося горного давления, а также в зоне влияния очистных работ при отсутствии пучащих пород почвы.

Трапециевидную форму с рамной деревянной крепью следует применять в выработках с небольшим сроком службы (до двух лет).

Сводчатая форма с монолитной бетонной или железобетонной крепью может быть применена при проведении выработок околоствольного двора, а также протяжённых выработок в слабых неустойчивых породах. При пучащих породах почвы применяют сводчатую форму с обратным сводом.

Подковообразная форма с тюбинговой сборной и блочной крепью может применяться в протяженных капитальных горных выработках в слабых породах с высоким горным давлением, особенно на больших глубинах.

Прямоугольная форма применяется в камерах околоствольного двора и в протяжённых выработках, закреплённых анкерной крепью.

Расчёт площади поперечного сечения горных выработок рекомендуется производить по форме табл. 2.4.

При выборе поперечных сечений горных выработок в свету и в проходке по габаритам транспортных средств рекомендуется использовать типовые сечения горных выработок [9, 10] или «Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. Часть 1. …» [11].

Для определения расхода воздуха по горной выработке необходимо предварительно определить расход воздуха для проветривания угольной шахты в целом, а затем произвести распределение его по выработкам пропорционально количеству обслуживаемых ими очистных забоев.

Согласно «Руководству по проектированию вентиляции угольных шахт» [12], упрощённый расчёт расхода воздуха для проветривания шахты производится по выделению метана (углекислого газа), по числу одновременно находящихся в шахте людей и по расходу ВВ.

Расход воздуха по выделению метана ($Q_{шм}$, м^3/мин) определяется по формуле

$$Q_{шм} = \frac{100 \cdot q_{шп} \cdot A_{ш}}{}, \qquad (2.7)$$

$$24 \cdot 60 \cdot c$$

где $A_ш$ – суточная мощность шахты, т;

c – допустимая концентрация метана в исходящей вентиляционной струе воздуха из шахты [4], %; (c = 0,75%);

$q_{шп}$ – относительная газообильность выработок шахты с учётом дегазации, м^3/т

$$q_{шп} = q_м \cdot f_д; \quad (2.8)$$

$f_д$ – коэффициент дегазации пластов, принимаемый в зависимости от схемы дегазации равным 0,3…0,6 (дегазацию пластов рекомендуется применять только при $q_{шп} > 10$ м^3/т);

$q_м$ – относительная газообильность выработок шахты, м^3/т:

$$q_м = q_о + (H_р – H_о) / H_{ст}; \quad (2.9)$$

$q_о$ – остаточная метанообильность на границе зоны газового выветривания, м^3/т;

$H_р$ – максимальная глубина разработки, м:

$$H_р = H \cdot \sin \alpha + h_н; \quad (2.10)$$

$H_о$ – глубина зоны газового выветривания, м;

$H_{ст}$ – ступень метанообильности, м/(м^3/т).

Таблица 2.4

Расчёт площади поперечного сечения горных выработок

Наименование выработки	Минимальное сечение по ПБ, [4], м^2	Транспортное оборудование, количество путей, форма поперечного сечения, материал крепи	Сечение по габаритам транспортного оборудования, м^2	Расход воздуха по выработке Q, м^3/с	Допустимая скорость движения воздуха по ПБ $V_{ПБ}$ [4], м/с	Необходимое сечение по скорости воздуха $F_в = Q/V_{ПБ}$, м^2	Принятое сечение, м^2	
							в свету	в проходке
1. Откаточная штольня	9,0	Электровоз КР14-900, вагонетка ВД-3,3, 2 пути,	11,1	36,3	8	4,5	11,1	14,2

		арочная, металл						
2. …	…	…	…	…	…	…	…	…
3. …	…	…	…	…	…	…	…	…

Для Донбасса значения $H_о$ находятся в пределах 100…300 м, а значения $H_{ст}$ – в пределах 20…35 м/(м^3/т); для Кузбасса эти величины составляют соответственно 50…150 м и 10…25 м/(м^3/т); для Воркутинского месторождения – 80…230 м и 4…25 м/(м^3/т).

Расход воздуха по наибольшему числу людей, одновременно находящихся в шахте $Q_{шл}$ (м^3/мин), определяется по формуле

$$Q_{шл} = 6 \cdot n_ч, \qquad (2.11)$$

где $n_ч$ – наибольшее число людей, одновременно находящихся в шахте, чел.:

$$n_ч = \frac{K \cdot A}{12 \cdot P_{мес} \cdot n_{см}}, \qquad (2.12)$$

K – коэффициент, учитывающий количество людей, одновременно находящихся в шахте во время пересменки (K = 2);

$P_{мес}$ – месячная производительность труда подземного рабочего, т/мес; в курсовом проекте принимается не менее 120…150 т/мес;

$n_{см}$ – количество рабочих смен по добыче в сутки.

Расчёт воздуха по расходу ВВ на комплексно-механизированных шахтах в курсовом проекте можно не производить.

Расход воздуха для проветривания шахты с учётом горнотехнических условий $Q_{ш\,об}$ (м^3/мин) определяется по формуле

$$Q_{шоб} = 1{,}2 \cdot Q_ш \cdot K_г, \qquad (2.13)$$

где $Q_ш$ – максимальный расход воздуха для проветривания шахты, определённый по формулам (2.7) и (2.11), м^3/мин;

$K_г$ – коэффициент, учитывающий горнотехнические условия шахты:

$$K_г = 1 + k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6 + k_7; \qquad (2.14)$$

k_1 – коэффициент, учитывающий утечки воздуха за пределами выемочных участков (табл. 2.5);

k_2 – коэффициент, учитывающий проветривание поддерживаемых выработок (табл. 2.6);

k_3 – коэффициент, учитывающий утечки и распределение воздуха в зависимости от числа одновременно разрабатываемых горизонтов;

при одном, двух и трёх горизонтах принимается равным соответственно 0; 0,10; 0,15;

k_4 – коэффициент, учитывающий обособленно проветриваемые камеры; принимается равным 0,10;

k_5 – коэффициент, учитывающий число проветриваемых участков; при числе участков 1…4, 5…10 и более 10 принимается равным соответственно 0,15; 0,20; 0,30;

k_6 – коэффициент, учитывающий схему проветривания шахты; для секционной, центральной, фланговой крыльевой, фланговой групповой и фланговой участковой схемы проветривания принимается равным соответственно 0,10; 0,20; 0,15; 0,10 и 0;

k_7 – коэффициент, учитывающий обособленно проветриваемые подготовительные выработки; при столбовой системе разработки на мощных пластах и проведении выработок без подрывки боковых пород принимается равным 0,20; на пластах малой мощности при проведении выработок с подрывкой боковых пород принимается равным 0,10; при сплошной системе разработке – 0,05. Другие системы разработки приравниваются к столбовым или к сплошным в зависимости от наличия или отсутствия обособленно проветриваемых подготовительных выработок, проводимых по угольным пластам.

Таблица 2.5

Значения коэффициента k_1

Порядок отработки выемочного поля	Значение коэффициента k_1
Прямой с пластовой подготовкой пластов	0,35
Прямой с полевой подготовкой пластов	0,15
Обратный с пластовой подготовкой пластов	0,20
Обратный с полевой подготовкой пластов	0,10

Таблица 2.6

Значения коэффициента k_2

Порядок отработки шахтного поля	Значения коэффициента k_2 при способе подготовки пластов	
	полевом	пластовом
Прямой	0,10	0,15
Обратный	0,05	0,05
Комбинированный	0,05	0,10

7. Производится выбор места заложения стволов в шахтном поле. Выбор места заложения главного ствола вкрест простирания пластов производится по методике, изложенной в приложении 2. По простиранию пластов при равномерном распределении запасов угля в шахтном поле главный ствол располагается в середине шахтного поля по простиранию.

8. Производится построение целика под промплощадку шахты согласно приложению 3. Чертёж построения целика прилагается к пояснительной записке, а проекция целика на горизонтальную плоскость по первому разрабатываемому пласту показывается красным цветом на плане горных работ на листе формата А1.

2.7. Подготовка шахтного поля

Данный раздел курсового проекта рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

1. Устанавливается тип шахты.

В зависимости от конкретных горно-геологических условий месторождения может быть принята индивидуальная или блоковая шахта. Как правило, принимается индивидуальный тип шахты с единой системой проветривания. Блоковый тип шахты с секционной системой проветривания выбирается при проектировании крупных шахт на месторождении с большими размерами шахтного поля по простиранию (обычно более 6000 м) и высокой газообильностью угольных пластов.

2. Устанавливается способ подготовки шахтного поля.

В зависимости от горно-геологических условий залегания угольных пластов и основных параметров шахты могут быть применены следующие способы подготовки шахтного поля: погоризонтный, панельный, этажный или комбинированный.

Согласно Нормам технологического проектирования и Правилам технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт [2, 13], следует принимать:

- погоризонтный способ – для необводнённых пластов при углах падения от 5 до 10^0 с подвиганием очистного забоя в бремсберговых полях по падению, а в уклонных – по восстанию; для обводнённых пластов при тех же углах падения – с подвиганием очистного забоя в бремсберговых и уклонных полях по восстанию;
- панельный способ – для пластов с углами падения от 0 до 5^0 и от 10 до 25^0 при любой их мощности и обводнённости, а также для сильно обводнённых пластов любой мощности с углами падения менее 10^0;
- этажный способ – для пластов с углами падения более 25^0, а также при углах падения менее 25^0 при небольших размерах шахтного поля по простиранию (до 2…4 км), при разработке пластов, опасных или угрожаемых по внезапным выбросам угля, газа и породы;
- комбинированные способы – обычно при изменяющихся углах падения пластов.

3. Выбирается способ подготовки угольных пластов.

Возможны следующие способы подготовки угольных пластов: самостоятельный (полевой или пластовый), групповой (полевой или пластовый) и комбинированный.

Способ подготовки пластов принимается на основании качественного сравнения возможных вариантов подготовки, опыта разработки пластов на шахтах, правил технической эксплуатации и основных направлений технологического проектирования угольных шахт.

Самостоятельная подготовка рекомендуется при расстоянии между пластами по нормали более 40 м; при меньшем расстоянии между пластами следует применять групповую подготовку при помощи промежуточных гезенков или квершлагов. Группирование пластов при междупластии больше 40 м должно быть обосновано технико-экономическими расчётами.

Пластовую подготовку следует применять при разработке пластов, неопасных по внезапным выбросам и самовозгоранию угля, до глубины 300…400 м и породах не ниже средней устойчивости ($f > 4$).

В остальных случаях следует ориентироваться на применение полевой подготовки угольных пластов.

В случае применения групповой подготовки пластов устанавливаются число групп пластов в свите, число пластов в каждой группе и групповые выработки.

4. Устанавливается количество этажей (панелей, выемочных столбов) в шахтном поле и их размеры.

При этажном способе подготовки шахтного поля, в случае моноклинального залегания пластов, их выдержанности по мощности и разделении этажа на подэтажи, наклонная высота всех этажей принимается одинаковой и определяется в следующей последовательности:

а) определяется приближённая наклонная высота этажа $h'_э$, м:

$$h'_э = L'_{оз} \cdot n_{пэ} + \sum h_ц + \sum h_в, \qquad (2.15)$$

где $L'_{оз}$ – длина очистного забоя, м; устанавливается в разделе «Технология, механизация и организация работ в очистном забое»;

$n_{пэ}$ – количество подэтажей в этаже;

$\sum h_ц$ – суммарная ширина целиков, оставляемых около горизонтальных горных выработок в пределах наклонной высоты этажа, м;

$\sum h_в$ – суммарная ширина горизонтальных горных выработок, проводимых по простиранию в пределах наклонной высоты этажа, м;

б) определяется приближённое число этажей в шахтном поле $n'_э$:

$$n'_э = \frac{H - h_{выв}}{h'_э}, \qquad (2.16)$$

где $h_{выв}$ – наклонная высота зоны выветрелого угля на выходах пластов под наносы, м;

в) округляется вычисленное значение $n'_э$ до большего ближайшего целого числа $n_э$, которое и определит количество этажей в шахтном поле;

г) определяется скорректированная наклонная высота этажа $h_э$, м:

$$h_э = (H - h_{выв}) / n_э; \qquad (2.17)$$

д) находится скорректированная длина очистного забоя $L_{оз}$, м:

$$L_{оз} = \frac{h_э - \sum h_ц - \sum h_в}{n_{пэ}}; \qquad (2.18)$$

е) определяются промышленные запасы этажа $Z_э$, т:

$$Z_э = Z_{пр} / n_э; \qquad (2.19)$$

ж) определяется срок службы этажа $t_э$, лет:

$$t_э = Z_э / A; \qquad (2.20)$$

з) производится сравнение срока службы этажа $t_э$ с нормативным сроком службы этажа $t^н_э$; при этом должно выполняться неравенство

$$t_э \geq t^н_э. \qquad (2.21)$$

Если данное условие выполняется, то определённая по формуле (2.17) наклонная высота этажа принимается окончательно; в противном случае в формуле (2.15) увеличивается число подэтажей $n_{пэ}$ в этаже и расчёты по формулам (2.15)…(2.21) повторяются.

Нормативный срок службы этажа $t^н_э$ при разработке пологих пластов принимается равным не менее 20 лет; наклонных – не менее 15 лет, крутонаклонных и крутых – не менее 10 лет [2, 13].

Вертикальная высота этажа ($h_{эв}$, м) определяется из выражения

$$h_{эв} = h_э \cdot \sin \alpha, \qquad (2.22)$$

где α – угол падения пласта, град.

При панельной подготовке шахтного поля устанавливается число подъёмных горизонтов, число панелей по простиранию шахтного поля, число

ярусов в панели, наклонная высота яруса и панели. Методика определения наклонной высоты яруса аналогична описанной выше методике определения наклонной высоты этажа, за исключением расчётов по формулам (2.19)…(2.22).

При погоризонтном способе подготовки шахтного поля количество выемочных полей по простиранию определяется в следующей последовательности:

а) определяется приближенная ширина выемочного поля $b'_{вп}$, м:

$$b'_{вп} = L'_{оз} \cdot n_{оз} + \sum h'_{ц} + \sum h'_{в}, \qquad (2.23)$$

где $\sum h'_{ц}$ – суммарная ширина целиков у наклонных выработок в пределах выемочного поля, м;

$\sum h'_{в}$ – суммарная ширина наклонных выработок в пределах выемочного поля, м;

$n_{оз}$ – количество очистных забоев в выемочном поле; как правило, в выемочном поле располагается один очистной забой;

б) определяется приближённое число выемочных полей $n'_{вп}$ по простиранию шахтного поля:

$$n'_{вп} = (S - 30) / b'_{вп}; \qquad (2.24)$$

в) полученное значение $n'_{вп}$ округляется до ближайшего целого числа, которое определит количество выемочных полей в шахтном поле по простиранию $n_{вп}$;

г) находится скорректированная ширина выемочного поля:

$$b_{вп} = (S - 30) / n_{вп}; \qquad (2.25)$$

д) определяется скорректированная длина очистного забоя:

$$L_{оз} = (b_{вп} - \sum h'_{ц} - \sum h'_{в}) / n_{оз}. \qquad (2.26)$$

При применении механизированных комплексов длину выемочных столбов по падению или восстанию следует принимать 800…1000 м для тонких и мощных пластов и 1200…1500 м для пластов средней мощности. При благоприятных горно-геологических условиях размеры выемочных столбов по падению и восстанию принимать до 2,0…3,0 км.

5. При этажном (панельном) способе подготовки шахтного поля устанавливается количество выемочных полей (панелей) в этаже (шахтном поле), число которых определяется исходя из рациональной длины выемочного поля (панели) по простиранию.

Размер одностороннего выемочного поля (однокрылой панели) по простиранию при применении в лавах индивидуальной крепи должен

составлять 500…800 м, а при применении механизированных комплексов – более годового подвигания лавы, но не менее 800 м.

Размер двухстороннего выемочного поля (двухкрылой панели) по простиранию увеличивается в два раза по сравнению с односторонним полем (однокрылой панелью).

6. Устанавливается порядок отработки пластов, этажей, выемочных полей (панелей).

Порядок отработки пластов может быть принят нисходящим, восходящим и комбинированным. Предпочтение следует отдавать нисходящему порядку отработки пластов. Восходящий порядок отработки пластов допускается при расстоянии между пластами не менее десятикратной мощности разрабатываемого пласта и применяется, как правило, при отработке выбросоопасных и удароопасных пластов и значительной обводнённости вышележащих пластов.

При пологом и наклонном залегании пластов необходимо предусматривать одновременную отработку не более 2…3 пластов; при наличии крутонаклонных и крутых пластов – не более 70…75 % рабочих пластов, а при наличии более 50 % пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа, – не более 60 % рабочих пластов.

При этажном способе подготовки шахтного поля порядок отработки этажей следует принимать нисходящий; первый этаж рекомендуется отрабатывать в прямом порядке, а остальные этажи – в обратном.

При панельном способе подготовки бремсберговые панели следует отрабатывать в прямом порядке, а уклонные панели – в обратном.

При погоризонтной подготовке шахтного поля отработку бремсберговых столбов следует производить по падению в прямом порядке, а уклонных столбов – по восстанию в обратном. Отработку бремсберговых столбов по восстанию предусматривать только при значительной обводнённости пластов.

В пределах выемочного поля или панели порядок отработки подэтажей или ярусов принимать, как правило, обратный, соответствующий столбовой системе разработки.

7. Устанавливается количество очистных забоев для обеспечения проектной мощности шахты.

Необходимое количество очистных забоев на шахте следует определять с учётом резервных очистных забоев или резерва в подвигании лав.

При узкозахватной выемке угля с применением индивидуальной крепи количество резервных забоев должно составлять 25 % от действующих забоев. При этом число действующих забоев $n_{оз}$ можно определить из выражения

$$n_{оз} = \frac{A \cdot f_{пз}}{n_{рд} \cdot A_{оз}}, \qquad (2.27)$$

где $A_{оз}$ – суточная нагрузка на очистной забой, т (определяется в разделе «Технология, механизация и организация работ в очистном забое»);

$f_{пз}$ – коэффициент, учитывающий выход угля из подготовительных забоев ($f_{пз}$ = 0,90…0,95);

$n_{рд}$ – число рабочих дней в году.

При применении механизированных комплексов иметь на шахте резервные комплексно-механизированные лавы экономически не целесообразно. Поэтому резерв закладывается в плановую нагрузку лавы. Количество действующих лав в данном случае определяется по формуле

$$n_{оз} = \frac{A \cdot f_{пз}}{n_{рд} \cdot A_{оз} \cdot f_{р}}, \qquad (2.28)$$

где $f_{р}$ – коэффициент, учитывающий резерв в подвигании лавы ($f_{р}$ = 0,75…0,80).

Полученное значение $n_{оз}$ округляется до ближайшего целого числа.

2.8. Система разработки

1. Выбор системы разработки производится на основании опыта работы шахт с аналогичными горно-геологическими условиями, учёта рекомендаций работ [11, 14 – 17], качественного анализа соответствия её основным геологическим и горнотехническим условиям месторождения и Нормам технологического проектирования угольных и сланцевых шахт [2].

В курсовом проекте даётся подробное описание выбранного варианта системы разработки (подготовительных работ, проветривания горных выработок, транспорта угля, материалов и оборудования в пределах выемочного поля или панели, участкового водоотлива). Необходимо определить основные параметры системы разработки: длину лавы, размер выемочного поля или панели по простиранию, размеры целиков угля, взаимное положение очистных и подготовительных выработок, произвести расстановку оборудования и т. д.

Размеры целиков угля для охраны подготовительных выработок различного назначения приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Размеры целиков для охраны подготовительных выработок

Наименование охраняемой выработки, место расположения целика	Размер целика, м	
	по падению	по простиранию
Этажный откаточный штрек	20…25	–
Этажный вентиляционный штрек	15	–
Между подэтажными или ярусными штреками	8…12	–
Между наклонными стволами	–	30…50

Между капитальным или панельным бремсбергом (уклоном) и ходком	–	30…40
Между наклонными стволами, капитальным или панельным бремсбергом (уклоном) или ходком и разрезной печью (демонтажной камерой)	–	40…50
Между участковым бремсбергом (уклоном) или ходком и разрезной печью (демонтажной камерой)	–	20…30
Между участковым бремсбергом (уклоном) и ходком	–	20…25
Между соседними разрезными печами	–	20…25

Система разработки изображается на плане горных работ на чертеже формата А1. Следует применять, как правило, системы разработки без оставления целиков угля с повторным использованием выемочных выработок, в том числе охраной их искусственными полосами из жёстких материалов или материалов с заданной податливостью, а также с проведением выемочных выработок вприсечку к выработанному пространству.

Бесцеликовая отработка пластов должна приниматься в следующих горно-геологических условиях:

– при повторном использовании подготовительных выработок – в случаях разработки пластов мощностью до 2,5 м с породами любой обрушаемости и породами почвы не ниже средней устойчивости;

– при проведении выработок вприсечку к выработанному пространству – в случаях разработки пластов мощностью более 2,5 м с породами любой обрушаемости и породами почвы любой устойчивости;

– при проведении выработок вслед за лавой в выработанном пространстве – в случаях разработки пластов до 2,5 м с породами кровли любой обрушаемости и неустойчивыми породами почвы.

На пластах пологого и наклонного падения мощностью до 3,5 м, а при наличии соответствующих средств механизации – до 5,0 м, следует принимать при этажной и панельной подготовке шахтного поля длинные столбы по простиранию; при погоризонтной подготовке – длинные столбы по восстанию, а на необводнённых пластах – по падению.

Для пластов мощностью более 3,5…5,0 м следует принимать систему разработки наклонными слоями в нисходящем порядке с обрушением с выемкой угля в каждом слое длинными столбами, если нет возможности вести выемку пласта на полную мощность с применением механизированных комплексов.

Сплошная система разработки с проведением штреков за лавой допускается для весьма тонких и тонких пластов с углами падения до 15° на глубоких горизонтах.

На пластах крутонаклонного и крутого падения при мощности пласта до 1,5 м рекомендуются длинные столбы по простиранию (лава-этаж) с доставкой

угля на передние промежуточные квершлаги; при мощности пласта от 0,7 до 2,5 м – длинные столбы по падению, отрабатываемые щитовыми конвейероструговыми агрегатами.

При разработке мощных пластов с обрушением на пластах мощностью 4,5…14,0 м с углами падения 25…65° следует применять систему разработки наклонными слоями с обрушением под гибким металлическим перекрытием или его заменителями. При выдержанном залегании пластов мощностью 2,5…5,5 м с углами падения более 65° следует применять щитовую систему разработки с бессекционными щитами, а при мощности пласта 5,5…9,0 м – с секционными. При необходимости применения закладки выработанного пространства на пластах мощностью 3,5… 6,5 м с углами падения 55…80° следует применять системы разработки поперечно-наклонными слоями в восходящем порядке. На пластах угля, склонного к самовозгоранию, мощностью 3,5…12,0 м с углами падения до 65° выемку угля следует производить наклонными слоями короткими полосами по простиранию в восходящем порядке с закладкой.

Управление кровлей при всех системах разработки на пластах пологого падения предусматривать полным обрушением пород кровли, а на пластах с углами падения более 15° – полным обрушением или плавным опусканием (при мощности пласта менее 0,8..1,0 м).

При разработке мощных крутонаклонных и крутых пластов предпочтение следует отдавать системам разработки с полной закладкой выработанного пространства.

В случаях, когда возникает необходимость охраны земной поверхности, способ управления кровлей следует принимать с полной или с частичной закладкой.

2. Подготовительные работы.

Для всех подготовительных выработок в пределах выемочного поля или панели выбирается площадь поперечного сечения, длина, вид крепи, способ и скорость проведения, определяется удельная протяженность выработок на 1000 т добытого угля. Характеристику выработок приводят в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Характеристика подготовительных выработок в пределах выемочного поля или панели

Наименование выработки	Транспортное оборудование в выработке	Крепь выработки			Площадь поперечного сечения выработки, м^2			Длина выработки, м	Объёмная масса угля, т/м^3	Выход угля из выработки, тыс. т	Скорость проведения выработки, м/мес
		тип крепи	количество рам на 1 м	форма поперечного сечения	в свету	в проходке					
						всего	в том числе по углю				

1. …	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
2. …	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

Площадь поперечного сечения выработок определяется из условия размещения в них транспортного оборудования с учётом требований правил безопасности [4], при этом следует использовать справочную литературу [9 – 11], а также техническую документацию шахт.

Для крепления участковых подготовительных выработок могут применяться деревянная, металлическая, анкерная или комбинированная крепи. Выбор крепи производится с учётом рекомендаций работ [9 – 11, 16, 17] и опыта работы шахт. При этом деревянную крепь следует применять только при сроке службы выработки до двух лет.

При смещениях пород кровли в подготовительной выработке до 300 мм рекомендуется применять податливые трёхзвенные металлические крепи типа КМП-А3 (АП-3) и другие с аналогичными параметрами.

В выработках, где смещение пород кровли составляет 300…600 мм, следует применять податливые пятизвенные металлические крепи КМП-А5 (АП-5) с податливостью в ножках 300 мм или податливые трёхзвенные металлические крепи КМП-А3 (АП-3) в комбинации с анкерной крепью.

В сложных условиях поддержания выработок (смещение кровли до 1000…1500 мм) следует применять податливые пятизвенные металлические крепи КМП-А5 (АП-5) с податливостью в ножках 700 мм в комбинации с анкерной крепью с длиной анкеров 2,0…2,5 м и плотностью установки 1,2…1,5 анкер/м^2, закреплённых по всей длине шпура (сталеполимерные и железобетонные анкеры).

Скорость проведения подготовительных выработок следует принимать согласно работе [11] или опыта работы шахты, для условий которой выполняется курсовой проект.

С учётом установленных объёмов проведения подготовительных выработок в пределах выемочного поля (панели) и скоростей их проведения составляется календарный график его подготовки, на котором показываются порядок и продолжительность выполнения всех работ по подготовке фронта очистных работ на момент сдачи в эксплуатацию выемочного поля или панели (рис. 2.1) [16]. Как видно из рис. 2.1, для рассматриваемого примера продолжительность подготовки нового выемочного поля составляет 9,5 месяца.

Наименование	Время проведения работ, мес

выработки, процессов				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Откаточный штрек	500	200	2,5										
Конвейерный квершлаг	150	150	1,0										
Вентиляционный квершлаг	150	150	1,0										
Вентиляционная печь	100	100	1,0										
Конвейерный штрек	500	250	2,0										
Вентиляционный штрек	500	250	2,0										
Монтажная камера	100	100	1,0										
Монтаж оборудования			1,0										
Резерв времени			1,0										

Рис. 2.1. График подготовки выемочного поля

3. Транспорт в пределах выемочного поля или панели.

При решении данного вопроса следует выбрать транспортное оборудование для транспортирования угля от очистных забоев до погрузочного пункта на откаточном горизонте, а также материалов, оборудования и людей в пределах выемочного поля или панели.

Тип погрузочного пункта на откаточном горизонте должен выбираться с учётом вида транспорта по главным откаточным выработкам шахты. При полной конвейеризации транспорта в пределах добычного участка необходимо предусматривать аккумулирующие ёмкости (бункер-гезенк, механизированный бункер и др.) для аккумулирования угля в случае отказа одного из звеньев технологической цепи до бункера. При рельсовом транспорте угля по главным откаточным выработкам шахты погрузочные пункты следует оборудовать автоматизированными погрузочными комплексами ГУАПП1-64, ГУАПП2-64, КАП-1 или КАП-2 [3].

Для механизации вспомогательного транспорта (доставка материалов и оборудования в очистные и подготовительные забои, обслуживание конвейерных линий (ремонт, монтаж, демонтаж), перевозка людей) рекомендуется применять:

– в горизонтальных выработках – грузолюдские канатные напочвенные дороги ДКНЛ1 (до 1000 м) и ДКНЛ2 (до 2000 м) или канатные монорельсовые дороги ДМКУ, 6ДМКУ, ДМКУ-1; дизельные монорельсовые дороги типа 2ДМД; при протяжённости выработок до 1000 м – дизельные тягачи ТГЛ-1 с комплексом навесного оборудования (ТГЛК) и прицепной платформой ПП; самоходные вагоны [3];

– в наклонных выработках – грузолюдские канатные напочвенные дороги ДКНЛ1, ДКНЛ2, ДКН4-3, ДКН-2; дизельные тягачи ТГЛК; дизельные монорельсовые дороги 2ДМД; канатные грузолюдские дороги ДМКУ, 6ДМКУ, ДМКУ-1.

Техническая характеристика монорельсовых, напочвенных и грузолюдских дорог и область их применения приведены в работе [3] и приложении 4.

Схема транспорта, расстановка транспортного оборудования наносятся на план выемочного поля или панели.

4. Проветривание выработок выемочного поля или панели.

В зависимости от принятой системы разработки проветривание очистных и подготовительных забоев может осуществляться как за счёт общешахтной депрессии, так и вентиляторами местного проветривания (при применении некоторых вариантов камерных систем разработки и систем разработки с применением средств гидромеханизации).

Схема проветривания длинных очистных забоев может быть возвратноточной и прямоточной. Прямоточные схемы проветривания применяются при больших нагрузках на очистные забои и высокой газообильности участка (более 10 $м^3/т$). Однако эти схемы не рекомендуется применять при разработке пластов самовозгорающегося угля из-за их повышенной эндогенной пожароопасности. При разработке мощных пластов самовозгорающегося угля наклонными слоями в нисходящем порядке с обрушением следует применять только возвратноточную схему проветривания очистных забоев.

При бесцеликовой отработке пластов с сохранением выработок для повторного использования проветривание выработки, сохраняемой позади очистного забоя, должно осуществляться за счёт общешахтной депрессии [4].

Следует обратить внимание на особенности проветривания тупиковых подготовительных выработок длиной более 800…1000 м, так как обычные схемы и способы их проветривания на практике часто бывают недостаточно эффективными. В таких случаях возможно применение специальных диагональных вентиляционных печей или вентиляционных скважин.

В курсовом проекте необходимо выбрать типы вентиляторов местного проветривания (приложение 5), вентиляционные сооружения (кроссинги, вентиляционные двери и т. п.) и места их расположения. Схема вентиляции добычного участка показывается на момент сдачи шахты в эксплуатацию, увязывается со схемой проветривания шахты и наносится на план выемочного поля или панели. Схему движения воздуха показывают цветными стрелками (свежую струю – красным цветом, исходящую – синим) на схеме вскрытия шахтного поля и плане горных работ на чертеже формата А1.

5. Участковый водоотлив.

В случае сложной гипсометрии пласта, в пониженных местах подготовительных выработок возможно скопление шахтной воды, что вызывает

необходимость организации участкового водоотлива. При необходимости организации участкового водоотлива определяются места расположения участковых насосных станций и выбирается тип насоса [18].

2.9. Технология, механизация и организация очистных работ

Выемку угля рекомендуется осуществлять в длинных очистных забоях. При этом необходимо ориентироваться на применение механизированных комплексов. Выбор типа механизированного комплекса должен производиться с учётом конкретных горно-геологических условий залегания угольных пластов.

Исходными данными для выбора механизированной крепи являются вынимаемая мощность пласта, угол падения пласта и нагрузочные свойства непосредственной и основной кровли. При этом следует исходить из того, что серийные механизированные крепи удовлетворяют условиям очистных забоев с лёгкими и средними кровлями и только частично с тяжёлыми. При тяжёлых кровлях применение механизированных крепей без повышенного сопротивления возможно в сочетании с предварительным разупрочнением кровли.

При горно-геологических условиях, неблагоприятных для применения механизированных комплексов (слабые боковые породы, наличие ложной кровли, небольшие размеры выемочных столбов и т. д.), возможно применение узкозахватных комбайнов или стругов с индивидуальной крепью.

Оборудование для комплексной механизации и автоматизации очистных и подготовительных работ выбирается из справочной литературы [11, 14 – 15, 17 – 20] и приложений 6 – 12.

Длина лавы при применении механизированных комплексов принимается по технической характеристике данного типа комплекса и проверяется по фактору проветривания.

При применении технологии выемки угля узкозахватными комбайнами или стругами с индивидуальной крепью длина лавы принимается наименьшая, вычисленная по фактору эксплуатационной производительности выемочной машины и фактору проветривания.

Длина лавы по фактору проветривания ($L^{в}_{оз}$, м) определяется по формуле

$$L^{в}_{оз} = \frac{864 \cdot V_{пб} \cdot F_{оз} \cdot P_{газ}}{V_{оз} \cdot m \cdot \gamma \cdot c_{оз} \cdot q_{л} \cdot f_{нер}}, \qquad (2.29)$$

где $V_{пб}$ – предельно допустимая скорость движения воздуха по лаве, м/с ($V_{пб}$ = 4 м/с [4]);

$F_{оз}$ – площадь поперечного сечения лавы, по которому проходит воздух, м^2:

$$F_{оз} = F_{рп} \cdot f_{оз}; \quad (2.30)$$

$F_{рп}$ – площадь «живого» сечения рабочего пространства лавы, м^2:

при применении индивидуальной крепи

$$F_{рп} = b_{min} \cdot m \cdot \varphi_{стр}; \quad (2.31)$$

при применении механизированной крепи

$$F_{рп} = F_{рп}^{min} + (F_{рп}^{max} - F_{рп}^{min}) (m - m_{min}) / (m_{max} - m_{min}); \quad (2.32)$$

$f_{оз}$ – коэффициент, учитывающий движение воздуха по части выработанного пространства, непосредственно прилегающего к призабойному пространству лавы; при управлении кровлей полным обрушением коэффициент $f_{оз}$ может быть принят: при залегании в непосредственной кровле песчаников – 1,35; песчанистых сланцев – – 1,25; глинистых сланцев – 1,20;

b_{min} – минимальная ширина рабочего пространства лавы (принимается согласно паспорту крепления лавы), м;

m – вынимаемая мощность пласта, м;

$F_{рп}^{min}$, $F_{рп}^{max}$ – минимальная и максимальная площади «живого» сечения призабойного пространства лавы по паспорту комплекса, м^2 (табл. 2.9);

$\varphi_{стр}$ – коэффициент, учитывающий сужение площади поперечного сечения струи воздуха крепью и оборудованием лав; $\varphi_{стр} = 0,9$;

m_{min}, m_{max} – минимальная и максимальная вынимаемая мощность пласта по паспорту механизированного комплекса, м (табл. 2.9);

$P_{газ}$ – допустимая правилами безопасности концентрация метана в исходящей струе лавы; $P_{газ} = 1,0$ % [4];

$V_{оз}$ – суточная скорость подвигания очистного забоя, м/сут:

$$V_{оз} = r_{зх} \cdot n_{ц}; \quad (2.33)$$

$r_{зх}$ – ширина захвата исполнительного органа комбайна, м;

$n_{ц}$ – количество циклов в сутки;

$f_{нер}$ – коэффициент неравномерности метановыделения в лаве; $f_{нер} = 1,5$;

γ – объёмная масса угля, т/м^3;

$c_{оз}$ – коэффициент извлечения угля в очистном забое; $c_{оз} = 0,975$;

$q_{л}$ – относительная метанообильность призабойного пространства лавы, м^3/т:

$$q_{л} = q_{м} \cdot f_2 \cdot f_{д}; \quad (2.34)$$

f_2 – коэффициент, показывающий, какая часть газа на участке выделяется в призабойное пространство лавы из выработанного пространства и угольного пласта; принимается равным 0,4…0,5;

$f_д$ – коэффициент, учитывающий дегазацию пласта; при $q_м > 10$ м^3/т принимается равным 0,3…0,6;

$q_м$ – относительная метанообильность выработок шахты, м^3/т (см. формулу (2.9)).

Длина лавы по эксплуатационной производительности комбайна находится из следующих выражений:

при односторонней схеме работы комбайна

$$L_{оз} = ((T_{см} - t_{пз}) \cdot n_{см} - t_{ко} \cdot n_ц) / (1/ V_п + 1/ V_м + t_{зуб} \cdot r_{зх} \cdot m \cdot \gamma \cdot u_{зуб} + t_в) \text{ x}$$

$$\text{x } f_{отд} \cdot n_ц) + \sum L_н; \qquad (2.35)$$

при челноковой схеме работы комбайна

$$L_{оз} = ((T_{см} - t_{пз})\, n_{см} - t_{ко} \cdot n_ц) \cdot k / (1/ V_п + t_{зуб} \cdot r_{зх} \cdot m \cdot \gamma \cdot u_{зуб} + t_в) \cdot f_{отд} \text{ x}$$

$$\text{x } n_ц) + \sum L_н, \qquad 2.36)$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены по добыче угля, мин;

$t_{пз}$ – время на подготовительно-заключительные операции, мин; $t_{пз}$ = 15…20 мин;

$n_{см}$ – число добычных смен в сутки;

$t_{ко}$ – время на концевые операции, мин; $t_{ко}$ = 20…30 мин на один цикл;

k – коэффициент, учитывающий простои комбайна по различным причинам; k = 0,8…0,9;

$V_п$ – скорость подачи выемочной машины, м/мин:

$$V_п = \frac{N_{уст}}{60 \cdot r_{зх} \cdot m \cdot u_{эр}}; \qquad (2.37)$$

$N_{уст}$ – устойчивая мощность двигателя комбайна [19, с. 73], кВт;

Таблица 2.9

Площадь поперечного сечения механизированных крепей

Комплекс, агрегат	Тип крепи	Мощность пласта, м	Площадь поперечного сечения крепи в свету, м^2
1КМ103М 1КГК	1КМ103М 1КГК	0,75…0,95 0,65…1,00	1,50…2,50 1,13…1,95

КД80	КД80	0,80…1,15	2,10…3,40
КСМ	АКД	0,80…1,15	2,40…4,10
КМ90	КД90	0,80…2,00	2,30…4,60
КМК97,КМС97	КМК97	0,70…1,25	2,10…4,00
«Донбасс»	«Донбасс»	0,80…1,20	2,00…2,50
2КГД	2КГД	0,75…1,20	1,75…3,12
«Днепр-3»	«Днепр-3»	0,85…1,30	1,04…1,89
КМ87УМН	М87УМН	1,05…1,95	1,90…4,60
КМ87УМС	М87УМС	1,05…1,95	1,90…4,60
КМ87УМП	КМ87УМП	1,05…1,95	1,90…4,60
1КМ88, 1КМ88С	1М88, 1М88С	1,00…1,80	1,20…2,70
КМТ	МТ	0,80…1,40	2,40…4,90
КМ138(А)	М138(А)	1,20…2,50	4,00…9,00
ОКП70Б	ОКП70	1,70…4,00	2,90…8,90
2ОКП70	2ОКП70	2,30…3,30	4,23…6,40
3ОКП	3ОКП	2,50…4,50	5,70…7,60
МК75Б	МК75	1,70…2,20	3,40…5,10
1МК85Б	1МК85	1,20…2,20	2,80…5,80
1МКМ	1МКМ	1,40…1,75	2,30…3,80
«Пиома»	«Пиома»	3,10…4,20	7,00…10,00
2УКП	2УКП	2,40…4,20	6,95…12,08
КМ142	М142	2,00…5,00	3,50…13,00
КМ130	М130	2,50…4,50	4,70…8,20
1АМЩ	1АМЩ	1,05…2,20	1,60…3,20
АМЩ	АМЩ	1,20…1,30	1,80…2,40
2АМЩ	2АМЩ	0,70…2,20	1,20…3,30

$u_{эр}$ – удельный расход электроэнергии на отбойку угля [19, с. 73], кВт-ч/м^3;

$t_{зуб}$ – время на замену одного зубка; $t_{зуб}$ = 1 мин;

$u_{зуб}$ – удельный расход зубков; $u_{зуб}$ = 0,08…0,10 шт/м^3;

$t_в$ – время на вспомогательные операции, не перекрываемые работой комбайна по выемке угля, отнесенные к 1 м длины лавы; $t_в$ = 0,1…0,3 мин/м;

$\sum L_н$ – суммарная длина верхней и нижней ниш, м; $\sum L_н$ = 8…9 м;

$V_м$ – маневровая скорость движения комбайна (приложение 10), м/мин.

Суточная нагрузка на очистной забой ($A_{сут}$, т) определяется из выражения:

$$A_{сут} = L_{оз} \cdot m \cdot r_{зх} \cdot n_ц \cdot \gamma \cdot c_{оз}. \quad (2.38)$$

Нагрузка на очистные забои, оборудованные механизированными комплексами, не должна существенно отличаться от значений, приведенных в табл. 2.10.

Таблица 2.10

Рекомендуемые нагрузки на комплексно-механизированные очистные забои [2]

Углы падения пластов, град	Рекомендуемые нагрузки на очистные забои, т/сут, при мощности пластов, м		
	до 0,70	0,71…1,20	1,21…3,50
0…18	300…500	600…1000	1100…2100
19…55	250…450	550…950	950…1800
56…90	200…300	300…550	650…750

Методики определения нагрузок на очистные забои, оборудованные струговыми, конвейерно-струговыми, бурошнековыми, скреперо-струговыми установками, гидравлическими, механогидравлическими и другими видами механизации очистных работ, приведены в работе [21].

Для обеспечения содержания метана в исходящей струе воздуха из очистной выработки не более 1 % [4] суточная нагрузка на очистной забой по газовому фактору ($A^{В}_{сут}$, т) не должна превышать величину, определяемую по формуле:

$$A^{В}_{сут} = 864 \cdot F_{оз} \cdot V_{пб} \cdot P_{газ} / (q_{л} \cdot f_{нер}). \quad (2.39)$$

Если $A_{сут} > A^{В}_{сут}$, следует снизить нагрузку на очистной забой или провести дегазацию угольного пласта для уменьшения $q_{л}$.

Месячная $A_{мес}$ и годовая $A_{год}$ добыча из очистного забоя находятся из выражений, т:

$$A_{мес} = 25 \cdot A_{сут} \cdot k_{гт}; \qquad A_{год} = n_{рд} \cdot A_{сут} \cdot k_{гт}, \quad (2.40)$$

где $k_{гт}$ – коэффициент, учитывающий влияние горно-геологических и горнотехнических условий на ритмичность работы очистного забоя, принимаемый равным 0,85…0,90.

Суточная $V_{сут}$, месячная $V_{мес}$ и годовая $V_{год}$ скорости подвигания очистного забоя, находятся из выражений, м:

$$V_{сут} = A_{сут} \ / L_{оз} \cdot m \cdot \gamma \cdot c_{оз}; \quad (2.41)$$

$$V_{мес} = 25 \cdot V_{сут} \cdot k_{гт}; \quad (2.42)$$

$$V_{год} = n_{рд} \cdot V_{сут} \cdot k_{гт}. \quad (2.43)$$

Основной формой организации труда в очистных забоях являются суточные или сменные комплексные бригады, выполняющие все основные и вспомогательные операции в лаве. При комплексной механизации и

автоматизации производственных процессов в очистном забое наиболее целесообразной формой организации труда являются суточные комплексные бригады.

2.10. Объём горных работ на момент сдачи шахты в эксплуатацию

В данном разделе приводится перечень и объём горных работ по шахте на момент сдачи её в эксплуатацию.

Горные работы, выполняемые до сдачи шахты в эксплуатацию, объединяются в группы по вскрытию месторождения, подготовке шахтного поля, подготовке линии очистных забоев и служебные камеры.

Объём околоствольных дворов принимается по типовым чертежам [6]. Для условий Донбасса объём околоствольного двора может быть определён по формулам, предложенным В. И. Голомолзиным:

при применении контактных электровозов

$$V = 13{,}5 + (4{,}5 + 0{,}9 \cdot \omega)\, A; \qquad (2.44)$$

при применении аккумуляторных электровозов

$$V = 12{,}5 + (4{,}9 + 0{,}9 \cdot \omega)\, A, \qquad (2.45)$$

где V – объём околоствольных выработок и камер в свету, тыс. м^3;

ω – коэффициент водообильности;

A – проектная мощность шахты, млн т/год.

Расчёт объёма горных работ по шахте на момент сдачи её в эксплуатацию рекомендуется представлять в табл. 2.11.

Таблица 2.11

Объём горных работ по шахте

Наименование выработки	Коэф-фициент крепости пород	Площадь поперечного сечения выработки в проходке, м^2	Мате-риал крепи	Число рель-совых путей	Процент подрывки пород	Длина и объём горной выработки на момент сдачи шахты в эксплуатацию	
						длина, м	объём, м^3
Горные выработки по вскрытию шахтного поля							
1. Скиповой ствол 2. Клетевой ствол 3. …							
Горные выработки по подготовке шахтного поля							

1. Откаточный штрек гор. 98 м 2. …							
Горные выработки по подготовке линии очистных забоев							
1. Конвейерный штрек № 1 2. …							
Камеры							
1. Лебедочная камера 2. …							

2.11. Капитальные затраты на горные работы при строительстве шахты

Капитальные затраты на горные работы устанавливаются по сметам на горнопроходческие работы. Ориентировочная стоимость проведения горной выработки в курсовом проекте может определяться по укрупнённым стоимостным показателям, приведенным в табл. 2.12.

Расчёт стоимости горных работ на момент сдачи шахты в эксплуатацию сводится в табл. 2.13.

Таблица 2.12

Укрупнённые показатели стоимости горных выработок

Наименование горных выработок	Стоимость 1 м^3 готовой выработки при проходке, руб.	
	по углю	по породе
А. Стволы:		
1) вертикальные круглого сечения, проходимые обычным буровзрывным способом	–	8600
2) то же, спецспособом	–	12000
3) вертикальные прямоугольного сечения, проходимые обычным буровзрывным способом	–	9200
4) наклонные с деревянной и металлической крепью	4600	7000
5) наклонные с деревянной и бетонной крепью	7600	9000
6) то же, с кирпичными стенами и бетонным сводом	7600	9000
Б. Горизонтальные выработки при креплении:		
1) деревом	3600	4600
2) металлом	4000	5000
3) бетонными стенами и плоским перекрытием	6600	7600

4) то же, с бетонным сводом	5600	7000
5) кирпичными стенами с плоским перекрытием	8000	9000
6) сборным железобетоном	6000	8000
В. Наклонные выработки при креплении:		
1) деревом	4000	6000
2) металлом	4600	6600
3) стены бетонные с плоским перекрытием	7600	9000
4) то же, с бетонным сводом	6600	8600
5) стены кирпичные с плоским перекрытием	10000	11600
6) то же, с бетонным сводом	9000	10600
7) сборный железобетон	7600	10000
8) печи и просеки	1200	–
Г. Узлы и приемные площадки при креплении:		
1) деревом	4000	5000
2) металлом	4600	6600
3) стены бетонные с плоским перекрытием	4600	7000
4) то же, с бетонным сводом	7000	8600
Д. Камеры при креплении:		
1) деревом	3000	4600
2) стены бетонные с плоским перекрытием при объёме до 100 м^3	9000	10000
3) то же, при объёме камер свыше 100 м^3	6600	8000
4) стены бетонные с бетонным сводом при объёме до 100 м^3	7000	8600
5) то же, при объёме камер свыше 100 м^3	5600	6600
6) стены кирпичные с плоским перекрытием при объёме до 100 м^3	20000	12000
7) то же, при объёме камер свыше 100 м^3	8000	9600
8) камеры скипового загрузочного устройства	–	11600

Таблица 2.13

Капитальные затраты на горные работы

Наименование горных выработок	Площадь поперечного сечения выработки в проходке, м^2	Стоимость 1 м^3 готовой выработки, руб.	Стоимость 1 м готовой выработки, руб.	Длина и объём горной выработки на момент сдачи шахты в эксплуатацию		Общая стоимость выработки, тыс. руб.
				м	м^3	
I. Горные выработки по вскрытию шахтного поля						
1. Скиповой ствол						
2. Клетевой ствол						
3. Фланговый						

ствол 4. Околоствольный двор гор. – 95 м 4. …						
Итого:						
II. Горные выработки по подготовке шахтного поля						
1. Откаточный штрек гор. -121 м 2. …						
Итого:						
III. Горные выработки по подготовке линии очистных забоев						
1. Конвейерный штрек № 1						
2. Вентиляционный штрек № 1 3. …						
Итого:						
IV. Камеры						
1. Лебедочная камера 2. …						
Итого:						
Итого: (по пп. I, II, III, IV)						
Неучтённые горные работы (10…15 % от «Итого: (по пп. I, II, III, IV)»)						
Всего стоимость горных работ:						

2.12. Основные технико-экономические показатели курсового проекта

Основные технико-экономические показатели, полученные при выполнении курсового проекта, сводятся в табл. 2.14.

Таблица 2.14

Основные технико-экономические показатели

Наименование показателей	Значение показателя
1. Проектная мощность шахты, т: – годовая – суточная 2. Режим работы шахты: – число рабочих дней в году – число смен по добыче в сутки – продолжительность смены, ч: – на подземных работах – на поверхности 3. Углы падения пластов, град. 4. Размеры шахтного поля, м: – по простиранию – по падению 5. Запасы угля в шахтном поле, млн т: – балансовые – промышленные 6. Полный срок службы шахты, лет 7. Способ вскрытия шахтного поля 8. Количество откаточных горизонтов 9. Тип околоствольного двора 10. Способ подготовки шахтного поля 11. Способ подготовки угольных пластов 12. Категория шахты по метану 13. Система проветривания шахты 14. Способ проветривания шахты 15. Схема проветривания шахты 16. Система разработки 17. Вид механизации очистных работ 18. Схема проветривания очистного забоя 19. Суточная нагрузка на очистной забой, т 20. Число циклов в очистном забое 21. Схема работы комбайна в очистном забое 22. Годовая скорость подвигания очистного забоя, м 23. Объём горных работ на момент сдачи шахты в эксплуатацию 24. Капитальные затраты на горные работы в период строительства шахты: – всего, млн руб. – на 1 т годовой мощности шахты, руб.	

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1. Методические указания по оформлению графической части

Графическая часть курсового проекта выполняется на одном листе ватмана формата А1 (840 х 594 мм), на котором изображаются следующие чертежи:

1. Вертикальная схема вскрытия шахтного поля (масштаб 1 : 2000, 1 : 5000, 1: 10000).
2. План горных работ по первому разрабатываемому пласту на момент сдачи шахты в эксплуатацию с расстановкой основного горношахтного оборудования (масштаб 1 : 5000, 1 : 10000).
3. План выработок первого рабочего (откаточного) горизонта на момент сдачи шахты в эксплуатацию с расстановкой горнотранспортного оборудования (масштаб 1 : 5000, 1 : 10000).
4. Схема очистного забоя на период работы выемочной машины (масштаб 1 : 50, 1 : 100).
5. Поперечный разрез очистного забоя на моменты положения забоя после передвижки крепи (масштаб 1 : 50).
6. Поперечные сечения главных и дополнительных вскрывающих горных выработок (масштаб 1 : 50).

Чертежи выполняются в соответствии с ГОСТ 2.850-75 и др. [22] в карадаше или, по желанию студента, в туши или на компьютере.

Подписи на чертежах следует наносить в соответствии с ГОСТ 2.316.69 с учетом требований ГОСТ 2.304-75. Надписи должны быть выполнены шрифтом по ГОСТ 2.304-81. Названия изображаемых объектов следует указывать полностью.

Рекомендуемая схема расположения отдельных чертежей на листе формата А4 приведена в приложении 13, а размеры и содержание основной надписи чертежа – в приложении 14.

3.2. Методические указания по оформлению пояснительной записки

Пояснительная записка выполняется на бумаге формата А4 (210х297 мм). Текст записки выполняется рукописным способом на одной стороне листа чернилами или пастой чёрного, синего или фиолетового цветов. С целью закрепления навыков работы на ЭВМ допускается набор текста пояснительной записки на компьютере при условии выполнения данной работы самостоятельно. Цифры и буквы необходимо писать чётко, строки должны быть прямолинейными. Интервалы между строками должны составлять 1,5 высоты строчных букв, а высота буквы не менее 2,3 мм. Записка должна быть написана

только одним из вышеперечисленных цветов. Подчеркивание слов не допускается.

Пояснительная записка должна иметь титульный лист, задание на курсовой проект, содержание, введение, основную часть, список использованных источников и приложения.

Титульный лист является первой страницей записки (номер страницы на ней не проставляется) и оформляется по прилагаемому образцу (приложение 15).

Во введении (приложение 16) указывается цель и задачи курсового проекта, излагаются основные результаты работы. Поэтому введение обычно пишется после проведения всех расчетов и принятия проектных решений по всем вопросам разработки месторождения в заданных горно-геологических условиях.

В основной части записки излагаются основные сведения о проектируемой шахте, которые сопровождаются расчетами, таблицами и иллюстрациями, наиболее полно отражающими сущность проектируемого объекта. Содержание основной части пояснительной записки делится на разделы, подразделы и пункты. Разделам присваиваются порядковые номера, обозначаемые арабскими цифрами с точкой (приложение 17).

Нумерация подразделов производится в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделённых точкой. В конце номера подраздела ставится точка.

Наименования разделов записывают в виде заголовков прописными буквами в центре строки. Наименования подразделов записываются в виде заголовков строчными буквами (кроме первой прописной) с абзаца.

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точка в конце заголовков не ставится. Если заголовки состоят из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовками и текстом при рукописном выполнении записки должно быть 15 мм, при выполнении записки машинописным способом – 3…4 интервала. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала.

Каждый раздел пояснительной записки, а также другие структурные части записки – «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ» – следует начинать с новой страницы. Весь текст пояснительной записки, независимо от способа деления его на отдельные части, разбивают примерно на равные абзацы, содержащие близкие по смыслу, жёстко связанные между собой положения.

Записка должна быть написана ясно, чётко и кратко, простым и выразительным языком. Фразы должны быть точными и законченными. Следует избегать громоздких предложений.

В пояснительной записке следует применять термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

Числовые значения величин в тексте указываются с необходимой степенью точности, при этом числа с размерностью следует писать цифрами, а без размерности – словами.

Формулы, входящие в текст записки, не должны нарушать грамматической структуры предложения, поэтому знаки препинания между ними расставляются в соответствии с правилами пунктуации.

Формулы записываются в середине строки, а связывающие их слова – в начале строки.

Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, следует приводить непосредственно под формулой. При этом значение каждого символа нужно давать с новой строки в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Все формулы, если их в записке более одной, нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе, разделённых точкой. Номер указывается с правой стороны листа на уровне формулы в крайнем правом положении в круглых скобках, например: (5.3).

Текст пояснительной записки для большей ясности и краткости изложения материала следует сопровождать иллюстрациями. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту, так и в приложении.

Все иллюстрации, если их в записке более одной, нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделённых точкой. Ссылки на иллюстрации делаются по следующей форме: (рис. 6.2) или … на рис. 6.2. Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации делают с сокращённым словом «смотри», например: (см. рис. 3.2).

Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование и поясняющие данные (подрисуночный текст).

Цифровой материал пояснительной записки, как правило, оформляется в виде таблиц.

Все таблицы, если их в записке более одной, нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Над правым верхним углом таблицы выше заголовка помещается слово «Таблица» с указанием номера таблицы, например: Таблица 2.1.

Если в записке только одна таблица, то номер ей не присваивают и над ней слово «Таблица» не пишут.

На все таблицы должны быть ссылки в тексте, при этом слово «Таблица» в тексте пишется полностью, если таблица не имеет номера, и сокращённо, если имеет номер, например: … в табл. 1.3 или (табл. 1.3). Ссылки на ранее упомянутые таблицы делают с сокращённым словом «смотри», например: (см. табл. 3.2).

Допускается нумерация иллюстраций, формул и таблиц в пределах всей пояснительной записки.

Иллюстрационный материал, таблицы или вспомогательный текст целесообразно давать в виде приложений.

Приложение оформляется как продолжение пояснительной записки на последующих её страницах. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы с указанием в правом верхнем углу первого листа слова «Приложение» строчными буквами. В технически обоснованных случаях приложение может иметь заголовок, который записывают в центре строки прописными буквами.

Если в записке более одного приложения, их нумеруют арабскими цифрами (без знака №, например, «приложение 2»).

На все приложения должны быть ссылки в тексте. Все приложения должны быть перечислены в содержании (оглавлении).

Содержание пояснительной записки помещают после задания на курсовой проект.

Список использованных источников помещают в конце пояснительной записки с новой страницы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Горное дело.* Т. 2. Справочник. М.: Углетехиздат,1957. 646 с.

2. *ВНТП1-86.* Нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт /Минуглепром СССР. М., 1986. 62 с.

3. *Рудничный транспорт и механизация вспомогательных работ* / под общ. ред. Б. Ф. Братченко. М.: Недра, 1978. 423 с.

4. *Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах»*. Серия 05. Выпуск 40. М.: Изд-во «Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. 200 с.

5. *Носырев Б. А., Кубарев С. М.* Подъёмные установки (выбор электромеханического оборудования): учебное пособие. Свердловск: Изд. СГИ, 1986. 84 с.

6. *Альбом околоствольных дворов и стволов шахт* / Я. И. Тютюник, С. П. Коптилов, В. А. Бубырь и др. М.: Недра, 1966. 94 с.

7. *Корнилков В. Н.* Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. Подземная разработка пластовых месторождений: учебник для вузов. Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного горного университета, 2005. 494 с.

8. *Технология подземной разработки месторождений полезных ископаемых*. учебник для вузов / под общ. ред. А. С. Бурчакова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1983. 487 с.

9. *ГОСТ 21152.-7.5.* Сечение основных горных выработок. М.: Недра, 1976. 83 с.

10. *Типовые сечения горных выработок.* Т. 1-7. М.: Госгортехиздат, 1961.

11. *Прогрессивные технологические схемы разработки пластов в угольных шахтах. Часть 1*. М.: Минуглепром СССР, 1979. 333 с.

12. *Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт.* М.: Недра, 1976. 238 с.

13. *Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт*. М.: Недра, 1976. 303 с.

14. *Технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. Часть 1. Технологические схемы* / МУП СССР, Гл. научно-техническое управление АН СССР, ИГД им. А. А. Скочинского, М.: Изд-во ИГД им. А. А. Скочинского, 1991. 221 с.

15. *Технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. Часть 2. Набор модулей и пояснительная записка* / МУП СССР, Гл. научно-техническое управление АН СССР, ИГД им. А. А. Скочинского, М.: Изд-во ИГД им. А. А. Скочинского, 1991. 413 с.

16. *Вандышев А. М.* Подземная разработка пластовых месторождений: лабораторный практикум. Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного горного университета, 2010. 248 с.

17. *Краткий справочник горного инженера угольной шахты* / под ред. А. С. Бурчакова, Ф. Ф. Кузюкова. М.: Недра, 1982. 454 с.

18. *Попов В. М.* Шахтные насосы (теория, расчёт и эксплуатация): справочное пособие. М.: Недра, 1993. 224 с.

19. *Комплексная механизация и автоматизация очистных работ в угольных шахтах* / под общей ред. Б. Ф. Братченко. М.: Недра, 1977. 415 с.

20. *Оборудование для очистных и подготовительных работ*: каталог. М.: ЦНИЭИуголь, 1986. 296 с.

21. *Задачник по подземной разработке угольных месторождений*: учебное пособие для вузов / К. Ф. Сапицкий, Д. В. Дорохов, М. П. Зборщик и др. М.: Недра, 1981. 311 с.

22. *ГОСТ 2.850 –75 и др.* Горная графическая документация: сборник. М.: Изд-во стандартов, 1983. 199 с

Приложения

Приложение 1

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ШАХТНЫХ ЛОКОМОТИВОВ

Категория шахты по метану или пыли	Пологое и наклонное залегание пластов				Крутое залегание пластов			
	выработки со свежей струёй воздуха		выработки с исходящей струёй воздуха	тупиковые выработки	выработки со свежей струёй воздуха		выработки с исходящей струёй воздуха	тупиковые выработки
	магистральные	промежуточные (участковые)			магистральные	промежуточные (участковые)		
Негазовая и неопасная по пыли	К10 К14-900 КР28-900	К10	К10	К10	К10	К10	К10	К10
I и II категории по метану или опасная по пыли	АРП10-600 (В10-600) АРП14-900 АРП28-900 АМ8-1 АМ8-2 2АМ8Д К10 К14-900 КР28-900	8АРП3 АМ8-1 АРП7 4,5АРП2 АМ8Д К10	АМ8-1 АРП7 АМ8Д	АМ8-1 АРП7	АМ8-1 АРП10-600 АМ8-2 АМ8Д К10	АМ8-1 АРП7 К10	АМ8-1 АРП7	АМ8-1 АРП7
III категория или сверх-категорная по метану	2АМ8Д АМ8-1 АМ8-2 АРП10-600 АРП14-900 АРП28-900	АМ8-1 АМ8-2 АРП7	АРВ7 Д8 АРВ8 ГР4 ГР5	АРП7 АМ8-1 АМ8-2	АМ8-1 АМ8-2 АРП10-600	АРП7 Д8-600 Д8-900 ГР4 ГР5	АРВ7 Д8-600 Д8-900 ГР4 ГР5	АРВ7 ГР4 ГР5
Опасная по внезапным выбросам	Д8-900 Д8-600 АРВ14-900 АМ8-1 АМ8-2	5АРВ2 АРВ7 ГР4 ГР5 Д8-600 Д8-900	5АРВ2 АРВ7 ГР4 ГР5 Д8-600 Д8-900	5АРВ2 АРВ7 ГР4 ГР5	АМ8-1 АМ8-2 Д8-900 Д8-600	5АРВ2 АРВ7 Д8-600 Д8-900 ГР4 ГР5	5АРВ2 АРВ7 Д8-600 Д8-900 ГР4 ГР5	5АРВ2 АРВ7 ГР4 ГР5

Приложение 2

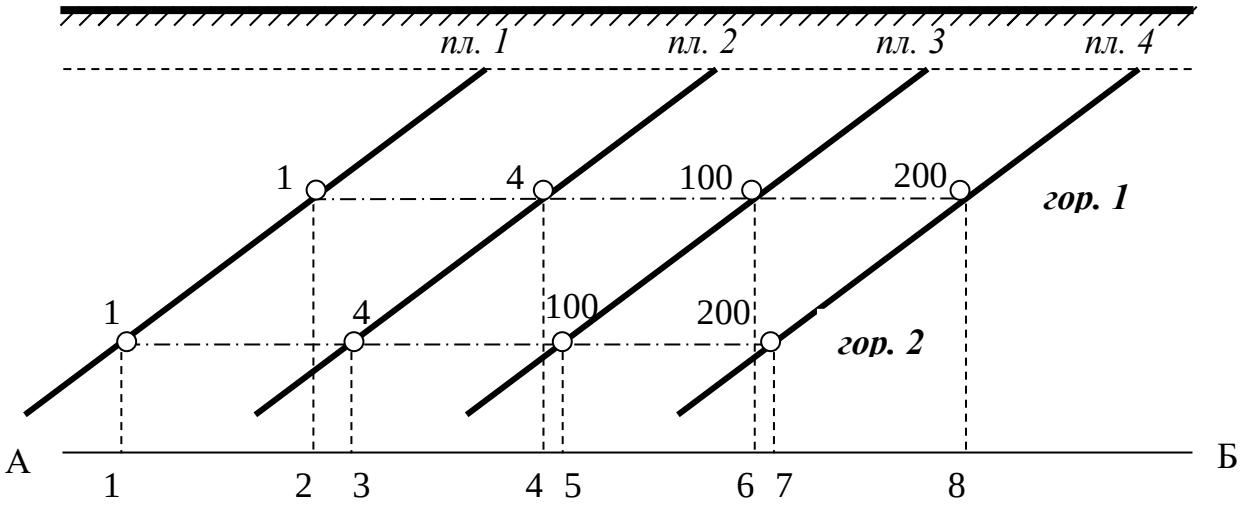
ВЫБОР МЕСТА ЗАЛОЖЕНИЯ ГЛАВНОГО СТВОЛА

Выбор места заложения главного ствола вкрест простирания пластов рекомендуется производить по методике Л. Д. Шевякова, согласно которой оптимальный пункт заложения главного ствола находится в пункте сосредоточения грузов на главном квершлаге, к которому по каждому направлению к стволу (справа и слева) свозится сумма грузов, меньшая полусумме всех грузов, т. е. выполняется следующие неравенства:

$$\begin{cases} \Sigma\, q_{\text{лев}} < Q/2 \\ \Sigma\, q_{\text{пр}} < Q/2\ , \end{cases}$$

где Q – сумма всех грузов, транспортируемых по главному квершлагу к стволу, т.

Если вскрытие шахтного поля производится не одним, а несколькими главными квершлагами, расположенными на разных горизонтах, то определение места заложения главного ствола, обеспечивающего минимальные транспортные расходы по всем квершлагам, производится следующим образом. Внизу чертежа схемы вскрытия, выполненной строго в масштабе, проводят горизонтальную линию АБ и проектируют на неё все пункты сосредоточения грузов на главных откаточных квершлагах. Проекции пунктов на прямую АБ нумеруют слева направо. В точки проекций переносят соответствующие грузы и находят оптимальный пункт, в котором выполняются приведенные выше неравенства.



К выбору оптимального места заложения главного ствола
при многогоризонтном вскрытии шахтного поля

Решение неравенств для примера, изображенного на рисунке, удобно производить графоаналитическим методом.

Выбор места заложения главного ствола

Номер проекции пункта сосредоточения грузов на прямую АБ	1	2	3	4	5	6	**7**	8
Величина груза q_i, млн т	1	1	4	4	10	10	20	20
$\Sigma\, q_{лев}$, млн т	1	2	6	10	20	**30**	50	70
$\Sigma\, q_{пр}$, млн т	70	69	68	64	60	50	40	**20**

Как видно из таблицы, полусумма всех грузов, транспортируемых к главному стволу справа и слева, составляет 35 млн т ($\Sigma q_i/2 = 70/2$ млн т), а оптимальным пунктом заложения ствола для рассматриваемого примера является 7 пункт, соответствующий пересечению главного квершлага гор. 2 с откаточным штреком пласта 4, так как к этой точке слева к стволу транспортируется суммарный груз, равный 30 млн т, меньший полусумме всех грузов (35 млн т) и справа – суммарный груз 20 млн т, также меньший полусумме всех грузов.

После определения оптимального пункта заложения главного ствола по точке своза грузов окончательное место заложение ствола определяется с учётом возможности расположения в данном месте промплощади шахты, подвода шоссейных и железнодорожных путей, отсутствия в наносах плывунов, привязки околоствольных дворов на горизонтах и т. д.

Приложение 3

ПОСТРОЕНИЕ ОХРАННОГО ЦЕЛИКА ПОД ПРОМПЛОЩАДКУ

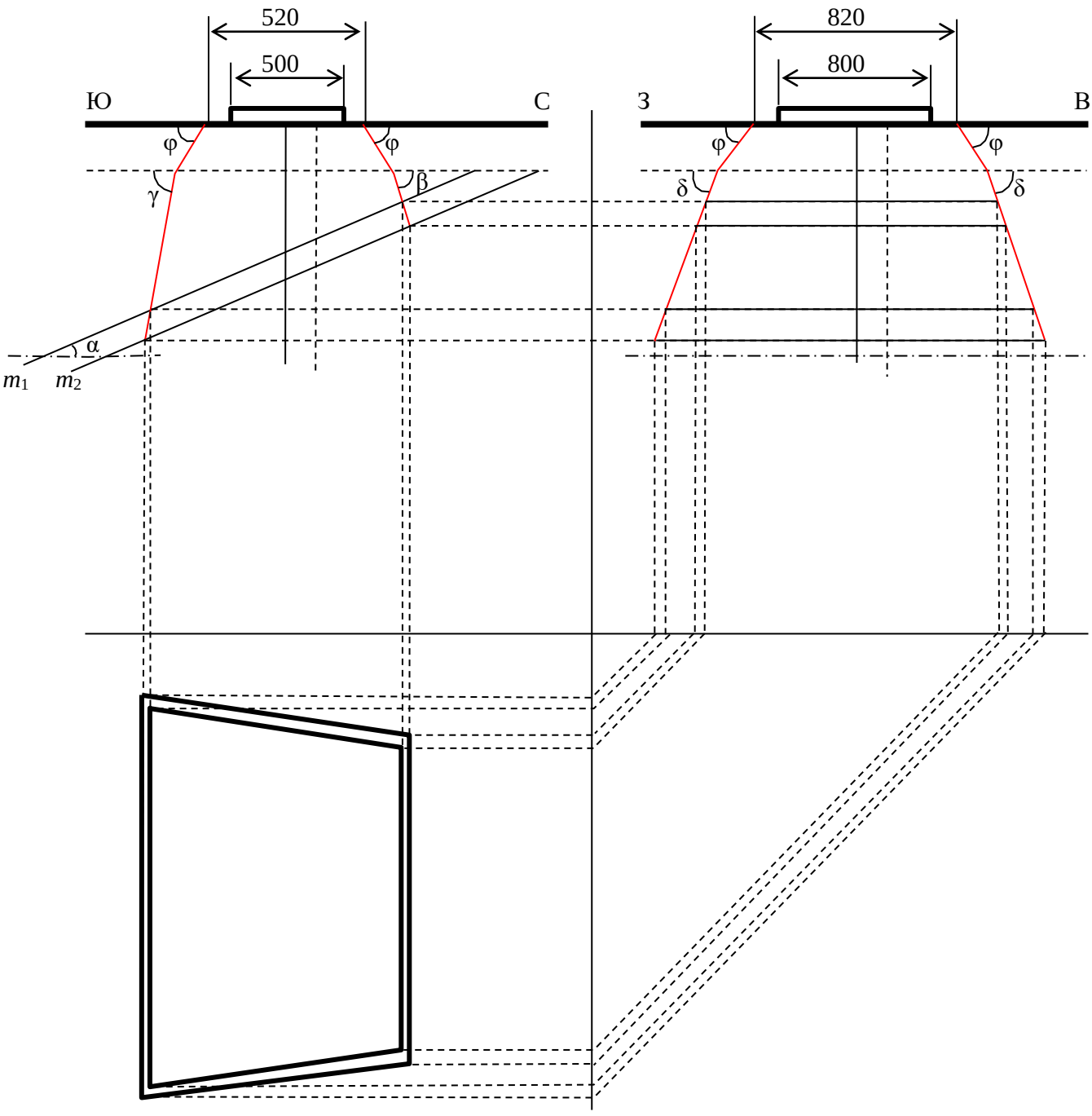


Таблица П.3.1

Углы сдвижения пород и ширина предохранительной бермы для основных бассейнов и месторождений

Бассейны или месторождения	Углы падения пластов α, град.	Углы сдвижения пород, град.				Ширина берм для объектов 1 категории охраны, м
		в коренных породах			в наносах φ	
		β	γ	δ		
Донецкий и Печорский	0…5 6…44 45…65 66…69 70…85	85 90 – α 90 – α α – 40 30	85 85 85 90 85	85 85 85 85 85	60 60 60 60 60	10
Челябинский	0…10	65	65	65	50	10
	11…60	70 – α	70	65	50	
	61…65	40	75	65	50	
	66 и более	40	75	65	50	
Воркутское	0…65	80	80	80	55, в обводненных 45	10
Карагандинский	0…70	70 – 0,6 α	70	70	45	10
	70…80	30	α	70	45	
Подмосковный	0…10	–	–	55	–	5
Кузнецкий	0	80	80	80	55	10
	10…50	82 – α	80	80	55	
	51…55	31	80	75	55	
	56…90	30	80	75	55	

Примечание. В Челябинском бассейне углы сдвижения пород β, γ и δ в подработанной ранее толще пород принимаются на 10^0 меньше, чем углы, определенные
по табл. П3.1.

При разработке угольных пластов с углами падения более 65^0 угол сдвижения β_1 в породах лежачего бока изменяется от 55 до 40^0, обратно пропорционально изменению углов падения от 65 до 90^0, т. е. при возрастании угла падения на каждые 5^0 угол сдвижения уменьшается на 3^0.

В Донецком бассейне при наличии в толще меловых и третичных отложений углы сдвижения $\beta = \gamma = \delta = 70^0$.

В Печорском бассейне при наличии в наносах плывунов угол сдвижения φ принимается равным 45^0.

Приложение 4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОНОРЕЛЬСОВЫХ ДОРОГ

Наименование показателей	Тип монорельсовой дороги		
	6 ДМКУ	ДМКУ	ДМКУ-1
Тяговое усилие, кН	27,6	34,2	40,0
Минимальный угол наклона монорельсового пути, град.	± 18	± 25	± 25
Наибольшая длина транспортирования, м	2000	2000	До 3000
Наибольшая масса транспортируемого груза, кг, при углах наклона, град.:			
от 0 до 6	8000	12000	14000
от 6 до 12	6000	6000	7000
от 12 до 18	4000	5000	6000
от 18 до 25	–	2500	4000
Допустимая масса груза на одну каретку, кг	2000	2000	2000
Наибольшая масса груза, перевозимого специальной тележкой, кг	4000	6400	4000
Максимальная скорость транспортирования, м/с	1,5	1,5	2,0
Количество посадочных мест:			
грузолюдской вариант	24	24	24
людской вариант	32	32	48
Минимальный радиус поворота в горизонтальной плоскости, м	6	6	6
Установленная мощность электродвигателей, кВт	45	90	110

Приложение 5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

Тип вентилятора	Сечение проветриваемых выработок, (не более), $м^2$	Длина проветривания (не более), м		Производительность в рабочей зоне, $м^3$/мин	Масса, кг
		при работе одного вентилятора	при последовательной работе двух вентиляторов		
С электрическим приводом					
ВМ-3М	6,0	400	600	42…100	45
ВМ-4М	7,2	400	700	50…155	107
СВМ-4М	8,0	400	700	65…130	108
СВМ-5М	10,0	400	700	110…230	175
ВМ-5	10,0	350	500	90…270	250
Проходка 500-2М	10,0	500	800	145… 225	265
СВМ-6М	16,0	600	1000	190…420	265
ВМ-6М	16,0	600	900	140…480	350
ВМ-8М	20,0	1000	1600	240…780	650
ВМ-12М	24,0	1000	1600	600…1920	2000
С пневматическим приводом					
ВМП-3М	2,0	150	250	25…100	35
ВМП-3М	4,0	250	450	45…160	50
ВМП-5М	6,0	400	600	80…280	75
ВМП-6М	16,0	600	1000	120…480	220

Приложение 6

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Наименование комплекса	Состав оборудования комплекса			Длина комплекса в поставке, м	Вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения пласта при подвигании забоя			Характеристика кровли		Сопротивление почвы вдавливанию, не менее, МПа
	крепь	выемочная машина	забойный конвейер			по простиранию	по падению	по восстанию	по управляемости	по устойчивости	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1КМ103	1КМ103	К103	СП202В1	170	0,71…0,96	0…35	0…10	0…10	Легкоуправляемая	Средней устойчивости, устойчивая	3,50
КМК97М	МК98	1К101У, МК67М	СП202, СП48М	170	0,70…1,25	0…20	0…10	0…10	То же	Не ниже средней устойчивости	3,36
КМС97М	МК98	УСТ2М, СО75, СН75, УСВ2	УСТК2М, СО75, СН75, УСВ2	170	0,70…1,25	0…20	0…5	0…8	– " –	То же	3,36
КД80	КД80	КА80	СПУ151	170	0,85…1,20	0…35	0…12	0…12	– " –	– " –	1,55
2МКДМ (Донбасс-М)	2МКДМ	1К101У, МК67М-03	СП202-67, СП202-72	170	0,80…1,20	0…25	0…10	0…10	– " –	– " –	2,00
КМ87УМН I типоразмер	М87УМН	2К52МУ 1ГШ68	СП87ПМ	160	1,35…1,95	0…30	0…10	0…10	– " –	Средней устойчивости, устойчивая	2,90

Продолжение прил. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1КМ88	1М88	1К101У	СП87ПМ	200	1,00…1,30	0…15	0…10	0…10	Легко-управ-ляемая	Средней устойчивости, устойчивая	1,55
КМТ II типоразмер	МТ	1ГШ68, 2ГШ68Б, РКУ13-05	СП87ПМ	200	1,35…2,0	0…35	0…10	0…10	Легко-управляемая и средней управляемости, трудноуправля-емая	То же	2,5
КМ75Б	МК75	2ГШ68Б	СУМК75	100 120 150	1,7…2,2	0…35	0…10	0…10	Легко-управляемая	Неустой-чивая, средней устойчивости, устойчивая	0,8
4ОКП70Б	ОКП70	2ГШ68Б КШ1КГУ	СУОКП70Б	100 120 150	1,7…2,2	0…35	0…10	0…10	Легкоуправля-емая и средней управляемости	То же	1,2
1ОКП70Б	ОКП70	КШ1КГУ 1КШЭ	СУОКП70Б	100 120 150	2,0…2,65	0…35	0…10	0…10	То же	Неустой-чивая, средней устойчивости, устойчивая	1,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2ОКП70Б	ОКП70	1КШЭ	СУОКП70Б	100 120 150	2,3…3,5	0…35	0..10	0…10	Легкоуправля-емая и средней управляемости	Неустой-чивая, средней устойчивости, устойчивая	
3ОКП70Б	ОКП70	КШ3 1ГШ68	СУОКП70Б	100 120 150	2,9…4,0	0…35	0…10	0…10	То же	То же	1,2
1КМ130	М130	1КШЭ	СП301	150	2,0…2,6	0…35	0…10	0…10	– " –	– " –	2,48
2КМ130	М130	1КШЭ	СП301	150	2,25…3,1	0…35	0…10	0…10	– " –	– " –	2,48
3КМ130	М130	1КШЭ	СП301	150	2,5…3,5	0…35	0…10	0…10	– " –	– " –	1,2
4КМ130	М130	1КШЭ	СП301	150	2,8…4,0	0…35	0…10	0…10	– " –	– " –	2,48
КНКМ	оградит. поддерж	2ГШ68 РКУ13 РКУ16	Двухцепной изгибаю-щийся	120	2,8 и более	0…35	0…12	н.д.	Легкоуправляе-мая и средней управляемости, трудноуправляемая	– " –	1,0
КМ143 II типоразмер	М143	2ГШ68 РКУ13 РКУ16	СП87ПМ (СПЦ261)	200	1,25…2,1	0…35	0…12	0…12	Легкоуправляе-мая	– " –	1,3
1 МК85Б	1МК85	2ГШ68 РКУ13 РКУ16	СП87ПМ (СПЦ261)	100 120 150	1,2…2,2	0…35	0…10	0…10	Легкоуправляе-мая и средней управляемости	– " –	1,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
КМ138(А) II типоразмер	М138(А)	РКУ10 РКУ13 РКУ16	СПЦ261А	200	1,35…2,0	0…35	0…12	0…12	Легкоуправляе-мая и средней управляемости, трудноуправляемая	Средней устой-чивости, устой-чивая	2,5
КМ138(А) III типоразмер	М138(А)	РКУ13 РКУ16	СПЦ261А	200	1,6…2,05	0…35	0…12	0…12	То же	То же	2,5
КМ144 I типоразмер	М144	РКУ16 РКУП25 1КШЭ	СПЦ271	200	2,0…3,2	0…35	0…12	0…12	Легкоуправляе-мая и средней управляемости	Неустойчивая, средней устой-чивости, устой-чивая	1,5
КМ144 II типоразмер	М144	РКУ16 РКУП25 1КШЭ	СПЦ271	200	2,6…4,5	0…35	0…12	0…12	То же	То же	1,5
УКП5	УКП5	1КШЭ	СП301 СПЦ271	150	2,9…5,0	0…35	0…12	0…12	Легко-управляе-мая и средней управля-емости, трудноуп-равляемая	Неустой-чивая, средней устой-чивости, устой-чивая	2,3

Окончание прил. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
КМ142 I типоразмер	М145	РКУ16 РКУП25 1КШЭ	СП301 СПЦ271	120 150 180	2,0…3,5	0…35	0…12	0…12	Легко-управляе-мая и средней управляе мости, трудноуп равляемая	Неустой-чивая, средней устой-чивости, устой-чивая	2,5
КМ142 II типоразмер	М142	РКУП25 1КШЭ	СП301 СПЦ271	120 150 180	3,5…5,0	0…35	0…12	0…12	То же	То же	2,5
«Глиник»	0,8/22-$О_3$	КВБ	«Рыбник»	200	1,2…2,2	0…35	0…10	0…10	Легкоупр авляе-мая и средней управляе мости	– " –	0,7… 1,8
«Пиома»	25/45-$О_3$	КВБ	«Рыбник»	200	3,1…4,2	0…35	0…10	0…8	То же	– " –	1,2… 2,8

Приложение 7

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ

Наименование крепи, типоразмер	Тип крепи	Вид крепи	Размеры секции, мм			Шаг установки секций, м	Расстояние между забоем и передней кромкой перекрытия, м	Передвижка крепи		Масса секции крепи, т	Насосная станция
			высота (минимальная и максимальная)	длина	ширина			способ	шаг, м		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1КМ103	Поддерживающая	Агрегатная	710…950	3035	Н. д.	1,20	300	С подпором	0,80	Н. д.	СНУ5
МК98	То же	То же	700…1250	3460	Н. д.	1,60	300; 130	То же	0,80; 0,63	Н. д.	СНУ5
КД80	– " –	– " –	850…1200	5100	1300	1,35	300	– " –	0,80	Н. д.	СНУ5
М87УМН II типоразмер	– " –	– " –	1000…1950	3800	920	0,95	300	Без подпора	0,63	2,4	СНУ5
1М88	– " –	– " –	1000…1300	Н. д.	Н. д.	0,95	300	С подпором	0,63	Н. д.	СНУ5
МТ II типоразмер	– " –	– " –	1000…2000	4000	1230	1,266	275	То же	0,63	4,8	СНТ32
МК75	– " –	Щитовая, агрегатная	1350…2200	4100	1045	1,1	300	– " –	Н. д.	4,27	СНУ5
1ОКП7ОБ	Оградительно-поддерживающая	То же	1750…2600	3600	1060	1,1	140…300	– " –	0,63	6,1	СНУ5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2ОКП7ОБ	Огради-тельно-под-держи-вающая	Щито-вая, агре-гатная	2100…3500	4200	1200	1,1	140…300	С подпором	0,63	6,9	СНУ5
3ОКП7ОБ	То же	То же	2600…4000	420	1200	1,1	140…300	То же	0,63	7,4	СНУ5
4ОКП7ОБ	– " –	– " –	1450…2200	3600	1060	1,1	140…300	– " –	0,63	5,6	СНУ5
1КМ130	Поддер-жива-ющая	– " –	1600…2480	4300	1200	1,2	100	– " –	0,63	5,9	СНУ5
2КМ130	То же	– " –	1800…2880	4300	1200	1,2	100	– " –	0,63	6,2	СНУ5
3КМ130	– " –	– " –	2000…3280	4300	1200	1,2	100	– " –	0,63	6,4	СНУ5
4КМ130	– " –	– " –	2240…3760	4300	1200	1,2	100	– " –	0,63	6,6	СНУ5
КНКМ	Огради-тельно-под-держи-вающая	– " –	2500…4000	3800	1450	1,5	200	– " –	0,5; 0,63	13,0	СНТ32; СНУ5Р
1МК85	Поддер-жива-ющая	– " –	950…1995	4700	1450	1,5	250	– " –	0,63; 0,8	12,5	СНУ5
М138(А) II типо-размер	То же	– " –	1000…2000	5000	1450	1,5	150…200	– " –	0,63	10,6	СНУ5
М138(А) III типо-размер	– " –	– " –	1250…2500	500	1550	1,5	150…200	– " –	0,63	11,0	СНУ5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
УКП5	Огради-тельно-под-держи-вающая	Щито-вая,аг-регат-ная	2700…5100	4500	1450	1,5	250	С подпором	0,71	14,0	СНТ32
М142 I типо-размер	Поддер-жива-ющая	То же	1650…3300	4700	1470	1,5	250	– " –	0,63	18,0	СНТ32
М142 II типоразмер	То же	– " –	2700…5000	4700	1470	1,5	250	– " –	0,63	18,5	СНТ32
«Глиник» 08/22-$О_3$	– " –	– " –	800…2200	4500	1460	1,5	300…400	Н. д.	0,7	8,9	Н. д.
«Пиома» 25/45-$О_3$	Огради-тельно-под-держи-вающая	– " –	2550…4710	4850	1460	1,5	200…500	Н. д.	0,7	15,0	Н. д.

Приложение 9

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ СОПРЯЖЕНИЙ ЛАВ С ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ

Наименование крепи	Форма сечения подготовительной выработки	Наличие связи крепи с приводом забойного конвейера	Габаритные размеры, мм				Масса, т	Для каких комплексов предназначена крепь
			высота при форме выработки		длина	ширина		
			трапециевидной	арочной				
ОКСАIУ-00	Арочная	Есть	–	3400	8240	1300	12,8	ОКП, УКП
ОКСАIУ-01	Трапециевидная	Есть	3200	–	8240	1300	10,6	ОКП, УКП
ОКСАIУ-02	Арочная	Нет	–	3600	8240	1050	5,5	КМТ; КМ87УМ
ОКСАIУ-03	Трапециевидная	Нет	3200	–	8240	950	5,2	КМТ; КМ87УМ
ОКСА-КМ103	Трапециевидная, арочная	Нет	2534	3264	10290	1150	8,9	1КМ103; КД80
КСА	Трапециевидная, арочная	Есть	1800	300	6000	1270	12,0	ОКП; КМ87УМ
Т6М	Трапециевидная	Есть	2600	–	7700	4310	19,0	ОКП; КМ75Б
10КП70.14	Трапециевидная	Есть	2600	–	7700	3000	14,6	ОКП; КМ75Б
ОКС1	Трапециевидная	Нет	3000	–	6320	812	2,6	ОКП; КМ87УМ
М81СК	Трапециевидная	Нет	2600	–	6530	812	11,4	КМ130

Приложение 10

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ

Наименование комбайна	Вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения пласта, град.	Ширина захвата исполнительного органа, м	Механизм подачи			Мощность электродвигателя (длительная), кВт	Размеры комбайна, мм		Масса комбайна, т
				тип	скорость подачи (максимальная), м/мин	тяговое усилие (максимальное), кН		длина	ширина	
К103	0,6…1,3	0…35	0,8	БСП	5,0	200	150	3116	1998	4,15; 6,5
КА80	0,85…1,2	0…35	0,8	БСП	5,0	200	160	5000	800	10,63
МК67М	0,7…1,0	0…35	0,8	Цепной	5,0	180	132	6150	1120	9,37
1К101У	0,78…1,3	0…35	0,63; 0,8	1Г405Р	4,4	250	100	6645	927	9,55
Поиск-2	0,36…0,75	35…85	0,9	Канатный	5,9	115	51,5	4286	1230	3,86
2К52МУ	1,1…1,9	0…35	0,63; 0,8	1Г405Р	4,4	250	100	6250	1235	11,8
1ГШ68	1,3…2,5	0…35	0,5; 0,63; 0,8	Цепной	4,4	360	132х2	8524	1005	18,6
2ГШ68Б	1,4…2,5	0…35	0,5; 0,63; 0,8	БСП	6,0	300	132х2	8400	1005	20,8
КШ1КГУ	1,4…2,8	0…35	0,5; 0,63;	1Г405Р	4,4	160	100	8100	1235	13,9
1КШЭ	2,0…4,2	0…35	0,5; 0,63;	БСП	5,2	350	200х2	8750	960	31,2
РКУ10	1,0…1,82	0…35	0,63	БСП	10,0	250	200	8668	915	17,0
РКУ13	1,25…2,2	0…35	0,63	БСП	10,0	250	200; 200х2	6950	915	21,0
РКУ16	1,6…2,6	0…35	0,63	БСП	10,0	250	315	6950	915	22,0
РКУП25	2,0…4,5	0…35	0,5	БСП	5,0	380	315х2	8200	915	35,0
КВБ в комплексе «Глиник»	1,2…2,2	0…35	0,63	Н. д.	7,4	270	160	6550	980	11,1
КВБ в	3,1…4,0	0…35	0,63	Н. д.	3,7	540	160х2	10400	980	22,0

комплексе «Пиома»										

Приложение 11

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАБОЙНЫХ ПЕРЕДВИЖНЫХ СКРЕБКОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Наименование конвейера	Вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения пласта, град	Ширина става, мм		Высота погрузки, мм	Число цепей	Шаг скребков, мм	Мощность привода, кВт	Скорость движения скребковой цепи, м/с	Длина конвейера, м	Производительность конвейера, т/ч
			без навесного оборудования	с навесным оборудованием							
СП87ПМ	1,05…2,0	0…35	642	1317; 1342	215	2	1024	110х2	1,0; 1,12; 1,25; 1,4	150; 160 170; 200	430; 480 536; 600
СУМК75	1,6…2,2	0…35	730	Н. д.	200	2	1022	110х2	1,1; 1,24	100; 120 150	560; 630
СУОКП	2,0…3,0	0…15	730	Н. д.	200	2	1022	55х2	1,1; 1,24	80; 150	560; 630
СПЦ261	1,0…2,5	0…35	632	Н. д.	225	2	920	110х2 110х3	1,0; 1,4	200	900
СПЦ271	1,2…2,5	0…35	732	Н. д.	225	2	920	110х2 110х3	1,0; 1,4	200	900
СУОКП70Б	1,7…4,0	0…30	730	Н. д.	200	2	1022	110х2	1,1; 1,24	80; 150	560; 630
СП301	1,9…5,0	0…35	642	1550; 1539	245; 285	2	600	110х2 110х3	0,8; 1,06; 1,12; 1,24; 1,38	120; 160 180	600; 756 800; 840 930; 990
«Рыбник»	До 4…5	0…20	750	1419	222	2	1100	90х4	0,84; 0,97; 1,13	до 200	400; 420 450

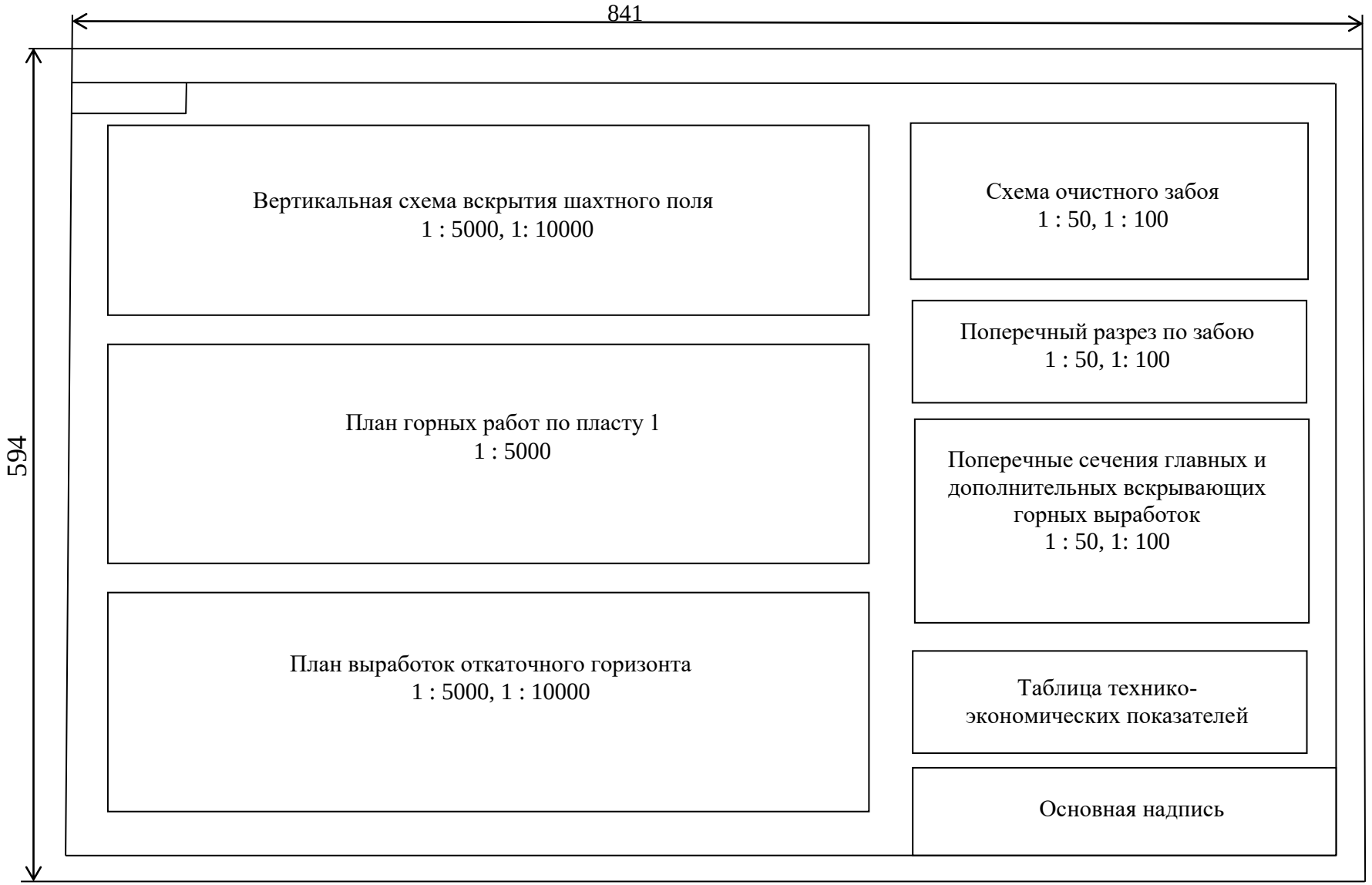
Приложение 12

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ

Наименование показателей	Тип комбайна					
	1ПК-3р	1ГПКС	4ПП-2М	4ПП-5	КП-160	КП-25
Площадь сечения выработки в проходке, $м^2$	5,3…12,0	4,7…17,0	9,0…25,0	14,0…35,0	9,0…33,0	7,0…25,0
Размеры выработки в проходке, м						
– ширина	2,8…4,05	2,6…4,7	3,6…6,7	4,2…6,8	3,8…7,6	3,6…5,5
– высота	2,1…3,2	1,8…4,0	2,6…4,5	3,4…5,6	2,6…4,3	2,0…4,7
Прочность пород на одноосное сжатие, МПа	До 40	До 50	До 80	До 100	До 100	До 80
Абразивность пород, мг	12	15	15	15	15	15
Угол наклона выработки, град.	± 10	± 20…25	± 10	± 10	± 10	±10
Техническая производительность по породам предельной прочности, $м^3$/мин	0,22	0,27	0,26	0,29	0,29	0,30
Тип погрузочного органа	Скребковый концевой конвейер	Нагребающие лапы	Нагребающие лапы	Нагребающие лапы	Нагребающие лапы	Нагребающие лапы
Тип механизма передвижения	Гусеничный	Гусеничный	Гусеничный	Гусеничный	Гусеничный	Гусеничный
Мощность двигателей, кВт:	77,5	110	250	340	280	157
– установленная суммарная	45	75	120	200	160	120
– исполнительного органа	13	20	45	75	55	37
Масса комбайна, т						
Удельная энерговооруженность, кВт/т	5,56	5,21	5,0	4,6	5,1	4,2
Габаритные размеры комбайна, м:						
– ширина	1,47	1,60	2,45	2,50	2,70	1,90
– высота	1,74	1,50	2,10	2,20	1,60	1,50
– длина	6,54	10,0	9,10	14,60	12,00	10,50

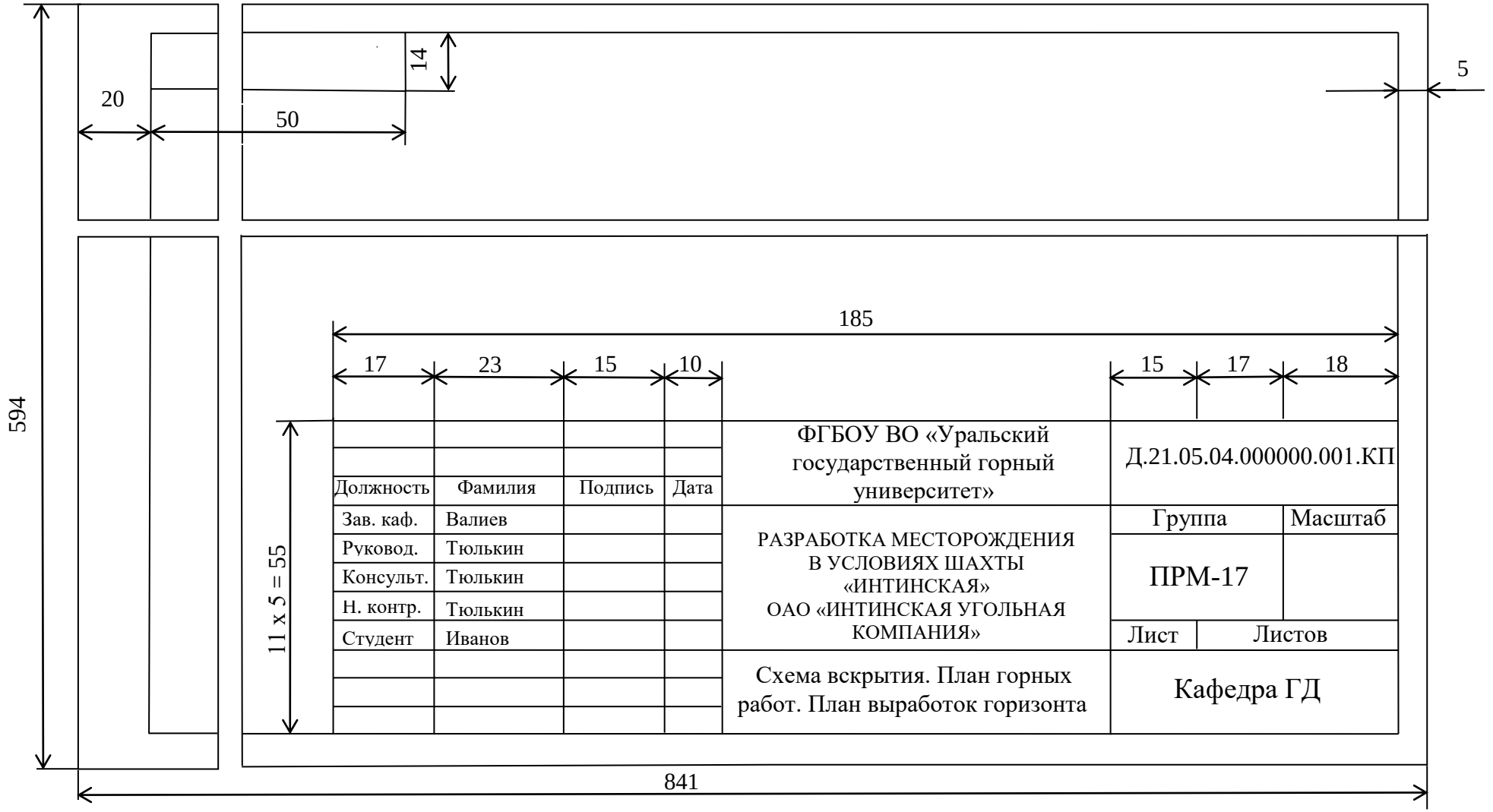
Приложение 13

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ НА ЛИСТЕ ФОРМАТА А1



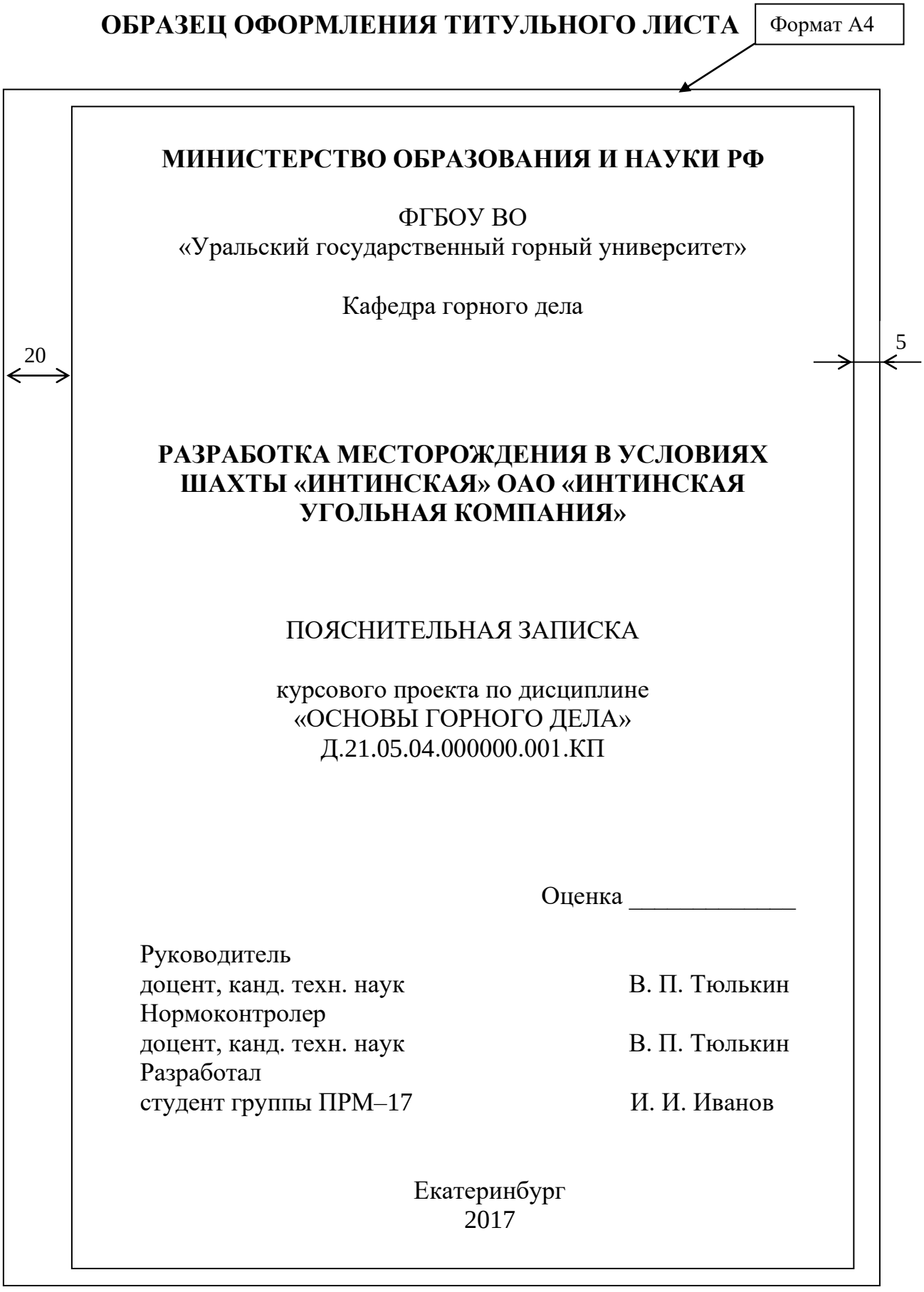
Приложение 14

ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ ЧЕРТЕЖА



Приложение 15

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Кафедра горного дела

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «ИНТИНСКАЯ» ОАО «ИНТИНСКАЯ УГОЛЬНАЯ КОМПАНИЯ»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

курсового проекта по дисциплине
«ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА»
Д.21.05.04.000000.001.КП

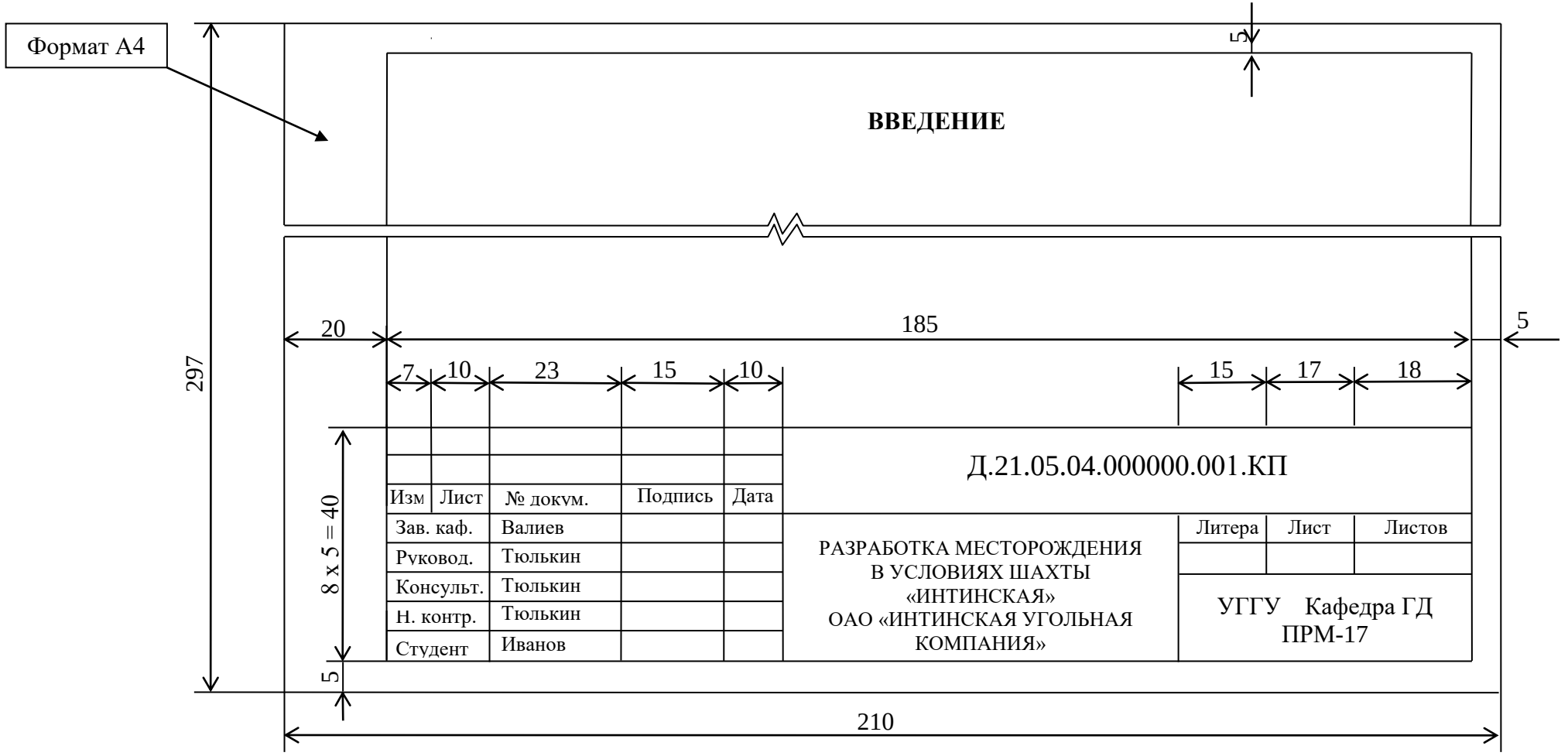
Оценка _____

Руководитель
доцент, канд. техн. наук В. П. Тюлькин
Нормоконтролер
доцент, канд. техн. наук В. П. Тюлькин
Разработал
студент группы ПРМ–17 И. И. Иванов

Екатеринбург
2017

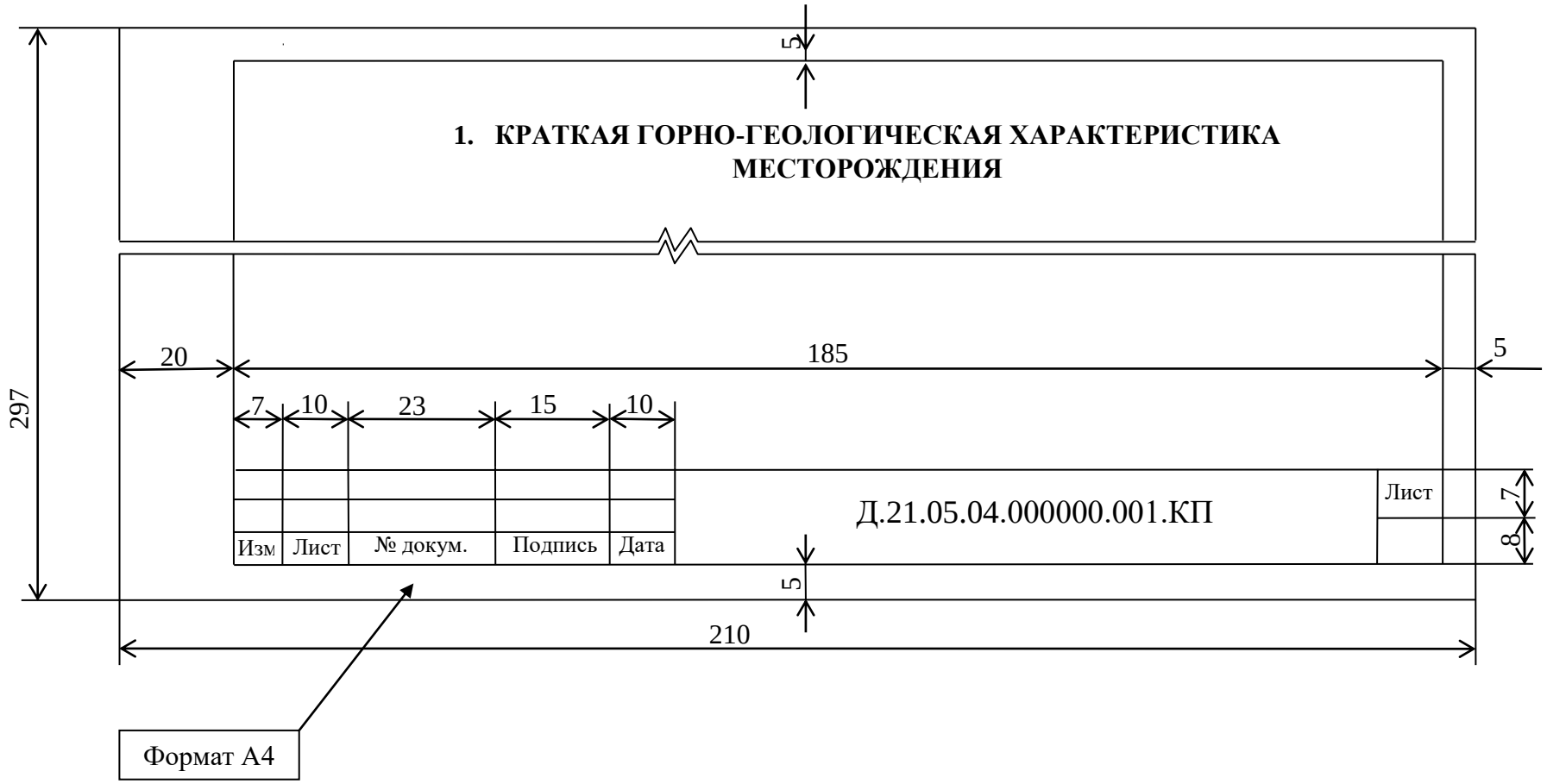
Приложение 16

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТРАНИЦЫ «ВВЕДЕНИЕ» ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ



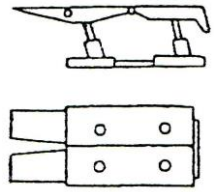
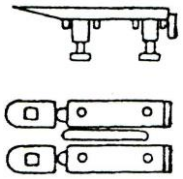
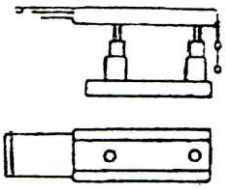
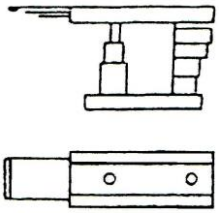
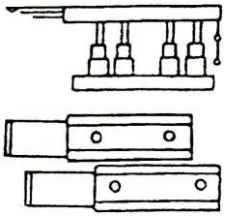
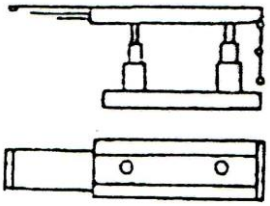
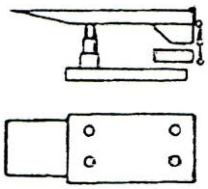
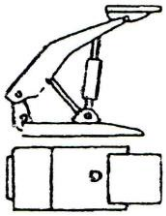
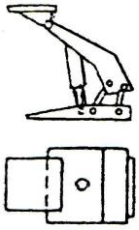
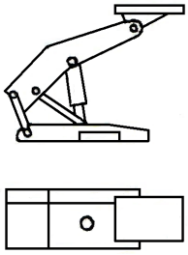
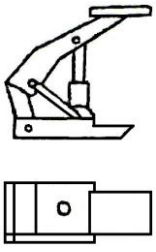
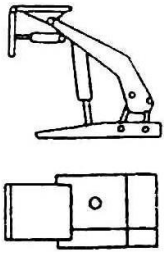
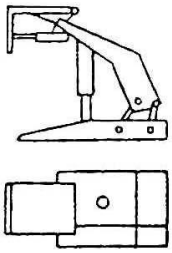
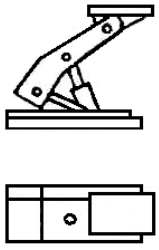
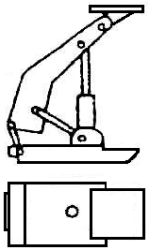
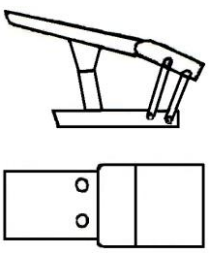
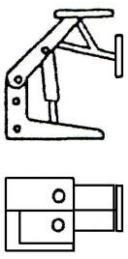
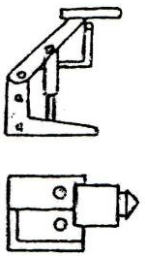
Приложение 17

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТРАНИЦ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

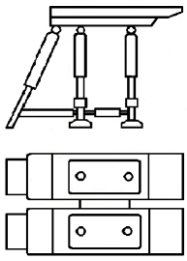
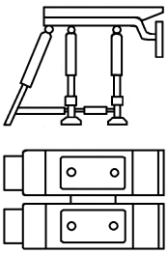
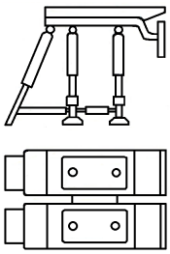
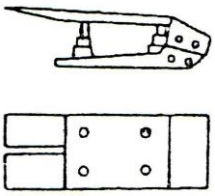
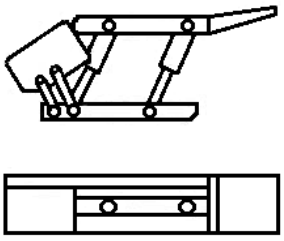
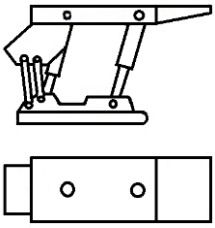
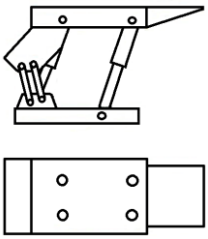
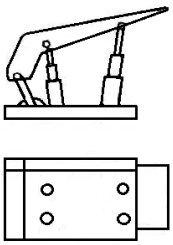
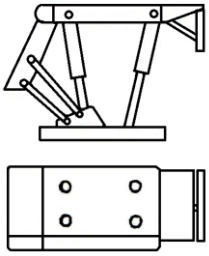


Приложение 8

СХЕМЫ СЕКЦИЙ КРЕПЕЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ

МК103 	**КМ98** 	**М87УМП** 
М87УМН 	**М87УС** 	**1М88** 
МТ 	**ОКС** 	**ОКП** 
1ОКП70 	**1ОКП70Е** 	**2ОКП70Б** 
3ОКП70Б 	**4ОКП70** 	**ОКП90** 
1УКП 	**2УКП** 	**2УКПБ** 

Окончание прил. 8

М130 	**4М130** 	**МТ130** 
КД80 	**1МКМ** 	**МК75Б** 
МК85 	**М138** 	**М142** 

Учебное издание

ВИТАЛИЙ ПАВЛОВИЧ ТЮЛЬКИН,
АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ ВАНДЫШЕВ

Подземная разработка угольных месторождений

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта
по дисциплине «Основы горного дела»
для студентов специальности
21.05.04 «Горное дело»

Редактор Л. В. Устьянцева
Компьютерная верстка В. П. Тюлькина

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60x84 1/16. Печать на ризографе.
Гарнитура Times New Roman
Печ. л. 4.375. Уч-изд. л. 4,12. Тираж 200 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

А. М. Вандышев, В. В. Потапов

ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА. ПОДЗЕМНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

по выполнению практических работ по дисциплине
«Основы горного дела»
для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»

Екатеринбург
2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Одобрено
Методической комиссией
горно-технологического факультета
« 24 » сентября 2019 г.
Председатель комиссии

_____ Колчина Н. В.
(подпись)

А. М. Вандышев, В. В. Потапов

ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА. ПОДЗЕМНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

по выполнению практических работ по дисциплине
«Основы горного дела»
для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

УДК 622.34
В 17

Рецензент: Беркович В. Х., канд. техн. наук, доцент кафедры ГД
(ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»)

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры горного дела 19 сентября 2019 (протокол № 1-19/20) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Вандышев А. М. , Потапов В. В.

В 17 ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА. ПОДЗЕМНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ.

Учебно-методическое пособие по выполнению практических работ по дисциплине «Основы горного дела» для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело».

Изложены теоретические основы, методические указания и задания по практическим работам. Приведены примеры выполнения работ.

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 21.05.04 Горное дело.

© Уральский государственный горный университет, 2019
© Вандышев А. М., 2019
Потапов В. В., 2019

1. ИЗУЧЕНИЕ ФОРМ И ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЛЕГАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Цель работы. Закрепление и углубление знаний студентов по условиям и элементам залегания угольных пластов, а также привитие студентам навыков по определению основных параметров залегания полезных ископаемых.

Теоретические основы выполнения работы.

По форме залегания месторождения твердых полезных ископаемых подразделяются на правильные и неправильные.

К правильным месторождениям относятся пласты (рис. 1.1, *а*) и пластообразные залежи.

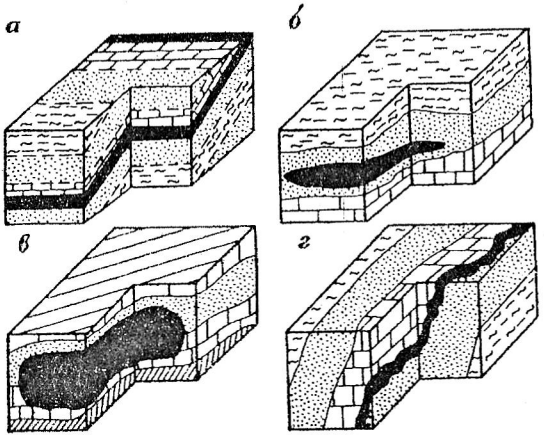


Рис .1.1. Форма залегания полезных ископаемых в недрах:
а – пласт; *б* – линза; *в* – гнездо; *г* – жила

Пластом называется плитообразная залежь, имеющая значительное распространение в земной коре и ограниченная двумя более или менее параллельными плоскостями. Весьма тонкие пласты, не разрабатываемые вследствие малой мощности (до 0,4 м), называются прослойками. Плоскости соприкосновения пластов отдельных пород называются плоскостями напластования.

Породы, залегающие над пластом полезного ископаемого, называются кровлей или висячим боком, залегающие ниже пласта, – почвой или лежачим боком.

Пласты могут иметь однородное (простое) и сложное строение (рис. 1.2). Тонкие слои пустой породы, заключенные в пласте, называются прослойками.

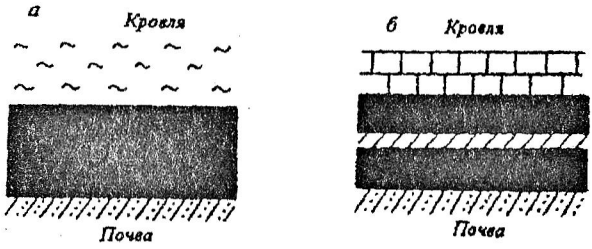


Рис. 1.2. Строение пластов:
а – простое; *б* - сложное

Правильную форму залегания обычно имеют месторождения полезных ископаемых осадочного происхождения (уголь, горючие сланцы, различные соли, гипс, марганцевые руды и т. п.).

Часть пласта, выходящая на земную поверхность или находящаяся неглубоко от нее под наносами, называется выходом пласта под наносы. Пласты угля залегают согласно, если они в земной коре расположены параллельно друг другу. Несколько согласно залегающих пластов составляют свиту.

К неправильным месторождениям относятся линзы (рис. 1.1, *б*), гнезда (рис. 1.1, *в*), жилы (рис. 1.1, *г*). Неправильную форму залегания имеют, как правило, рудные месторождения.

Жилой называется заполненная минеральным веществом трещина в земной коре. Жилы бывают простые и сложные. Ответвления от жил называют апофизами.

Такие формы залегания, как линзы, гнезда, штоки, представляют собой полости в земной коре, заполненные минеральным веществом. Они отличаются друг от друга формой и размерами. Такую форму залегания имеют месторождения железных, медных, полиметаллических и других руд.

Пласты горных пород в период образования залегали более или менее горизонтально, но под действием тектонических (горообразовательных) процессов, протекавших в земной коре, первоначальное залегание пород нарушалось в той или иной степени. В некоторых районах пласты оказались собранными в складки. Они могут занимать любое положение в земной коре.

Нарушения нормального залегания пластов называются дислокациями. Дислокации без разрыва сплошности называются пликативными, с разрывом сплошности – дизъюнктивными.

К пликативным нарушениям относятся утолщения и утонения пластов, а также складчатость (рис. 1.3).

В разрезе складки в горизонтальной плоскости в центре расположено **ядро**, а вокруг – боковые части или **крылья** складки. Если в ядре залегают более молодые породы, чем в крыльях, то складку называют синклинальной или сокращенно **синклиналью** (см. рис. 1.3, *а*).

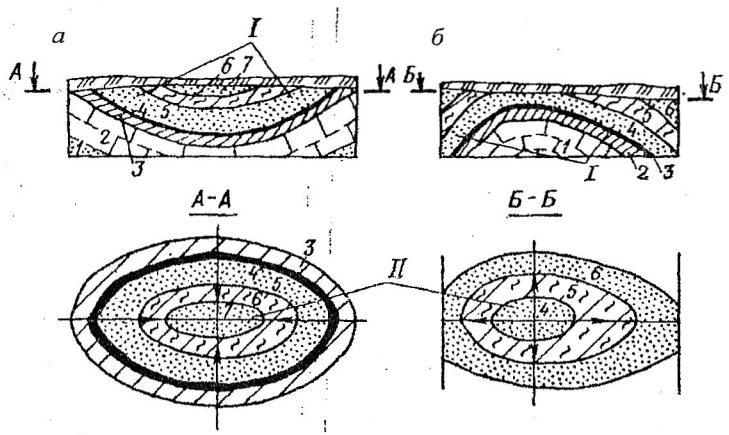


Рис. 1.3. Синклинальная (*а*) и антиклинальная (*б*) складки угольного пласта и вмещающих пород (стрелками на плане показано падение крыльев складок):
I - крылья складки; *II* - ядро складки; *1 - 7* – номера слоев горных пород в порядке убывания их геологического возраста

Если ядро складки сформировано более древними породами, чем крылья, то такую складку называют антиклинальной или **антиклиналью** (рис. 1.3, *б*). В синклинальной складке падение направлено к ядру, в антиклинальной – от ядра к ее краевым частям.

К дизъюнктивным (разрывным) нарушениям относят сброс, взброс, надвиг, сдвиг, грабен, горст. Для дизъюнктивного нарушения характерно наличие поверхности внутри горного массива, по которой произошли разрыв и последующие перемещения блоков сместителя. Породы, залегающие над сместителем, называют его висячим крылом, под сместителем - лежачим крылом. Угол между плоскостью сместителя и горизонтальной плоскостью называют углом падения сместителя.

Сброс образуется в том случае, если породы висячего крыла в результате тектонических движений оказываются опущенными по отношению к породам лежачего крыла (рис. 1.4, *а*).

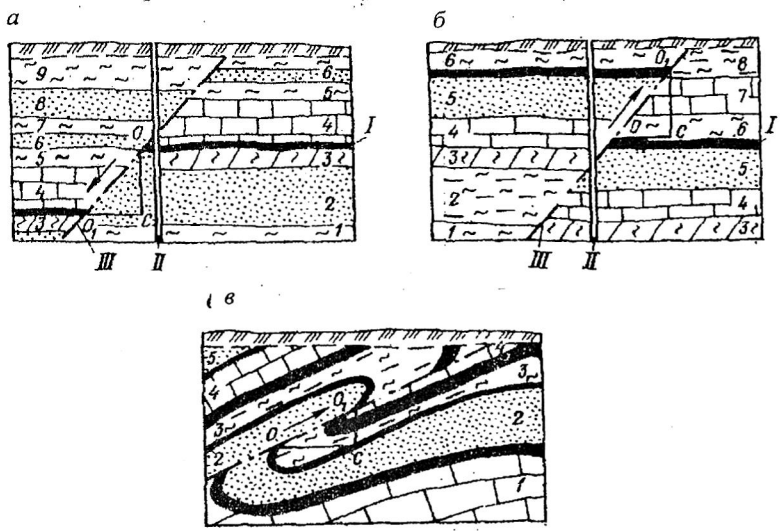


Рис.1.4. Сброс (*а*), взброс (*б*) и надвиг (*в*) пород:
1 - 9 - номера слоев горных пород в порядке убывания их геологического возраста; *I* – угольный пласт; *II* – разведочная скважина; *III* – след плоскости смещения

Взброс – такое разрывное нарушение залегания пласта, когда породы висячего крыла смещены вверх над породами лежачего крыла (рис. 1.4, *б*). Плоскость смещения при взбросе называют взбрасывателем. Для безошибочного распознавания типа нарушения следует пронумеровать слои пород и пласты в порядке убывания их геологического возраста и через плоскость смещения мысленно провести вертикальную скважину. При сбросе по линии скважины наблюдается пропуск слоев или пластов, при взбросе – их повторение.

Надвиг – взброс, у которого плоскость взбрасывателя наклонена на угол до 45° при значительном горизонтальном смещении взброшенного крыла (рис. 1.4, *в*). Сдвиг – разрыв с перемещением (раздвижкой) крыльев в горизонтальном направлении. Грабен и горст представляют собой блокообразное опускание и поднятие горных пород. Каждый из них имеет два разрыва и три крыла.

Перемещение какой-либо точки горных пород от начального ее положения по горизонтали (отрезок A_1M) называют горизонтальной, по вертикали (отрезок AM) – вертикальной амплитудой нарушения. На рис. 1.5 показаны элементы разрывных нарушений: простирание, характеризуемое азимутом линии простирания, и падение, характеризуемое углом падения, азимутом линии падения и амплитудой.

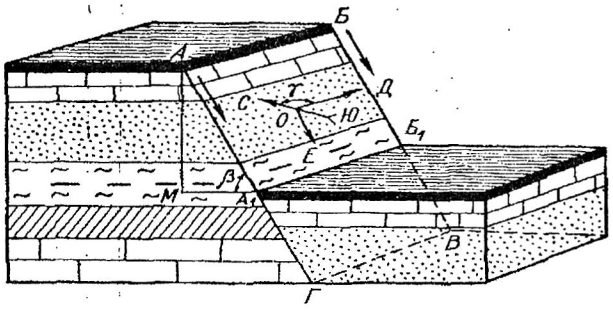


Рис.1.5. Элементы залегания геологического нарушения пласта типа сброса:
АБВГ – плоскость сместителя; *ОД* и *ОЕ* – соответственно простирание и падение сбрасывателя; *АМ* и MA_1 - соответственно вертикальная и горизонтальная амплитуды нарушения; γ - азимут линии простирания; β – угол падения сбрасывания

Для правильного выбора способа, технологии и средств механизации ведения горных работ важно возможно точнее знать не только форму, простирание, падение и мощность угольных пластов, но и тип, число и элементы залегания геологических нарушений.

Положение пластов в земной коре определяется элементами их залегания. К ним относятся простирание, угол падения и мощность.

Положение пласта в пространстве определяется линией простирания – линией пересечения пласта с любой горизонтальной плоскостью (рис. 1.6). Направление линии простирания в пространстве принято называть простиранием пласта. Так как линия простирания всегда лежит в горизонтальной плоскости, то на плане ее длина изображается без искажений.

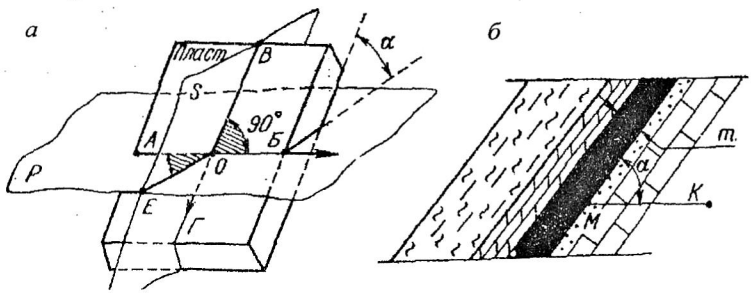


Рис. 1.6. Элементы залегания угольного пласта:
а – общий вид; *б* – вертикальный разрез, проведенный перпендикулярно к линии простирания; *Р* – горизонтальная плоскость; *S* - вертикальная плоскость; *ЕО, МК* – линии вкрест простирания; *α* – угол падения; *m* – мощность пласта; $\angle AOE = 90°$

Направление простирания пласта определяется углом, который составляет линия простирания с меридианом.

Линия, лежащая в плоскости пласта перпендикулярно линии простирания, называется линией падения, а само направление этой линии – падением пласта.

Угол, который составляет линия падения пласта с горизонтальной плоскостью, называется углом падения пласта.

В зависимости от формы залегания и способа разработки полезных ископаемых их делят на горизонтальные, пологие, крутонаклонные и крутые (табл. 1.1).

Таблица 1.2

Классификация залежей полезных ископаемых по мощности

Тип пласта (залежи) по мощности	Мощность, м			
	угольных пластов			рудных месторождений
	при подземной разработке	при открытой разработке		
		горизонтальные и пологие	наклонные и крутые	
Весьма тонкий	до 0,7	-	-	до 0,6
Весьма малой мощности	-	до 3-5	до 15-25	-
Тонкий	0,71-1,2	-	-	0,6-2
Малой мощности	-	6-20	25-75	-
Средней мощности	1,21-3,5	20-40	75-100	2-5
Мощный	> 3,5	-	-	5-20
Весьма мощный	-	-	-	>20
Большой мощности	-	> 40	>100	-

Содержание и порядок выполнения работы

Первоначально студенты должны ознакомиться с теоретическими основами работы. Затем по планам горных работ они знакомятся с правилами нанесения элементов залегания пластов, изучают их структурные колонки, устанавливают наличие и вид геологических нарушений

При работе с планами и схемами горных работ студенты осуществляют зарисовку структурных колонок пластов, геологических нарушений (по указанию преподавателя) с основными элементами их залегания.

Далее следует ознакомиться с примерами и выполнить соответствующие расчеты для заданных преподавателем условий.

Пример 1. *Мощность угольного пласта* $m = 2,5$ *м, угол падения* $\alpha = 20°$. *Определить горизонтальную* $m_г$ *и вертикальную* $m_в$ *мощности пласта.*

Решение.

$$m_г = \frac{2,5}{\sin 20°} = \frac{2,5}{0,342} = 7,2 \text{ м};$$

$$m_в = \frac{2,5}{\cos 20°} = \frac{2,5}{0,946} = 2,6 \text{ м}.$$

Пример 2. *Из данных геологоразведочных работ известны значения вертикальной мощности* $m_в$ *= 3,0 м и угла падения пласта* α=25 °. *Определить истинную* m *и горизонтальную* $m_г$ *мощности пласта*

Решение.

$$m = 3,0 \cdot \cos 25° = 3,0 \cdot \cos 25° = 3,0 \cdot 0,914 = 2,75 \text{ м};,$$

$$m_г = \frac{2,75}{\sin 25°} = \frac{2,75}{0,42} = 6,5 \text{ м}$$

Контрольные вопросы

1. Что такое угольный пласт?
2. Что называется простиранием пласта?
3. Что называется углом падения пласта?
4. Приведите классификацию угольных пластов по углу падения.
5. Приведите классификацию угольных пластов по мощности.
6. Какие угольные пласты относятся к угольным пластам сложного строения?
7. Что называется истинной мощностью пласта?
8. Чем принципиально различаются группы пликативных и дизъюнктивных нарушений?
9. Чем отличается синклиналь от антиклинали?
10. Чем отличается сброс от взброса?

Рекомендуемая литература

1. Основы горного дела: учебник для вузов / В. П. Егоров [и др.] – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 408 с.

2. ИЗУЧЕНИЕ ФОРМ И ЭЛЕМЕНТОВ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ

Цель работы. Закрепление знаний о формах и элементах шахтных полей на примерах реально существующих шахт, а также приобретение навыков по определению размеров шахтного поля по простиранию и падению и построения по разведочным линиям геологических разрезов вкрест простирания пластов.

Теоретические основы выполнения работы. Промышленное предприятие, предназначенное для разработки или разведки месторождений полезных ископаемых, называют **горным предприятием**. Горное предприятие, осуществляющее добычу угля подземным способом, называют **шахтой**. Месторождение или его часть, отводимая для разработки одной шахте, называется **шахтным полем**.

Шахтное поле имеет границы по восстанию, падению и простиранию (рис. 2.1).

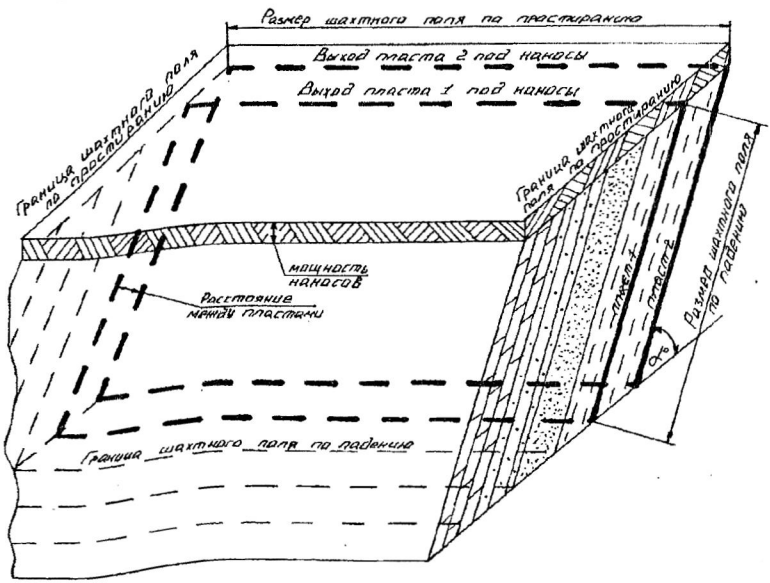


Рис. 2.1. Элементы шахтного поля

Границы шахтного поля могут быть фиксированными и условными. Форма шахтных полей может быть различной. Если все месторождение разрабатывают только одной шахтой, то его форма предопределяет конфигурацию шахтного поля, а границы месторождения и шахтного поля совпадают. Если же месторождение делят на несколько шахтных полей, то при выдержанных элементах залегания пластов шахтному полю по возможности придают форму прямоугольника, вытянутого по простиранию.

При невыдержанных элементах залегания пластов и в случае, если в пределах месторождения имеются крупные геологические нарушения, а также охранные целики под зданиями и сооружениями и водоемами, шахтные поля могут иметь самую разнообразную конфигурацию (рис. 2.2). Их границы в данном случае являются фиксированными.

Параметрами шахтного поля являются размеры по простиранию и падению. Размером по простиранию (S) называется наибольшее расстояние между боковыми границами шахтного поля.

Размером по падению (H) называется наибольшее расстояние между верхней и нижней границами шахтного поля в плоскости пласта.

Размеры полей угольных шахт колеблются в широких пределах. На пологих пластах они составляют 3 - 10 км по простиранию и до 2 - 3 км по падению, при наличии в шахтном поле мощных крутых пластов – 3 - 4 км по простиранию и до 0,7 - 1,5 км по падению.

Шахтное поле со всеми расположенными в их пределах выработками изображают на специальных (маркшейдерских) планах:
при пологом, наклонном и крутонаклонном залегании пластов в виде проекции на горизонтальную плоскость, при крутом падении – на вертикальную плоскость (рис. 2.3). Возможна проекция и на плоскость, параллельную пласту. Пласты угля вычерчивают с соблюдением их истинного угла падения.

На маркшейдерские планы обычно наносят и изогипсы пласта (рис. 2.4). Изогипсы представляют собой линии пересечения почвы (или кровли) пласта с мысленно проводимыми на одинаковом расстоянии одна от другой горизонтальными плоскостями. изогипсы проводят через 10, 50 и даже 100 м в зависимости от угла падения и

принятого масштаба. Каждая изогипса имеет свою относительную отметку.

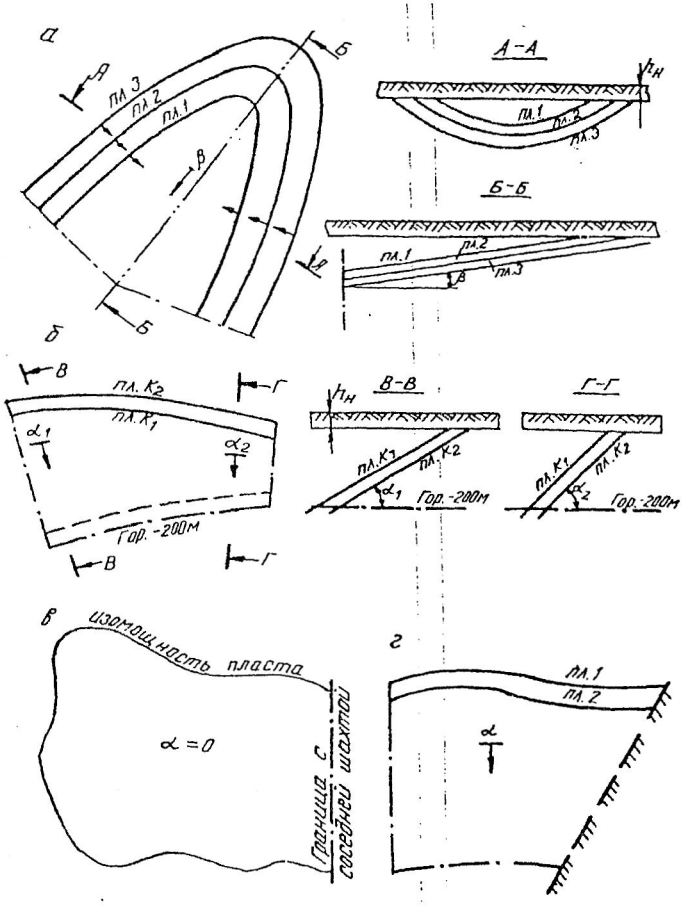


Рис. 2.2. Формы шахтных полей:
при синклинальной складке с наклонной осью (*а*); с переменным простиранием и углом падения пласта (*б*); при горизонтальном залегании пласта (*в*); при разрывных тектонических нарушениях (*г*)

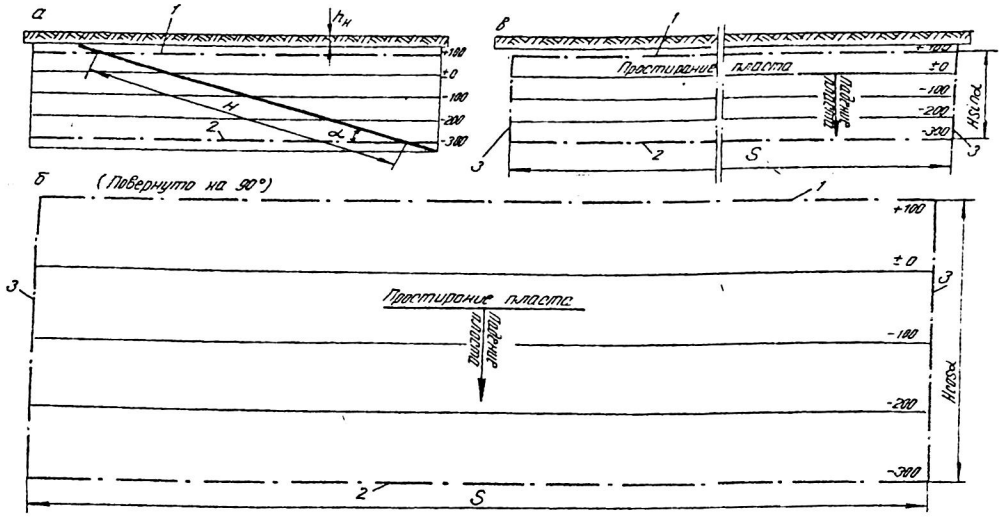


Рис. 2.3. Разрез по падению (*а*), горизонтальная (*б*) и вертикальная (*в*) проекции шахтного поля

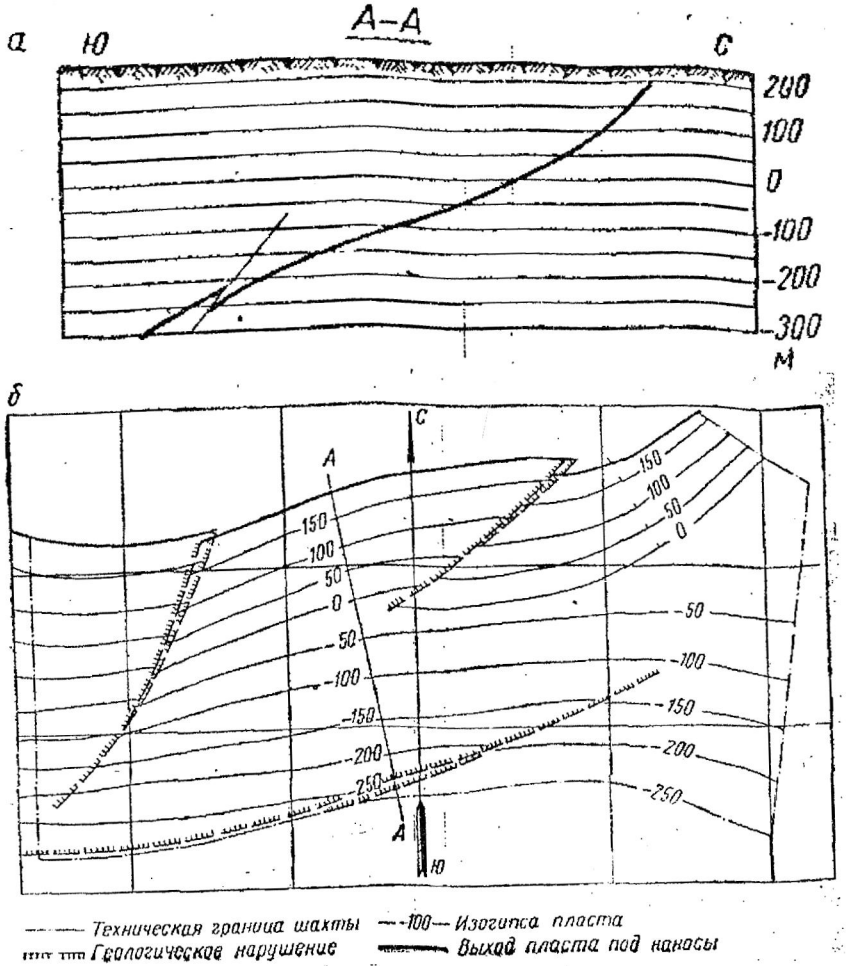


Рис. 2.4. Вертикальный разрез вкрест простирания (*а*) и гипсометрический план пласта (*б*)

Изогипсы почвы пласта предопределяют направление штреков по пласту. По изогипсам обычно проводят и нижнюю, и верхнюю границы шахтного поля.

Содержание и порядок выполнения работы

Сначала студенты должны ознакомиться с теоретическими основами выполнения работы и тщательно разобрать приведенный пример.

Каждому студенту выдается план горных работ шахты. По определенным планам горных работ студенты изучают характер изменения изогипс почвы пласта.

Рассчитывается кратчайшее расстояние между изогипсами (м) по формуле

$$l = h \ \operatorname{ctg} \alpha. \qquad (2.1)$$

Изучаются границы шахтного поля по простиранию, падению и восстанию, обращается внимание на обоснованность выбора технических границ шахты.

Вычерчивается в масштабе 1: 5000 или 1: 10000 план шахтного поля, на котором должны быть изображены границы шахтного поля по пласту, выход пласта под наносы, изогипсы почвы пласта, зарегистрированные геологические нарушения, разведочные скважины и выработки. Рассчитываются размеры шахтного поля по падению:

$$H = \frac{H_{\text{п}}}{\cos \alpha}, \qquad (2.2)$$

где $H_{\text{п}}$ - размер проекции шахтного поля по падению;

α - угол падения пласта, град.

При правильной форме шахтного поля приближенно рассчитывается его площадь, м^2:

$$F = SH. \qquad (2.3)$$

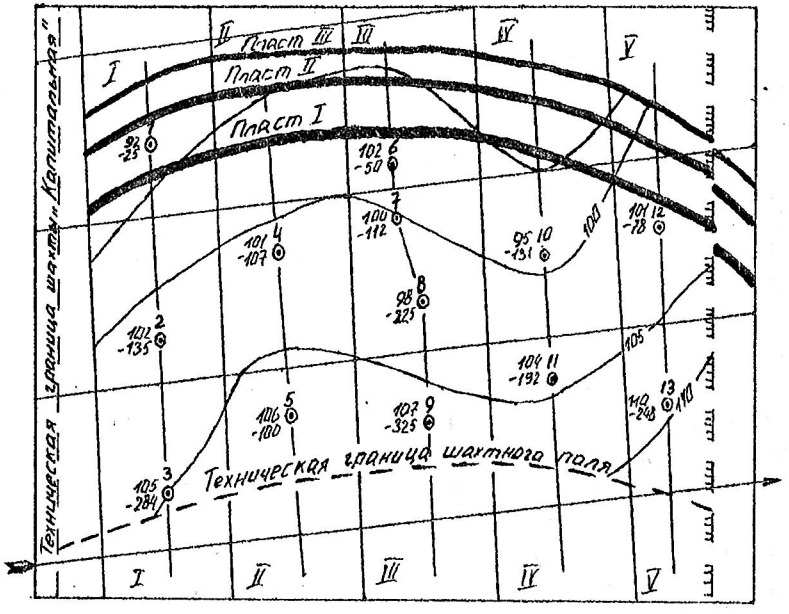
Строится геологический разрез по разведочной линии вкрест простирания в масштабе 1 : 1000 или 1 : 2000.

Пример. 1. *Шахта «Центральная». Пласты I, II, III.*

2. Вычерчиваем в масштабе 1 : 5000 или 1 : 10000 топографический план поверхности с выходами пластов под наносы (рис. 2.5) и наносим на нем границы шахтного поля.

3. Границами шахтного поля шахты «Центральная» являются:

а



б

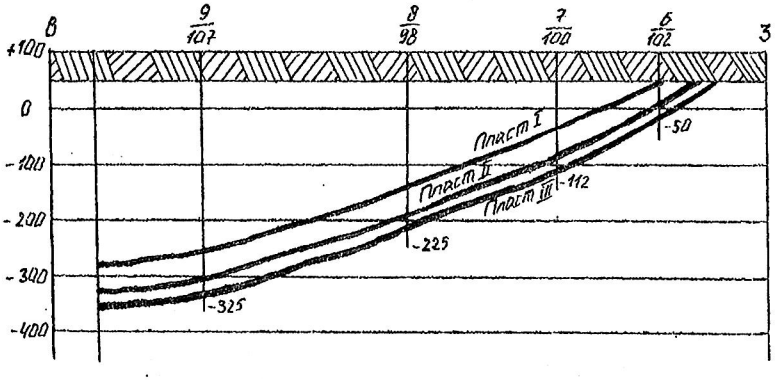


Рис. 2.5. Топографический план шахтного поля (*а*) и разрез по разведочной линии III – III (*б*)

по восстанию – выход пластов под наносы;

по падению – отметка горизонта -300 м;

по простиранию: на южном крыле – условная техническая граница поля шахты «Капитальная»; на северном крыле – геологическое нарушение с амплитудой 20 - 25 м.

На основе представленного на рис. 2.5. топографического плана поверхности с выходами пластов под наносы строим геологический разрез по разведочной линии *III - III*.

Средний размер шахтного поля по простиранию равен 4300 м, по падению - 2100 м.

Ориентировочная площадь шахтного поля шахты «Центральная»

$$F = SH = 4300 \cdot 2100 = 90300 \text{ м}^2.$$

Контрольные вопросы

1. Что называют шахтным полем?
2. Какие бывают шахтные поля по форме границ?
3. Как принимаются границы шахтного поля по простиранию, падению и восстанию?
4. Назовите наиболее распространенные размеры шахтного поля по простиранию и падению?
5. Почему размеры шахтного поля по простиранию больше размеров по падению?
6. Почему верхнюю и нижнюю границы шахтного поля принимают по изогипсе пласта?

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ И ПОТЕРЬ УГЛЯ В ШАХТНОМ ПОЛЕ

Цель работы. Приобретение навыков укрупненного определения балансовых и промышленных запасов, обоснования величины потерь угля в шахтном поле.

Теоретические основы выполнения работы.

Часть угольного месторождения, отведенную для разработки одной шахте, называют **шахтным** полем.

Запасы угля в шахтном поле – масса угля в недрах, заключенного в пределах шахтного поля. По народнохозяйственному значению запасы угля делят на геологические, балансовые, забалансовые и промышленные. **Геологическими** ($Z_{геол}$) называют общие запасы угля в шахтном поле. **Балансовыми** ($Z_{бал}$) считают такие запасы, разработка которых экономически целесообразна при существующем уровне техники и технологии. Забалансовыми ($Z_{заб.}$) называют такие запасы угля, разработка которых в настоящее время вследствие некондиционности мощности пластов, высокого содержания пустой породы, наличия многих геологических нарушений или обводненности экономически нецелесообразна. Эти запасы в будущем с совершенствованием техники и технологии добычи и обогащения угля могут быть полностью или частично вовлечены в разработку. Таким образом,

$$Z_{геол} = Z_{бал} + Z_{заб}. \quad (3.1)$$

Балансовые запасы подразделяются на промышленные ($Z_{пр.}$) и потери ($Z_{п.}$):

$$Z_{бал} = Z_{пр} + Z_{п}\,. \quad (3.2)$$

Промышленные запасы – часть балансовых запасов, подлежащая извлечению и выдаче на поверхность. Отношение промышленных запасов к балансовым называют коэффициентом извлечения (C):

$$C = \frac{Z_{пр}}{Z_{бал}}. \quad (3.3)$$

Величина коэффициента извлечения зависит от горно – геологических условий и колеблется в широких пределах. При ориентировочных расчетах рекомендуется этот коэффициент принимать равным:

для тонких пластов – 0,90 – 0,92;
для пластов средней мощности – 0,85 - 0,88;
для мощных пологих пластов – 0,82 - 0,85;
для мощных крутых пластов – 0,75 - 0,80.

В зависимости от условий залегания пластов применяют различные методы подсчета балансовых запасов /1, 2/. При выдержанных элементах залегания (мощность, угол падения) подсчет запасов ($Z_{бал}$) рекомендуется производить методом среднеарифметического по формуле

$$Z_{бал} = SH \sum_{i=1}^{n} m_i \gamma_i , \quad (3.4)$$

где S – размер шахтного поля по простиранию, м;
H - размер шахтного поля по падению, м;
n - число рабочих пластов в шахтном поле;
m_i - мощность i-го рабочего пласта, м;
γ_i - объемная масса угля i-го пласта, т/м^3, γ_i = 1,30 – 1,45 т/м^3.

Для определения промышленных запасов необходимо установить величину потерь по каждому из пластов по их источникам: общешахтные (в охранных и барьерных целиках), эксплуатационные и связанные с геологическими нарушениями.

Промышленные запасы определяются по формуле

$$Z_{пр} = Z_{бал} - Z_{п} , \quad (3.5)$$

где $Z_{п}$ - суммарные потери угля, т.

Потери определяются на основании расчетов частных видов потерь: общешахтных ($Z_{об.}$), эксплуатационных ($Z_{эксп.}$) и вблизи геологических разрушений ($Z_{г.н.}$), т. е.

$$Z_{п} = Z_{об} + Z_{эксп} + Z_{г.н.}. \quad (3.6)$$

Общешахтные потери слагаются из потерь угля в барьерных (Z_1) и охранных (Z_2) целиках:

$$Z_{об} = Z_1 + Z_2. \quad (3.7)$$

Барьерные целики, как правило, оставляют у границ шахтного поля по простиранию, чтобы исключить возможность вскрытия старых затопленных горных выработок соседних шахт. Ширина барьерных целиков (l) условно принимается равной 50 м.

Потери в барьерных целиках (Z_1, т) определяются по формуле

$$2l\sum_{i=1}^{n} m_i\gamma_i H. \quad (3.8)$$

Охранные целики оставляют для предотвращения разрушений зданий и сооружений технологического комплекса на поверхности, а также природных объектов. Методика построения охранных целиков и подсчета потерь угля в них приведена в Приложении 1. Потери угля в охранных целиках (Z_2, т) условно составляют при пологих пластах 1 - 2 %, при крутых - 2 - 4 % от балансовых запасов:

$$Z_2 = (0{,}01 \ldots 0{,}04)Z_{бал.}. \quad (3.9)$$

Потери в целиках вблизи геологических нарушений ($Z_{г.н.}$) определяются характером и числом нарушений. Их величина в среднем составляет 1 - 1,5 % от балансовых запасов:

$$Z_{г.н.} = (0{,}010 \ldots 0{,}015)Z_{бал.}. \quad (3.10)$$

Эксплуатационные потери ($Z_{эксп}$, т) включают потери по площади – в целиках у горных выработок, по мощности – в пачках угля

в кровле, почве или между слоями пласта, а также потери угля в забоях и при транспортировании.

Эксплуатационные потери угля

$$Z_{эксп} = (Z_{бал} - Z_{об} - Z_{г.н.})\, K_{э.п.}\,, \qquad (3.11)$$

где $K_{э.п.}$ - коэффициент эксплуатационных потерь; принимается для тонких пластов – 0,08; средней мощности – 0,12; мощных пологих – 0,15; мощных крутых – 0,20.

Общий коэффициент извлечения запасов в шахтном поле ($C_{извл.}$)

$$C_{извл} = \frac{Z_{пр}}{Z_{бал}}\,. \qquad (3.12)$$

Пример. *Подсчитать промышленные запасы шахтного поля для следующих условий: размер шахтного поля по простиранию $S = 5250$ м, по падению – $H = 1800$ м; количество пластов 3, их мощность: $m_1 = 2{,}4$ м, $m_2 = 2{,}0$ м, $m_3 = 3{,}1$ м; средняя плотность угля $\gamma = 1{,}4$ т/м^3; коэффициент эксплуатационных потерь $K_{эп} = 0{,}15$; коэффициент потерь в охранных целиках $K_ц = 0{,}01$; ширина барьерных целиков на границах шахтного поля по простиранию $l = 50$ м.*

Решение.

1. Определяем балансовые запасы в шахтном поле:

$$Z_б = SH\sum_{i=1}^{n} m_i\gamma_i = 5250 \cdot 1800 \cdot (2{,}4 + 2{,}0 + 3{,}1) \cdot 1{,}4 = 99225000 \text{ т}.$$

2. Подсчитываем потери угля в шахтном поле:

в барьерных целиках

$$Z_1 = 2lH\sum_{i=1}^{n} m_i\gamma_i = 2 \cdot 50 \cdot 1800 \cdot (2{,}4 + 2{,}0 + 3{,}1) \cdot 1{,}4 = 1890000 \text{ т};$$

в охранных целиках

$$Z_2 = K_ц Z_{бал} = 0{,}01 \cdot 99225000 = 992250 \text{ т};$$

эксплуатационные

$$Z_{\text{эксп}} = (Z_{\text{бал}} - Z_1 - Z_2)K_{\text{эп}} = (99225000 - 1890000 - 992250) \cdot 0{,}15 =$$

$$= 14451413 \text{ т};$$

суммарные

$$Z_{\text{п}} = Z_1 + Z_2 + Z_{\text{эксп}} = 1890000 + 992250 + 14451413 = 17333663 \text{ т}.$$

3. Определяем промышленные запасы угля в шахтном поле:

$$Z_{\text{пр}} = Z_{\text{б}} - Z_{\text{п}} = 99225000 - 17333663 = 81891337 \text{ т}.$$

4. Рассчитываем коэффициент извлечения запасов угля из недр:

$$C_{\text{извл}} = \frac{Z_{\text{пр}}}{Z_{\text{бал}}} = \frac{81891337}{992250000} = 0{,}83\,.$$

Графическая интерпретация потерь угля в шахтном поле показана на рис. 3.1.

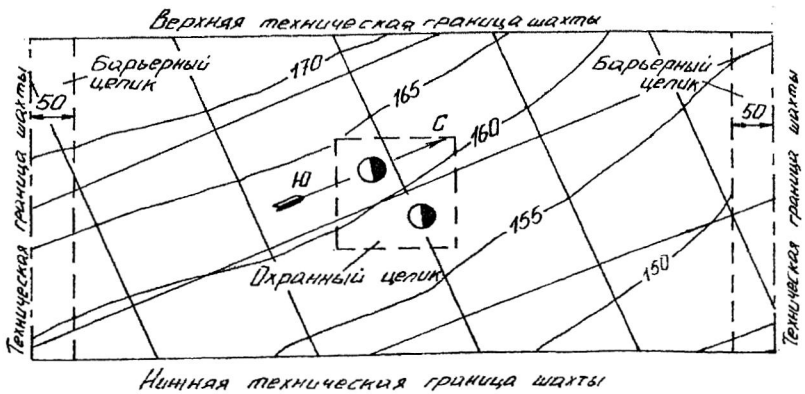


Рис. 3.1. Графическая интерпретация потерь угля в шахтном поле

Порядок выполнения работы

После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы студенты получают вариант задания, отражающий горно-геологические и горнотехнические условия шахтного поля (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Исходные данные для выполнения работы

Номер варианта	Размеры шахтного поля, м		Вынимаемая мощность пластов, м				Плотность угля γ, т/м^3	Коэф. экспл. потерь $K_{эксп}$	Коэф. потерь в целиках $K_ц$
	S	H	m_1	m_2	m_3	m_4			
1	6100	1950	1,80	1,75	1,45	1,65	1,30	0,15	0,01
2	3800	1100	1,75	1,15	1,65	1,55	1,34	0,14	0,02
3	4300	3850	1,95	1,25	2,00	1,75	1,40	0,10	0,03
4	4900	1950	2,10	1,35	2,05	1,25	1,32	0,12	0,01
5	5300	2550	1,25	1,45	1,95	1,45	1,30	0,15	0,04
6	5150	2450	1,35	1,95	1,85	1,50	1,35	0,16	0,03
7	4000	1350	1,45	1,35	1,75	1,60	1,40	0,09	0,02
8	5050	1500	1,75	1,85	1,65	1,70	1,31	0,10	0,01
9	4250	1400	1,65	1,45	1,55	1,95	1,36	0,12	0,04
10	5250	2350	1,85	1,55	1,75	1,90	1,41	0,14	0,03
11	5100	3250	2,10	1,85	2,00	1,40	1,37	0,11	0,02
12	3150	1200	2,25	1,75	1,15	1,50	1,31	0,10	0,01
13	4700	1850	2,05	1,45	1,35	1,60	1,33	0,12	0,04
14	4650	2300	1,15	1,55	1,95	1,80	1,35	0,15	0,03
15	5050	2200	1,35	1,65	1,70	1,70	1,36	0,14	0,02
16	4200	4350	1,85	1,55	1,40	2,00	1,38	0,10	0,01
17	5200	1800	1,65	1,50	1,55	2,10	1,40	0,12	0,04
18	5000	3150	1,70	1,45	1,85	2,15	1,42	0,13	0,03
19	5650	1550	1,60	1,50	1,65	2,05	1,35	0,09	0.01
20	4950	2650	1,35	1,80	1,55	1,90	1,35	0,10	0,02
21	4050	4450	1,45	1,95	1,85	1,85	1,30	0,13	0,04
22	5550	1750	1,85	1,70	1,60	1,90	1,40	0,14	0,03
23	3950	1450	1,95	1,50	1,40	2,05	1,33	0,10	0,01
24	5350	4950	1,35	1,40	1,95	2,10	1,30	0,11	0,04
25	5500	2050	1,45	1,60	1,75	2,05	1,40	0,13	0,03

По заданным условиям осуществляется расчет балансовых и промышленных запасов шахтного поля, а также коэффициента извлечения угля из шахтного поля.

Приводится графическая интерпретация шахтного поля с нанесением границ возможных потерь угля.

Контрольные вопросы

1. Что называется шахтным полем?
2. Какие запасы в шахтном поле называются балансовыми?
3. Какие запасы угля называются промышленными?
4. Какие виды потерь угля в шахтном поле Вы знаете?
5. Что называется коэффициентом извлечения запасов угля в шахтном поле?

Рекомендуемая литература

1. Основы горного дела: учебник для вузов / П. В. Егоров [и др.]. – М.: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2000. – 408 с.

2. Подземная разработка пластовых месторождений. Теоретические и методические основы проведения практических занятий: учебное пособие. – 2-е изд. перераб. и доп. / О. В. Михеев [и др.]; под ред. Л. А. Пучкова. – М.: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 200[illegible] – 487 с.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ И СРОКА СЛУЖБЫ ШАХТЫ

Цель работы. Приобретение навыков по определению мощности шахты и срока ее службы по укрупненным значениям исходных данных.

Теоретические основы выполнения работы. Мощность шахты является важнейшим производственным параметром, определение которого требует обязательного учета конкретных горно-геологических и горнотехнических характеристик.

Производственной мощностью шахты (A, т) называют количество полезного ископаемого, добываемого в единицу времени (сутки, год). Ее величину определяют такие горно-геологические характеристики, как: количество, мощность и угол падения пластов, свойства вмещающих пород, газоносность месторождения, величина запасов угля, степень нарушенности пластов и другие факторы. В значительной степени величина производственной мощности зависит и от организационно-технических факторов: режима работы очистных забоев и нагрузки на них, производительности транспорта, подъема и др.

Срок службы шахты (T, год) равен периоду, в течение которого отрабатываются промышленные запасы угля в пределах шахтного поля.

В учебных целях на первом этапе изучения дисциплины с учетом уровня и объема имеющихся знаний показатели A и T можно определять по упрощенной методике. Между промышленными запасами $Z_{\text{пр}}$, годовой мощностью шахты $A_{\text{г}}$ и расчетным сроком ее службы $T_{\text{р}}$ существует следующая взаимосвязь:

$$Z_{\text{пр}} = A_{\text{г}} T_{\text{р}} . \qquad (4.1)$$

При правильной конфигурации шахтного поля и выдержанных элементах залегания пластов промышленные запасы угля определяются по формуле

$$Z_{\text{пр}} = SH \sum PC_{\text{о}} . \qquad (4.2)$$

где S - размер шахтного поля по простиранию, м;

H - размер шахтного поля по падению, м;

$\sum P$ - суммарная производительность рабочих пластов в шахтном поле, т/м^2;

C_o - общий коэффициент извлечения угля в шахтном поле.

Суммарная производительность пластов в шахтном поле

$$\sum P = m_1 \gamma_1 + m_2 \gamma_2 + \cdots + m_n \gamma_n, \qquad (4.3)$$

где m_i - мощность рабочих пластов в шахтном поле, м;

γ_i - плотность угля соответствующих пластов, т/м^3.

Отсюда значение $A_г$ можно определить по формуле

$$A_г = \frac{Z_{пр}}{T_р}. \qquad (4.4)$$

Полученное значение $A_г$ следует привести в соответствие с параметрическим рядом мощностей шахт: 0,9; 1,2; 1,5; 1,8: 2,1; 2,4; 3,0; 4,5; 6,0 млн т в год. При этом расчетный срок службы шахты мощностью более 1,8 млн т в год рекомендуется принимать не менее 50 - 60 лет.

Полный срок службы шахты $T_п$ будет больше расчетного за счет времени освоения проектной мощности и ее затухания к концу отработки запасов:

$$T_п = T_р + (t_р + t_з)/2, \qquad (4.5)$$

где $t_р$ - срок освоения проектной мощности шахты, $t_р = 2 - 3$ года;

$t_з$ - срок затухания добычи, $t_з = 2 - 3$ года.

Между годовой $A_г$ и суточной $A_с$ мощностью шахты существует следующая зависимость:

$$A_г = 300 A_с, \qquad (4.6)$$

где 300 - число рабочих дней шахты в году.

Более объективный и надежный аналитический метод расчета мощности шахты с учетом геологических и организационно-технических возможностей предложен проф. А. С. Малкиным:

$$A_{ш.г.} = K_н(K_{пл} + K_{н.о.з})\sqrt{Z_{пр}\frac{\sum m'}{\sum m}K_{гл.}}, \qquad (4.7)$$

где $K_н$ - коэффициент надежности технологической схемы шахты; при шахте блочного типа $K_н$ = 0,85-0,95.

Для индивидуальной шахты при вскрытии вертикальными стволами и панельной подготовке $K_н$ = 0,80 - 0,85; при этажной подготовке $K_н$ = 0,70 - 0,80. При вскрытии шахтного поля наклонными стволами $K_н$ = 0,80;

$\sum m$ - суммарная мощность всех пластов в шахтном поле, м;

$K_{пл}$ - коэффициент, учитывающий общее количество пластов в шахтном поле $n_{пл}$ и количество пластов, принятых к одновременной разработке $n'_{пл}$, определяется по формуле

$$K_{пл} = \frac{n'_{пл} + \sqrt{n_{пл} - n'_{пл}}}{\sqrt{n_{пл}}}; \qquad (4.8)$$

$K_{н.о.з}$ - коэффициент, учитывающий уровень нагрузки на очистной забой, определяется по формуле

$$K_{н.о.з.} = \sqrt{\Psi A_{о.з.м.}\frac{m_{ср}}{m'_{ср}}}; \qquad (4.9)$$

Ψ - коэффициент, учитывающий условия бассейна (месторождения, шахтного поля):

$$\Psi = \frac{K_{у.кр}K_{кр.п}}{1 + K_{наруш.} + K_{газ}}, \qquad (4.10)$$

где $K_{у.кр}$ - коэффициент, учитывающий устойчивость кровли пластов; для неустойчивых кровель $K_{у.кр}$ = 0,06; средней устойчивости $K_{у.кр}$ = 0,08 и устойчивых $K_{у.кр}$ = 0,10;

$K_{кр.п}$ - коэффициент, учитывающий крепость пород почвы; при $f = 3-4$ $K_{кр.п}$ = 0,01; при $f = 5-6$ $K_{кр.п}$ = 0,015; при $f \geq 7$ $K_{кр.п}$ = 0,02;

$K_{наруш.}$ - коэффициент, учитывающий геологическую нарушенность шахтного поля, $K_{наруш.}$ = 0 ... 0,03;

$K_{газ}$ - коэффициент, учитывающий влияние газового фактора, $K_{газ} = 0 \div 1$.

$A_{о.з.м}$ - месячная нагрузка на очистной забой, т :

$$A_{о.з.м.} = l m_{ср} V_{сут} \gamma C N , \qquad (4.11)$$

где l – длина лавы, м;

$m_{ср}$ – средняя мощность пластов в шахтном поле, м;

$V_{сут}$ – суточное подвигание очистного забоя, м;

γ - средняя плотность угля, т/м^3;

C – коэффициент извлечения угля по системе разработки, $C = 0{,}95 \div 0{,}97$;

N – число рабочих дней в месяце, $N = 25$;

$m'_{ср}$ – средняя мощность одновременно разрабатываемых пластов, м:

$$m'_{ср} = \frac{\sum m'}{n'_{пл}} , \qquad (4.12)$$

где $\sum m'$ - суммарная мощность одновременно разрабатываемых пластов, м;

$K_{гл}$ - коэффициент, учитывающий глубину залегания пластов:

$$K_{гл} = 1 + \frac{H_{в.гр}}{H_{н.гр}} , \qquad (4.13)$$

где $H_{в.гр}$ и $H_{н.гр}$ - вертикальная глубина соответственно верхней и нижней технических границ шахтного поля, м.

Пример. *Количество пластов в шахтном поле* $n_{пл.} = 3$; *мощность пластов* $m_1 = 1{,}2$ *м;* $m_2 = 1{,}6$ *м;* $m_3 = 0{,}8$ *м; угол падения пластов* $\alpha = 15°$; *промышленные запасы шахтного поля* $Z_{пр.} = 80000$ *тыс. т; глубина нижней границы* $H_{н.гр.} = 600$ *м; плотность угля* $\gamma = 1{,}4$ *т/м*^{3}; *породы кровли средней устойчивости; крепость пород почвы* $f = 6$; *коэффициент нарушенности шахтного поля* $K_{наруш..} = 0{,}02$; *коэффициент влияния газового фактора* $K_{газ} = 0{,}5$; *коэффициент надежности технологической схемы* $K_н = 0{,}8$; *длина лавы* $l = 200$ *м; суточное подвигание очистного забоя* $V_{сут} = 3{,}15$ *м.*

Определить мощность и срок службы шахты.

Решение. К одновременной разработке принимается два пласта. Средняя мощность одновременно разрабатываемых пластов

$$m'_{ср} = \frac{1,2 + 1,6}{2} = 1,4 \text{ м}.$$

Средняя мощность угольных пластов в шахтном поле

$$m_{ср} = \frac{1,2 + 1,6 + 0,8}{3} = 1,2 \text{ м}.$$

Коэффициент, учитывающий влияние общего числа угольных пластов в шахтном поле и принятых к одновременной разработке:

$$K_{пл} = \frac{2 + \sqrt{3 - 2}}{\sqrt{3}} = 1,73.$$

Месячная нагрузка на очистной забой

$$A_{о.з.м.} = 200 \cdot 1,4 \cdot 3,15 \cdot 1,4 \cdot 0,90 \cdot 25 = 27783 \text{ т}.$$

Коэффициент, учитывающий условия работы очистных забоев:

$$\Psi = \frac{0,08 + 0,015}{1 + 0,02 + 0,5} = 0,0008.$$

Коэффициент, учитывающий влияние нагрузки на очистной забой:

$$K_{н.о.з.} = \sqrt{\frac{0,0008 \cdot 27783 \cdot 1,2}{1,4}} = 4,2.$$

Определяется коэффициент, учитывающий влияние глубины разработки на производственную мощность шахты:

$$K_{гл} = 1 + \frac{400}{600} = 1,668.$$

Коэффициент надежности технологической схемы шахты в соответствии с заданием принят $K_н = 0,8$. Тогда проектная мощность шахты

$$A_{ш.г.} = 0,8(1,73 + 4,2)\sqrt{80000 \cdot \frac{2,8}{3,6}} \cdot 1,668 = 1518 \text{ тыс. т/год.}$$

С учетом параметрического ряда мощностей шахт принимаем типовую производственную мощность $A = 1500$ тыс. т/год = = 1,5 млн т/год.

Полный срок службы шахты T с учетом периода освоения и затухания

$$T = \frac{80000}{1500} + \frac{1}{2} \cdot 6 = 56 \text{ лет.}$$

Порядок выполнения работы

После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы и разбора приведенного примера студенты осуществляют расчет для заданных условий (см. табл. 3.1.) мощности шахты по методике проф. А. С. Малкина и срока ее службы с кратким обоснованием принятых технических решений.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение производственной мощности шахты.
2. Как влияют на мощность шахты основные горно-геологи-Ч0еские факторы?
3. Как сказывается на мощности шахты влияние таких факторов, как нагрузка на очистной забой, количество одновременно отрабатываемых пластов, производительность транспорта и подъема?
4. Поясните сущность аналитического метода расчета мощности шахты.

Рекомендуемая литература

1. Проектирование шахт / А. С. Малкин и [др.] - М.: Изд-во Академии горных наук, 2000. – 375 с.

5. ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ

Цель работы. Закрепление и углубление знаний студентов по горным выработкам, привитие навыков работы с геолого-маркшейдерской документацией.

Теоретические основы выполнения работы. Сооружение в недрах земли или на ее поверхности, созданное в результате ведения горных работ и представляющее собой полость в массиве, называется горной выработкой. Горные выработки, проведенные в недрах земли, независимо от того, имеют они выход на поверхность или нет, называютнся подземными, а проведенные на поверхности земли – открытыми.

В зависимости от народнохозяйственного значения различают выработки разведочные, используемые для поиска и разведки месторождений полезных ископаемых, и эксплуатационные, используемые для эксплуатации месторождений.

Разработка месторождений полезного ископаемого складывается из трех этапов: вскрытие, подготовка и очистная выемка. В связи с этим эксплуатационные горные выработки подразделяются на вскрывающие (капитальные), подготовительные и очистные.

К **вскрывающим** относятся выработки, по которым осуществляется доступ к месторождению или его части (стволы, штольни, главные квершлаги).

Подготовительные выработки проводят от вскрывающих. Они служат для подготовки отдельных частей шахтного поля к очистной выемке.

Очистными называют выработки, служащие для непосредственной выемки полезного ископаемого.

По положению в земной коре подземные выработки могут быть вертикальными, наклонными и горизонтальными. Расположение горных выработок в пространстве, их названия и назначение рассмотрим на рис. 5.1 – 5.5.

Вертикальные горные выработки. К ним относят ствол, шурф, гезенк, слепой ствол, скважину (см. рис. 5.1).

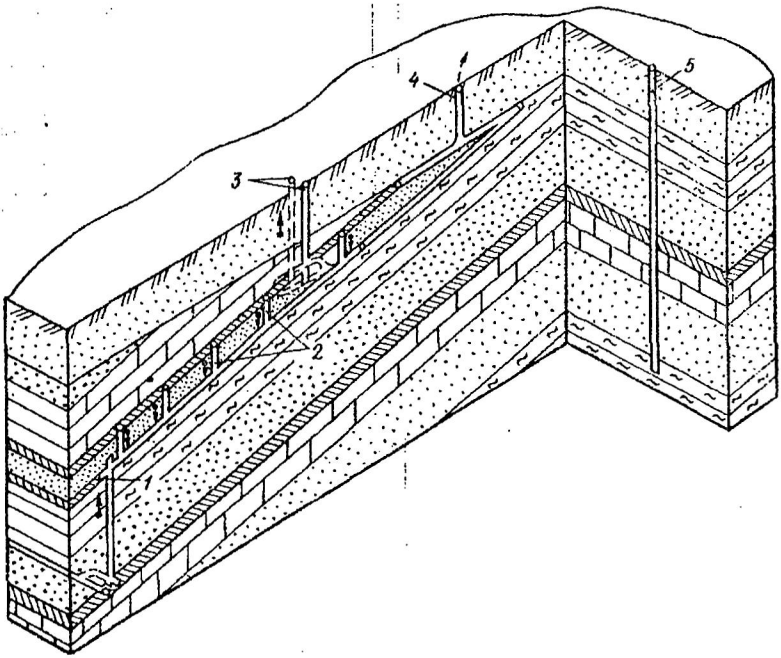


Рис. 5.1. Вертикальные горные выработки:
1 – слепой ствол; *2* – гезенки; *3* – стволы; *4* – шурф;
5 - скважина

Ствол – выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для обслуживания подземных работ. Если ствол сооружается для разведки месторождения, то его называют разведочным, если для строительства и эксплуатации шахты – шахтным. В зависимости от назначения стволы бывают главными, вспомогательными и вентиляционными. Главный ствол служит для подъема полезного ископаемого на поверхность и других целей, вспомогательный – для спуска и подъема людей, материалов, оборудования, выдачи породы, подвода электроэнергии, сжатого воздуха и воды, вентиляционный – для подачи в шахту свежего или отвода из шахты загрязненного воздуха. При подаче по вентиляционному стволу свежего воздуха его называют воздухоподающим. Ствол обычно оборудуют механизированным подъемом.

Шурф – выработка небольшой площади поперечного сечения и небольшой глубины, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для вентиляции и других вспомогательных целей. Шурфы используют так же, как запасные выходы из шахты. Отличительной особенностью шахтного шурфа является отсутствие подъема полезного ископаемого и породы.

Гезенк – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и служащая для спуска угля из вышележащих выработок в нижележащие под действием собственного веса, передвижения людей, вентиляции, подвода электроэнергии и др.

Слепой ствол – выработка, не имеющая выхода на земную поверхность и предназначенная для подъема угля, вентиляции, спуска-подъема людей, оборудования, подвода электроэнергии, воды и др. Слепые стволы служат для вскрытия отдельных частей месторождения из подземных горных выработок.

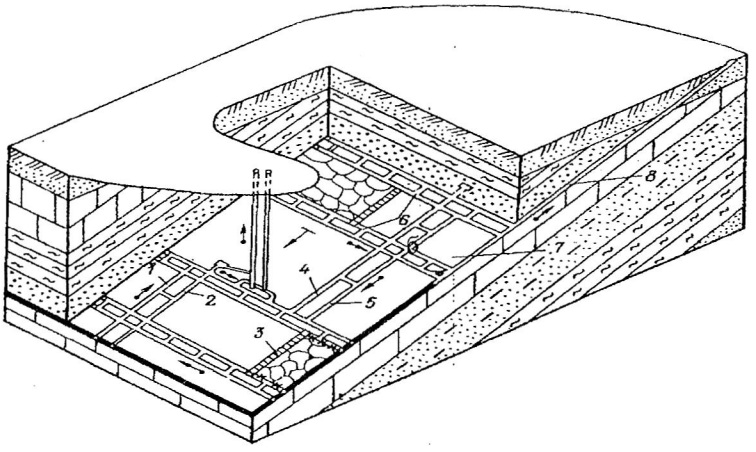
Скважина – вертикальная выработка, пройденная путем выбуривания горных пород, обычно диаметром до 2 м. Скважины бывают вентиляционными, лесоспускными, доставочными и др. Такие скважины бурят как с поверхности, так и из горных выработок. Следует иметь в виду, что скважины могут иметь любой угол наклона к горизонту.

Наклонные выработки включают наклонный ствол, бремсберг, уклон, ходок, скат, восстающий, печь (рис. 5.2).

Наклонный ствол – выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для подъема полезного ископаемого на поверхность, вентиляции шахты, водоотлива, подвода электро- и пневмоэнергии, доставки оборудования, передвижения людей. Наклонные стволы проводят как по полезному ископаемому, так и по пустым породам.

Бремсберг – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, пройденная по восстанию или падению пласта и служащая для транспортировки полезного ископаемого сверху вниз, вентиляции, подвода электроэнергии, воды, передвижения людей и доставки оборудования. Бремсберги проводят по пласту и реже по породе.

а



б

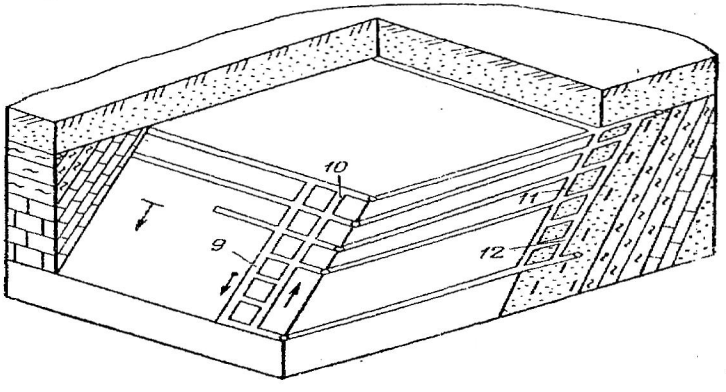


Рис. 5.2. Наклонные горные выработки на пологих (*а*) и крутых (*б*) пластах:

1 – уклон; *2* – ходок при уклоне; *3* – очистной забой (не относится к наклонным выработкам); *4* – ходок при бремсберге; *5* - бремсберг; *6* – сбоечные печи (сбойки); *7* – угольный пласт; *8* – наклонный ствол; *9* – углеспускная печь; *10* – воздухоподающая печь; *11* – пластовый скат; *12* – полевой скат

Уклон – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, пройденная по восстанию или падению пласта и служащая для транспортировки полезного ископаемого снизу вверх, вентиляции, подвода электроэнергии, воды, передвижения людей и доставки оборудования. Уклон проводят по пласту и реже по породе.

Ходок – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, пройденная, как правило, параллельно бремсбергу (уклону) на расстоянии от него 20-40 м и служащая для передвижения людей, доставки материалов и оборудования, вентиляции и других целей.

Скат – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, расположенная по падению пласта и служащая для спуска полезного ископаемого сверху вниз под действием собственного веса. Скат сооружают в том случае, если угол его наклона достаточен для движения угля или породы вниз самотеком (30-35° и более). Скат может быть пластовым и полевым.

Восстающий – выработка, пройденная по рудному телу или вмещающим породам и предназначенная для подготовки отдельных участков (блоков) полезного ископаемого, проветривания, спуска закладочного материала, передвижения людей и других целей. Восстающий в ряде случаев проводят вертикально.

Рудоспуск – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и предназначенная для спуска руды под действием собственного веса. Рудоспуск служит для тех же целей, что и скат. Часто он проводится вертикально.

Печь – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, проводимая по пласту без присечки породы и предназначенная для монтажа очистного оборудования, проветривания, передвижения людей и грузов, подвода электро - и пневмоэнергии. Печь, предназначенная только для монтажа очистного оборудования, называется **разрезной**.

К горизонтальным выработкам относят штольню, квершлаг, штрек, орт, просек (рис. 5.3).

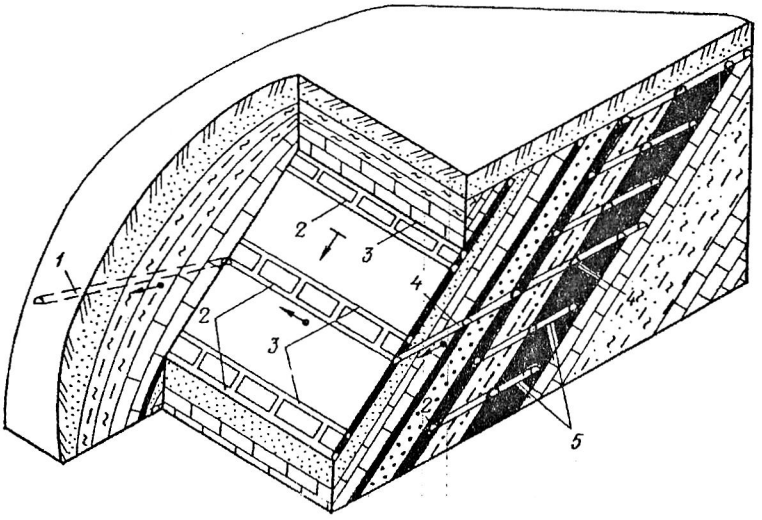


Рис. 5.3. Горизонтальные горные выработки:
1 – штольня; *2* – штреки; *3* – просеки; *4* – квершлаг; *5* - орты

Штольней называется горная выработка, проведенная к месторождению с поверхности горизонтально или с незначительным наклоном, имеющая непосредственный выход и предназначенная для обслуживания подземных горных работ. Штольни проводят как в крест, так и по простиранию пород при гористом рельефе местности.

В зависимости от назначения различают штольни разведочные и эксплуатационные (для разработки месторождения), а также откаточные, вентиляционные и водоотливные.

Квершлаг – горизонтальная (реже наклонная) горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность, проведенная по вмещающим породам вкрест простирания месторождения и используемая для транспорта, вентиляции, передвижения людей, водоотлива, для прокладки электрических кабелей и линий связи.

Штрек – горизонтальная (с углом наклона не более 0 – 3°) подземная горная выработка, проведенная по простиранию залегающего месторождения или в любом направлении при горизон-

тальном его залегании. Штрек может быть пройден по полезному ископаемому (с подрывкой или без подрывки боковых пород) или по породам (полевой). Штрек выполняет в основном те же функции, что и квершлаг.

Орт – горизонтальная (с углом наклона не более 0-3°) выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и проведения в крест простирания месторождения (при крутом и наклонном падении). Орт обычно служит для соединения выработок, пройденных у висячего и лежачего боков мощного пласта (залежи).

Просеком называется подземная горная выработка, проводимая обычно в толще полезного ископаемого по простиранию пласта или залежи и предназначенная для проветривания, передвижения людей и транспортирования грузов. Просек обычно проводится параллельно штреку и соединяется с ним с помощью печей. Просек необходим для обеспечения нормальных условий проведения штрека, а также для соединения очистной выработки с примыкающими к ней выемочными выработками.

Камеры и очистные выработки

Камерами называются горные выработки, имеющие небольшую длину по сравнению с размерами поперечного сечения. Они предназначаются для размещения в них различных машин, оборудования, хранения материалов и других целей. Камеры в основном располагаются около шахтных стволов.

Совокупность камер и выработок, примыкающих к шахтным стволам и предназначенных для обслуживания подземного хозяйства, называют **околоствольным двором**. В околоствольном дворе располагаются следующие камеры: электроподстанция, насосная, электровозное депо, камера ожидания и др.

Выработки, образующиеся в результате выемки пласта или залежи, где осуществляется добыча полезного ископаемого, называются **очистными**. Обязательный признак очистной выработки – очистной забой, который может быть длинным и коротким.

К первому относится лава – протяженная (до 250 и более м) очистная выработка линейной или уступной формы, одна стенка которой образована угольным массивом, другая – крепью, установленной на границе с выработанным пространством или закладочным массивом, а кровлей и почвой служат вмещающие породы или

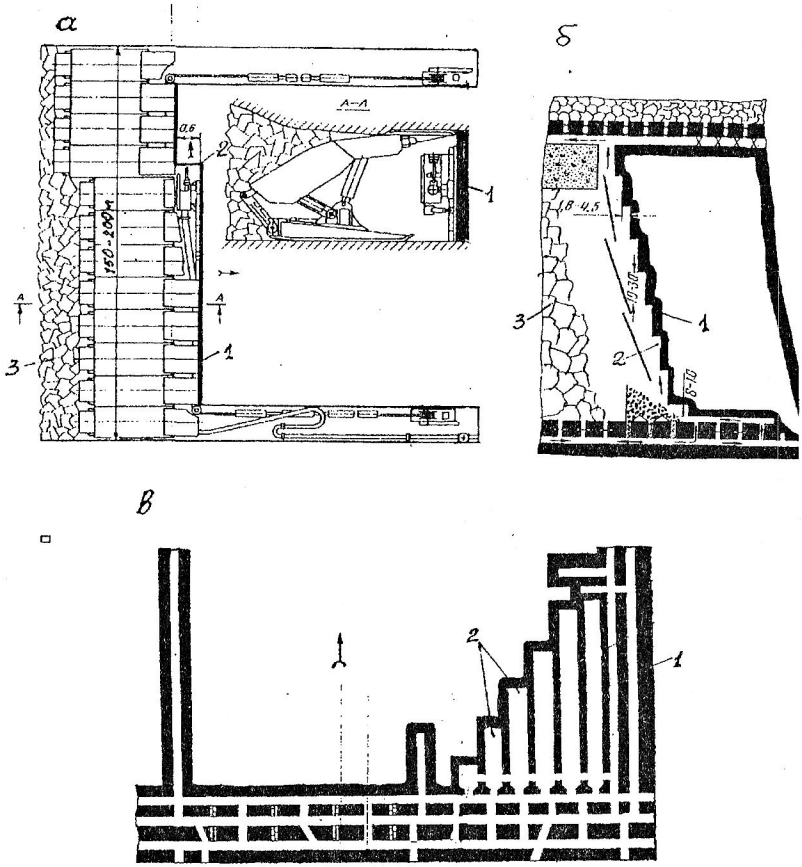


Рис. 5.4. Протяженный линейный (*а*), протяженный уступный (*б*) и короткие камерные (*в*) забои:
1 – угольный пласт; *2* – забои; *3* – выработанное пространство

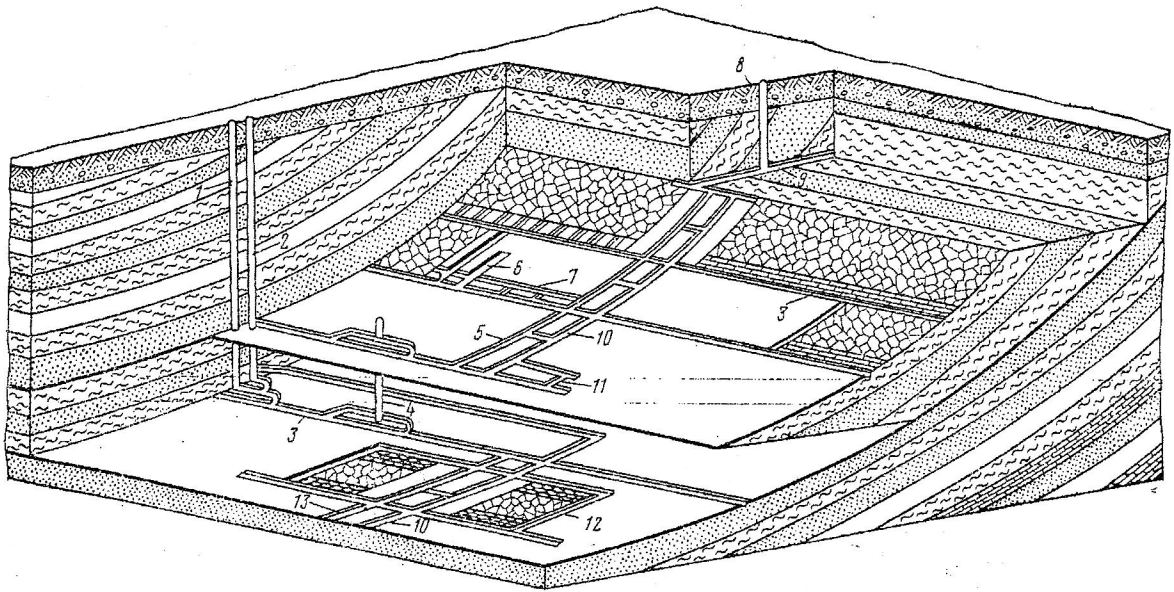


Рис. 5.5. Расположение горных выработок:

1, 2 - вертикальные стволы, соответственно главный и вспомогательный; *3* – штрек; *4* – гезенк; *5* – бремсберг; *6* – очистная камера; *7* – просек, *8* – шурф; *9* – квершлаг; *10* – ходок; *11* – печь; *12* – лава; *13* - уклон

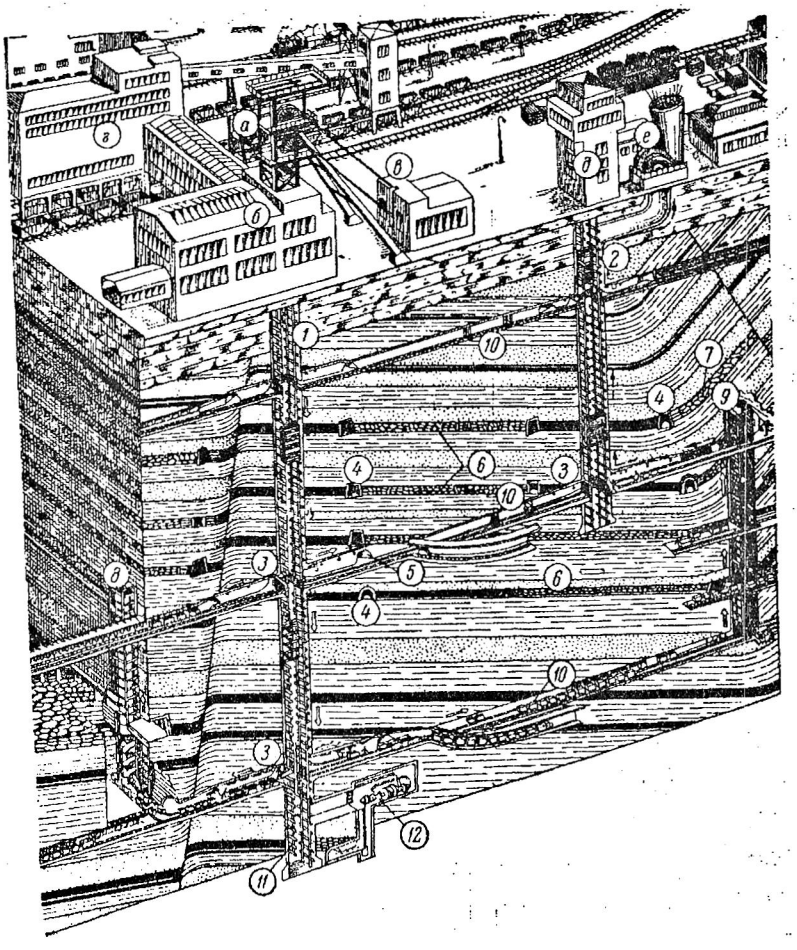


Рис. 5.6. Взаимное расположение подземных выработок и поверхностных сооружений:

а – шахтный копер главного ствола; *б* – надшахтное здание; *в* – здание подземной машины; *г* – обогатительная фабрика; *д* – башенный копер вспомогательного ствола; *е* – вентилятор главного проветривания; *1* – главный подъемный вертикальный ствол; *2* – вертикальный вспомогательный ствол; *3* – сопряжение вертикального ствола с выработками околоствольного двора; *4*– пластовый штрек; *5* – полевой штрек; *6, 7* - выработанное пространство; *8* – гезенк; *9* – слепой ствол; *10* – квершлаг; *11* – зумпф; *12* – насосная камера

пачки угля (рис. 5.4, *а*). Длина протяженных выработок во много раз больше их размеров по ширине и высоте. К коротким очистным забоям относят **очистную камеру** – выработку с забоем небольшой (до 16 м) протяженности, ограниченную по бокам массивом полезного ископаемого или целиками угля (рис. 5.4, *в*).

Пример общей схемы расположения горных выработок в шахтном поле приведен на рис. 5.5. и 5.6.

Содержание и порядок выполнения работы

После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы (классификация, терминология и функциональная характеристика горных выработок) студенты изучают выработки по предложенным планам горных работ. Затем по заданию преподавателя описывают выработки на определенном участке шахтного поля, графически показывает залегание угольных пластов на вертикальном разрезе (вкрест простирания пласта) с указанием мощности и угла падения пластов и горных выработок, пройденных при этом.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите вертикальные горные выработки.
2. Дайте определение вертикальному стволу.
3. Перечислите горизонтальные горные выработки.
4. В чем отличие квершлага от штрека?
5. Какие горные выработки относятся к наклонным?
6. Чем отличается бремсберг от уклона?
7. Назовите принципиальное отличие лавы от очистной камеры.

Рекомендуемая литература

1. Основы горного дела: учебник для вузов / П. В.Егоров [и др.].- М.: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2000.- 408 с.

6. ВЫБОР ФОРМЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Цель работы. Изучение форм поперечного сечения горных выработок и методики определения их размеров в различных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Теоретические основы выполнения работы. При подземной разработке полезных ископаемых применяются следующие формы поперечного сечения горных выработок: прямоугольная (рис. 6.1), трапециевидная (рис. 6.1, *б*), арочная (рис. 6.1, *в, г*), сводчатая (рис. 6.1. *д, е*), подковообразная с обратным сводом (рис. 6.1, *ж*), а также полигональная и др.

Наибольшее распространение получили трапециевидная и арочная формы поперечного сечения горных выработок. Первая обеспечивает лучшее использование площади поперечного сечения, вторая – большую устойчивость при возведении в слабых породах.

Выбор формы поперечного сечения горных выработок зависит от величины и направления горного давления, назначения и размеров выработки, типа и конструкции применяемой крепи.

Крепь – это строительная конструкция, возводимая в подземных горных выработках для сохранения их заданных размеров и формы, защиты от обрушений и чрезмерных смещений окружающих пород.

Тип, размеры и материал крепи должны соответствовать горно-геологическим условиям и сроку службы выработки.

Деревянную крепь рационально применять в выработках трапециевидной формы поперечного сечения при умеренном горном давлении со сроком службы до 2-3 лет.

Наиболее широко для крепления горных выработок применяют металлическую крепь. Преимущественно выработки крепят арочной податливой трехзвенной (АП-3) или пятизвенной (АП-5) крепями из спецпрофиля СВП.

Монолитную бетонную (железобетонную) крепь применяют при проведении капитальных горных выработок с большим сроком службы – выработки околоствольных дворов, капитальные квершлаги, штреки, бремсберги и уклоны, проводимые по слабым породам.

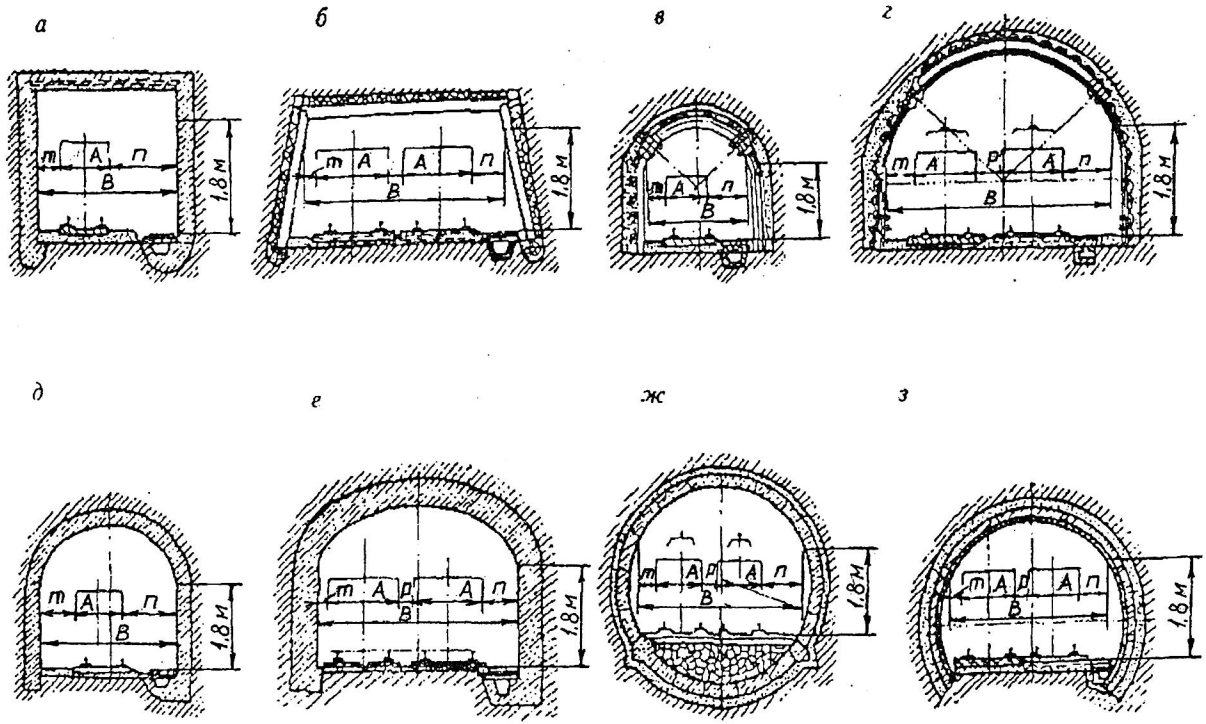


Рис. 6.1. Формы поперечного сечения горных выработок

Анкерная крепь представляет собой стержни (анкеры), закрепляемые различными способами в шпурах, пробуренных в определенном порядке в породах кровли и боков выработки. Она обеспечивает возможность использования несущей способности породного массива, снижения материалоемкости применяемых в сочетании с ней крепей и может использоваться:

в качестве самостоятельной в квершлагах, полевых штреках, бремсбергах, уклонах и ходках, в выемочных штреках, вентиляционных сбойках и др.

в комбинации с набрызгбетоном в подготовительных выработках, проводимых в трещиноватых породах;

в качестве временной в камерах и нишах, на сопряжениях горных выработок, с последующим креплением их подпорной крепью;

как средство борьбы с пучением пород почвы – в необводненных породах капитальных и подготовительных выработках. Коэффициент крепости пород по шкале проф. М. М. Протодьяконова f должен быть не ниже 4.

Набрызгбетон применяется для крепления горных выработок, проведенных в крепких устойчивых породах с $f \geq 9$, в сочетании с анкерной крепью – может применяться для пород с $f = 6 - 9$.

Крепь из железобетонных тюбингов применяют в капитальных горных выработках, расположенных вне зоны влияния очистных работ.

Площадь поперечного сечения подготовительных выработок рассчитывается исходя из условий нормальной работы средств транспорта (электровозы, вагонетки, конвейеры и др.), числа рельсовых путей, наличия зазоров, предусмотренных ПБ, и подачи к очистному забою с допустимыми скоростями необходимого количества воздуха.

В выработке различают площадь сечения *в свету* (площадь по внутреннему контуру крепи и почве выработки), *вчерне* (площадь по наружному контуру крепи, включая затяжку, и почве выработки), в проходке (площадь по контуру пород, которую принимают на 3 – 5 % больше площади вчерне), а также размеры выработок до осадки и после осадки крепи.

Тип крепи подготовительных выработок выбирается с учетом запаса сечения на осадку:

- при вертикальных смещениях пород до 300 мм применяется арочная податливая трехзвенная крепь АП3;

- при вертикальных смещениях пород от 300 до 1000 мм применяется арочная податливая пятизвенная крепь АП5 ;

- при вертикальных смещениях пород до 1000 мм и горизонтальных до 500 мм рекомендуется податливая крепь типа МПК.

В целях унификации рекомендуются семь типовых сечений выработок с арочной трехзвенной крепью АП3, три сечения с арочной пятизвенной крепью АП5 и два сечения с металлической крепью из прямолинейных элементов МПК (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Типовые площади сечения подготовительных выработок

Тип крепи	Площадь сечения в свету, м^2			Размер выработки до осадки, м	
	после осадки	до осадки	в проходке	высота H	ширина B
АП3	5,2	6,4	8,2	2,79	2,46
АП3	6	7,3	9,3	2,87	2,78
АП3	7,1	8,5	10,8	3,13	3,07
АП3	8,9	10,1	12,9	3,26	3,69
АП3	11,2	12,8	15,9	3,58	4,25
АП3	12,	14,5	17,8	3,69	4,7
АП3	16,4	17,2	20,8	4,11	5,11
АП5	7,1	10,3	12.1	3,52	3,55
АП5	8,9	12,5	15,1	3,64	4,16
АП5	11,2	15,2	18,3	3,95	4,72
МПК	7	7,5	10,5	2,55	2,96
МПК	8,4	9,2	10,9	2,55	3,43

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 (приложение 2) и самоходного оборудования, а также выполнять требования Правил безопасности (ПБ) по зазорам.

Все выработки, по которым производится транспортирование грузов, должны иметь зазоры между крепью или размещенным в выработках оборудованием и наиболее выступающей кромкой габарита подвижного состава не менее 700 мм со стороны прохода лю-

дей, а с другой стороны – не менее 250 мм при рамных конструкциях крепи, и 200 мм при сплошных видах крепи. Указанные зазоры должны быть выдержаны на высоте выработки не менее 1800 мм.

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 должны быть не менее 1,2 м, а с противоположной стороны – 0,5 м.

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 ПБ 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.

С учетом изложенного первоначально определяется необходимая ширина выработки (B, м) по формулам:

однопутной $$B = m + A + n; \qquad (6.1)$$

двухпутной $B = m + 2A + p + n;$ (6.2)

конвейерной $B = a' + A + n,$ (6.3)

где m - зазор между подвижным составом и крепью (с неходовой стороны a = 0,25 м);

a' - зазор между конвейером и крепью, a' = 0,4 м;

p - зазор между подвижными составами, p = 0,2 м;

n - ширина прохода для людей, n = 0,7 м;

A - габариты подвижного состава или конвейера, м (см. приложение 2).

По полученной ширине из табл. 6.1 принимается ближайшее типовое сечение и тип крепи. Примеры сечений горных выработок приведены в приложении 3. Далее площадь поперечного сечения выработки в свету проверяют на скорость движения вентиляционной струи:

$$V_{\max} = \frac{Q}{S_{св}} \geq V_{min}, \quad (6.4)$$

где $V_{\max}$ - максимально допустимая скорость движения воздушной струи для главных шахтных стволов 12 м^3/с; для откаточных штреков, квершлагов, бремсбергов, уклонов – 8 м/с; для остальных выработок – 6 м/с;

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, $V_{\min}$ = 0,25 м/с.

Если неизвестна величина Q, то $S_{св}$ можно определять по формуле

$$S_{св} = 0{,}00154\frac{A_{оз}qK}{V_д}, \quad (6.5)$$

где $A_{оз}$ - нагрузка на очистной забой, т/сут;

q - относительная газообильность лавы, м^3/т;

K - коэффициент запаса, принимается K = 1,5;

$V_д$ - предельно допустимая скорость движения воздуха по выработке, м/с.

Принимается большее из двух сечений, определенных по габаритам средств транспорта и по фактору проветривания.

Плотность установки крепи в подготовительной выработке зависит от прочности вмещающих пород: при коэффициенте сти, по М. М. Протодьяконову, $f \leq 3$ плотность принимается равной 1,1 - - 1,5 рам/м; при f = 4 – 6 - 0,8 – 1,1 рам/м; при f > 6 - 0,8 – 1 рам/м.

При проведении подготовительной выработки по пласту угля забой располагают в сечении штрека так, чтобы пласт занимал как можно большую площадь сечения и была обеспечена наиболее простая перегрузка угля с конвейера лавы на штрек. В этой связи целесообразна подрывка почвы пласта.

Пример. *Определить поперечное сечение откаточного штрека, пройденного смешанным забоем по пласту мощностью 1,6 м с углом залегания 9° и коэффициентом крепости f = 1,4. Почва и кровля пласта представлены мелкозернистым алевролитом (f = 4–5, плотность γ = 2,2 т/м^3). Откатка грузов по выработке производится аккумуляторным электровозом АМ - 8Д в вагонетках УВГ - 3,3. Выработка двухпутная, ширина колеи 900 мм.Количество воздуха, преходящего по выработке Q = 50 м^3/с.*

Решение. Учитывая физико-механические свойства горных пород, окружающих откаточный штрек, и нахождение его в зоне влияния очистных работ, принимаем арочную податливую крепь.

Следовательно, форма поперечного сечения штрека будет сводчатая.

Для удобства погрузки угля с конвейера лавы в вагонетки на штреке принимаем подрывку почвы пласта. Пласт в сечении штрека располагаем так, чтобы высота подрывки кровли была минимальной, иначе это затруднит управление горным давлением на сопряжении лавы с откаточным штреком (рис. 6.2).

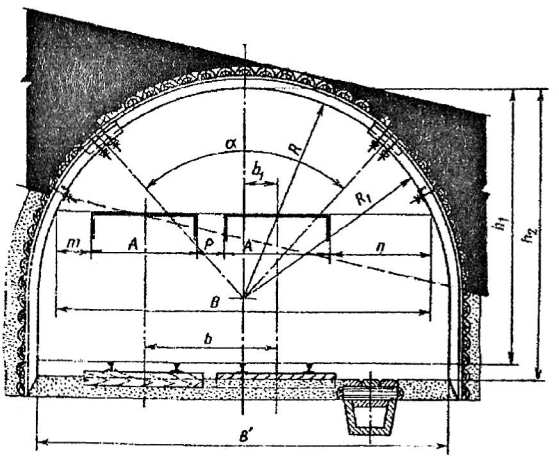


Рис. 6.2. Схема к определению поперечного сечения

Минимальная ширина штрека в свету на уровне подвижного состава определяется по формуле (6.2)

$$B = 0{,}25 + 2 \cdot 1{,}35 + 0{,}2 + 0{,}7 = 3{,}85 \text{ м.}$$

По полученному размеру B = 3,85 м принимаем типовое сечение согласно табл. 6.1. Применяем трехзвенную податливую крепь. Плотность установки крепи – одна рама на 1 м выработки. По типовым сечениям выбираем площадь сечения штрека, закрепленного арочной трехзвенной крепью.

Площадь сечения откаточного штрека: в проходке S_1 = 15,9 м^2, в свету до осадки S_2 = 12,8 м^2, после осадки S_3 = 11,2 м^2.

Минимальное сечение выработки по фактору проветривания определяется по формуле (6.4)

$$S_{\text{св}} = \frac{50}{8} = 6{,}25 \text{ м}^2.$$

Принимается большее из двух сечений – сечение, определенное по габаритам средств транспорта, т. е. $S_{св} = 11{,}2$ м^2.

Коэффициент присечки боковых пород при этом

$$K_{п} = \frac{15{,}9 - 6{,}4}{15{,}9} 100\ \% = 60\ \%.$$

Порядок выполнения работы

1. После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы в лабораторных условиях осуществляется изучение паспортов проведения и крепления горных выработок на шахтах.

2. По заданным горно-геологическим и горнотехническим условиям (табл. 6.2) обосновываются формы и размеры проводимой выработки.

Таблица 6.2

Исходные данные для выполнения работы

Показатель	Вариант				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Тип выработки	бремс-берг	уклон	откат. штрек	бремс-берг	откат. штрек
Мощность пласта, м	1,5	1,2	2,0	1,4	1,8
Угол падения пласта, град	15	10	25	18	20
Коэффициент крепости пород: кровли	2,5	3,0	1,8	4,0	4,2
почвы	3,2	2,7	2,5	4,8	5,1
Нагрузка на лаву, т/сут	600	500	1400	1100	1300
Относительная газообильность, м^3/т	15	17	6	20	25
Показатель	Вариант				
	6	7	8	9	10
Тип выработки	уклон	конв. штрек	вент. штрек	откат. штрек	Уклон
Мощность пласта, м	1,7	1,6	1,4	1,9	2,0
Угол падения пласта, град	12	30	22	15	6
Коэффициент крепости пород: кровли	3,5	3,1	4,8	6,0	5,0
почвы	2,9	3,4	4,3	5,2	6,2
Нагрузка на лаву, т/сут	1200	700	800	1700	2000
Относительная газообильность, м^3/т	10	8	15	12	8

Продолжение табл. 6.2

1	2	3	4	5	6
Показатель	Вариант				
	11	12	13	14	15
Тип выработки	уклон	откат. штрек	вент. штрек	конв. штрек	Уклон
Мощность пласта, м	1,7	1,0	2,3	1,4	1,8
Угол падения пласта, град	5	25	11	22	10
Коэффициент крепости пород: кровли	3,0	2,1	4,3	3,5	4,0
почвы	3,5	2,9	3,6	4,0	3,8
Нагрузка на лаву, т/сут	920	600	2200	7500	2000
Относительная газообильность, $м^3/т$	12	14	6	13	8
Показатель	Вариант				
	16	17	18	19	20
Тип выработки	откат. штрек	бремс-берг	откат. штрек	бремс-берг	бремс-берг
Мощность пласта, м	1,7	1,6	1,4	1,5	1,8
Угол падения пласта, град	18	12	15	12	8
Коэффициент крепости пород: кровли	4,3	3,5	5,0	3,7	3,0
почвы	3,7	3,8	4,0	2,4	3,2
Нагрузка на лаву, т/сут	1300	900	1000	800	1400
Относительная газообильность, $м^3/т$	12	14	5	15	10

3. Обосновываются площадь поперечного сечения выработки, тип крепи и шаг ее установки.

4. Выбирается схема расположения забоя выработки по углю и устанавливается коэффициент присечки пород.

Контрольные вопросы

1. Какие основные факторы определяют форму и размеры поперечного сечения подготовительных выработок?

2. Что такое крепь?

3. Поясните основные принципы выбора типа крепи подготовительных выработок.

4. Какие функции может выполнять анкерная крепь?

Рекомендуемая литература

1. Шахтное и подземное строительство, проведение горизонтальных и наклонных выработок: учебное пособие / под общ. ред. М. В. Корнилкова. – Екатеринбург:. Изд-во УГГГА, 2002. - 188 с.

2. Подземная разработка пластовых месторождений. Теоретические и методические основы проведения практических занятий: учебное пособие / О. В. Михеев [и др.]; под общ. ред. Л. А. Пучкова.- М.: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2001. - 487 с.

7. ВЫБОР МЕСТА ЗАЛОЖЕНИЯ СТВОЛОВ

Цель работы. Приобретение навыков по выбору места заложения главного и вспомогательного стволов при различных горно-геологических и горнотехнических условиях разработки шахтного поля.

Теоретические основы выполнения работы. Выбор места заложения стволов определяется многими горно-геологическими и горнотехническими факторами.

К основным горно-геологическим факторам следует отнести следующие: мощность и угол падения пластов; количество рабочих пластов в шахтном поле; размеры шахтного поля по простиранию и падению; расстояние между отрабатываемыми пластами; газообильность и водообильность углепородного массива; физико-механические свойства вмещающих пород; нарушенность месторождения и рельеф поверхности.

Горнотехнические факторы, определяющие выбор места заложения стволов, могут быть следующие: безопасность ведения горных работ; суточная мощность шахты и средняя нагрузка на очистной забой; количество подготовительных и очистных забоев; запасы шахтного поля и др.

На выбор места заложения стволов определенное влияние оказывают и социально-экономические факторы: учет требований охраны окружающей среды; отвод и очищение технических вод, удаление отходов производства; наличие подъездных путей, электроснабжения, водоснабжения и развитие инфраструктуры. Место заложения главного ствола определяется экономическими расчетами после учета вышеперечисленных факторов. При этом необходимо обеспечить минимальные первоначальные капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Однако поиск оптимума комплекса горно-геологических, горнотехнических и социально-экономических аспектов, характерных для каждой конкретной ситуации, остается до сих пор не решенным.

При близкой к прямоугольной конфигурации шахтного поля и выдержанной мощности пластов оптимальное место заложения главного ствола по простиранию будет в середине шахтного поля.

Это определяется эксплуатационными затратами на транспортирование полезного ископаемого, оборудования и материалов.

Центральное расположение главного ствола обеспечивает концентрацию ведения горных работ, улучшение технико-экономических показателей добычи полезного ископаемого.

Выбор места заложения главного ствола вкрест простирания пластов рекомендуется производить по методике акад. Л. Д. Шевякова, согласно которой оптимальный пункт заложения главного ствола находится в пункте сосредоточения грузов на главном квершлаге, к которому по каждому направлению к стволу (справа и слева) свозится сумма грузов, меньшая полусуммы всех грузов, т. е. выполняется следующее условие:

$$\Sigma Z_{\text{лев}} < Z/2;$$
$$\Sigma Z_{\text{пр}} < Z/2, \qquad (7.1)$$

где Z - сумма всех грузов, транспортируемых к стволу, т.

Оптимальная точка своза грузов совпадает с точкой приложения такого груза, при котором сумма всех грузов делится пополам.

Если вскрытие шахтного поля производится не одним, а несколькими квершлагами, расположенными на разных горизонтах, то определение места заложения главного ствола, обеспечивающего минимальные транспортные расходы по всем квершлагам, производится следующим образом. Внизу чертежа схемы вскрытия, выполненной в масштабе, проводят горизонтальную линию АБ и проецируют на нее все пункты сосредоточения грузов на транспортных квершлагах. Проекции пунктов на прямую нумеруют слева направо. В точке проекций переносятся соответствующие грузы и находят оптимальный пункт, в котором выполняются неравенства (7.1). При равных размерах шахтного поля и этажа по простиранию и падению и одинаковой плотности угля всех пластов свиты данные, выражающие запасы угля, подлежащие транспортированию, можно заменить пропорциональными им мощностями пластов.

Пример1. *Выбрать место заложения главного ствола в крест простирания шахтного поля, оптимальное по фактору подземного транспорта, при следующих условиях: число разрабатываемых пластов – 4; мощности пластов:* $m_1 = 1{,}0$ *м,* $m_2 = 0{,}9$ *м,* $m_3 =$

= 0,7м, m_4 = 0,8 м; угол падения пластов – 60°; расстояние между пластами: a_1 = 60 м, a_2 = 45 м, a_3 = 50 м; размер шахтного поля по падению - H = 500 м; количество транспортных горизонтов –3.

Решение. В масштабе вычерчиваем схему вскрытия шахтного поля (рис. 7.1), проводим параллельно квершлагам линию АБ, на которую проецируем все точки пересечения транспортных квершлагов с пластами. В полученных точках сосредоточены соответствующие грузы. Так как размеры шахтного поля, этажей и плотность угля одинаковы для всех пластов, то заменяем грузы (промышленные запасы угля в этаже по каждому пласту) пропорциональными им величинами – мощностями пластов. Затем на транспортном пути 1…12 отыскиваем графическим способом оптимальное место заложения главного ствола. Из рисунка видно, что полусумма грузов располагается между пунктами 5 и 6. Следовательно, место заложения ствола может находиться в любой точке этого участка.

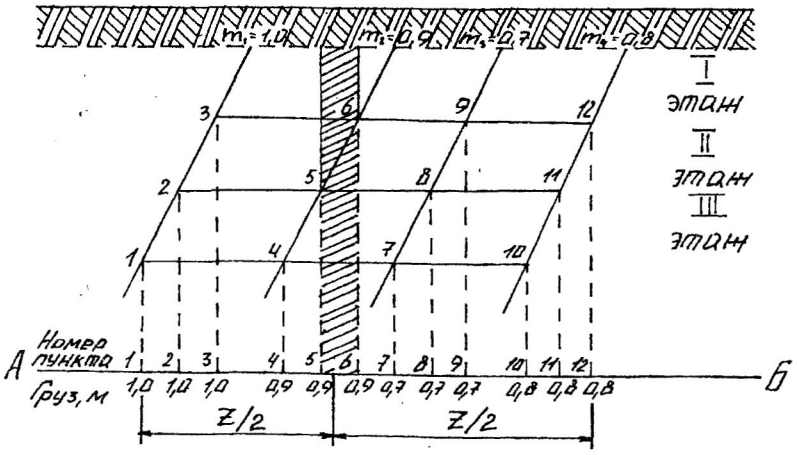


Рис. 7.1. К определению места заложения главного ствола

Пример 2. *Выбрать место заложения ствола шахты в направлении простирания пласта, обеспечивающее минимальную работу подземного транспорта угля при следующих условиях: разра-*

батывается пласт угля с переменным углом падения и невыдержанной мощностью; способ подготовки шахтного поля – этажный; этажи делятся на выемочные поля разной длины из-за невыдержанных элементов залегания пластов.

Решение. Грузы (запасы выемочных полей), подлежащие транспортировке по этажным штрекам, показываются на плане шахтного поля (рис. 7.2). Пункты сосредоточения грузов (точки пересечения участковых бремсбергов с этажными штреками) для удобства нумеруются.

На горизонтальную линию АБ проецируем все точки пересечения этажных штреков с участковыми бремсбергами. В этих точках сосредотачиваются величины соответствующих грузов. Затем на транспортном пути 1...12 отыскиваем графическим способом оптимальный пункт своза грузов. В данном случае он находится между пунктами 11 и 3.

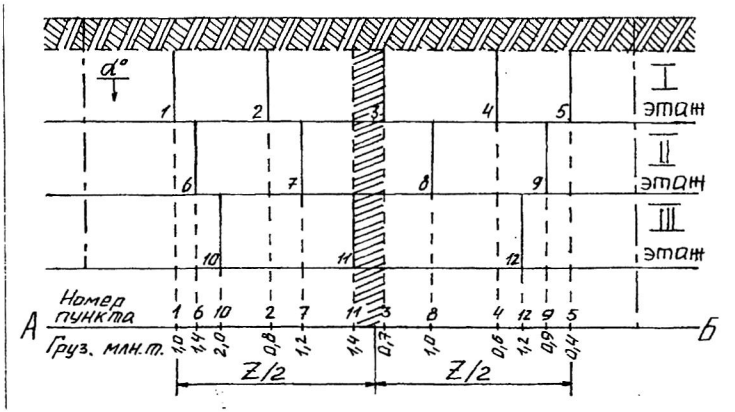


Рис. 7.2. К определению места заложения ствола в направлении простирания пласта

Порядок выполнения работы. После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы студенты в лабораторных условиях изучают место заложения главного ствола с использованием планов горных работ, макетов и планшетов.

На основании исходных данных (табл. 7.1) студенты вычерчи-

Таблица 7.1

Исходные данные для выполнения работы

Номер варианта	Размеры шахтного поля, м		Мощность угольных пластов, м				Расстояние между пластами, м			Угол падения пластов, α, град
	S	H	m_1	m_2	m_3	m_4	a_1	a_2	a_3	
1	5000	2380	2,5	4,5	3,8	-	15	32	-	27
2	5500	1800	1,8	2,4	2,8	-	40	60	-	35
3	4720	2100	3,9	2,1	-	-	70	-	-	30
4	4800	1900	4,5	2,5	1,8	3,2	20	15	60	38
5	5800	2300	2,0	3,1	1,5	5,0	40	35	80	30
6	4650	1600	1,2	1,8	2,1	1,5	25	15	40	45
7	3800	1200	4,2	2,9	3,5	-	60	40	-	60
8	5100	1700	1,3	2,0	1,8	1,5	30	50	20	32
9	4250	1400	2,7	1,8	3,6	-	80	30	-	28
10	6000	7000	2,0	3,1	1,6	2,2	10	60	20	35
11	3950	1350	1,5	1,8	2,5	1,2	20	70	30	40
12	7200	3000	3,1	3,3	1,7	2,0	45	20	60	22
13	4660	1380	1,6	2,4	4,1	-	70	30	-	34
14	3820	1160	2,8	1,7	1,5	-	25	40	-	55
15	6500	2800	1,4	3,6	4,2	5,0	18	35	50	36
16	4280	1120	3,1	1,5	2,6	2,8	40	25	70	42
17	5400	1460	1,9	2,7	1,4	2,3	20	38	55	50
18	7000	4000	2,0	1,5	2,2	3,3	40	20	15	28
19	5060	1700	1,4	1,7	2,0	-	30	40	-	25
20	6000	3100	1,5	3,0	2,5	2,0	25	18	30	27
21	3720	1330	1,3	1,8	1,9	2,5	12	30	38	37
22	4740	158	2,2	1,4	2,7	-	2	42	-	30

вают схему выбора места заложения ствола вкрест простирания и на плане шахтного поля. При этом производятся необходимые расчеты.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные горно-геологические факторы, влияющие на выбор места заложения главного ствола.
2. Каковы достоинства и недостатки центрального расположения главного ствола в шахтном поле?
3. В чем заключается сущность методики акад. Л. Д. Шевякова по выбору места заложения главного ствола?
4. При каких условиях величины транспортируемых грузов можно заменить мощностями разрабатываемых пластов?

Рекомендуемая литература

1. Примеры и задачи по технологии горного производства / Ю. К. Нурмухамедов. - М.: Недра, 1973.- 296 с.
2. Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых.- 2-е изд., перераб. и доп. / А. С. Бурчаков, Н. К. Гринько, А. Б. Ковальчук.- М.: Недра. – 536 с.

8. СПОСОБЫ ДЕЛЕНИЯ ШАХТНОГО ПОЛЯ НА ЧАСТИ И ПОРЯДОК ЕГО ОТРАБОТКИ

Цель работы. Изучение способов деления шахтного поля на части, порядка и направления отработки шахтного поля в пространстве и времени в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий.

Теоретические основы выполнения работы. Шахтное поле угольной шахты не может разрабатываться одновременно по всей площади из-за его больших размеров. Для обеспечения системной и безопасной отработки шахтного поля его делят на части, удобные для разработки, – выемочные ступени (выемочные горизонты), крылья, блоки, этажи, панели, выемочные столбы и полосы. Параметры этих частей шахтного поля должны соответствовать условиям эффективного использования существующей и прогнозируемой горной техники и технологии.

Разделение шахтного поля на части зависит от ряда горно-геологических и горнотехнических факторов, основными из которых являются угол падения пластов, газообильность месторождения, технология и механизация очистных работ.

Горизонт (ступень) – часть шахтного поля, одной из границ которого по падению является главный транспортный штрек, а другой – верхняя или нижняя граница шахтного поля. Боковыми границами горизонта служат границы шахтного поля по простиранию.

Транспортным горизонтом называют совокупность вскрывающих, подготовительных выработок и выработок околоствольного двора, расположенных на одном уровне и служащих для транспортирования угля к стволу.

Часть шахтного поля, ограниченная по падению и восстанию смежными транспортными горизонтами или транспортным горизонтом и границей шахтного поля, а по простиранию границами шахтного поля, называют **выемочной ступенью** (выемочным горизонтом).

Наклонная высота выемочной ступени изменяется в широких пределах: от 100 - 150 м при крутом падении пластов до 1500 – 2000 м и более - при пологом.

При одногоризонтном вскрытии пологих пластов (с одним

транспортным горизонтом) шахтное поле обычно делят по падению на две части – бремсберговую ($H_{бр}$) и уклонную ($H_{у}$) независимо от способа подготовки (рис. 8.1).

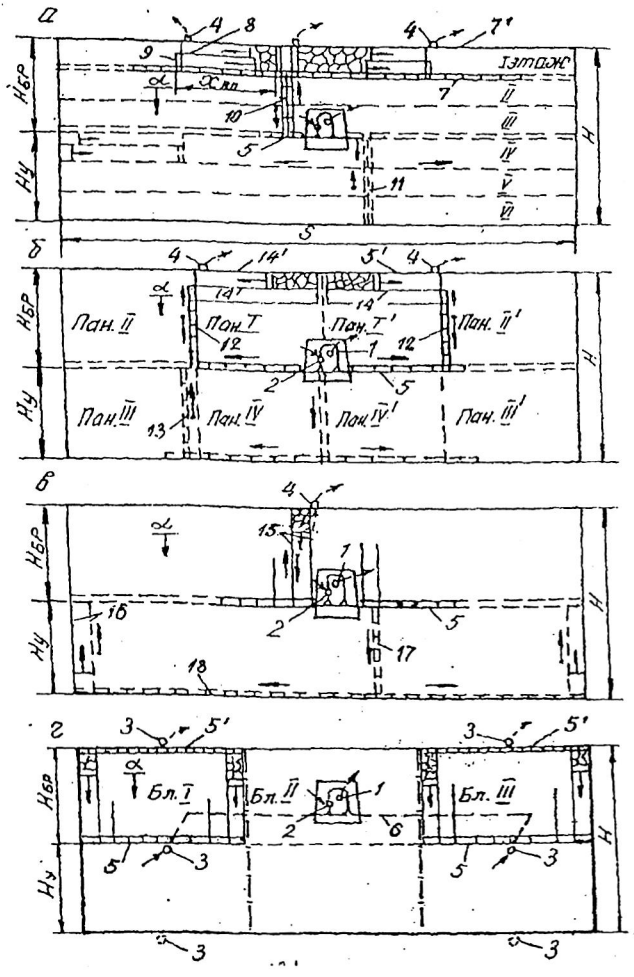


Рис. 8.1. Деление шахтного поля:
на этажи *(а)*; на панели *(б)*; на выемочные ступени, отрабатываемые длинными столбами по падению и восстанию *(в)*; на блоки *(г)*

По простиранию шахтное поле делится на **крылья.** Под крылом понимается часть шахтного поля, расположенная по одну сторону от главной вскрывающей выработки. Как правило, шахты отрабатывают двухкрылые шахтные поля. Крылья обычно обозначают частями света (западное, восточное и др.).

Блок – часть шахтного поля, характеризующаяся независимым проветриванием. Для этого проводятся блоковые воздухоподающие и воздухоотводящие стволы *3* (см. рис. 8.1, 8.2). Уголь из всех блоков по магистральному полевому штреку *6* доставляется к главному стволу *1*, располагаемому в центральном блоке. Размер блоков по простиранию обычно колеблется в пределах 3,0 – 4,5 км.

Границами блока по простиранию являются границы соседних блоков, а также одной из границ крайних блоков служат границы шахтного поля. Границами блоков по падению и восстанию являются границы шахтного поля.

К разделению шахтного поля на блоки прибегают при большой производственной мощности шахты, больших размерах шахтного поля, высокой газообильности месторождения.

При крутом, крутонаклонном, наклонном и, реже, пологом падении шахтное поле разделяется на этажи. **Этажом** называется часть шахтного поля, ограниченная по падению этажным откаточным штреком *7*, по восстанию этажным вентиляционным штреком *7'*, по простиранию – границами шахтного поля (см. рис. 8.1, *а*). При пологом падении в пределах выемочной ступени обычно располагается несколько этажей, соединяемых с транспортным горизонтом капитальными бремсбергами *10* и капитальными уклонами *11*.

При наклонном и пологом падении этаж, как правило, разделяется промежуточными штреками *8* на 2 - 3 подэтажа. Часть этажа по простиранию, заключенная между участковыми бремсбергами *9*, скатами и уклонами, а также между промежуточными квершлагами, называется **выемочным полем** ($x_{вп}$ на рис. 8.1, *а*). Длина выемочного поля по простиранию на пологих пластах принимается в пределах 1000 - 2000 м, на крутых – 300 - 600 м.

При углах падения до 18 – 25 ° выемочная ступень по простиранию может быть разделена на панели (см. рис. 8.1, *б*). **Панелью** называется часть шахтного поля, ограниченная по восстанию и па-

дению главными штреками (откаточным *5* и вентиляционным *5'*) либо с одной стороны границей шахтного поля, а по простиранию - границами соседних панелей или границей соседней панели с одной стороны и границей шахтного поля - с другой. Панели могут быть бремсберговыми и уклонными (см. рис. 8.1, *б*). Как и выемочные поля, они могут быть односторонними и двусторонними. Размеры панелей по простиранию находятся в пределах 1200 - 3500 м, а по падению – 1000 - 1200 м. По падению панели делятся на ярусы. **Ярус** – одновременно отрабатываемая часть панели, ограниченная по падению конвейерным *14*, по восстанию вентиляционным *14* ярусными штреками. В ярусе обычно располагается один забой очистной. Возможно деление яруса на подъярусы.

При углах падения пластов до 10° пласт в пределах горизонта делят по простиранию месторождения на выемочные столбы, вытянутые по восстанию или падению от верхней границы горизонта до нижней. Такой способ подготовки называют **погоризонтным** (см. рис. 8.1, *в*). Выемочные ступени делятся конвейерными и вентиляционными бремсбергами *15* или уклонами *16* на столбы шириной 150 - 250 м, отрабатываемые по падению или восстанию.

Порядок отработки различных частей шахтного поля показан на рис. 8.2.

Порядок отработки шахтного поля – это определенная очередность выемки в пространстве и времени, увязанная со схемами вскрытия и подготовки шахтного поля и его участков.

Этажи (ярусы), как правило, отрабатывают в нисходящем порядке, а по простиранию можно отрабатывать в прямом или обратном порядке.

Порядок отработки свиты пластов устанавливается с учетом принятой производительности шахты и требований безопасности ведения работ.

При выборе порядка отработки частей шахтного поля следует учитывает достоинства и недостатки вариантов. При прямом порядке отработки сокращается срок строительства и обеспечивается быстрое начало эксплуатационных работ, не требуется больших разовых капиталовложений. Однако при этом увеличиваются утечки воздуха, возрастают пожарная опасность и затраты на противопожарную профилактику, значительно увеличиваются расходы на

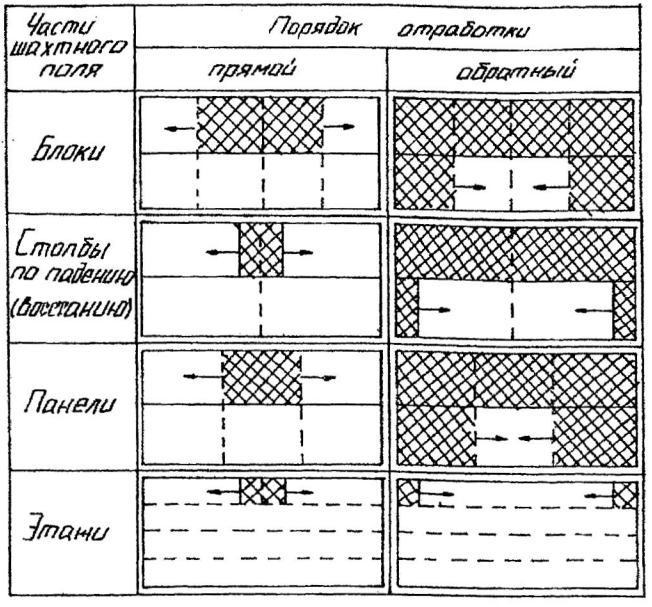


Рис. 8.2. Порядок отработки шахтного поля

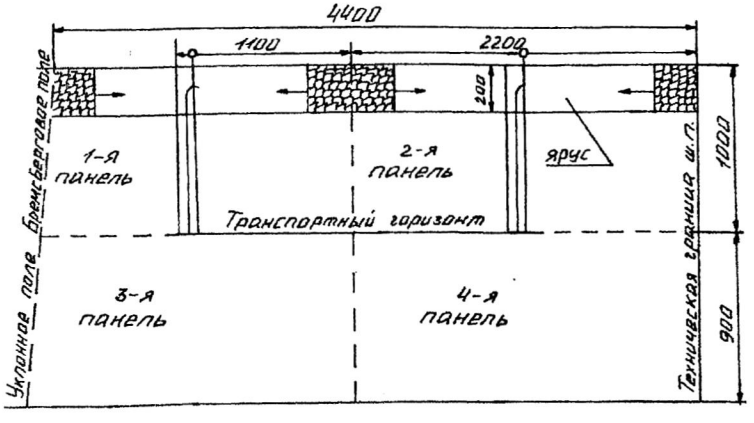


Рис. 8.3. Графическая интерпретация примера

поддержание транспортных и вентиляционных выработок, затрудняется борьба с пожарами.

Пример. *Разделить шахтное поле с размерами по простиранию 4,5 км и по падению 1,9 км на части. Обосновать возможные способы деления шахтного поля на части и вычертить их схемы для следующих условий: мощность пласта 2 м, угол падения 16°. Шахтное поле на западе ограничено дизъюнктивным нарушением амплитудой H=30 м, а на востоке – технической границей с шахтой «Центральная».*

Решение. С учетом заданных условий принимается панельный способ подготовки шахтного поля. По падению шахтное поле делится на бремсберговую ($h_б$ =1000 м) и уклонную ($h_у$ =900 м) части. Панели двусторонние с размерами по простиранию 2200 м. Панель делится на ярусы. Графическая интерпретация примера представлена на рис. 8.3.

Порядок выполнения работы

Первоначально необходимо ознакомиться с теоретическими основами выполнения работы. Затем по планам горных работ определить, на какие части разделено шахтное поле, установить их размеры и порядок отработки.

Далее по заданным условиям (табл. 8.1) осуществляется деление шахтного поля на части и обосновывается порядок их отработки. Принятые решения отображаются графически. При этом графическая часть выполняется в масштабе.

Таблица 8. 1

Исходные данные для выполнения работ

Номер варианта	Размер шахтного поля		Число пластов в шахтном поле	Мощность пластов, м	Угол падения, град	Категория шахты по метану
	по простиранию	по падению				
1	5500	2400	3	1,8; 2,4; 2,8	8	III
2	9000	3000	2	2,9; 3,5	15	Сверхкат.
3	4500	2100	2	2,7; 3,2	27	II
4	6000	2600	1	2,3	18	I
5	4000	1800	2	1,9; 2,6	12	III
6	8000	3000	1	3,1	10	Сверхкат.
7	7000	2700	2	1,8; 2,9	20	III
8	5000	1700	3	2,0; 2,2; 2,0	35	Сверхкат.
9	6350	1950	2	1,7; 3,0	22	II
10	4050	1550	3	3,1; 2,4; 1,8	30	I
11	5200	1800	2	2,5; 3,1	24	II
12	3450	1200	3	1,5; 2,0; 2,5	40	Сверхкат.
13	4250	1400	2	2,4; 3,0	50	II
14	6100	1950	1	3,6	6	I
15	3800	1100	3	1,5; 1,9; 2,6	45	II
16	4000	1420	2	3,2; 2,8	60	III
17	4650	1600	1	4,2	32	III
18	12000	2400	3	1,4; 2,1; 1,8	3	Сверхкат.
19	10000	1200	3	2,9; 3,8; 4,5	15	III
20	5400	2050	2	3,2; 4,3	26	II
21	6300	1980	3	1,9; 2,6; 1,7	18	III
22	7200	2400	2	4,0; 3,7	8	I
23	4630	1420	2	2,6; 3,2	45	II
24	10800	2500	3	3,0; 4,1; 2,5	32	Сверхкат.
25	5800	2100	2	2,2; 2,8	30	II

Контрольные вопросы

1. Что понимается под термином «шахтное поле»?
2. Перечислите основные горно-геологические и горнотехнические факторы, влияющие на способы деления шахтного поля.
3. На какие основные части делится шахтное поле по падению и простиранию?
4. В чем заключается сущность этажного, панельного и погоризонтного способов подготовки шахтного поля?
5. Назовите области применения этажного, панельного и погоризонтного способов подготовки.
6. Порядок отработки шахтного поля при этажном, панельном и погоризонтном способах подготовки.

Рекомендуемая литература

1. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. Подземная разработка пластовых месторождений: учебник для вузов / В. Н. Корнилков.- Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. горного ун-та, 2005. – 494 с.
2. Технология подземной разработки месторождений полезных ископаемых / А. С. Бурчаков [и др.] – М.: Недра, 1983. – 487 с.

9. ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ И КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВЫБОР СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Цель работы. Закрепление и углубление знаний студентов, привитие навыков по определению классификационных признаков систем разработки угольных пластов по планам горных работ.

Теоретические основы выполнения работы

Под **системой разработки** пластовых месторождений понимается порядок проведения подготовительных и очистных работ в пределах выемочного поля, увязанный в пространстве и времени.

Условия залегания угольных месторождений весьма разнообразны, и поэтому выбор системы разработки зависит от многих геологических, технических и организационных факторов, определяющих эти условия. Основными факторами, влияющими на выбор системы разработки угольных пластов, являются: форма залегания пластов в недрах; их мощность и угол падения; строение пластов; свойства угля и вмещающих пород; газоносность и водоносность месторождения; склонность пластов к самовозгоранию; склонность пластов к горным ударам и внезапным выбросам; расстояние между смежными пластами угля; глубина разработки; способы и средства механизации производственных процессов в очистных и подготовительных выработках и др.

Рассмотрим основные из них.

Форма месторождений бывает правильная и неправильная (см. работу № 2). Пластовые месторождения характеризуются тем, что элементы их залегания сохраняются на значительных площадях. Однако довольно часто наблюдаются изменения мощности и угла падения пласта, нарушения его сплошности и др. Поэтому при выборе систем разработки следует предусматривать систему разработки, пригодную для диапазона колебаний элементов залегания пласта или, при необходимости, предусматривать возможность перехода от одной системы к другой.

Мощность пласта определяет способ выемки угля, интенсивность сдвижений вмещающих пород, способ управления горным давлением, а также способ проведения и поддержания подготовительных выработок.

Мощность пласта, как правило, выполняет роль классифицирующего признака систем разработки угольных пластов.

Угол падения пласта также является важным фактором при выборе систем разработки, а в некоторых классификациях - классификационным признаком. Он оказывает влияние на способ доставки угля вдоль очистного забоя, выбор средств механизации очистной выемки, форму и размер очистного забоя, способ управления горным давлением.

Свойства боковых пород оказывают существенное влияние на выбор способа охраны подготовительных выработок, способа управления горным давлением и крепления очистного забоя, средств механизации очистной выемки.

Основными характеристиками вмещающих угольный пласт пород являются их обрушаемость и устойчивость. При неустойчивых породах возникает необходимость использования механизированных крепей с максимальным коэффициентом перекрытия кровли, упрочнение пород кровли или оставление подкровельной пачки угля. На пластах с труднообрушающимися кровлями следует ориентироваться на очистные механизированные комплексы с высоким удельным сопротивлением, а также на проведение специальных мероприятий по разупрочнению пород кровли.

Устойчивость боковых пород предопределяет и расположение подготовительных выработок по пласту или пустым породам.

Газоносность пласта и вмещающих пород. При разработке угольных месторождений из пластов и вмещающих пород выделяются природные газы. При выборе системы разработки и их элементов наибольшее значение с точки зрения проветривания имеют метан (CH_4) и диоксид углерода (CO_2). Наибольшую опасность представляет метановоздушная смесь с содержанием метана 4,5 – 16 %, при котором она становится взрывчатой. На газовых шахтах предпочтительнее прямоточная и обособленная схема проветривания лав.

Водоносность. При высокой водообильности наблюдается вдавливание элементов крепей в породы почвы и интенсивно развивается пучение. Это должно учитываться при выборе вида крепей выработок и способов их охраны. Влияние этого фактора заключается и в том, что работа в обводненных забоях оказывает вредное

воздействие на здоровье рабочих, при этом увеличивается травматизм и снижается производительность труда. Поэтому при разработке обводненных месторождений необходимо применять также системы разработки, при которых либо данное месторождение дренируется, либо полностью исключается поступление воды в призабойное пространство очистного забоя.

Количество воды($м^3$), которое выдается из шахты, водоотливными установками на 1 т добычи полезного ископаемого в течение года называют коэффициентом водообильности шахты. Значение его изменяется в широком диапазоне от 0,1 до 35 $м^3$/т и более. В учебных целях по коэффициенту водообильности шахты разделяют на три группы: 1 – незначительная обводненность -$W \leq 1$ $м^3$/ т; 2 – средняя $W = 1{,}0 - 4{,}5$ $м^3$/ т; 3 - высокая - $W > 4{,}5$ $м^3$/ т.

Склонность угля к самовозгоранию проявляется тем чаще, чем мощнее пласт. Эндогенные пожары обычно возникают в местах геологических нарушений и разрушенных целиках угля. Наиболее пожаробезопасны системы разработки с минимальными потерями угля.

Глубина разработки вносит существенные изменения в разработку месторождений. С глубиной возрастает напряженное состояние горных пород, увеличивается давление на крепь горных выработок, возрастает вероятность возникновения горных ударов и внезапных выбросов газа, угля и породы. Общими рекомендациями при этом являются: опережающая отработка защитных пластов, минимальный объем подготовительных выработок, проведение выработок без оставления целиков угля и повторное их использование и др.

Способы механизации очистных и подготовительных работ весьма тесно связаны с системами разработки. Внедрение в практику горных работ новых средств комплексной механизации очистных работ вызвало необходимость в изменении элементов системы разработки и способов управления горным давлением.

Разнообразие горно-геологических условий залегания угольных пластов и технических средств их выемки предопределяет и многообразие вариантов и разновидностей систем разработки, которые характеризуются различными признаками.

В качестве основного классификационного признака в большинстве классификаций систем разработки принят признак разделе-

ния пласта по мощности на слои (табл. 9.1). В соответствии с этим признаком системы разработки разделяют на два вида – без разделения на слои (с выемкой на полную мощность) и с разделением на слои.

Первый дополнительный признак – длина очистного забоя. По этому признаку системы разработки разделяют на две группы: с длинными очистными забоями и с короткими забоями. Это разделение основывается не только на геометрическом признаке и на больших технологических различиях (виды механизации и организации очистных работ).

Второй признак – порядок проведения подготовительных выработок в выемочном поле по отношению к перемещающейся поверхности очистного забоя. Различают столбовую, сплошную и комбинированную системы разработки.

Для ***столбовых*** систем разработки характерным является то, что подготовительные выработки в выемочном поле по отношению к перемещающейся поверхности очистного забоя проводятся до начала очистной выемки.

Для ***сплошных*** систем разработки характерно одновременно-последовательное проведение подготовительных выработок в выемочном поле по отношению к перемещающейся поверхности очистного забоя, часть из них проводится до начала очистной выемки или одновременно с ней.

При ***комбинированной*** системе разработки можно применять одновременно или последовательно столбовую и сплошную системы разработки.

Третий признак – направление перемещения в пространстве очистного забоя в выемочном поле по отношению к элементам залегания пласта. Различают системы разработки с подвиганием очистных забоев по простиранию, падению, восстанию или диагонально.

Таблица 9.1

Классификационные признаки систем разработки

Классификационные признаки			
Разделение пласта по мощности на слои	Длина очистного забоя	Порядок проведения подготовительных выработок в выемочном поле по отношению к подвижной плоскости очистного забоя	Направление перемещения в пространстве очистного забоя в выемочном поле по отношению к элементам залегания пласта
Без разделения на слои	С длинными забоями	Одновременный (сплошная)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
		Последовательный (столбовая)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
		Одновременно-последовательный (комбинированная)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
	С короткими забоями	Одновременный (камерная)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
		Последовательный (короткими столбами)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
		Одновременно-последовательный (камерно-столбовая)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
С разделением на слои: наклонные	С длинными забоями	Последовательный (столбовая)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
	С короткими забоями		По простиранию
Горизонтальные: поперечно-наклонные	С короткими забоями		По простиранию

Варианты систем разработки могут также отличаться: схемами проветривания в пределах выемочного участка (возвратноточная, прямоточная); способами охраны подготовительных выработок (целиками, без целиков); способами управления горным давлением (с обрушением, с закладкой); способами выемки угля в очистном забое и др. При слоевых системах разработки возможны варианты порядка отработки слоев – нисходящий, восходящий и комбинированный.

Отличительные признаки наиболее широко применяемых систем разработки угольных пластов с выемкой на полную мощность представлены на рис. 9.1.

Применяемые системы разработки в конкретных горно-геологических условиях и их конструктивные особенности находят отражение на планах горных работ – основном документе шахты. На план наносятся все горные выработки (обычно в масштабе 1 : 2000, 1 : 5000 и реже 1 : 10000); отмечаются последовательность и сроки их проведения, а для очистных работ – величина месячного подвигания линии очистного забоя; старые очистные работы отмечаются по годовому подвиганию очистного забоя; указываются тип механизации выемки и способ управления кровлей.

Порядок выполнения работы

После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы, а также с примером выполнения работы студент получает план горных работ одной из действующих шахт. По полученному плану горных работ необходимо:

- определить и занести в таблицу (табл. 9.2) горно-геологические и горнотехнические параметры действующих выемочных участков;
- определить на основании отличительных признаков класс системы разработки;
- установить направление движения струи воздуха и транспорта угля на выемочном участке.

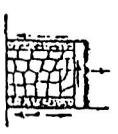
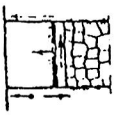
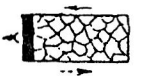
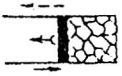
Признаки системы		Классификационные признаки		
		Вид системы разработки		
		Сплошная	Столбовая	Комбинированная
				
Основные	Порядок ведения очистных и подготовительных работ в выемочном поле	Одновременный	Разновременный	Комбинированный
Дополнительные	Условия поддержания участковых выработок	В выработанном пространстве или на границе с ним	В массиве угля или зоне установившегося горного давления	В массиве и выработанном пространстве
	Направление движения очистных забоев и транспорта угля	Противоположное	Совпадает	Совпадает или не совпадает
	Направление движения очистных забоев и исходящей струи воздуха	Противоположное 	Совпадает 	Совпадает  Не совпадает 

Рис. 9.1. Отличительные признаки систем разработки.

Направление движения:

очистного забоя; свежей струи воздуха;

транспорта угля; исходящей струи воздуха

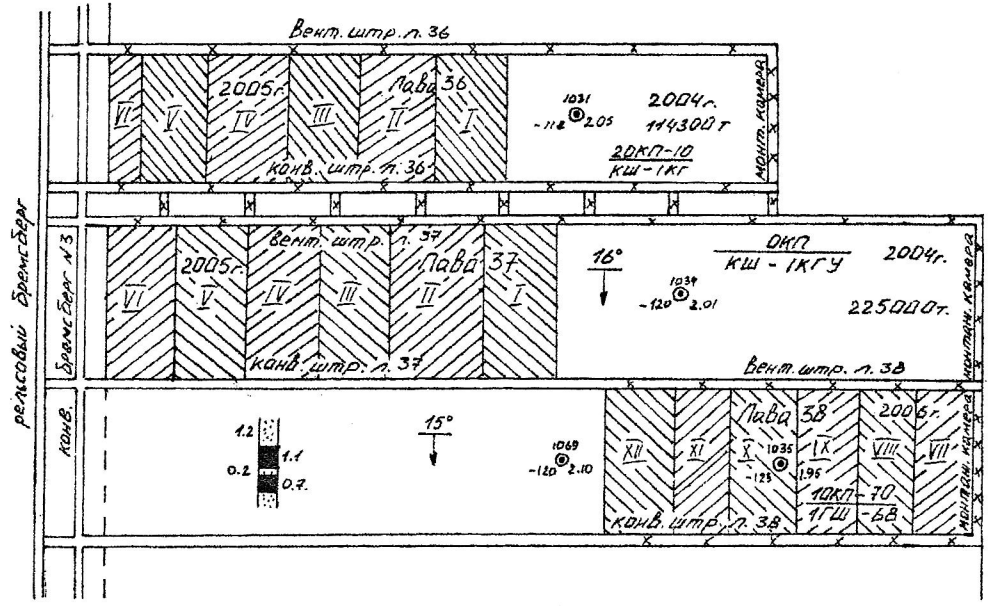


Рис. 9.2. Выкопировка из плана горных работ пласта «Ж»
шахты «Капитальная» (масштаб 1: 5000)

Таблица 9. 2

Характеристика действующих выемочных участков

Выемочной участок	Система разработки	Мощность пласта, м	Угол падения, град	Вмещающие породы		Длина лавы, м	Запасы выемочного участка, тыс. т	Способ охраны выработки
				кровля	почва			
Лава 36	Длинные столбы по простиранию	2,05	16	Алевролит, песчаник	Аргиллит	150	300,0	Целик-массив
Лава 37	То же	2,00	16	То же	То же	175	460,7	То же
Лава 38	- « -	2,10	15	- « -	- « -	160	421,1	Без целика с повторным использованием

Пример. По плану горных работ (рис. 9.2) устанавливаем следующее:

1) шахта «Капитальная» ОАО «Челябинская угольная компания», пласт «Ж», лава 38;

2) мощность пласта $m = 2{,}1$ м; угол падения $\alpha = 16°$; непосредственная кровля – алевролит мощностью 4 – 8 м; основная кровля – песчаник мощностью 6 – 8 м, почва – аргиллит; глубина ведения работ 250 м; шахта III категории по газу; глубина ведения работ 250 м; шахта III категории по газу;

3) очистной забой – лава длиной 160 м;

4) лава обслуживается конвейерным и вентиляционным штреками;

5) вентиляционным штреком лавы 38 является сохраненный для повторного использования конвейерный штрек лавы 37;

6) очистные и подготовительные работы разделены в пространстве и времени;

7) направление движения исходящей струи воздуха и транспортирования угля совпадает с направлением подвигания лавы.

Данная система разработки имеет классификационные признаки столбовой системы разработки. Полное название системы – «Столбовая система разработки с выемкой одинарными лавами по простиранию».

Контрольные вопросы

1. Назовите основные факторы, влияющие на выбор системы разработки.
2. Как влияет на выбор системы разработки мощность пласта?
3. Как влияет на выбор системы разработки и ее параметры угол падения пласта?
4. Назовите основные признаки классификации систем разработки пластовых месторождений.
5. Назовите главные отличия столбовых систем разработки от сплошных.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица П.1.1

Углы сдвижения пород и ширина предохранительной бермы для основных бассейнов и месторождений

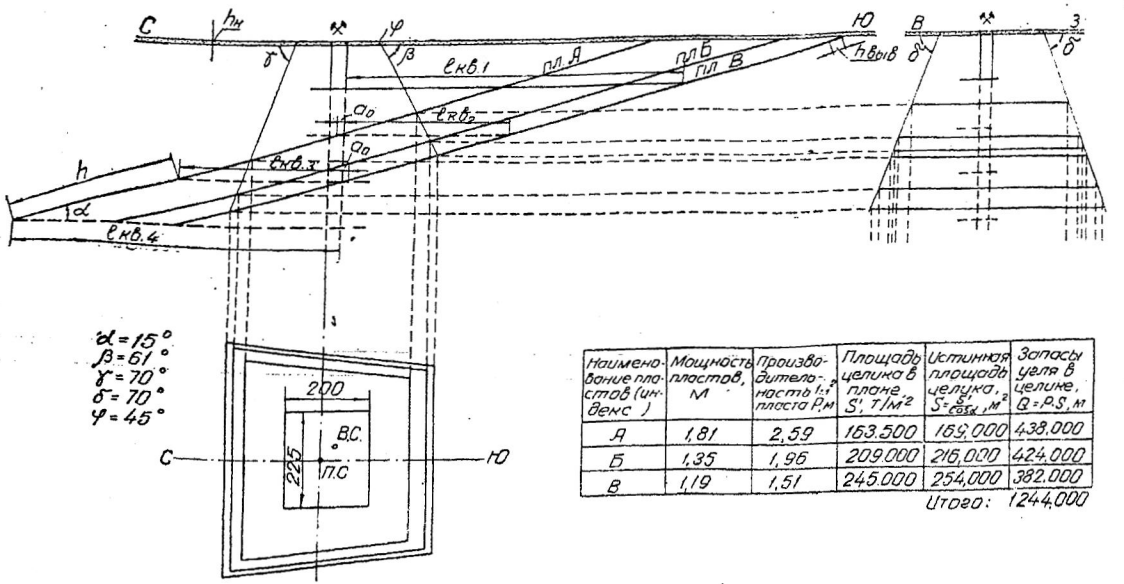
Бассейны или месторождения	Углы падения пластов α, град	Углы сдвижения пород, град				Ширина берм для объектов охраны, м
		в коренных породах			в наносах	
		β	γ	δ	φ	
Донецкий и Печорский	0…5	85	85	85	60	10
	6…44	90	85	85	60	
	45…65	90	85	85	60	
	66…69	40	90	85	60	
	70…85	30	85	85	60	
Челябинский	0…10	65	65	65	50	10
	11…60	70 – 0	70	65	50	
	61…65	40	75	65	50	
	66 и более	40	75	65	50	
Воркутинское	0…65	80	80	80	55, в обводненных 45	10
Карагандинский	0…70	70-0,6	70	70	45	10
	70…80	30		70	45	
Подмосковный	0…10	-	-	55	-	5
Кузнецкий	0	80	80	80	55	10
	10…50	82- 0	80	80	55	
	51..55	31	80	75	55	
	56…90	30	80	75	55	

Примечание. В Челябинском бассейне углы сдвижения пород β, γ, и δ в подработанной ранее толще пород принимаются на 10° меньше, чем углы, определенные по табл. П.3.1.

При разработке угольных пластов с углами падения более 65° угол сдвижения β_1 в породах лежачего бока изменяется от 55 до 40° обратно пропорционально изменению углов падения от 65 до 90°, т. е. при возрастании угла падения на каждые 5° угол сдвижения уменьшается на 3°.

В Донецком бассейне при наличии в толще меловых и третичных отложений углы сдвижения $\beta = \gamma = \delta = 70°$.

В Печорском бассейне при наличии в наносах плывунов угол сдвижения φ принимается равным 45°.



Наименование пластов (индекс)	Мощность пластов, м	Производительность 1 м² пласта P, м	Площадь целика в плане, S', т/м²	Истинная площадь целика, $S = \frac{S'}{\cos\alpha}$, м²	Запасы угля в целике, Q = P·S, м
А	1,81	2,59	163.500	169,000	438.000
Б	1,35	1,96	209.000	216,000	424.000
В	1,19	1,51	245.000	254,000	382.000
				Итого:	1244.000

Рис. П. 1.1. Построение предохранительных целиков под промплощадку

Приложение 2

Таблица П.2.1

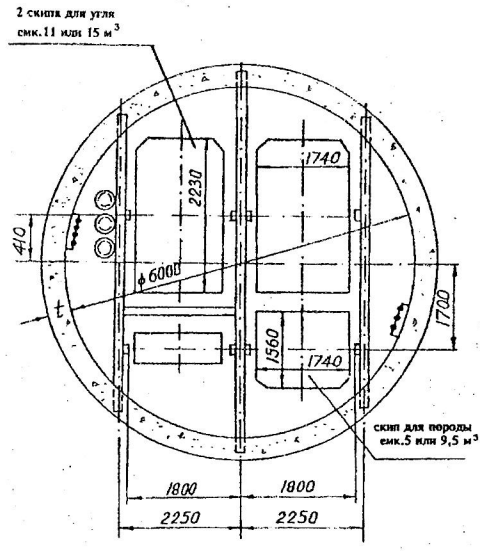
Габаритные размеры подвижного состава

Параметры	Шахтные вагонетки								
	ВГ-0,7	ВГ-1,2	ВГ-2,0	ВГ- 2,2	ВГ-3,3	ВГ-4,5А	ВГ-9А	ВГ-10А	УВГ-1,3
Вместимость кузова, $м^3$	0,7	1,2	2,0	2,2	3,3	4,5	9	10	1,3
Основные размеры, мм									
Длина	1250	1850	3070	2950	3450	4100	8000	7300	1500
Ширина	850	1000	1250	1200	1240	1350	1350	1800	850
Высота	1220	1300	1200	1300	1300	1550	1550	1600	1300
Колея, мм	600	600, 750	750, 900	600, 750	900	750, 900	750, 900	750, 900	600, 750
	Аккумуляторные электровозы								
Тип электровоза	4,5 АРП-2М	5АРВ-2М	АРИ-7	АРВ-7	АМВД	2АМ-8Д	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 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

Окончание табл. П.2.1

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 по выступающим частям при колее 750 и 900 мм	-	1300	1650	1650	1650	1650
Высота, мм	1400	1515	1650	1650	1650	1650
Шахтные конвейеры с шириной ленты 800 мм						
Тип конвейера	КЛ 150Д, КЛ-150У	1Л80	1ЛТ-80	2П80	2ЛБ80	1ПБ80
Максимальная ширина, мм	1080	1108	1108	1108	1108	1108

а



б

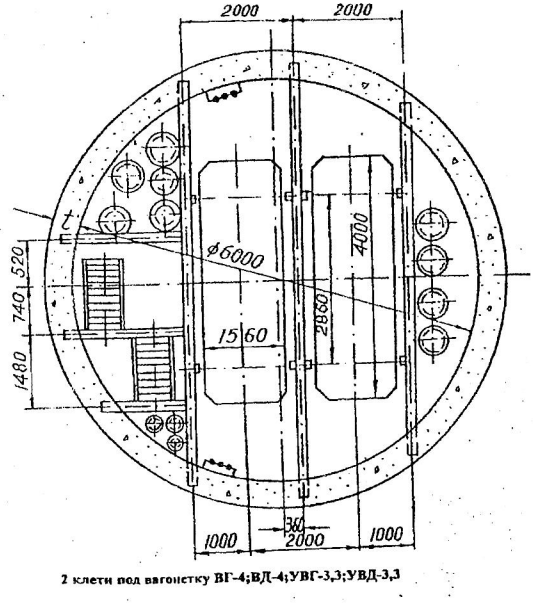


Рис. П. 3.1. Сечение скипового *(а)* и клетевого *(б)* стволов

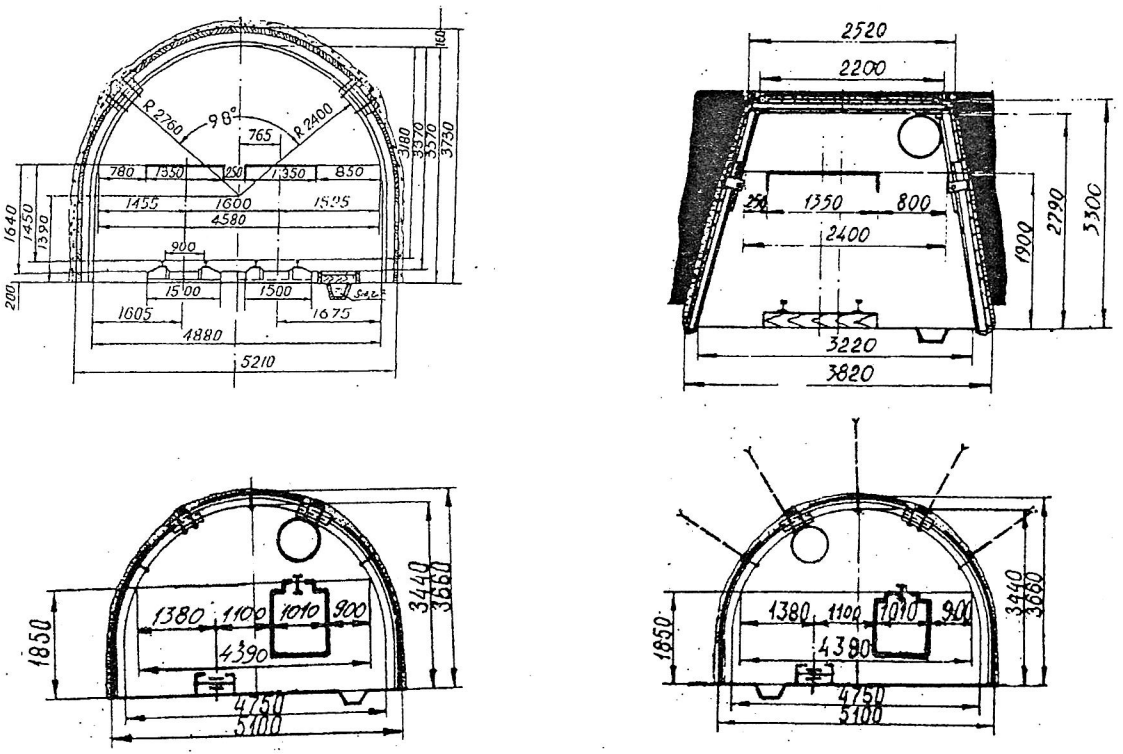


Рис. П. 3.2. Сечение квершлага *(а)*, вентиляционного штрека *(б)* и бремсберга *(в, г)*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Горно-геологические условия залегания угольных месторождений весьма разнообразны. Это приводит и к различным техническим решениям на различных стадиях их разработки.

На этапе изучения дисциплины «Основы горного дела» при многовариантности решения вопросов во всех звеньях технологической цепи угольной шахты следует освоить основные ее элементы. При этом наибольший эффект в освоении материала достигается в результате прорисовывания чертежей схем графиков и проведения соответствующих расчетов после изучения теоретических вопросов.

Учебное издание

Александр Михайлович Вандышев

Потапов Владимир Валентинович

ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА.
ПОДЗЕМНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие
по выполнению практических работ по дисциплине
«Основы горного дела» для студентов
специальности 21.05.04 «Горное дело»

Редактор Устьянцева Л.В.
Компьютерная верстка Реснянской И.В.

Подписано в печать 2019 г.
Бумага писчая. Формат 60x84 $^{1}/_{16}$
Гарнитура Times New Roman Печать на ризографе.
Печ. л. Уч.-изд.л. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

ПОДЗЕМНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Автор: Кокарев К.В.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Горного дела	горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Валиев Н.Г.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 17.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

Печатается по решению учебно-методической комиссии
Горно-технологического факультета

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Подземная геотехнология»

Методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 21.05.04 Горное дело как руководство для организации самостоятельной работы при выполнении практических работ, подготовки и написании рефератов, по изучению теоретических основ дисциплин, аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы, написании курсовых работ (проектов).

Составлено в соответствие с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по специальности 21.05.04 Горное дело.

Введение

Самостоятельная работа студентов является одной из основных форм внеаудиторной работы при реализации учебных планов и программ.

Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления ученика, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студенту предоставляется возможность работать во время учебы более самостоятельно, чем учащимся в средней школе. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Этапы самостоятельной работы:

- осознание учебной задачи, которая решается с помощью данной самостоятельной работы;
- ознакомление с инструкцией о её выполнении;
- осуществление процесса выполнения работы;
- самоанализ, самоконтроль;
- проверка работ студента, выделение и разбор типичных преимуществ и ошибок.

Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом учебного процесса для каждого студента и определяется учебным планом. При определении содержания самостоятельной работы студентов следует учитывать их уровень самостоятельности и требования к уровню самостоятельности выпускников для того, чтобы за период обучения искомый уровень был достигнут. Так, удельный вес самостоятельной работы на очном отделении составляет до 50% от количества аудиторных часов, отведённых на изучение дисциплины, на заочном отделении количество часов, отведенных на освоение дисциплины, увеличивается до 90%.

Формы самостоятельной работы студентов определяются при разработке рабочих программ и учебных методических комплексов дисциплин содержанием учебной дисциплины.

видами заданий для самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.
- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление

плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), завершение аудиторных практических работ и оформление отчётов по ним, подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), материалов-презентаций, подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

1. Методические рекомендации

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа обучающегося предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины обучающиеся выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы обучающихся являются лекции и практические / семинарские занятия.

1.1. Методические рекомендации по организации работы обучающихся во время проведения лекционных занятий

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от

обучающегося требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая обучающемуся понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность обучающегося. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

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 теоретическим материалом.

1.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям (семинарам)

Подготовку к каждому практическому занятию обучающийся должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности обучающегося свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В процессе подготовки к практическим занятиям, обучающимся необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение

рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности обучающихся по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения обучающихся. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим обучающимся. В целях контроля подготовленности обучающихся и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе семинарских занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к семинару обучающиеся имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем обучающиеся вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

1.3. Методические рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод

выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого обучающийся знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информации может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

– сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;

– обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;

– фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;

– готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;

– работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;

– пользоваться реферативными и справочными материалами;

– контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;

– обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим обучающимся.

– пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);

– использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;

– повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;

– обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);

– использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

1.4. Методические рекомендации по подготовке к сдаче зачета

Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На зачете обучающийся демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения дисциплины.

Подготовка к зачету включает в себя самостоятельную и аудиторную работу обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины и непосредственную подготовку в дни, предшествующие зачету по разделам и темам дисциплины.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать не только материалы лекций, а и рекомендованные преподавателем правовые акты, основную и дополнительную литературу.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

– внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;

– внимательно прочитать рекомендованную литературу;

– составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

1.1. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, обучающийся ликвидирует

имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене обучающийся демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения дисциплины.

Подготовка к экзамену включает в себя самостоятельную и аудиторную работу обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену по разделам и темам дисциплины.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать не только материалы лекций, а и рекомендованные основную и дополнительную литературу.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

– внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;

– внимательно прочитать рекомендованную литературу;

– составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

1.5. Методические рекомендации по подготовке доклада

Написание доклада является:

– одной из форм обучения, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы обучающихся;

– одной из форм научной работы обучающихся, целью которой является расширение их научного кругозора, ознакомление с методологией научного поиска.

Доклад, как форма обучения - это краткий обзор доступных публикаций по заданной теме.

Темы докладов определяются преподавателем и содержатся в программе курса.

Преподаватель рекомендует литературу, которая может быть использована для написания доклада.

Целью написания докладов является:

– привитие обучающимся навыков библиографического поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);

– привитие обучающимся навыков компактного изложения мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу в письменной форме, научно грамотным языком и в хорошем стиле;

– приобретение обучающимися навыка грамотного оформления ссылок на используемые источники, правильного цитирования авторского текста; – с максимальной полнотой использовать литературу по выбранной теме (как рекомендуемую, так и самостоятельно подобранную) для правильного понимания авторской позиции;

Алгоритм создания доклада:

1 этап – определение темы доклада

2 этап – определение цели доклада

3 этап − подробное раскрытие информации

4 этап − формулирование основных тезисов и выводов.

Требования к содержанию доклада:

– -материал, использованный в докладе, должен относиться строго к выбранной теме;

– -необходимо изложить основные аспекты проблемы не только грамотно, но и в соответствии с той или иной логикой (хронологической, тематической, событийной и др.)

– -при изложении следует сгруппировать идеи разных авторов по общности точек зрения или по научным школам;

Объем работы должен быть, как правило, не менее 5-10 страниц. Работа должна выполняться через одинарный интервал 14 шрифтом, размеры оставляемых полей: левое - 25 мм, правое -15 мм, нижнее -20 мм, верхнее -20 мм. Страницы должны быть пронумерованы.

Требования к выступлениям студентов

Одним из условий, обеспечивающих успех семинарских занятий, является совокупность определенных конкретных требований к выступлениям, докладам, рефератам студентов. Эти требования должны быть достаточно четкими и в то же время не настолько регламентированными, чтобы сковывать творческую мысль, насаждать схематизм.

Перечень требований к любому выступлению студента примерно таков:

- связь выступления с предшествующей темой или вопросом;
- раскрытие сущности проблемы;
- методологическое значение для научной, профессиональной и практической деятельности.

Важнейшие требования к выступлениям студентов – самостоятельность в подборе фактического материала и аналитическом отношении к нему, умение рассматривать примеры и факты во взаимосвязи и взаимообусловленности, отбирать наиболее существенные из них.

Приводимые участником семинара примеры и факты должны быть существенными, по возможности перекликаться с профилем обучения. Примеры из области наук, близких к будущей специальности студента, из сферы познания, обучения поощряются руководителем семинара. Выступление студента должно соответствовать требованиям логики. Четкое вычленение излагаемой проблемы, ее точная формулировка, неукоснительная последовательность аргументации именно данной проблемы, без неоправданных отступлений от нее в процессе обоснования, безусловная доказательность, непротиворечивость и полнота аргументации, правильное и содержательное использование понятий и терминов.

Обсуждение докладов и выступлений

Порядок ведения семинара может быть самым разнообразным, в зависимости от его формы и тех целей, которые перед ним ставятся.

Обычно имеет место следующая последовательность:

а) выступление (доклад) по основному вопросу;

б) вопросы к выступающему;

в) обсуждение содержания доклада, его теоретических и методических достоинств и недостатков, дополнения и замечания по нему;
г) заключительное слово докладчика;
д) заключение преподавателя.

Разумеется, это лишь общая схема, которая может включать в себя развертывание дискуссии по возникшему вопросу и другие элементы.

При реферативно-докладной форме семинара первыми получают слово ранее намеченные докладчики, а при развернутой беседе - желающие выступить. Принцип добровольности выступления сочетается с вызовом студентов. Остальным желающим выступить по основному вопросу, чтобы не погасить у них интереса к семинару, можно посоветовать быть готовыми для анализа выступлений товарищей по группе, для дополнений и замечаний.

Желательно, чтобы студент излагал материал свободно.

Преподавателю, по возможности не следует прерывать выступление студента своими замечаниями и комментариями. Допустима тактичная поправка неправильно произнесенного слова, ошибочного ударения и т. п. Если далее выступающий допустил ошибки, гораздо лучше, если не сам преподаватель, а другие участники семинара первыми сделают ему соответствующее замечание.

Обстановка в аудитории во время выступления докладчика находится постоянно в сфере внимания руководителя семинара. Добиваясь внимательного и аналитического отношения студентов к выступлениям товарищей, руководитель семинара заранее ставит их в известность, что содержательный анализ выступления, доклада или реферата он оценивает так же высоко, как и выступление с хорошим докладом.

Вопросы к докладчику задают прежде всего студенты, а не преподаватель, в чем их следует поощрять. Необходимо требовать, чтобы вопросы, задаваемые студентам, были существенны, связаны с темой, точно сформулированы. Вопросам преподавателя обычно присущи следующее требования:

- ясность и четкость формулировок, определенность границ, весомость смысловой нагрузки;

- уместность постановки вопроса в данный момент, острота его звучания в сложившейся ситуации, пробуждающая живой интерес студенческой аудитории;

- вопросы должны быть посильными для студентов.

По своему характеру вопросы бывают уточняющими, наводящими, встречными; другая категория вопросов, например, казусных, может содержать предпосылки различных суждений, быть примером или положением, включающим кажущееся или действительное противоречие.

Уточняющие вопросы имеют своей целью заставить студента яснее высказать мысль, четко и определенно сформулировать ее, чтобы установить, оговорился ли он или имеет место неверное толкование проблемы. Ответ позволяет преподавателю принять правильное решение: исправленная оговорка снимает вопрос, ошибочное мнение выносится на обсуждение участников семинара, но без подчеркивания его ошибочности.

Наводящие или направляющие вопросы имеют своей задачей ввести полемику в нужное русло, помешать нежелательным отклонениям от сути

проблемы. Важно, чтобы такие вопросы приоткрывали новые сферы приложения высказанных положений, расширяли мыслительный горизонт студентов. Наводящие вопросы на вузовском семинаре являются редкостью и ставятся лишь в исключительных случаях.

Встречные вопросы содержат требования дополнительной аргументации, а также формально-логического анализа выступления или его отдельных положений. Цель таких вопросов — формирование у студентов умения всесторонне и глубоко обосновывать выдвигаемые положения, способности обнаруживать логические ошибки, обусловившие неубедительность или сомнительность вывода.

Казусные вопросы предлагаются студенту или всей группе в тех случаях, когда в выступлении, докладе проблема освещена в общем-то верно, но слишком схематично, все кажется ясным и простым (хотя подлинная глубина проблемы не раскрыта) и в аудитории образуется «вакуум интересов». Возникает необходимость показать, что в изложенной проблеме не все так просто, как это может показаться. По возможности, опираясь на знания, уже известные студентам, преподаватель найдет более сложный аспект проблемы и вынесет его на обсуждение в виде вопроса. Цель таких вопросов в том, чтобы сложное, противоречивое явление реальной действительности, содержащее в себе предпосылки для различных суждений, было осмыслено студентами в свете обсужденной теоретической проблемы, чтобы студент научился мыслить шире и глубже.

Вопрос может быть поставлен в чисто теоретическом плане, но могут быть упомянуты и конкретные случаи, события, по возможности близкие или хорошо известные участникам семинара, и предоставлена возможность самим комментировать их в плане теоретической проблемы, обсуждаемой на семинаре.

Вопросы, преследующие создание «ситуации затруднений», обычно представляют собой две-три противоречащих друг другу формулировки, из которых необходимо обнаружить и обосновать истинную, или же берется высказывание какого-либо автора (без указания его фамилии) для анализа. В основном характер таких вопросов совпадает с постановкой задач на самостоятельность мышления.

1.6. Методические рекомендации по составлению глоссария

1. Внимательно прочитайте и ознакомьтесь с текстом. Вы встретите в нем много различных терминов, которые имеются по данной теме.

2. После того, как вы определили наиболее часто встречающиеся термины, вы должны составить из них список. Слова в этом списке должны быть расположены в строго алфавитном порядке, так как глоссарий представляет собой не что иное, как словарь специализированных терминов.

3. После этого начинается работа по составлению статей глоссария. Статья глоссария - это определение термина. Она состоит из двух частей: 1. точная формулировка термина в именительном падеже; 2. содержательная часть, объемно раскрывающая смысл данного термина.

При составлении глоссария важно придерживаться следующих правил:

- стремитесь к максимальной точности и достоверности информации;
- старайтесь указывать корректные научные термины и избегать всякого рода жаргонизмов. В случае употребления такового, давайте ему краткое и понятное пояснение;
- излагая несколько точек зрения в статье по поводу спорного вопроса, не принимайте ни одну из указанных позиций. Глоссарий - это всего лишь констатация имеющихся фактов;
- также не забывайте приводить в пример контекст, в котором может употреблять данный термин;
- при желании в глоссарий можно включить не только отельные слова и термины, но и целые фразы.

1.7. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы для освоения дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий, она в значительной мере определяет успех обучения в университете. Самостоятельная работа способствует приобретению глубоких и прочных знаний по изучаемым дисциплинам, вырабатывает умение ориентироваться в огромном потоке информации и дает навыки работы с учебной и научной литературой. Самостоятельная работа приучает делать обобщения и выводы, вырабатывает умение логично излагать изучаемый материал, формирует творческий подход, способствует использованию полученных знаний для разнообразных практических задач, развивает самостоятельность в принятии решений. Необходимо помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с начала семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, чтобы заставить себя работать с полной отдачей. Необходимо помнить, что время учебы крайне ограничено, его нельзя растрачивать понапрасну. Следует осознать, что, если не использовать для занятий всего лишь один вечер в неделю, то за год их наберется не менее 40, т.е. полтора учебных месяца окажутся потерянными. Успеху в самостоятельной работе способствует соблюдение некоторых правил. Прежде всего, следует приучить себя начинать работу немедленно, как только сели за стол. Надо работать сосредоточенно и все доводить до конца. Необходимо определить реальный объем работы и продумать последовательный план ее выполнения. Работать следует не спеша, но аккуратно, точно. Излишняя поспешность влияет на качество самостоятельной работы.

Необходимо самостоятельно планировать свое рабочее время, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала. Важно полнее осознать цели своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

В процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с литературой. Без навыка правильного использования источников будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

Работу с книгой следует начать с беглого ознакомления, чтобы решить, есть ли там материал, необходимый для самостоятельной работы. В первую очередь, ознакомиться с титульной страницей, на которой указаны автор, название и год издания. На обороте титульной страницы обычно помещена аннотация, в которой дается сжатая характеристика книги с указанием, для какого круга читателей она предназначена. Особое внимание следует обратить на оглавление, так как оно раскрывает содержание книги. Предисловие позволит узнать, с какой целью книга написана, каким вопросам посвящена. В заключение книги подводятся итоги, делаются выводы. Чтение книги может быть сплошным и выборочным (чтение отдельных глав или разделов). Чтение должно быть вдумчивым, внимательным, при чтении не следует торопиться. При чтении могут встретиться непонятные слова, термины и определения. В этих случаях следует обратиться к справочнику или соответствующему словарю. Не следует при чтении пропускать сноски и примечания, т.к. в них разъясняются отдельные места, дополняются сжато изложенные в тексте положения. При чтении необходимо выделить основную мысль, представить прочитанное как единое целое. Это легче сделать, если при чтении каждого параграфа (раздела) самому себе ответить на вопросы, о чем говорится в данной части текста, чем сказанное подтверждается или поясняется.

Заключительным этапом изучения книги, статьи является запись, конспектирование прочитанного. Конспект - это сжатое логически связанное изложение прочитанного. В конспекте помещаются не только главные положения книги, но и аргументы (цифры, примеры, таблицы и т.д.). Конспект позволяет быстро восстановить в памяти содержание прочитанной книги. Кроме того, процесс конспектирования организует мысль, побуждает читающего к обдумыванию, к активному мышлению, улучшает качество усвоения и запоминания. Запись способствует выработке ясно, четко и лаконично формулировать и излагать мысль. Запись следует вести сжато и обязательно своими словами. Помимо сказанного следует иметь в виду, что научиться извлекать из книги все полезное, овладеть рациональными методами чтения и конспектирования можно только на основании практического опыта регулярной работы с книгой.

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа обучающегося предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

1.8. Методические рекомендации по созданию презентации

Алгоритм создания презентации:

1 этап – определение цели презентации

2 этап – подробное раскрытие информации,

3 этап − основные тезисы, выводы.

Следует использовать 10-15 слайдов. При этом:

- первый слайд – титульный. Предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;

- на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;

- оставшиеся слайды имеют информативный характер.

Обычно подача информации осуществляется по плану: тезис – аргументация – вывод.

Роль студента:

• изучить материалы темы, выделяя главное и второстепенное;
• установить логическую связь между элементами темы;
• представить характеристику элементов в краткой форме;
• выбрать опорные сигналы для акцентирования главной информации и отобразить в структуре работы;
• оформить работу и предоставить к установленному сроку.

Требования к оформлению и представлению презентации:

1. Читабельность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.

2. Тщательно структурированная информация.

3. Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.

4. Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.

5. Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.

6. Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.

7. Графика должна органично дополнять текст.

8. Выступление с презентацией длится не более 10 минут;

Не рекомендуется:

- перегружать слайд текстовой информацией;
- использовать блоки сплошного текста;
- в нумерованных и маркированных списках использовать уровень вложения глубже двух;
- использовать переносы слов;
- использовать наклонное и вертикальное расположение подписей и текстовых блоков;
- текст слайда не должен повторять текст, который преподаватель произносит вслух (зрители прочитают его быстрее, чем расскажет преподаватель, и потеряют

интерес к его словам).

Рекомендуется:

- сжатость и краткость изложения, максимальная информативность текста: короткие тезисы, даты, имена, термины — главные моменты опорного конспекта;
- использование коротких слов и предложений, минимум предлогов, наречий, прилагательных;
- использование нумерованных и маркированных списков вместо сплошного текста;
- использование табличного (матричного) формата предъявления материала, который позволяет представить материал в компактной форме и наглядно показать связи между различными понятиями;
- выполнение общих правил оформления текста;
- тщательное выравнивание текста, буквиц, маркеров списков;
- горизонтальное расположение текстовой информации, в т.ч. и в таблицах;
- каждому положению, идее должен быть отведен отдельный абзац текста;
- основную идею абзаца располагать в самом начале — в первой строке абзаца (это связано с тем, что лучше всего запоминаются первая и последняя мысли абзаца);
- идеально, если на слайде только заголовок, изображение (фотография, рисунок, диаграмма, схема, таблица и т.п.) и подпись к ней.

1.9. Методические рекомендации по выполнению рефератов

Реферат предусматривает углубленное изучение дисциплины, способствует развитию навыков самостоятельной работы с литературными источниками.

Реферат – краткое изложение в письменном виде содержания научного труда по предоставленной теме. Это самостоятельная научно-исследовательская работа, где студент раскрывает суть исследуемой проблемы с элементами анализа по теме реферата. Приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на проблемы темы реферата. Содержание реферата должно быть логичным, изложение материала носить проблемно-тематический характер.

Требования к оформлению реферата:

Объем реферата может колебаться в пределах 15-20 печатных страниц. Основные разделы: оглавление (план), введение, основное содержание, заключение, список литературы.

Текст реферата должен содержать следующие разделы:

- титульный лист с указанием: названия ВУЗа, кафедры, темы реферата, ФИО автора и ФИО преподавателя – куратора.
- введение, актуальность темы.
- основной раздел.
- заключение (анализ результатов литературного поиска); выводы.
- библиографическое описание, в том числе и интернет-источников, оформленное по ГОСТ 7.1 – 2003; 7.80 – 2000.
- список литературных источников должен иметь не менее 10 библиографических названий, включая сетевые ресурсы.

Текстовая часть реферата оформляется на листе следующего формата:
- отступ сверху – 2 см; отступ слева – 3 см; отступ справа – 1,5 см; отступ снизу – 2,5 см;
- шрифт текста: Times New Roman, высота шрифта – 14, пробел – 1,5;
- нумерация страниц – снизу листа. На первой странице номер не ставится.

Реферат должен быть выполнен грамотно с соблюдением культуры изложения. Обязательно должны иметься ссылки на используемую литературу, включая периодическую литературу за последние 5 лет).

Критерии оценки реферата:

- актуальность темы исследования;
- соответствие содержания теме;
- глубина проработки материала;
- правильность и полнота разработки поставленных вопросов;
- значимость выводов для дальнейшей практической деятельности;
- правильность и полнота использования литературы;
- соответствие оформления реферата стандарту;
- качество сообщения и ответов на вопросы при защите реферата.

1.10 Методические указания к выполнению контрольной работы

Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями в области подземной разработки месторождений. К ее выполнению необходимо приступить только после изучения тем дисциплины.

Целью контрольной работы является определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.

Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании контрольной работы:

1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. выработка навыков самостоятельной работы;
3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Контрольные выполняются студентами самостоятельно. Тема контрольной работы известна и проводится она по сравнительно недавно изученному материалу.

Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению контрольной работы предшествует инструктаж преподавателя.

Ключевым требованием при подготовке контрольной работы выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений, чётко и логично излагать свои мысли. Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения

соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому
комплексу _____ А. Упоров

СТРОИТЕЛЬНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

Учебно – методическое пособие

для выполнения практических и контрольных работ

студентами специальности 21.05.04 «Горное дело»

Специальность
21.05.04 Горное дело

Екатеринбург

2019

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÷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.

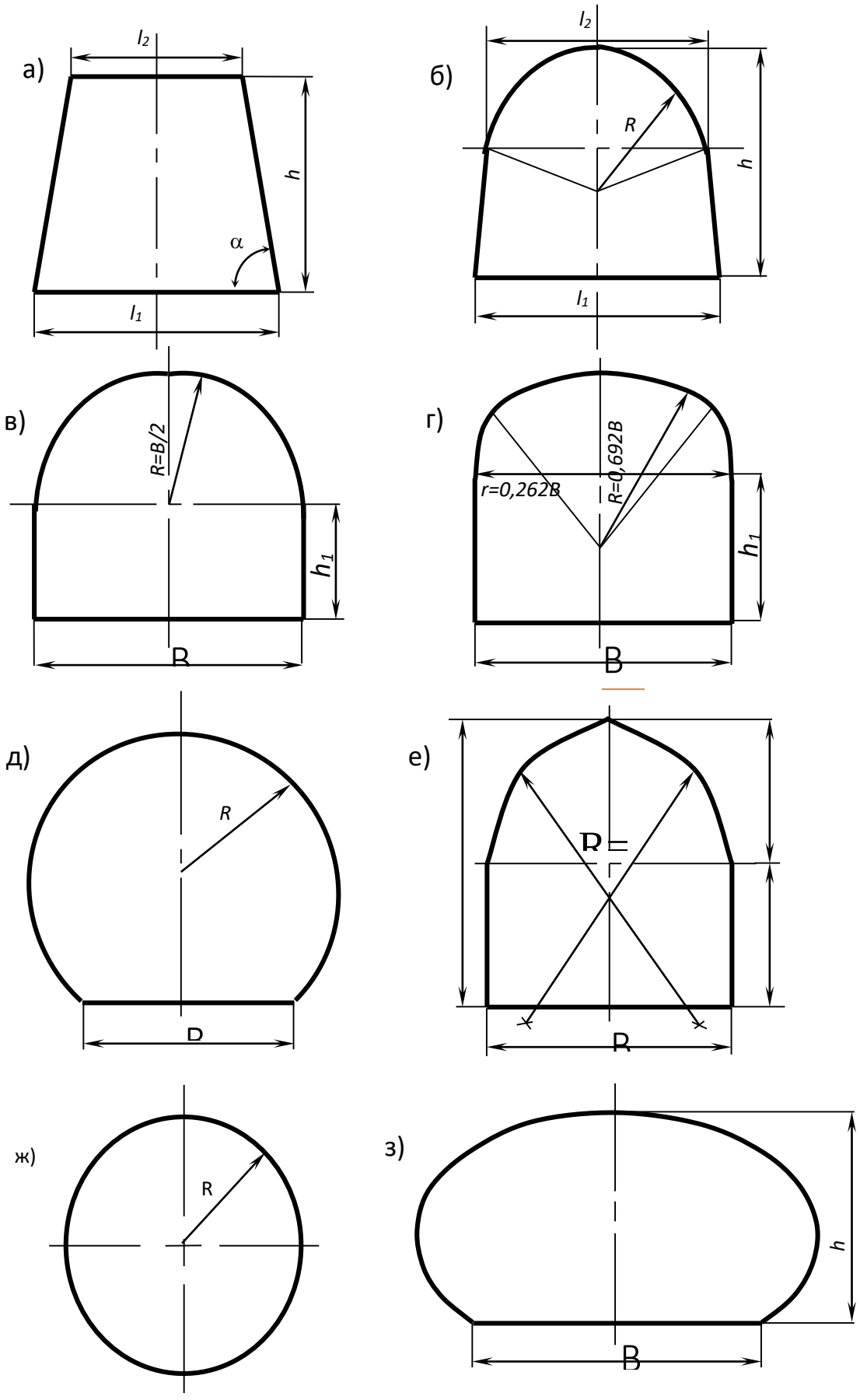


Рис. 1.1. Формы поперечного сечения выработок:

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 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:

$$V_{уб} = l_{ух} \cdot S_{чр} \cdot k_р, \quad (2.1)$$

где $S_{чр}$ – площадь сечения выработки вчерне;
$k_р$ – коэффициент разрыхления породы.
Объём бурения шпуров вычисляется по формуле:

$$V_{бур} = n \cdot l_ш, \quad (2.2)$$

где n – количество шпуров;
$l_ш$ – длина шпуров.
Объём крепления определяется по формуле:
– для набрызгбетонной крепи:

$$V_{н/б} = (P - B) \cdot l_{ух}, \quad (2.3)$$

где P – периметр выработки;
B – ширина выработки;
– для анкерной крепи:

$$V_{анк} = n_р \cdot (l_{ух} / l_ш), \quad (2.4)$$

где $n_р$ – количество рядов анкеров, принимается по построению с учётом шага;
– для монолитной бетонной крепи:

$$V_{бет} = (P - B) \cdot l_{ух} \cdot t, \quad (2.5)$$

где t – толщина монолитной бетонной крепи.
– для металлической рамной крепи:

$$V_{рам} = l_{ух} / l_ш, \quad (2.6)$$

Соотношение $l_{ух} / l_ш$ 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:

$$T_ц = t_c \cdot a \cdot n_c \cdot l_{ух} / V_{мес}, \quad (2.7)$$

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. Принимается равным глубине шпуров с учётом К.И.Ш. (f = 2÷6 К.И.Ш. = 0,85; f = 6÷12 К.И.Ш. = 0,9; f =12÷20 К.И.Ш. = 0,9);

$V_{мес}$ – 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:

$$q = V \cdot H_{вр}\,, \tag{2.8}$$

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:

$$\sum_{i=1}^{n} q_i = q_1 + q_2 + ... + q_n\,. \tag{2.9}$$

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. см.;

t_1 – продолжительность цикла, смен.

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:

$$t = (q \cdot t_c) / (n_2 \cdot K_1), \qquad (2.14)$$

где t – продолжительность выполнения данного рабочего процесса, ч.;

q – трудоёмкость данного рабочего процесса, чел. см.;

t_c – продолжительность смены, ч.;

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):

$$T_в = t_3 + t_п, \quad (2.19)$$

где t_3 – время заряжания шпуров;

$t_п$ – время проветривания забоя выработки (не более 30 мин)

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

№ 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=3 м; Шаг 0,7 м Т=6 см
2	Лиственити	12-14	+	40	1 путь ВГ-2,5, 900	53 2,5	Анкерная Набрызгбетонная	L=2,8 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=3,2 м; Шаг 0,7 м Т=7 см
7	Лиственити	14-16	+	50	1 путь ВГ-2,5, 900	70 4,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=3 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=2,8 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	Рамная	СВП 22

						2,5		Шаг 1,2 м
13	Известняки	4-6	+	20	1 путь ВГ-0,7, 600	30 2,0	Бетонная	Т=350 мм
14	Лиственити	12-14	-	20	1 путь ВГ-1,2, 750	64 3,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=3,2 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=2,5 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=3 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=3 м; Шаг 0,7 м Т=5 см
22	Лиственити	14-16	+	20	1 путь ВГ-0,7, 600	55 3,5	Анкерная Набрызгбетонная	L=2,8 м; Шаг 0,6 м Т=6 см
23	Граниты	12-14	-	45	2 пути ВГ-9А, 750	63 3,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=3,2 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=3,2 м; Шаг 0,5 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=3 м; Шаг 0,7 м Т=7 см
31	Лиственити	12-14	+	35	2 пути ВГ-1,6, 600	55 3,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=2,8 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=2,6 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
36	Лиственити	12-14	+	35	1 путь ВГ-2,2, 600	60 3,5	Рамная	СВП 27 Шаг 0,8 м
37	Граниты	12-14	+	60	2 пути ВГ-3,3, 900	70 3,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=3 м; Шаг 0,6 м Т=5 см
38	Доломиты	5-7	+	70	2 пути ВГ-4,5А, 900	32 2,5	Бетонная	Т=250 мм
39	Порфириты	7-9	-	50	2 пути ВГ-2,2, 600	48 3,0	Рамная	СВП 33 Шаг 1,3 м
40	Известняки	4-6	-	25	1 путь ВГ-0,7, 600	25 2,5	Бетонная	Т=300 мм

Примечания: L – длина анкера; Т – толщина набрызгбетонной или бетонной крепи

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»



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 специальности 21.05.04 Горное дело
всех форм обучения

Екатеринбург – 2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горномеханического
факультета
«____» _____ 2019 г.
Проректор по учебно-методическому
комплексу _____ С.А.Упоров

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 специальности 21.05.04 Горное дело
всех форм обучения

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ 6
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ФОРМУЛЫ 7
1.1. Расчёт технологических показателей обогащения 7
1.2. Построение гранулометрической характеристики 10
1.3. Расчёт эффективности грохочения 15
1.4. Расчёт схем обогащения 17
2. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ 19
2.1. Контрольная работа № 1 19
2.2. Контрольная работа № 2 21
2.3. Контрольная работа № 3 23
3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ 27
3.1. Контрольная работа № 1 27
3.2. Контрольная работа № 2 31
3.3. Контрольная работа № 3 33
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 38

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).

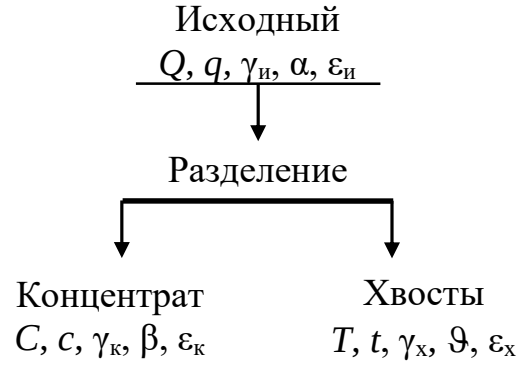


Рис. 1. К определению основных технологических показателей разделения

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 из-

влечения 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 абс-

цисс, и ось ординат.

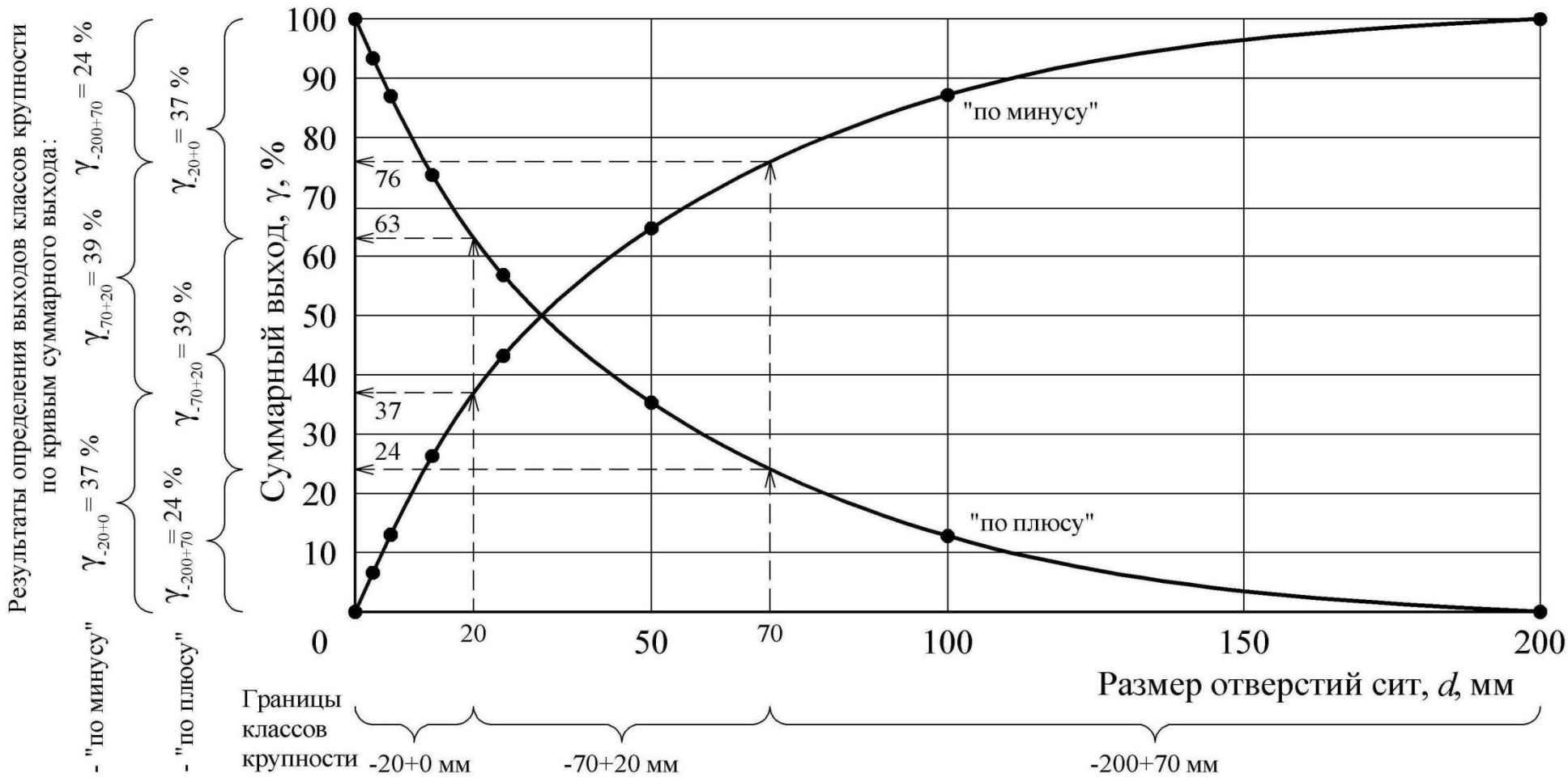


Рис. 2. Гранулометрическая характеристика продукта

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:

$$E = \frac{C}{q} \cdot 100, \%. \quad (21)$$

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, %:

$$E = \frac{C}{Q \cdot \alpha^{-d}} \cdot 10^4; \quad (22)$$

$$E = \frac{\gamma_{\text{п}}}{\alpha^{-d}} \cdot 100; \quad (23)$$

$$E = \frac{\alpha^{-d} - \vartheta^{-d}}{\alpha^{-d}(100 - \vartheta^{-d})} \cdot 10^4. \quad (24)$$

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:

$$\alpha^{-d} = \frac{100}{D_{\max}} \cdot d, \%. \quad (25)$$

Использование данной формулы позволяет определить массовую долю расчётного класса в руде без построения гранулометрической характеристики.

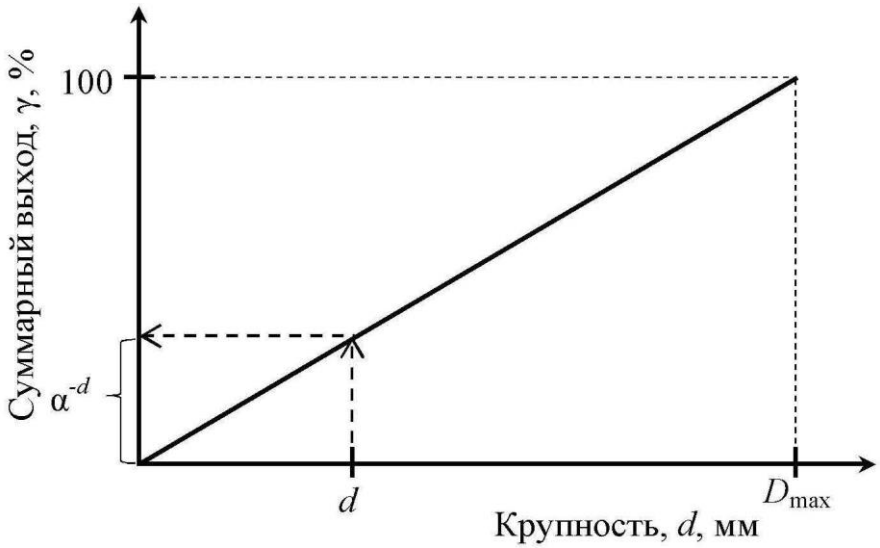


Рис. 3. К определению массовой доли нижнего класса в исходном материале:
***d* – размер отверстия сита; D_{max} – максимальная крупность исходного материала**

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:

$$\gamma_{-30+10} = 37 - 6 = 29\ \%.$$

$$\gamma_{-5+0} = 100 - 56 = 44\ \%.$$

По виду кривой можно сделать вывод о преобладании мелких классов крупности (кривая вогнутая).

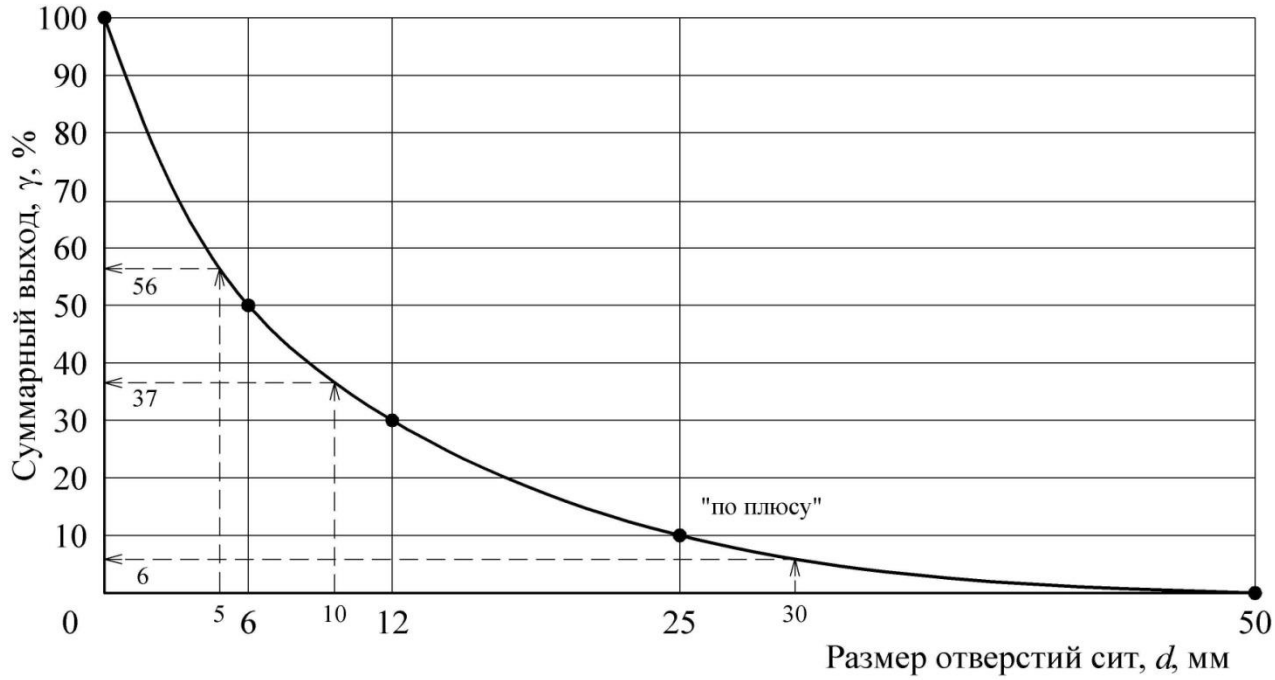


Рис. 4. Графическое решение

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).

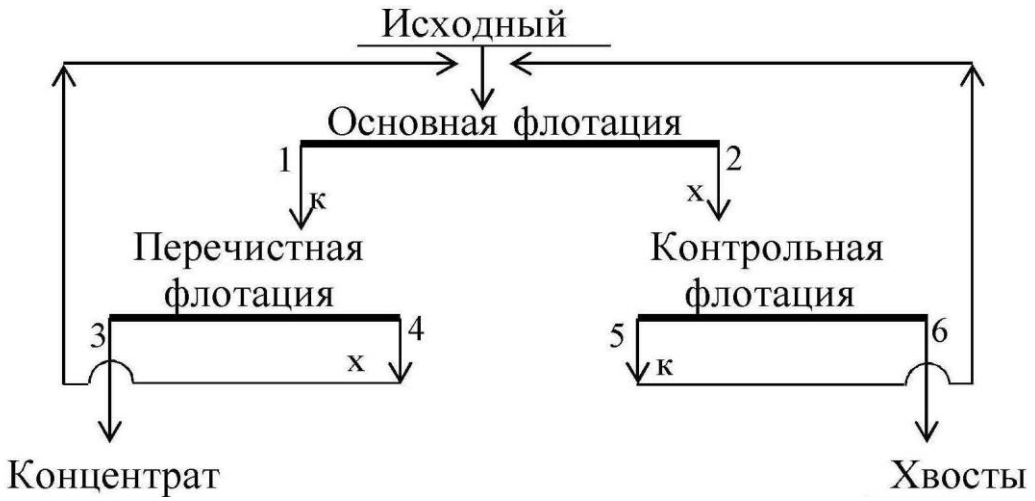


Рис. 5. Технологическая схема обогащения

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.

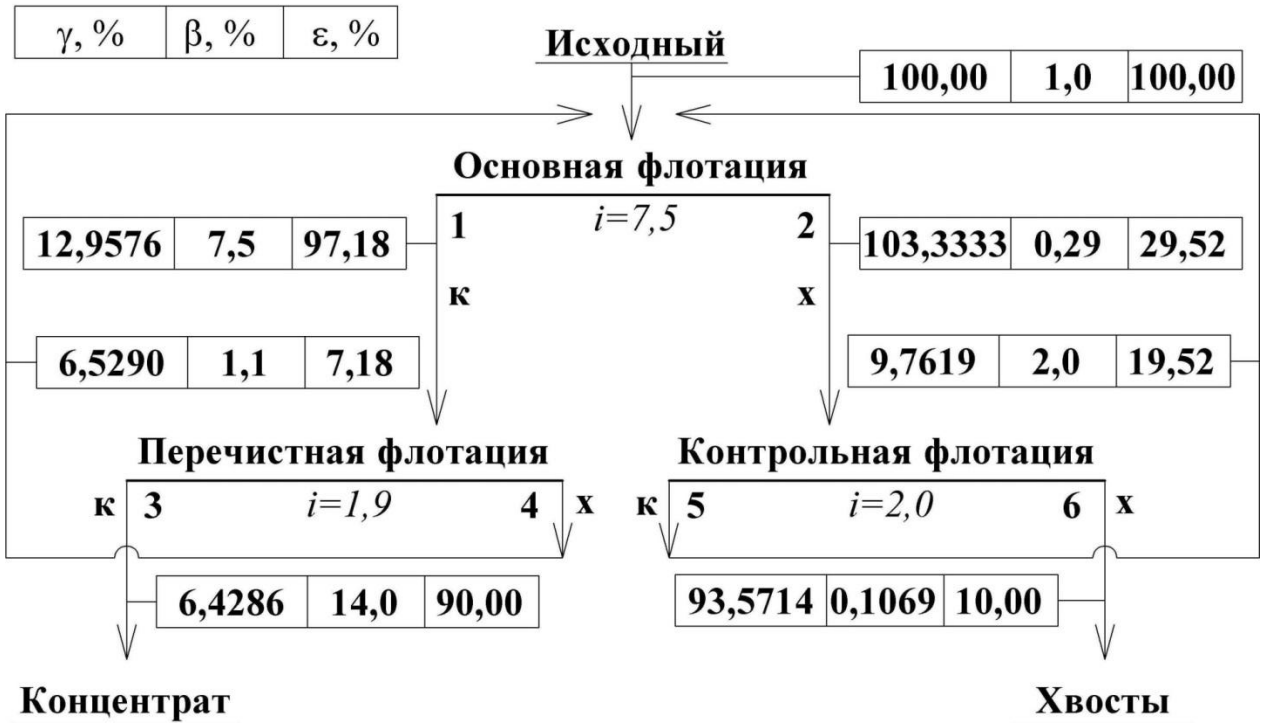


Рис. 6. Качественно-количественная схема обогащения

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

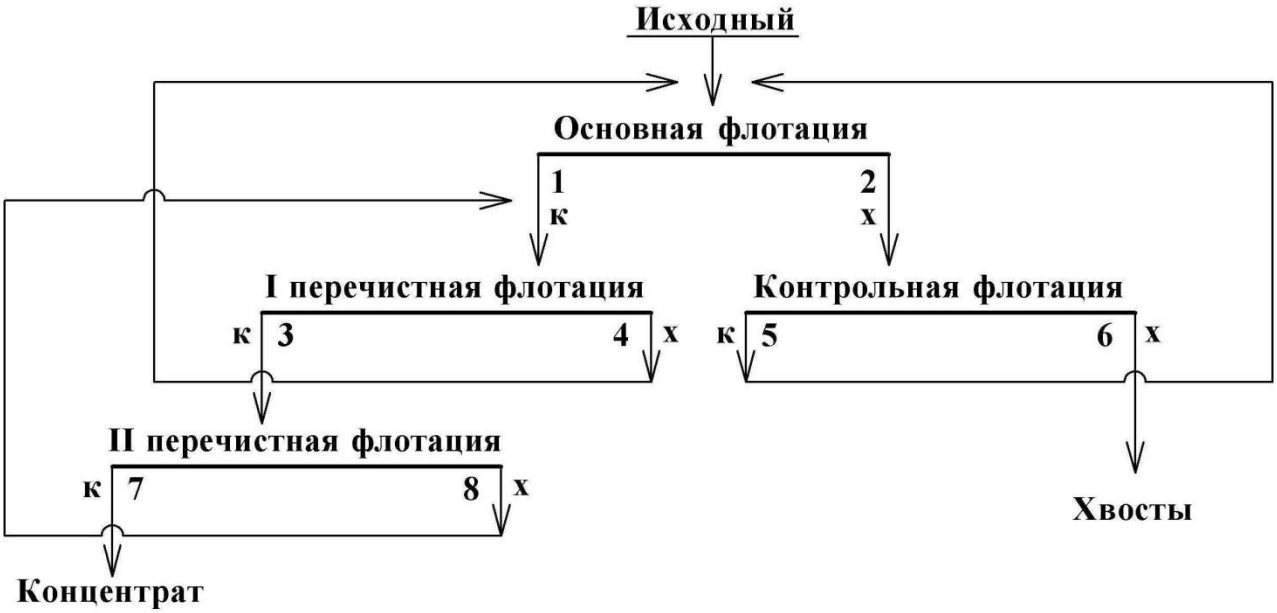


Схема № 2

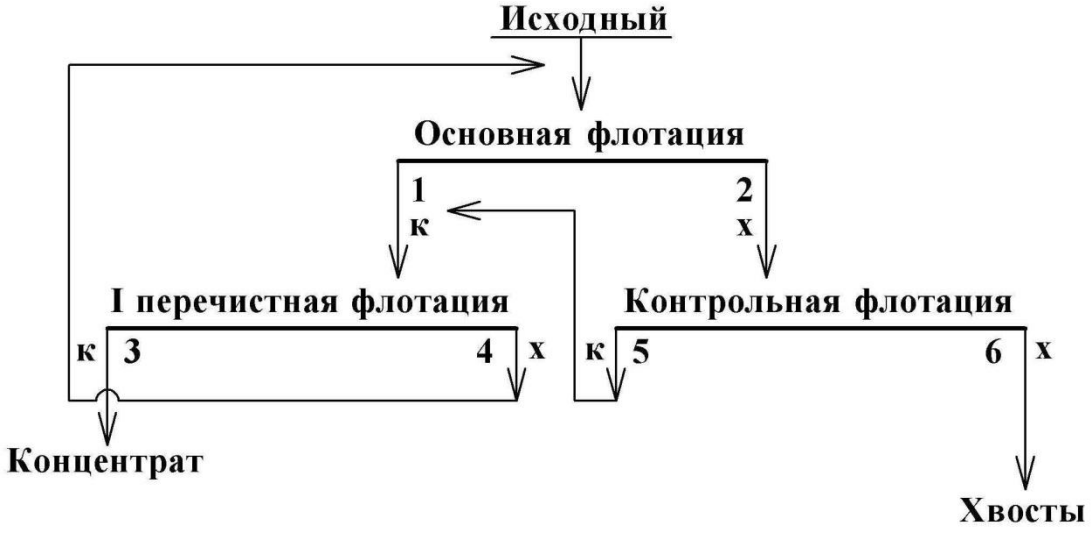


Схема № 3

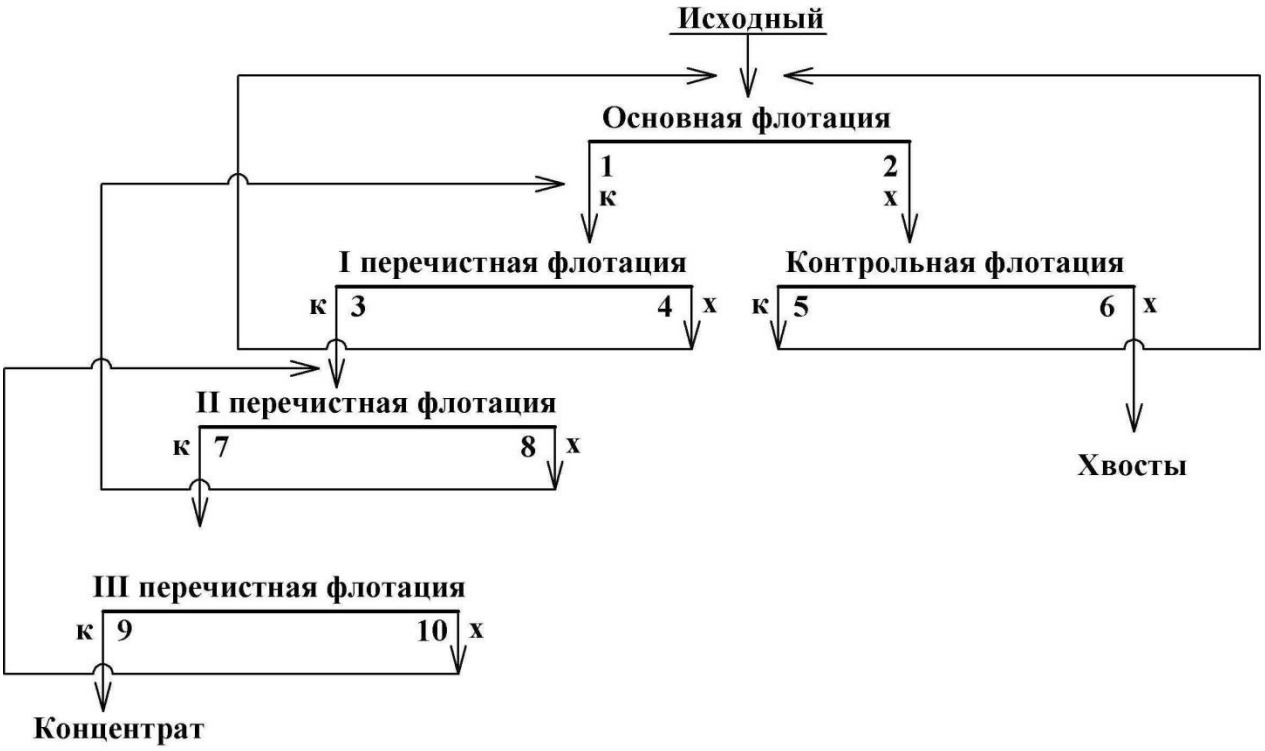


Схема № 4

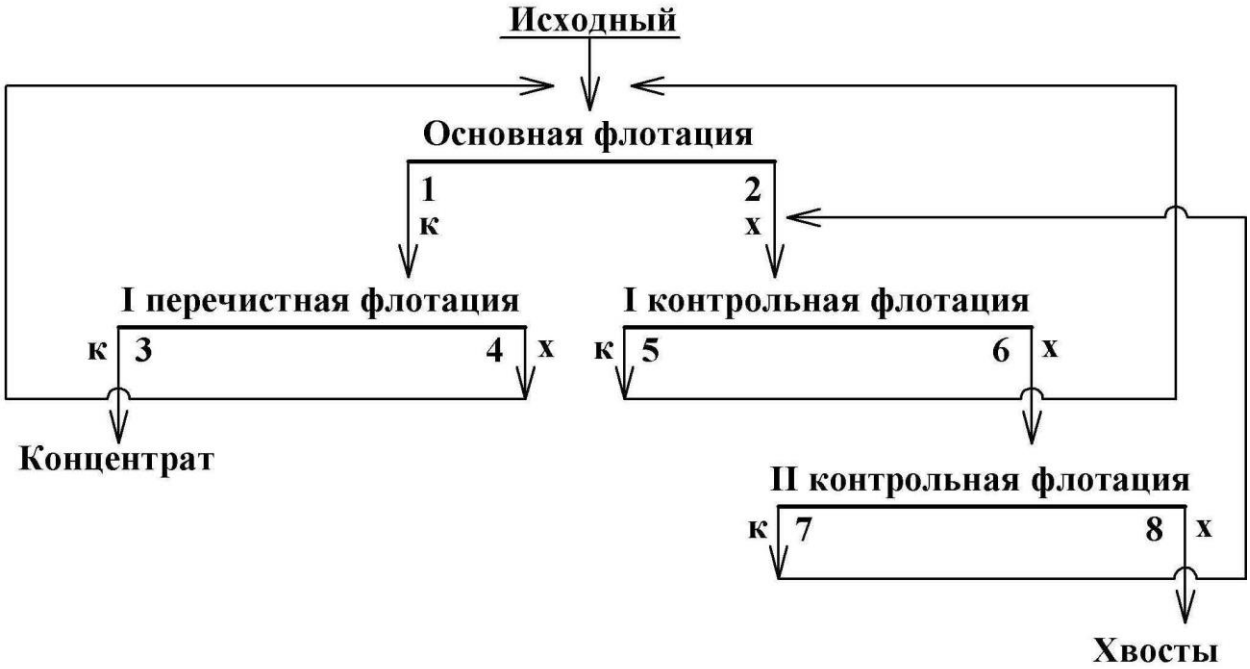


Схема № 5

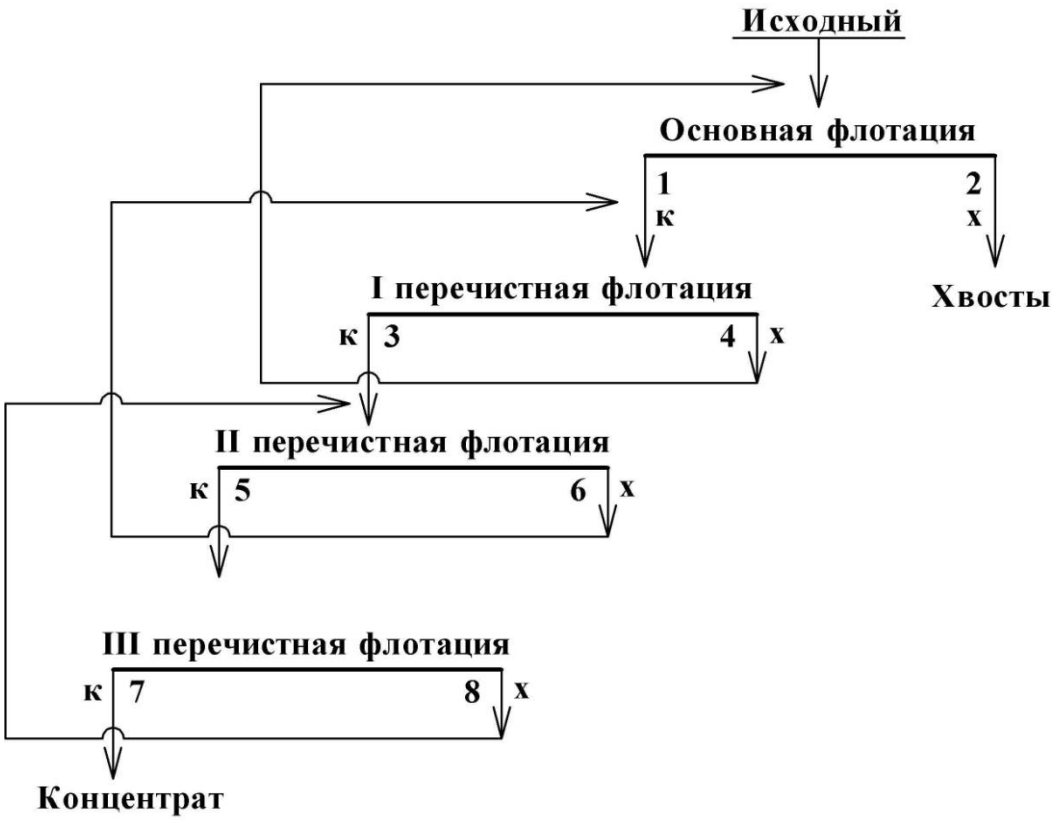


Схема № 6

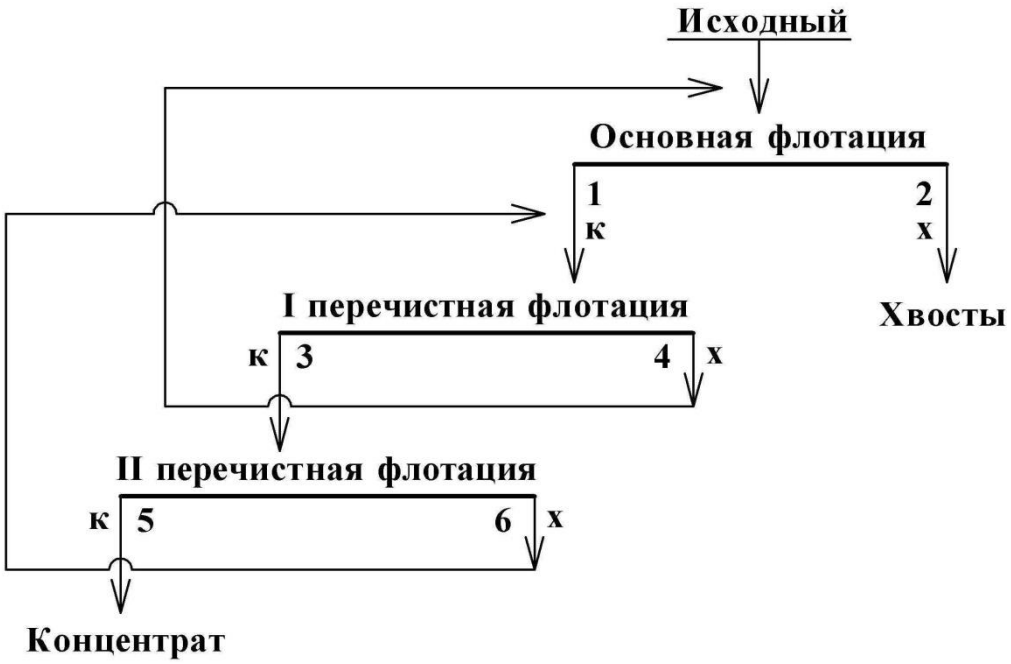


Схема № 7

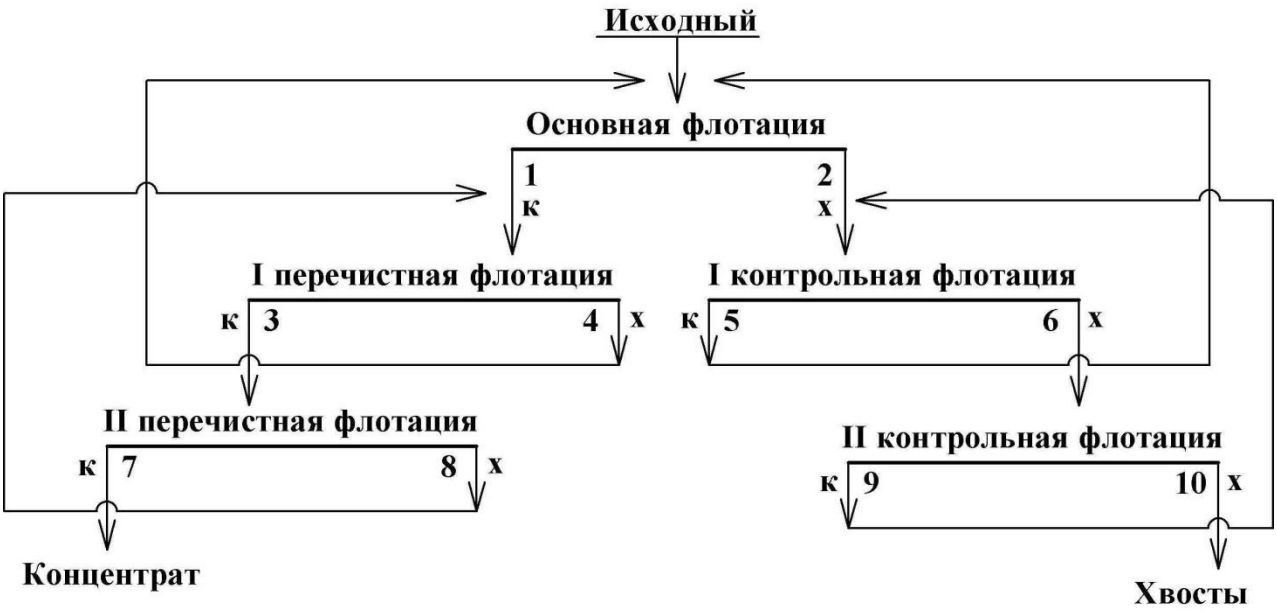


Схема № 8

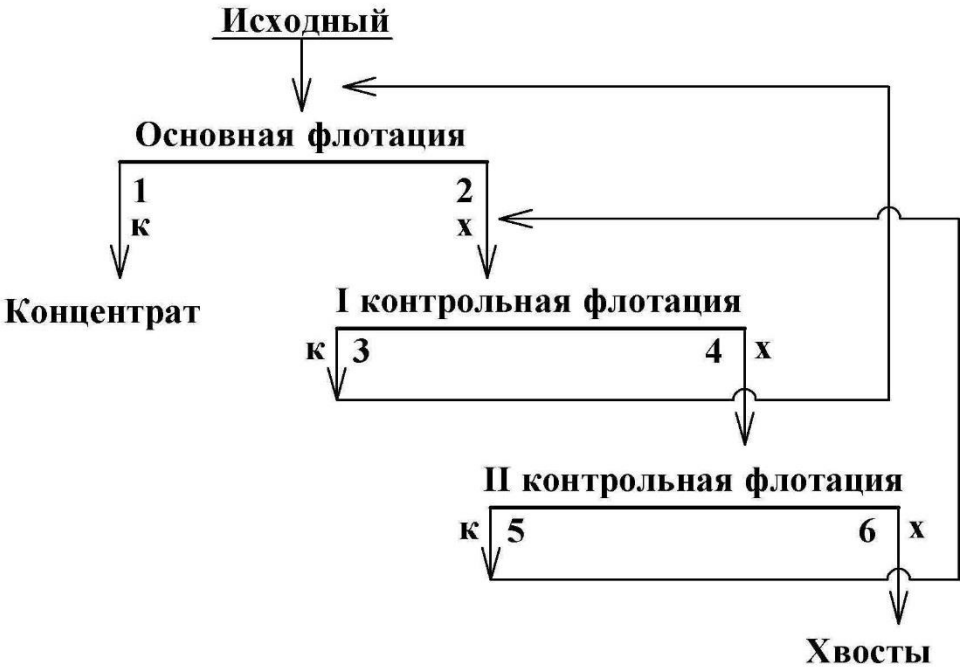
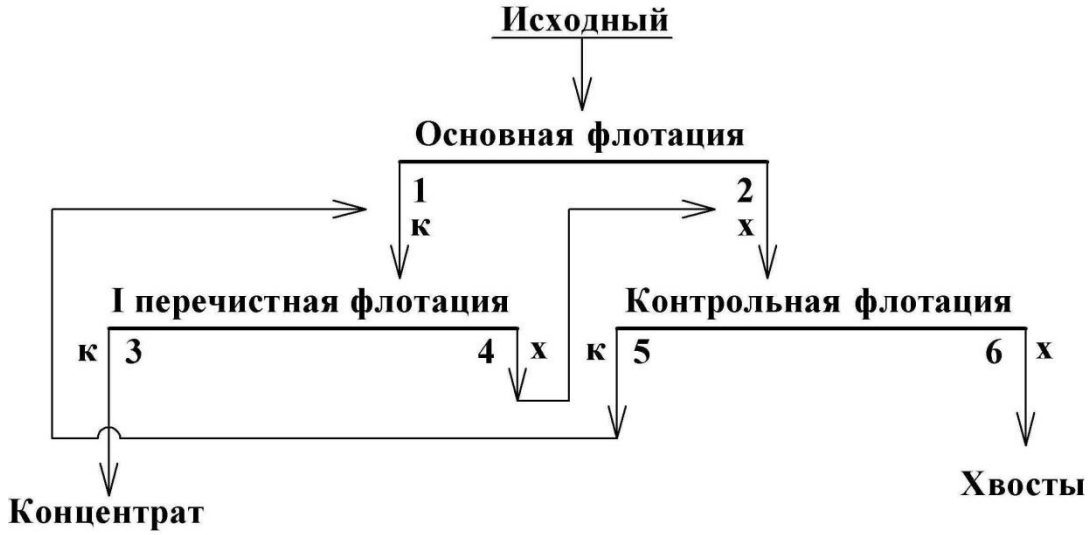


Схема № 9



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 27.01.2014 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 №____

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

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

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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



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:

$$i_{ср} = \frac{D_{\max}^{\text{ср}}}{d_{\max}^{\text{ср}}},$$

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.

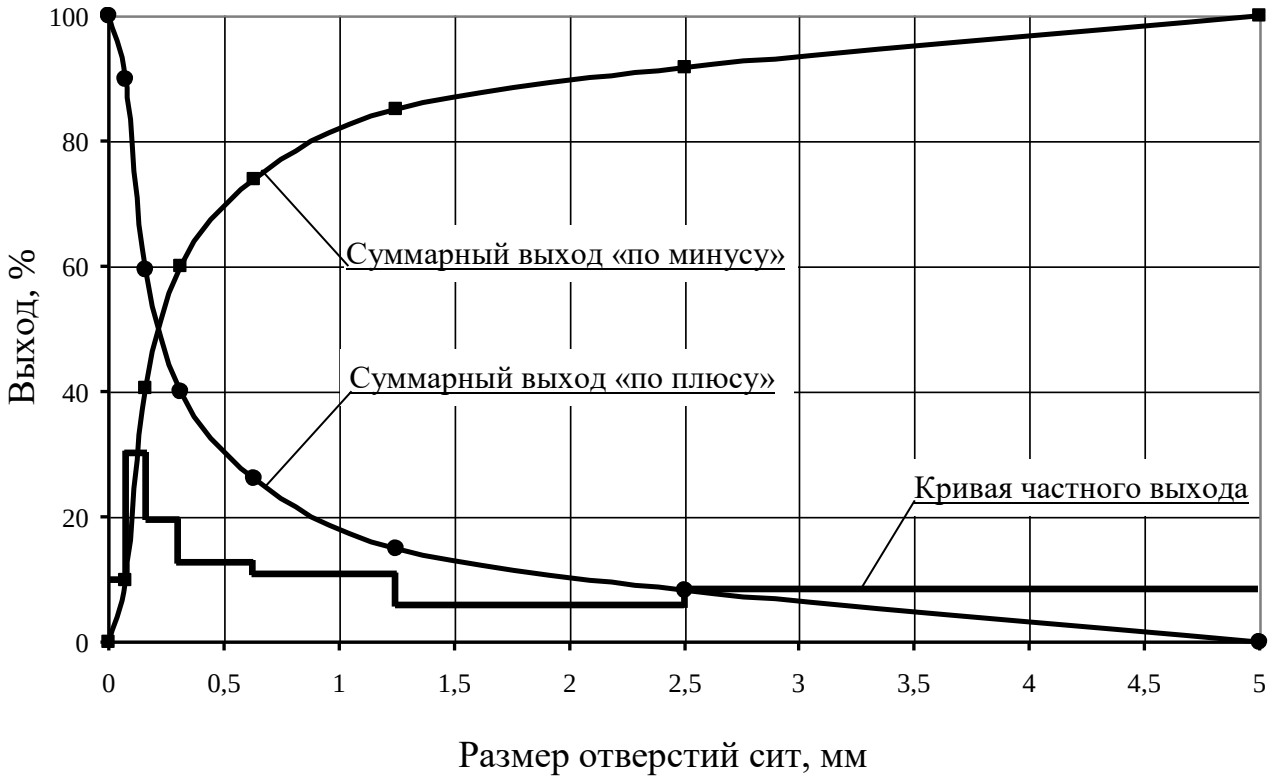


Рисунок 3.1 – Частная и суммарные гранулометрические характеристики

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).

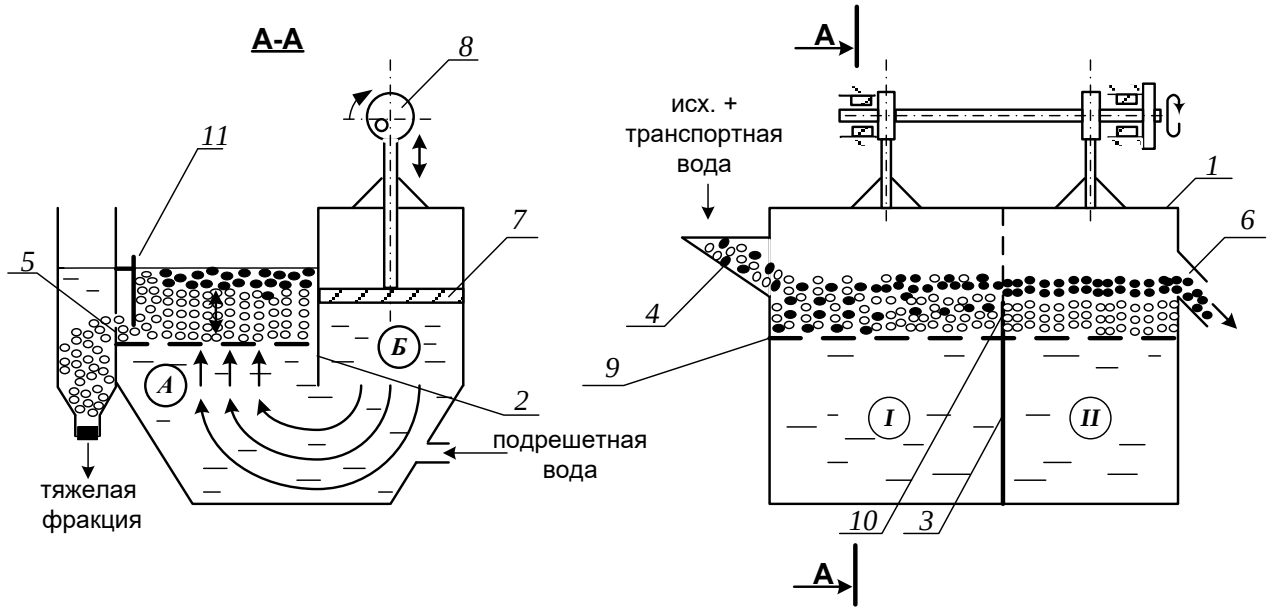


Рисунок 4.1 – Поршневая отсадочная машина

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.

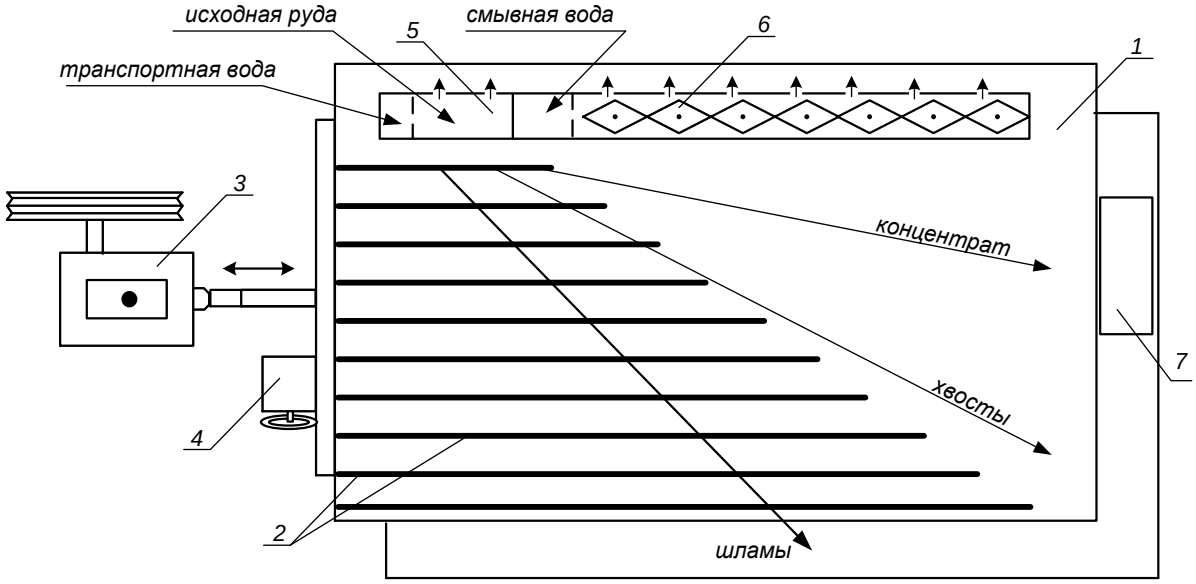


Рисунок 5.1 – Схема концентрационного стола

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.

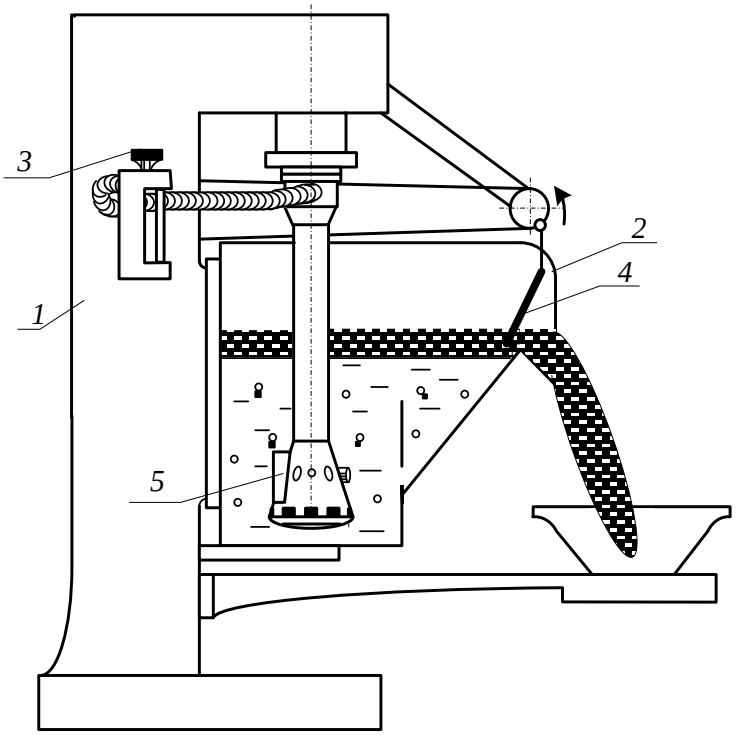


Рисунок 7.1 – Лабораторная флотационная машина

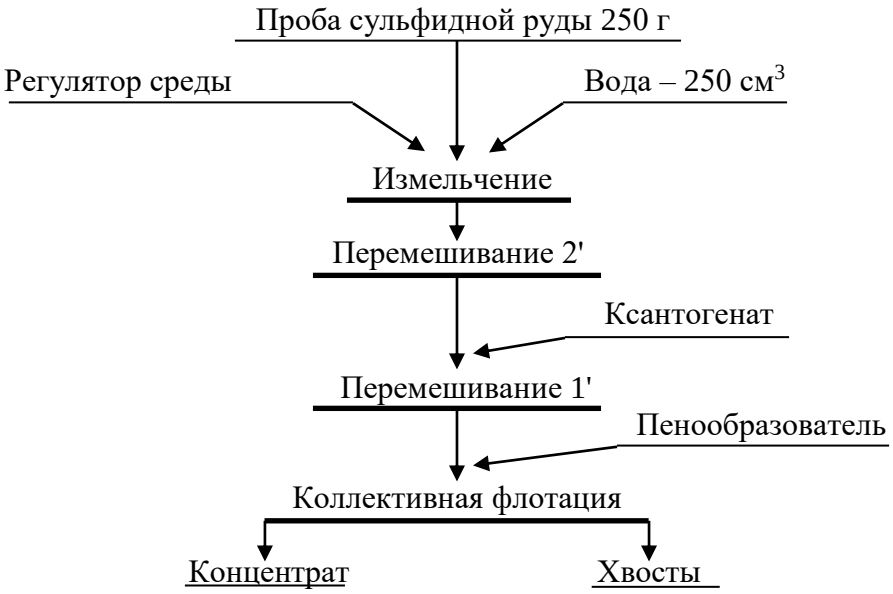


Рисунок 7.2 – Схема флотационного опыта

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

$$X = \frac{100\text{ã} \cdot 250\ \text{ã}}{10^6\ \text{ã}} = \frac{2{,}5\ \text{ã}}{10^2} = 2{,}5 \cdot 10^{-2}\ \text{ã}$$

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

$$V = \frac{100\text{ñì}^{\ 3} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-2}\ \text{ã}}{1\ \text{ã}} = 2{,}5\ \text{ñì}^{\ 3}$$

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.

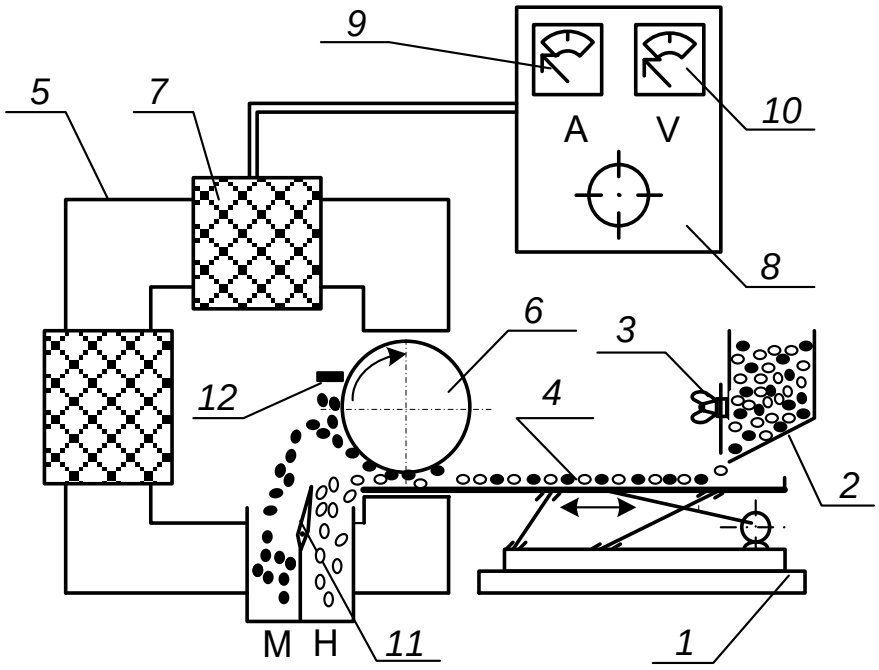


Рисунок 8.1 – Схема магнитного сепаратора

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.

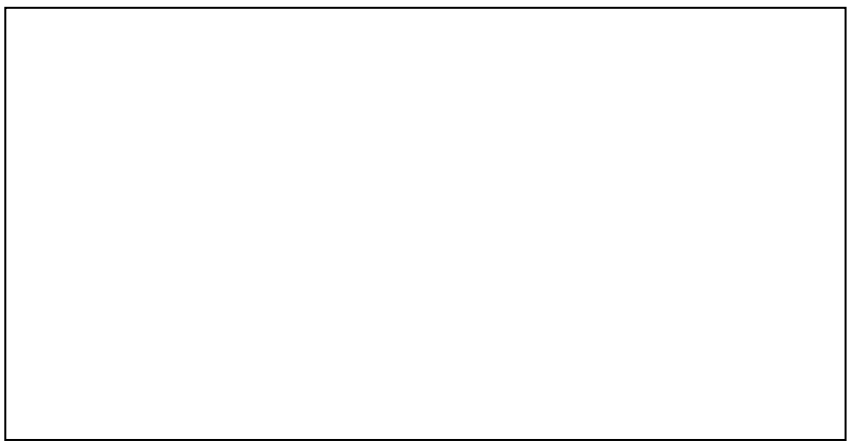


Рисунок 1 – Схема устройства оборудования:
1 – …; 2 – …

МИНОБРНАУКИ 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.1.22 ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
Подземная разработка пластовых месторождений

форма обучения: очная, заочная

Автор: Колтунов А. В., 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.



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 специальности 21.05.04 Горное дело
всех форм обучения

Екатеринбург – 2019

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горномеханического
факультета
«___» _____ 2019 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 специальности 21.05.04 Горное дело
всех форм обучения

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ 7
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ФОРМУЛЫ 8
1.1. Расчёт технологических показателей обогащения 8
1.2. Построение гранулометрической характеристики 11
1.3. Расчёт эффективности грохочения 16
1.4. Расчёт схем обогащения 18
2. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ 20
2.1. Контрольная работа № 1 20
2.2. Контрольная работа № 2 22
2.3. Контрольная работа № 3 24
3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ 28
3.1. Контрольная работа № 1 28
3.2. Контрольная работа № 2 32
3.3. Контрольная работа № 3 34
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 39

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).

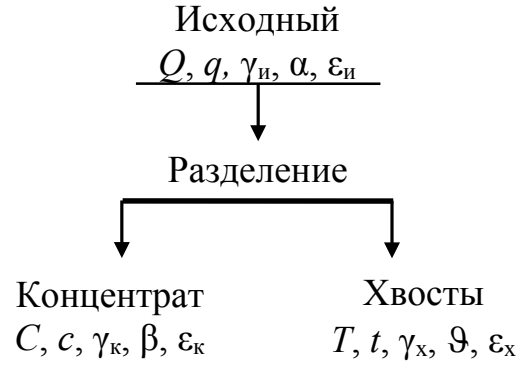


Рис. 1. К определению основных технологических показателей разделения

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 из-

влечения 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 абс-

цисс, и ось ординат.

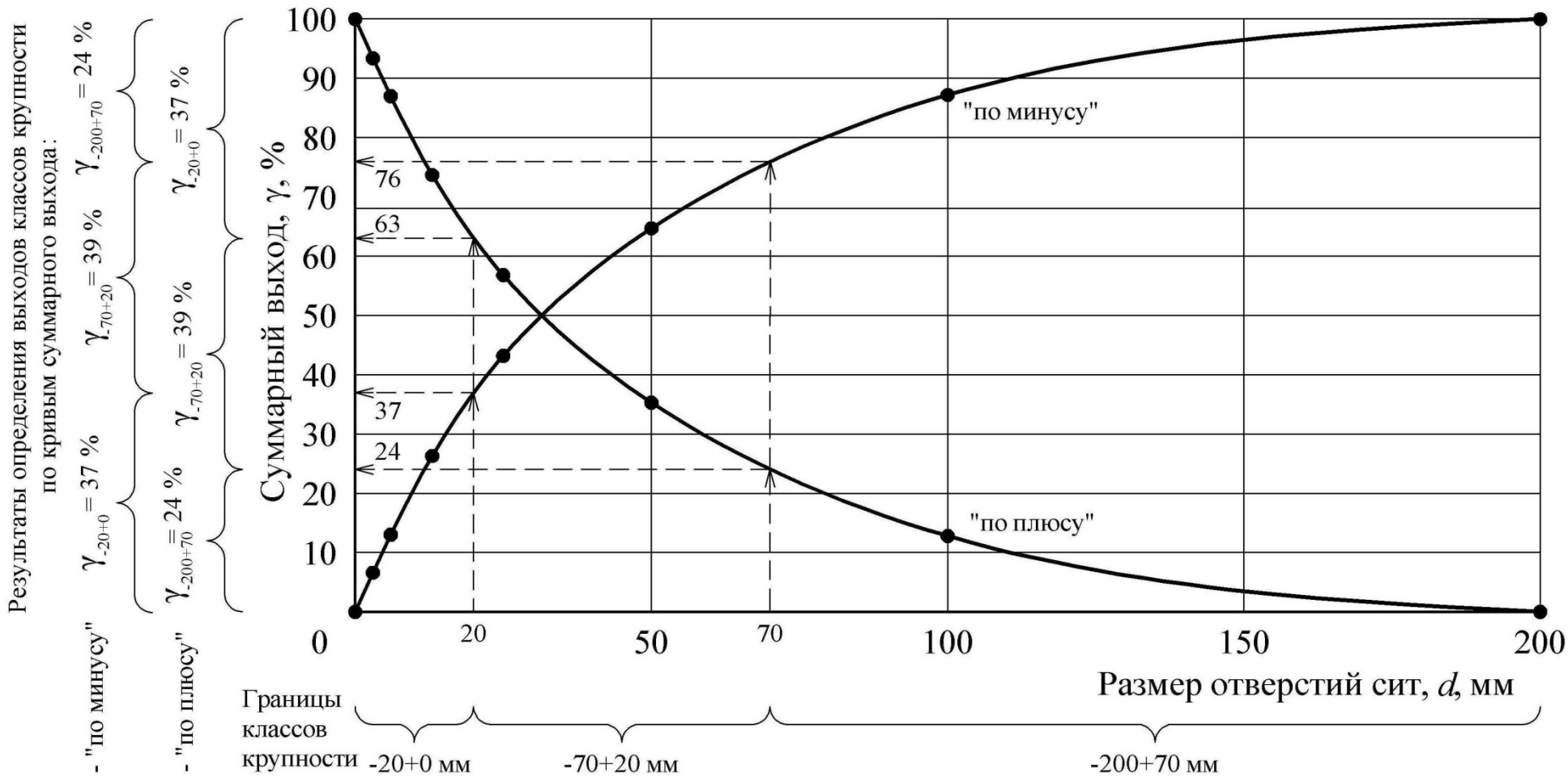


Рис. 2. Гранулометрическая характеристика продукта

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.

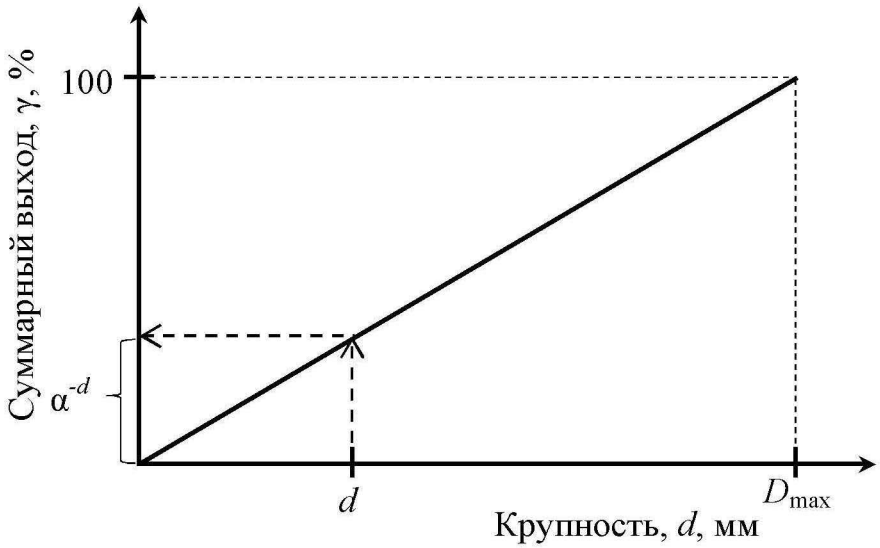


Рис. 3. К определению массовой доли нижнего класса в исходном материале:
***d* – размер отверстия сита; D_{max} – максимальная крупность исходного материала**

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).

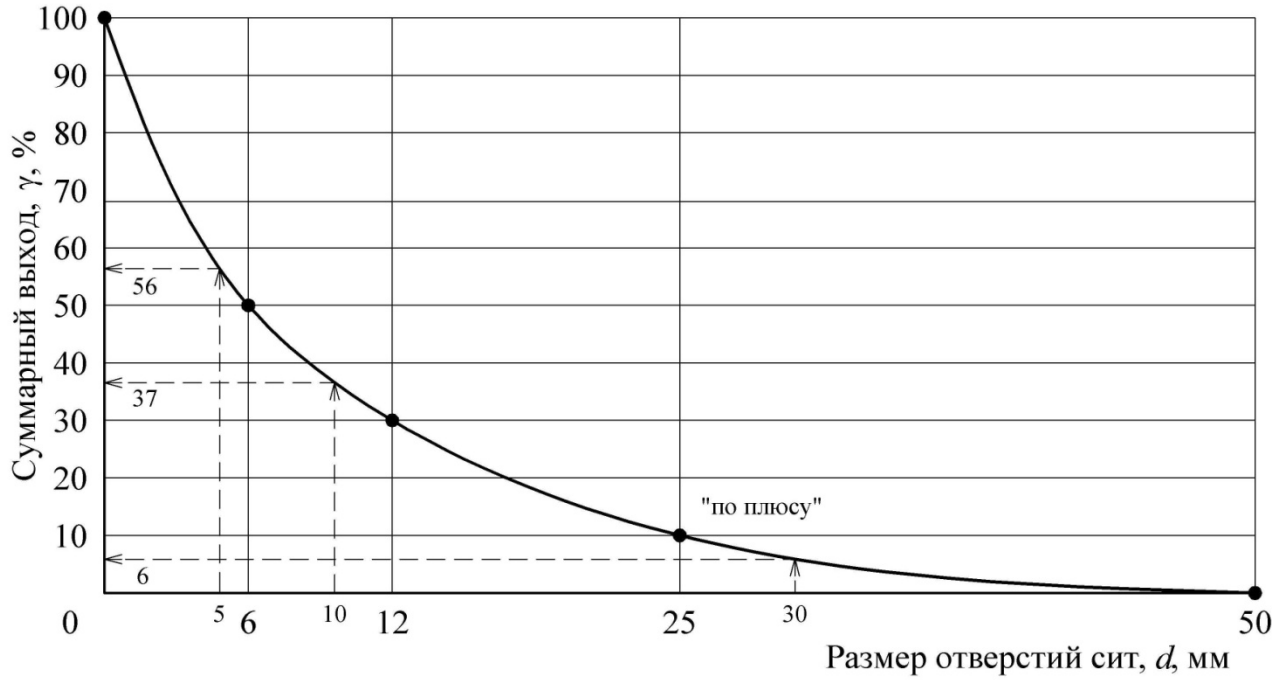


Рис. 4. Графическое решение

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).

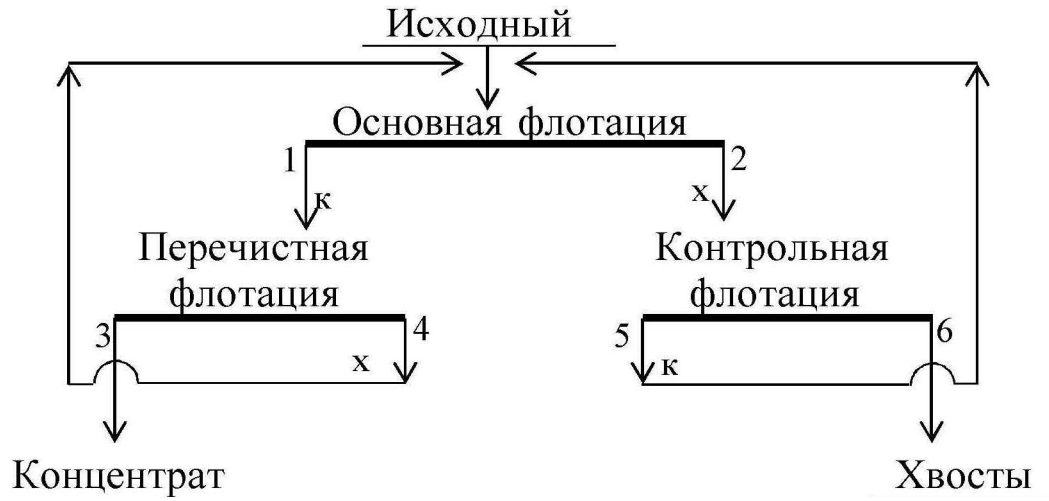


Рис. 5. Технологическая схема обогащения

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.

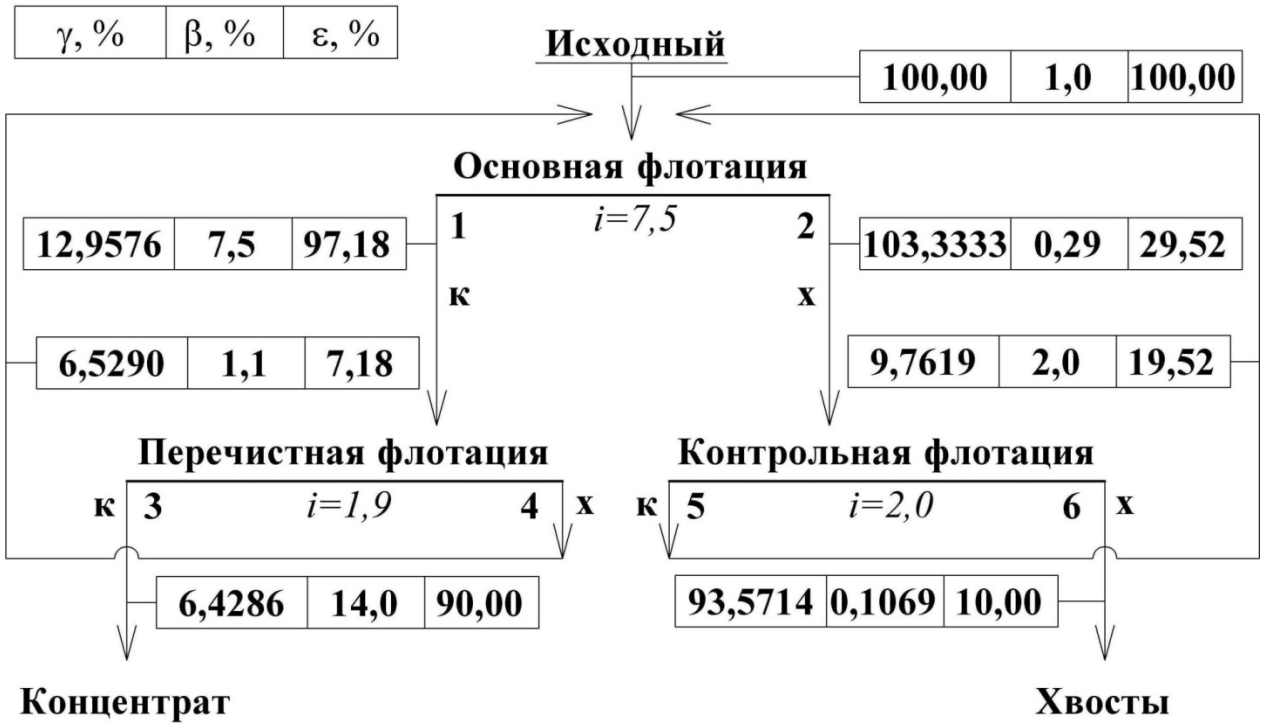


Рис. 6. Качественно-количественная схема обогащения

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

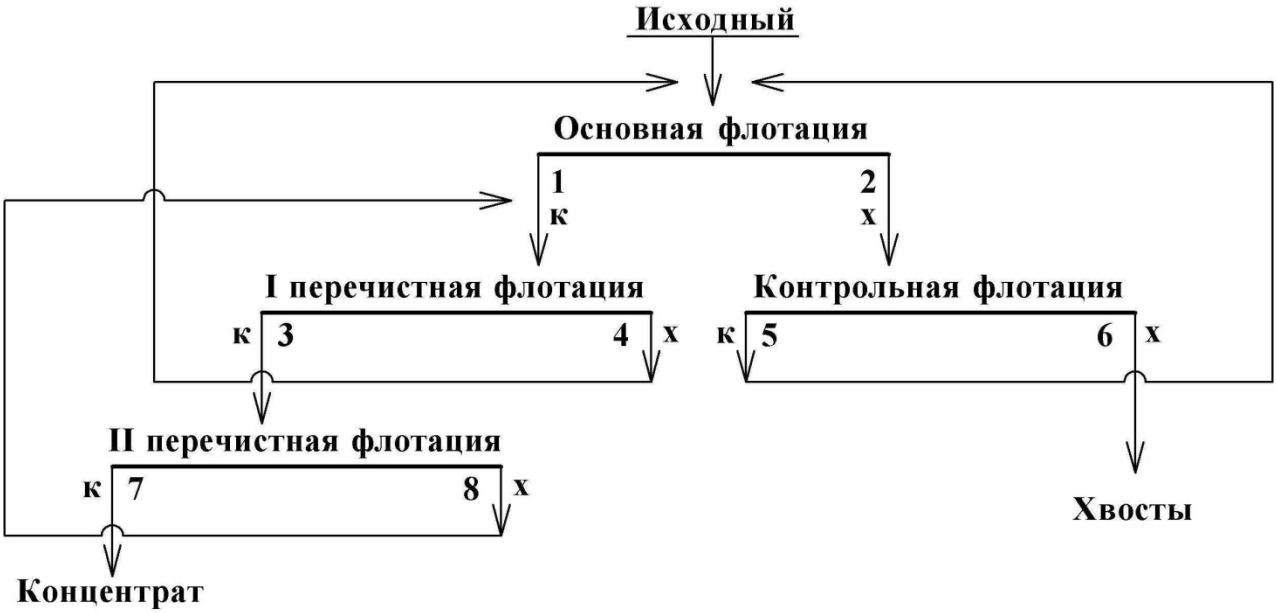


Схема № 2

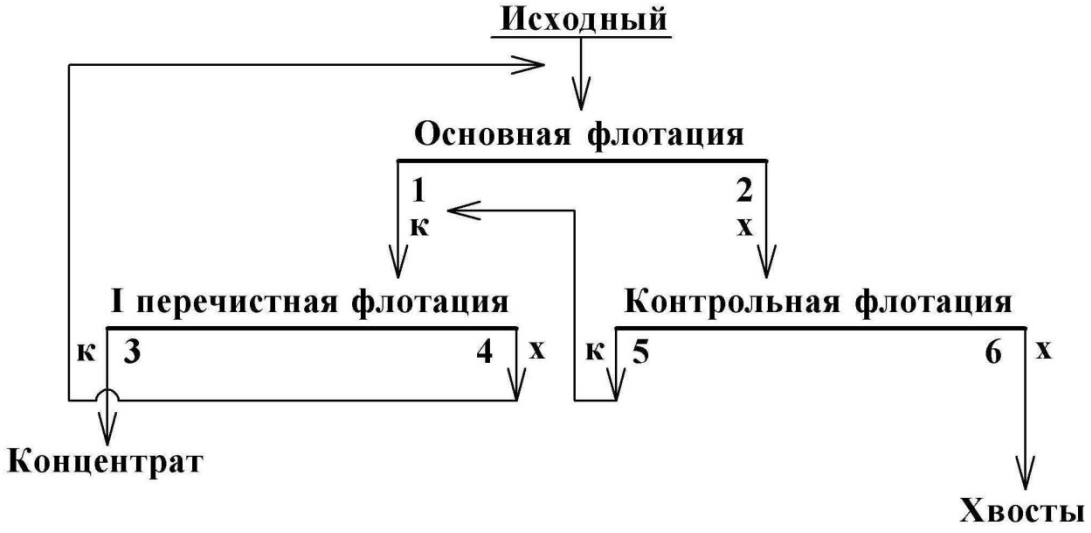


Схема № 3

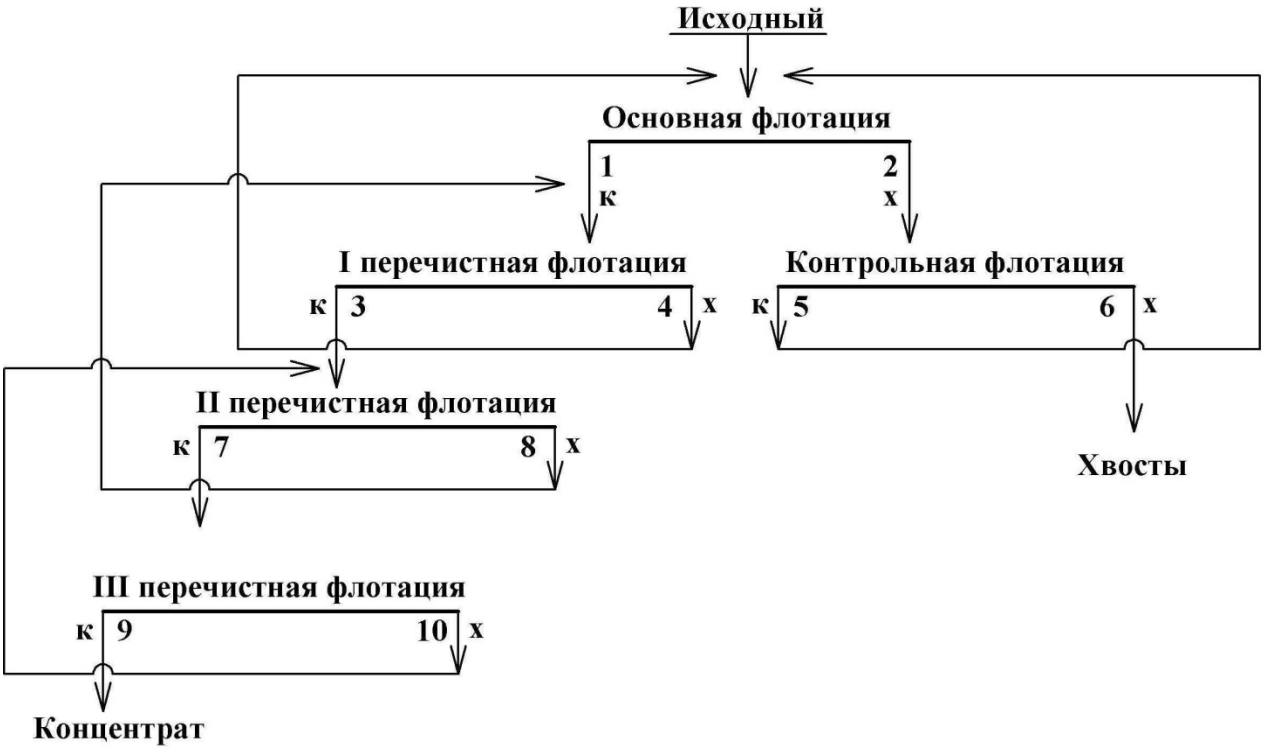


Схема № 4

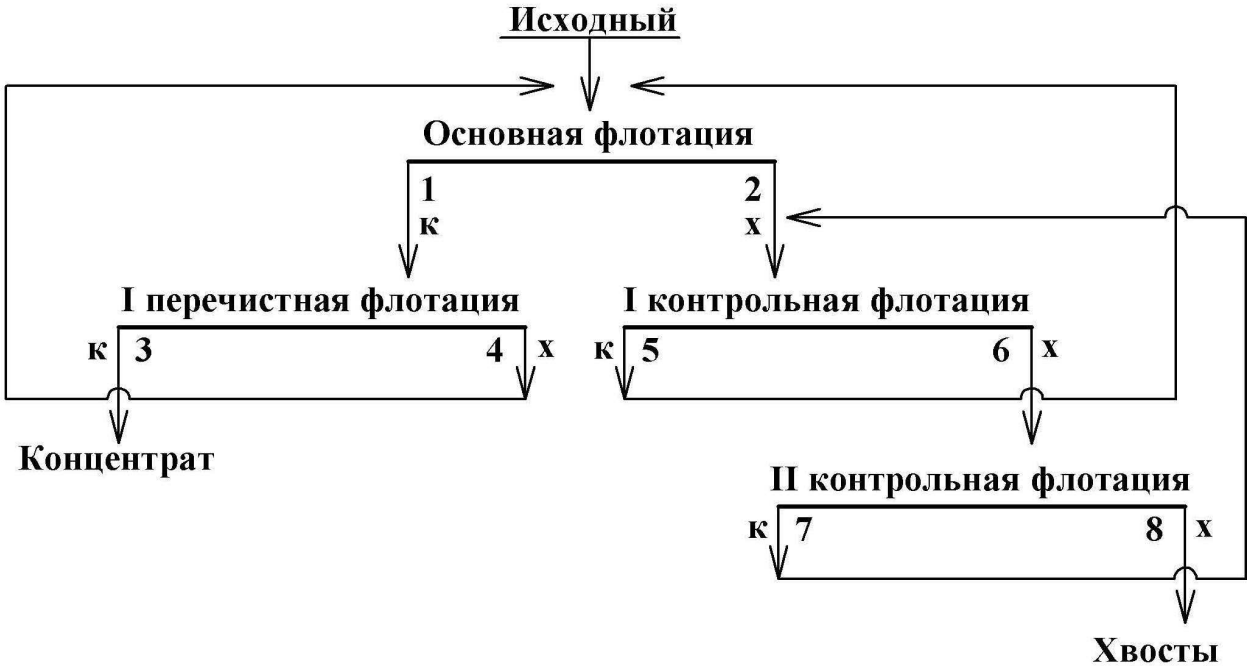


Схема № 5

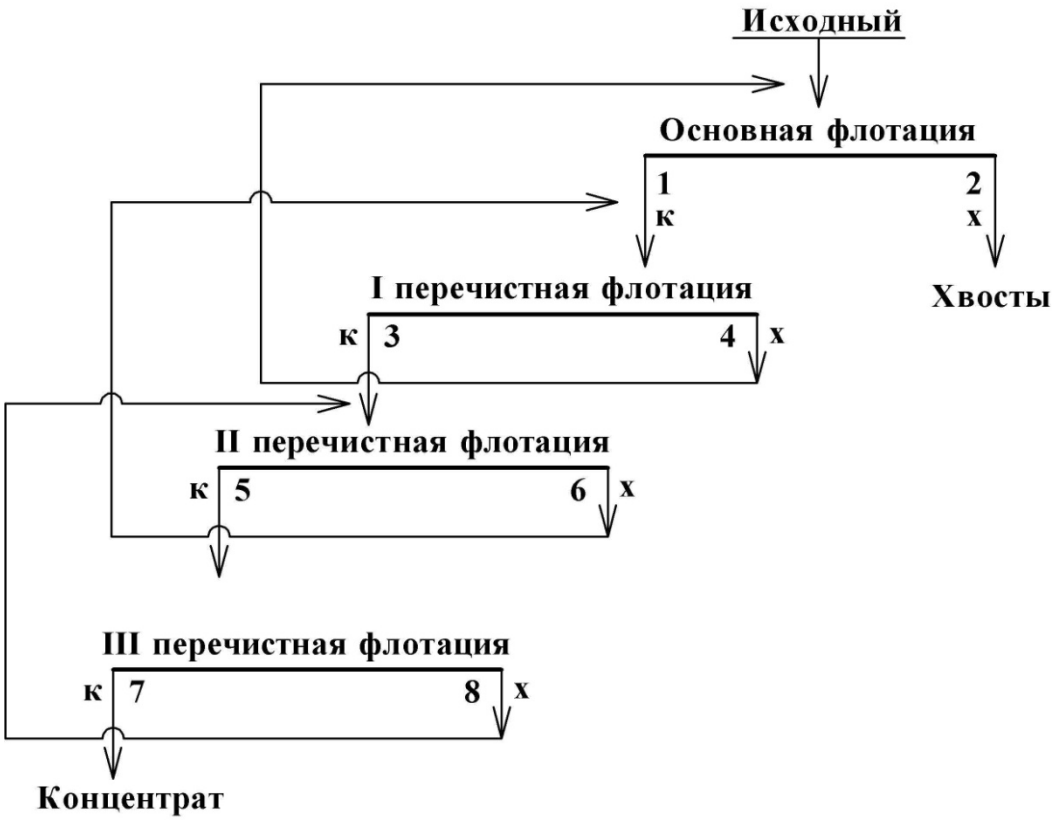


Схема № 6

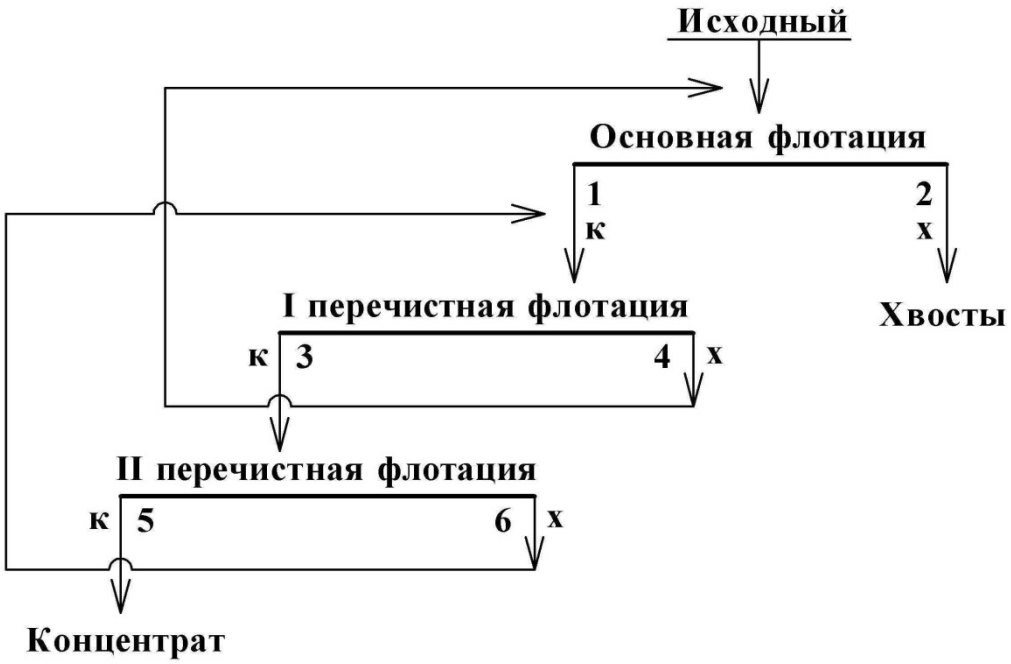


Схема № 7

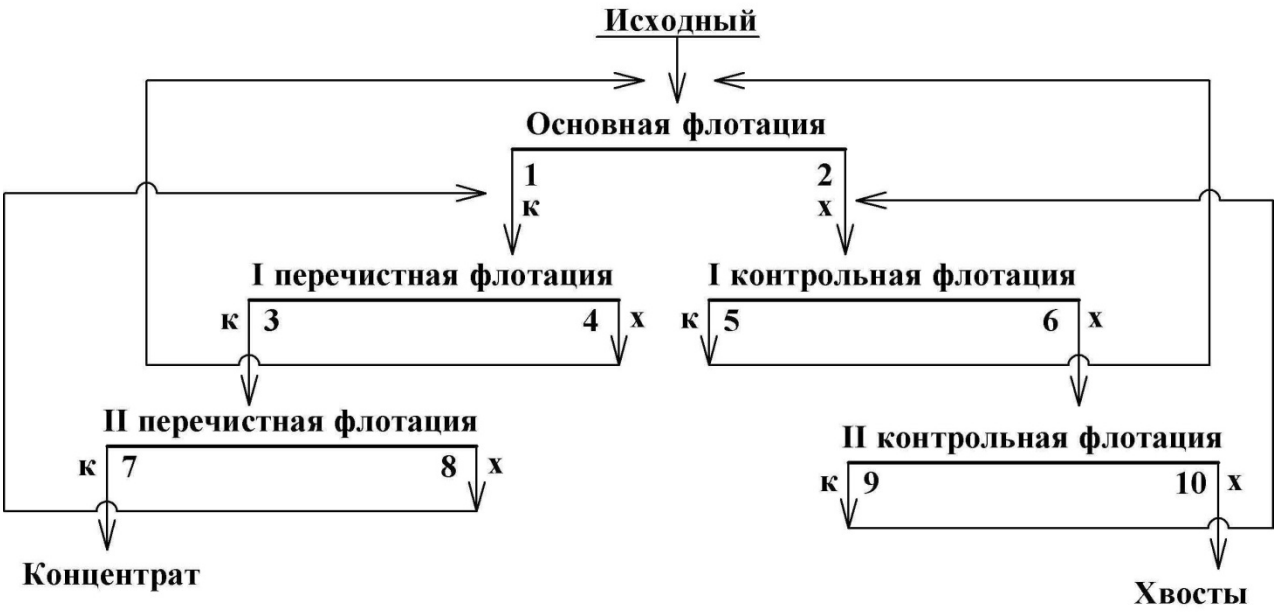


Схема № 8

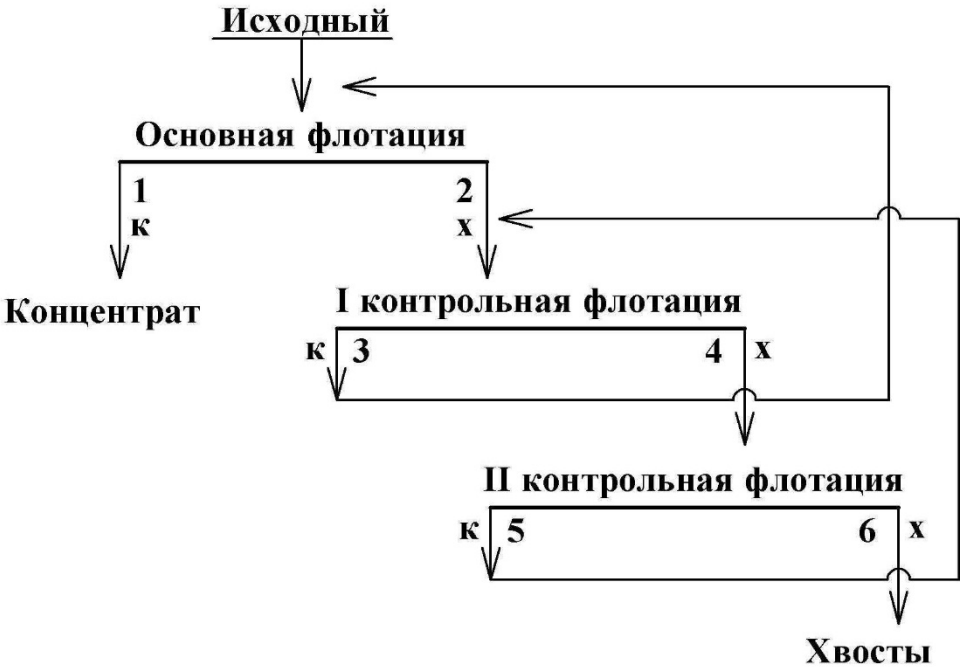


Схема № 9

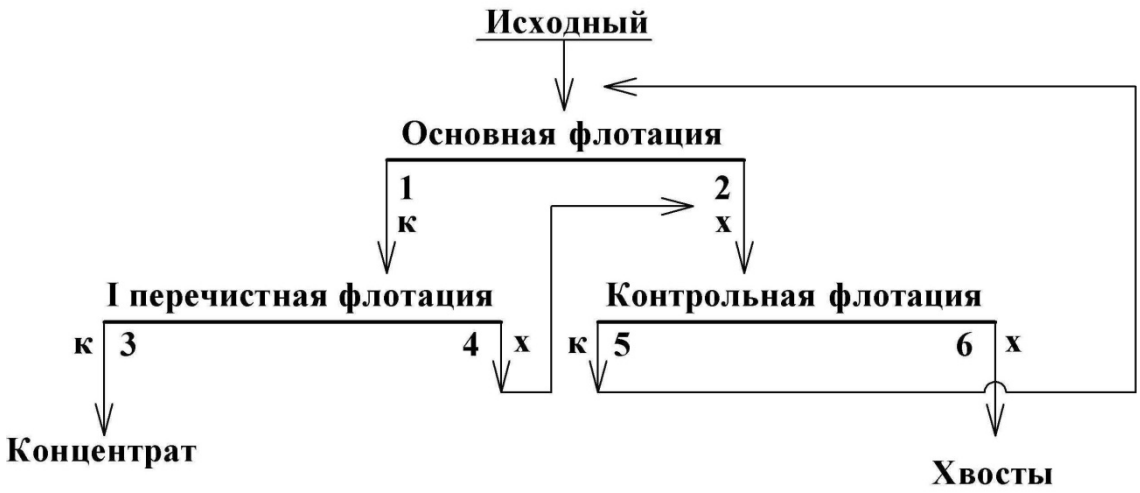
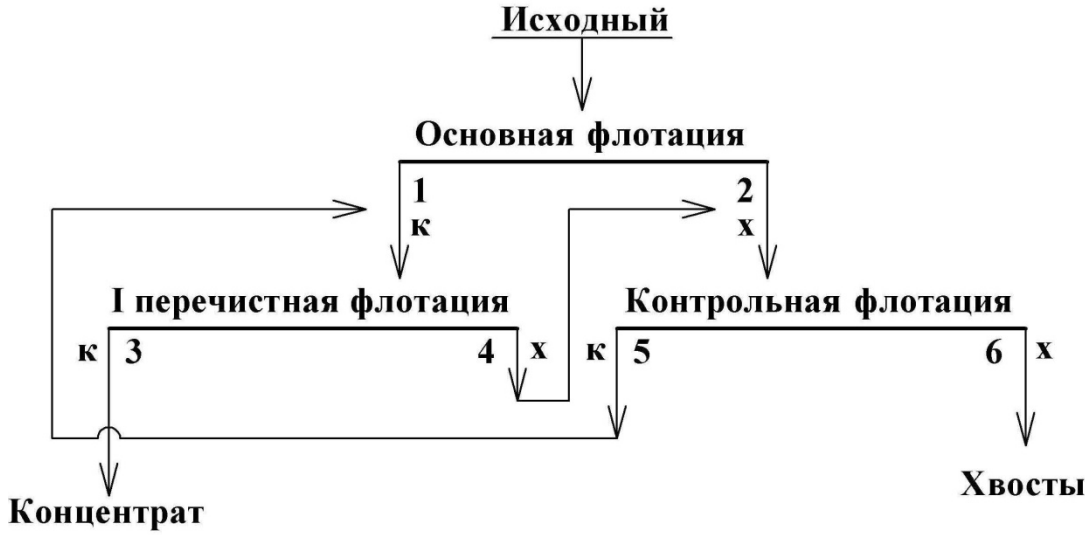


Схема № 10



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 27.01.2014 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 №____

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 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.

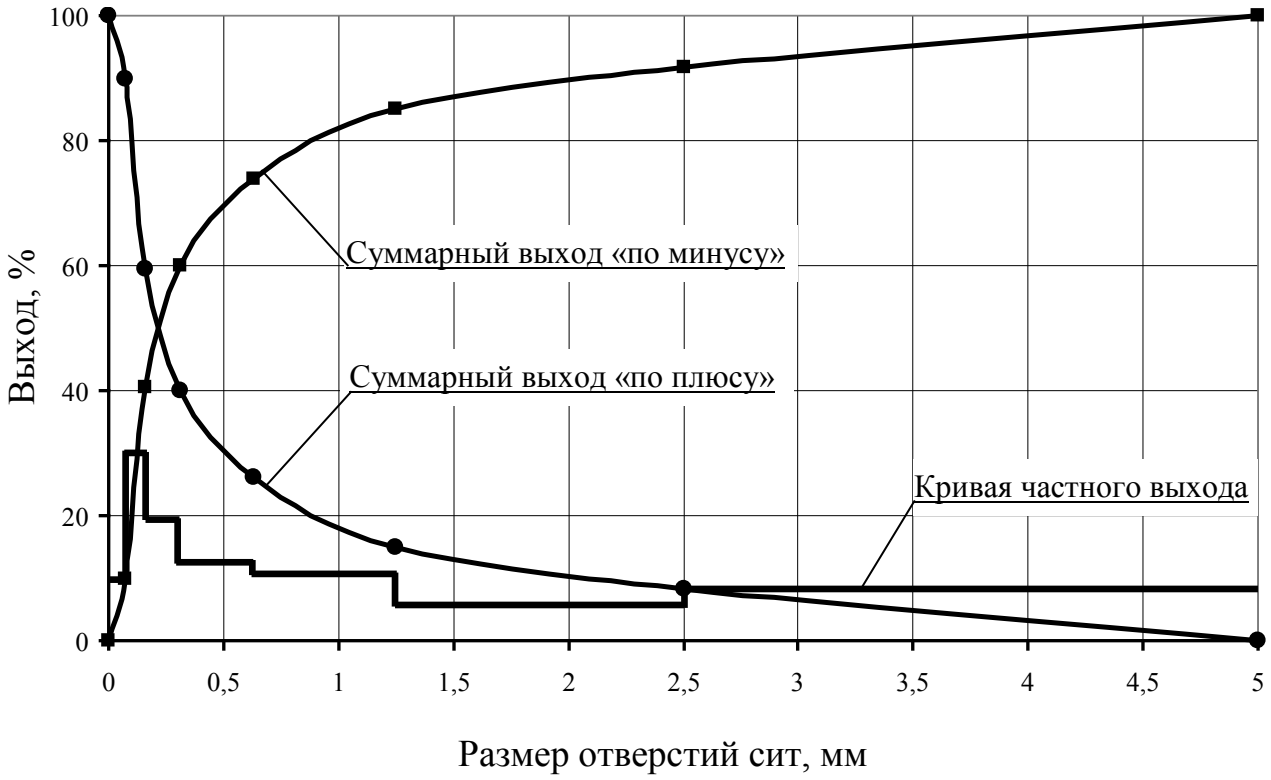


Рисунок 3.1 – Частная и суммарные гранулометрические характеристики

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).

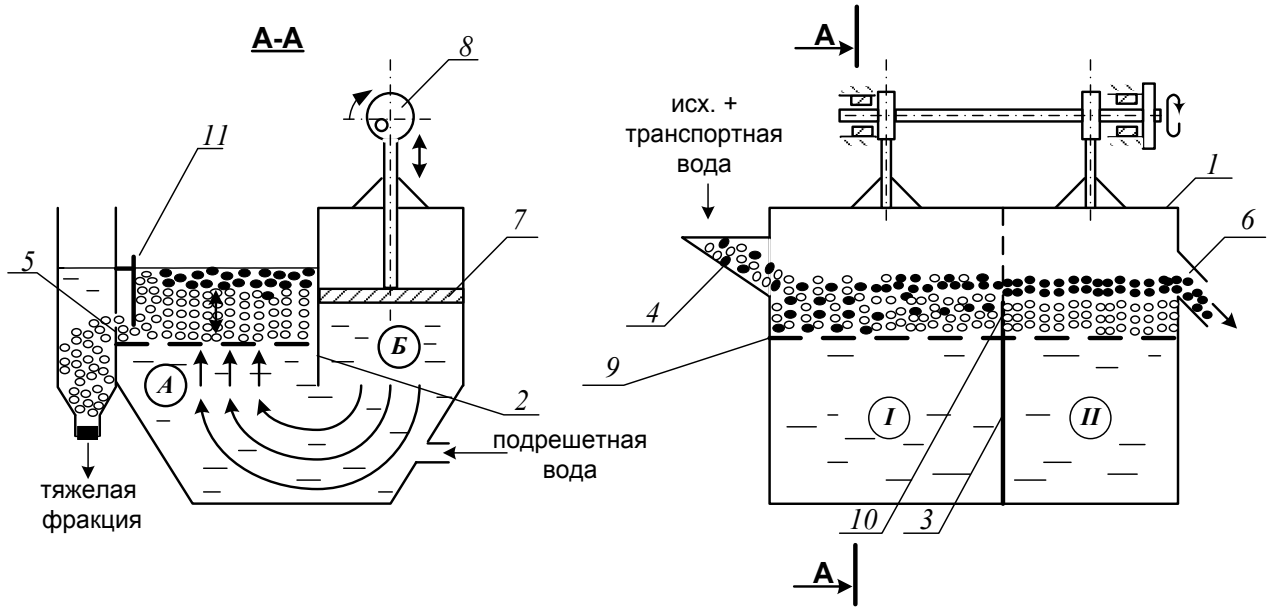


Рисунок 4.1 – Поршневая отсадочная машина

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.

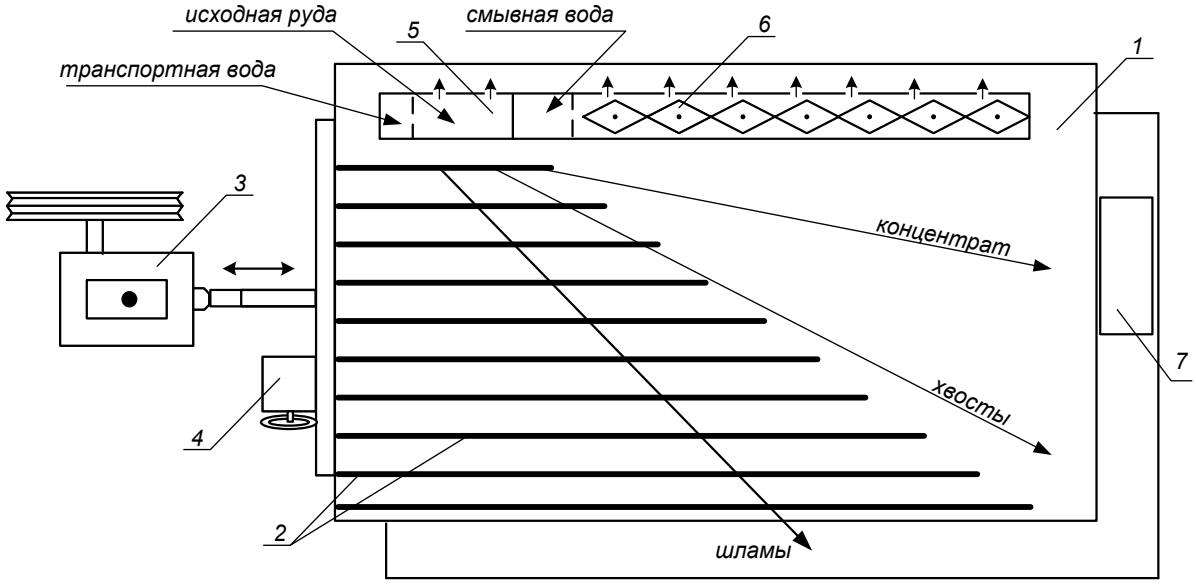


Рисунок 5.1 – Схема концентрационного стола

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.

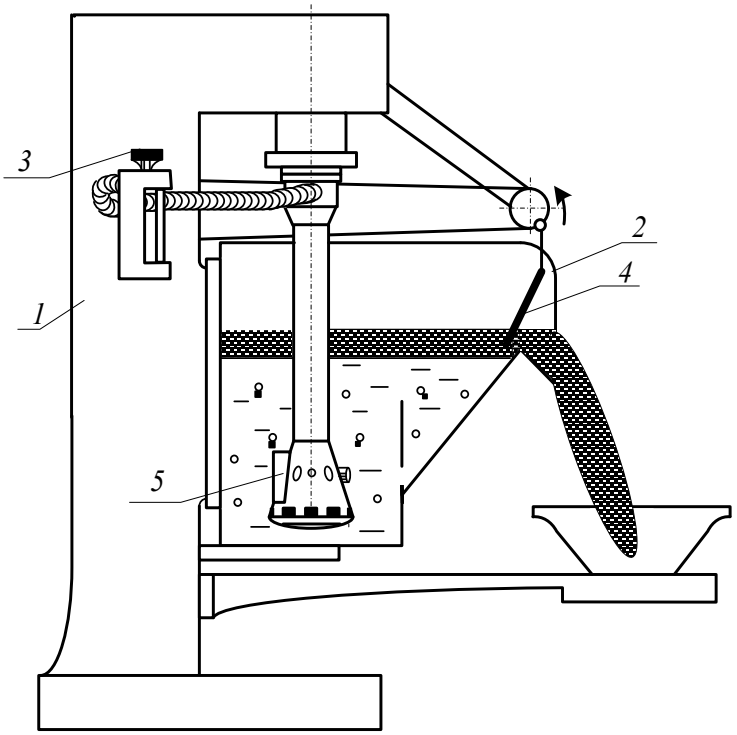


Рисунок 7.1 – Лабораторная флотационная машина

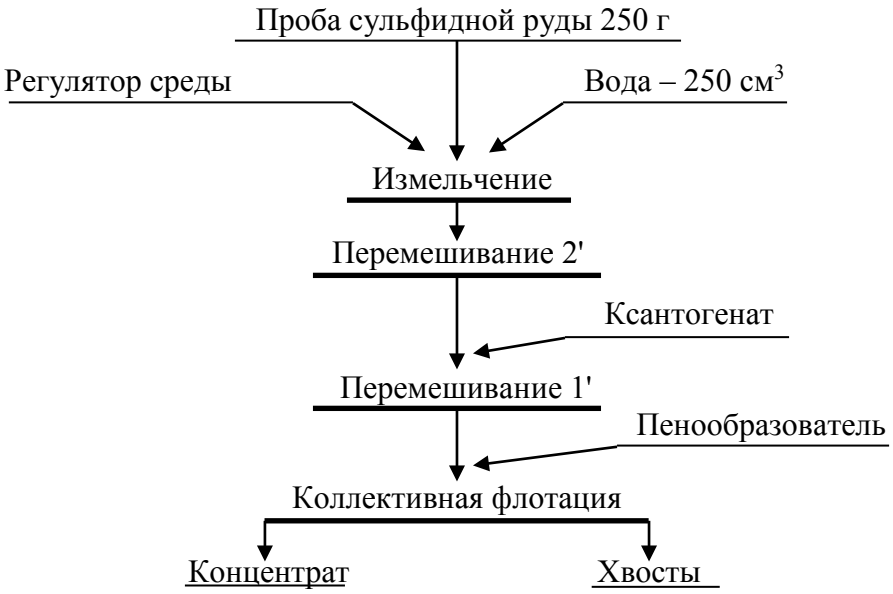


Рисунок 7.2 – Схема флотационного опыта

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.

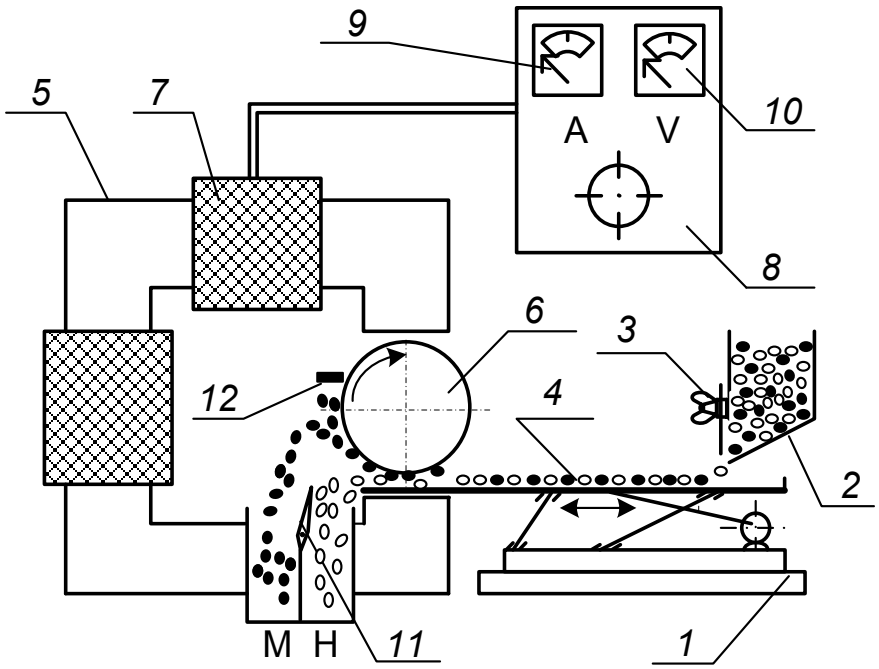


Рисунок 8.1 – Схема магнитного сепаратора

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.

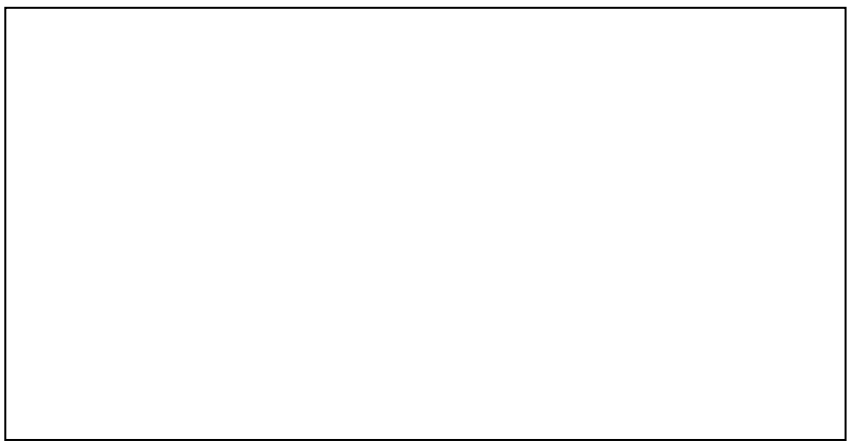


Рисунок 1 – Схема устройства оборудования:
1 – …; 2 – …

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

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

С. А. БЕДРИНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ

к контрольной работе по дисциплине «Геодезия»

для студентов очного и заочного обучения

направления подготовки (специальности)
21.05.04 Горное дело
(уровень специалитета)

Одобрена на заседании кафедры

Геодезии и кадастров
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Акулова Е.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 8 от 11.04.2019
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

Горно-технологического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)

Екатеринбург, 2019 г

С. А. БЕДРИНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ

к контрольной работе по дисциплине «Геодезия»

для студентов очного и заочного обучения

направления подготовки (специальности)
21.05.04 Горное дело
(уровень специалитета)

Содержание

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ……..…	3
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ГЕОДЕЗИИ…….	5
1.МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЯДА РАВНОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ……	5
2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЯДА НЕРАВНОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ..	10
3. ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ФУНКЦИЙ ИЗМЕРЕННЫХ ВЕЛИЧИН……..…	13
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…….....	19

ВВЕДЕНИЕ

Успешному освоению теоретических положений дисциплины «Геодезия» должно способствовать выполнение контрольных работ.

Задания представлены по вариантам. Выбор варианта определяется по порядковому номеру фамилии студента в списке группы.

В начале каждого раздела приведены необходимые для вычислений формулы, текст задач и варианты исходных данных. Подробно описана последовательность действий.

Контрольная работа выполняется в одной ученической тетради. Все записи должны вестись ручкой аккуратно, запрещается исправлять вычисления путем написания “цифры по цифре”.

Желательно оформление выполненной работы с помощью компьютера, в этом случае все листы должны быть сброшюрованы в папке.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ГЕОДЕЗИИ

1. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЯДА РАВНОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Методические указания

Выполните обработку ряда равноточных измерений, используя следующие формулы:

1. Средняя квадратическая погрешность (С.К.О.) по формуле Гаусса $m = \pm\sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}}$

2. Погрешность определения средней квадратической погрешности $m_m = \frac{m}{\sqrt{2n}}$

3. Средняя погрешность суммы углов треугольника и проверить через С.К.О. по формуле связи $\nu = \frac{[|\Delta|]}{n}$

$(\nu = \frac{4}{5} \cdot m)$

4. Вероятная погрешность по формулам связи с С.К.О. $r = \frac{2}{3} \cdot m$

5. Предельная погрешность измерений $\Delta_{пред} = 3m$

6. Свойство компенсации по сходимости предела $\lim_{n \to \infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0$

Задача 1. При измерении углов в триангуляции I класса получены угловые невязки треугольников, значения которых приведены в табл.1. Учитывая, что невязки являются истинными погрешностями суммы углов треугольника возвести в квадрат истинные погрешности по каждому треугольнику и просуммировать их. Найдите:

- среднюю квадратическую погрешность (С.К.О.) по формуле Гаусса;

- погрешность определения средней квадратической погрешности;

- среднюю погрешности суммы углов треугольника и проверить через С.К.О. по формуле связи;

- значение вероятной погрешности по формулам связи с С.К.О.; предельную погрешность измерений; средние арифметические из 5, 10, 15, 20, 25 и 30 невязок и проследив за их изменением, проверить свойство компенсации по сходимости предела.

Сделайте выводы о степени приближения действительного распределения погрешностей к нормальному (по отклонению значений, вычисленным по данным измерений и по формулам связи). Все вычисления производить в таблице.

Таблица 1

Исходные данные угловых измерений

№	Варианты измерений, сек.											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	+0,38	-0,45	-0,41	+0,75	-0,79	-0,73	+0,98	+1,36	+0,88	+1,36	+2,03	-1,04
2	+1,36	-0,35	+0,03	-0,63	+0,73	+1,31	-1,15	+0,61	-0,97	-0,73	-0,73	-1,06
3	+0,61	+0,45	-0,45	-1,04	+0,76	+2,03	-0,41	-0,26	-1,36	+0,09	+1,04	-0,14
4	-0,26	-0,72	+0,35	-1,06	-1,20	-0,73	+0,42	+0,74	+0,99	+1,31	+0,51	+0,48
5	+0,74	+0,21	-0,72	-0,14	+0,87	+1,04	-0,18	+1,13	+0,75	-1,57	-0,79	-0,05
6	+1,13	-0,51	+0,25	+0,48	+0,38	+0,51	+0,02	+0,88	-0,63	+0,02	-1,00	-0,34
7	+0,88	+0,25	+0,26	-0,05	+1,36	-0,79	+0,17	-0,97	-1,04	+0,01	+0,09	+0,55
8	-0,97	+0,47	-0,33	-0,34	-0,73	-1,00	+0,06	-1,36	-1,06	-0,08	-0,31	-0,54
9	-1,36	-0,26	+0,73	+0,55	+0,09	+0,09	+0,03	+0,99	-0,14	-0,09	+0,38	+0,98
10	+0,99	-0,33	-1,20	-0,54	+1,31	-0,31	-0,14	+0,75	+0,48	+0,75	+1,36	-1,15
11	+0,75	-0,79	-0,73	+0,98	-1,57	+0,38	-0,45	-0,63	-0,05	-1,06	+0,61	-0,41
12	-0,63	+0,73	+1,31	-1,15	+0,02	+1,36	-0,35	-1,04	-0,34	+0,48	-0,26	+0,42
13	-1,04	+0,76	+2,03	-0,41	+0,01	+0,61	+0,45	-1,06	+0,55	+0,34	+0,74	-0,18

14	-1,06	-1,20	-0,73	+0,42	-0,08	-0,26	-0,72	-0,14	-0,54	-0,54	+1,13	+0,02
15	-0,14	+0,87	+1,04	-0,18	-0,09	+0,74	+0,21	+0,48	+0,98	-0,41	+0,88	+0,17
16	+0,48	+0,38	+0,51	+0,02	+0,75	+1,13	-0,51	-0,05	-1,15	+0,03	-0,97	+0,06
17	-0,05	+1,36	-0,79	+0,17	-1,06	+0,88	+0,25	-0,34	-0,41	-0,45	-1,36	+0,03
18	-0,34	-0,73	-1,00	+0,06	+0,48	-0,97	+0,47	+0,55	+0,42	-0,79	+0,99	+0,61
19	+0,55	+0,09	+0,09	+0,03	+0,34	-1,36	-0,26	-0,54	-0,18	+0,73	+0,38	-0,26
20	-0,54	+1,31	-0,31	-0,14	-0,54	+0,99	-0,33	+0,87	+0,02	+0,76	+1,36	+0,74
21	+0,98	-1,57	+0,38	-0,45	-0,41	+0,38	-0,79	+0,38	-0,05	-1,20	+0,61	+1,13
22	-1,15	+0,02	+1,36	-0,35	+0,03	+1,36	+0,73	+1,36	-0,34	+0,87	-0,26	+0,88
23	-0,41	+0,01	+0,61	+0,45	-0,45	+0,61	+0,76	-0,73	+0,55	+0,38	+0,25	-0,97
24	+0,42	-0,08	-0,26	-0,72	+0,35	-0,26	-1,20	+0,09	-0,54	+1,36	+0,47	-1,36
25	-0,18	-0,09	+0,74	+0,21	-0,72	+0,74	+0,87	+1,31	+0,98	-0,73	-0,26	+0,99
26	+0,02	+0,75	+1,13	-0,51	+0,25	+1,13	+0,38	-1,57	-1,15	+0,09	-0,33	+0,38
27	+0,17	-1,06	+0,88	+0,25	+0,26	+0,88	+1,36	+0,02	-0,41	+1,31	-0,79	+1,36
28	+0,06	+0,48	-0,97	+0,47	-0,33	-0,97	-0,73	+0,01	+0,42	+1,36	+0,73	+0,61
29	+0,03	+0,34	-1,36	-0,26	+0,73	-1,36	+0,09	-0,08	-0,18	+0,61	+0,76	-0,26
30	-0,14	-0,54	+0,99	-0,33	-1,20	+0,99	+1,31	-0,09	+0,02	-0,26	-1,20	+0,96

№	Варианты измерений, сек.											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	+0,75	-0,79	-0,73	+0,98	-1,57	+0,38	-0,45	-0,63	-0,05	-1,06	+0,61	+0,45
2	-0,63	+0,73	+1,31	-1,15	+0,02	+1,36	-0,35	-1,04	-0,34	+0,48	-0,26	-0,26
3	-1,04	+0,76	+2,03	-0,41	+0,01	+0,61	+0,45	-1,06	+0,55	+0,34	+0,74	-0,33
4	+0,55	+0,09	+0,09	+0,03	+0,34	-1,36	-0,26	-0,54	-0,18	+0,73	+0,38	-0,79
5	-0,54	+1,31	-0,31	-0,14	-0,54	+0,99	-0,33	+0,87	+0,02	+0,76	+1,36	+0,73
6	+0,98	-1,57	+0,38	-0,45	-0,41	+0,38	-0,79	+0,38	-0,05	-1,20	+0,61	+0,76
7	-1,15	+0,02	+1,36	-0,35	+0,03	+1,36	+0,73	+1,36	-0,34	+0,87	-0,26	-1,20
8	-0,41	+0,01	+0,61	+0,45	-0,45	+0,61	+0,76	-0,73	+0,55	+0,38	+0,25	+0,87
9	+0,42	-0,08	-0,26	-0,72	+0,35	-0,26	-1,20	+0,09	-0,54	+1,36	+0,47	+0,38
10	-0,18	-0,09	+0,74	+0,21	-0,72	+0,74	+0,87	+1,31	+0,98	-0,73	-0,26	+1,36
11	+0,02	+0,75	+1,13	-0,51	+0,25	+1,13	+0,38	-1,57	-1,15	+0,09	-0,33	-0,73
12	+0,17	-1,06	+0,88	+0,25	+0,26	+0,88	+1,36	+0,02	-0,41	+1,31	-0,79	+0,09
13	+0,06	+0,48	-0,97	+0,47	-0,33	-0,97	-0,73	+0,01	+0,42	+1,36	+0,73	+1,31
14	+0,03	+0,34	-1,36	-0,26	+0,73	-1,36	+0,09	-0,08	-0,18	+0,61	+0,76	+0,06
15	-0,14	-0,54	+0,99	-0,33	-1,20	+0,99	+1,31	-0,09	+0,02	-0,26	-1,20	+0,03

16	-0,97	+0,47	-0,33	-0,34	-0,73	-1,00	+0,06	-1,36	-1,06	-0,08	-0,31	-0,14
17	-1,36	-0,26	+0,73	+0,55	+0,09	+0,09	+0,03	+0,99	-0,14	-0,09	+0,38	+0,09
18	+0,99	-0,33	-1,20	-0,54	+1,31	-0,31	-0,14	+0,75	+0,48	+0,75	+1,36	+1,31
19	+0,75	-0,79	-0,73	+0,98	-1,57	+0,38	-0,45	-0,63	-0,05	-1,06	+0,61	+0,06
20	-0,63	+0,73	+1,31	-1,15	+0,02	+1,36	-0,35	-1,04	-0,34	+0,48	-0,26	+0,03
21	-1,04	+0,76	+2,03	-0,41	+0,01	+0,61	+0,45	-1,06	+0,55	+0,34	+0,74	-0,14
22	-1,06	-1,20	-0,73	+0,42	-0,08	-0,26	-0,72	-0,14	-0,54	-0,54	+1,13	-0,45
23	-0,14	+0,87	+1,04	-0,18	-0,09	+0,74	+0,21	+0,48	+0,98	-0,41	+0,88	-0,35
24	+0,38	-0,45	-0,41	+0,75	-0,79	-0,73	+0,98	+1,36	+0,88	+1,36	+2,03	+0,45
25	+1,36	-0,35	+0,03	-0,63	+0,73	+1,31	-1,15	+0,61	-0,97	-0,73	-0,73	-0,72
26	+0,61	+0,45	-0,45	-1,04	+0,76	+2,03	-0,41	-0,26	-1,36	+0,09	+1,04	+0,21
27	-0,26	-0,72	+0,35	-1,06	-1,20	-0,73	+0,42	+0,74	+0,99	+1,31	+0,51	+0,98
28	+0,74	+0,21	-0,72	-0,14	+0,87	+1,04	-0,18	+1,13	+0,75	-1,57	-0,79	-0,97
29	+1,13	-0,51	+0,25	+0,48	+0,38	+0,51	+0,02	+0,88	-0,63	+0,02	-1,00	-1,36
30	1,04	+0,86	+2,03	+0,41	+0,01	+0,61	+0,43	-1,06	+0,55	-0,34	+0,75	-0,12

Пример выполнения задачи1:

Вариант **

Задача 1

№	**Δ,мм**	**Δ2**	**Δ4**
1	-0,63	0,3969	0,1575
2	-1,04	1,0816	1,1699
3	-1,06	1,1236	1,2625
4	-0,54	0,2916	0,0850
5	+0,87	0,7569	0,5729
6	+0,38	0,1444	0,0209
7	+1,36	1,8496	3,4210
8	-0,73	0,5329	0,2840
9	+0,09	0,0081	0,0001
10	+1,31	1,7161	2,9450
11	-1,57	2,4649	6,0757
12	+0,02	0,0004	0,0000
13	+0,01	0,0001	0,0000
14	-0,08	0,0064	0,0000
15	-0,09	0,0081	0,0001
16	-1,36	1,8496	3,4210
17	+0,99	0,9801	0,9606
18	+0,75	0,5625	0,3164

19	-0,61	0,3721	0,1385
20	-1,04	1,0816	1,1699
21	-1,06	1,1236	1,2625
22	-0,14	0,0196	0,0004
23	+0,48	0,2304	0,0531
24	+1,36	1,8496	3,4210
25	+0,61	0,3721	0,1385
26	-0,26	0,0676	0,0046
27	+0,74	0,5476	0,2999
28	+1,13	1,2769	1,6305
29	+0,88	0,7744	0,5997
30	-1,06	1,1236	1,2625

$[\Delta]$=-0,29’’
$[|\Delta|]$=22,25’’
$[\Delta^2]$=22,6129’’

Средняя квадратичная погрешность (СКП) по формуле Гаусса:

$$m = \pm\sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}} = \pm\sqrt{\frac{22{,}6129}{30}} = 0{,}8681''$$

Погрешность определения средней квадратичной погрешности:

$$m_m = \frac{m}{\sqrt{2n}} = \frac{0{,}8681}{\sqrt{60}} = 0{,}1121''$$

Средняя погрешность суммы углов треугольника и проверка через СКО по формуле связи:

$$\theta = \frac{[|\Delta|]}{n} = \frac{22{,}25}{30} = 0{,}7417''$$

$$\theta = \frac{4}{5} * m = \frac{4}{5} * 0{,}8681 = 0{,}69448''$$

Вероятная погрешность по формулам связи с СКП:

$$r = \frac{2}{3} * m = \frac{2}{3} * 0{,}8681 = 0{,}5787''$$

Предельная погрешность измерений:

$$\Delta_{\text{пред.}} = 3 * m = 3 * \pm 0{,}8681 = \pm 2{,}6043$$

$$\lim_{n\to 5} \frac{-2{,}4}{5} = -0{,}48$$

$$\lim_{n\to 10} \frac{0{,}01}{10} = 0{,}001$$

$$\lim_{n\to 15} \frac{-1{,}7}{15} = -0{,}113333$$

$$\lim_{n\to 20} \frac{-2{,}97}{20} = -0{,}1485$$

$$\lim_{n\to 25}\frac{-1{,}72}{25}=-0{,}0688$$

$$\lim_{n\to 30}\frac{-0{,}29}{30}=-0{,}00966667$$

Свойство компенсации по сходимости предела выполняется.

2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЯДА НЕРАВНОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Методические указания

Измерение выполняли *n* раз, причем каждое выполнялось различным числом приемов. Результаты измерения приведены в табл.4.

Принимая вес результата измерения пропорционален числу приемов *c*, выполните обработку полученного ряда. Постройте доверительный интервал, покрывающий с заданной вероятностью неизвестное истинное значение измеряемой величины X, который определяется по формуле:

$$\bar{x}-t_\beta\cdot M \prec X \prec \bar{x}+t_\beta\cdot M,$$

($t_\beta=1{,}8$, с вероятностью 0,90) накрывающий истинное значение.

Необходимые формулы:

1). $\bar{x}=a+\frac{[P\varepsilon]}{[P]}$; 2) $\mu=m=\pm\sqrt{\frac{[pv^2]}{n-1}}$, $v_i=x_i-\bar{x}$; 3). $m_{\bar{x}}=M=\frac{\mu}{\sqrt{[P]}}$.

Предварительные расчеты рекомендуется выполнить в таблице (см. табл. 5).

Задача 2. Даны результаты равноточных независимых многократных измерений одного и того же расстояния, причем каждое выполнялось различным числом приемов его истинное значение L(м). Определить: $\bar{x}$, m, M, m_m, m_M. Построить доверительный интервал, с вероятностью 0,9 ($t_\beta=1{,}8$), накрывающий истинное значение.

Исходные данные:

№ варианта		Высокоточное измерение, ***L***, м,	Многократные измерения, ***l*** , мм						
			Номера измерений						
			1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
1	Измерения, мм	26,752	753	750	755	748	756	745	758
	Число приемов		2	3	4	2	3	5	2
2	Измерения, мм	88,967	980	988	985	990	983	991	996
	Число приемов		3	6	4	2	6	3	2
3	Измерения, мм	136,117	127	110	118	116	115	113	121
	Число приемов		4	2	6	3	8	2	4
4	Измерения, мм	75,053	065	040	061	054	051	056	049
	Число приемов		2	3	4	2	3	5	2
5	Измерения, мм	54,072	082	061	078	065	073	070	075
	Число приемов		4	2	6	1	8	2	4
6	Измерения, мм	46,156	166	145	162	149	160	157	154
	Число приемов		2	3	4	2	3	5	2
7	Измерения, мм	203,221	238	209	231	214	225	217	222
	Число приемов		3	6	4	2	6	3	2
8	Измерения, мм	34,463	473	452	469	456	467	459	466
	Число приемов		5	2	4	3	8	2	5
9	Измерения, мм	87,106	118	093	114	099	110	102	109
	Число приемов		3	2	6	3	8	2	4
10	Измерения, мм	73,725	737	712	733	716	729	728	729
	Число приемов		2	3	4	2	3	5	2
11	Измерения, мм	42,438	446	427	444	431	441	436	439
	Число приемов		3	6	4	2	6	3	2

12	Измерения, мм	51,913	923	902	919	916	911	914	909
	Число приемов		4	2	6	3	8	2	4
13	Измерения, мм	114,447	457	453	450	445	448	443	451
	Число приемов		3	6	4	2	6	3	2
14	Измерения, мм	41,126	122	129	124	127	130	119	132
	Число приемов		3	6	4	2	6	3	2
15	Измерения, мм	175,288	291	286	289	284	292	281	296
	Число приемов		4	2	6	3	8	2	4
16	Измерения, мм	47,336	334	337	339	332	340	329	342
	Число приемов		4	2	6	3	4	2	6
17	Измерения, мм	35,475	476	473	478	471	479	468	481
	Число приемов		4	2	6	3	8	2	4
18	Измерения, мм	113,554	550	555	552	557	558	547	564
	Число приемов		3	6	4	2	6	3	2
19	Измерения, мм	38,646	650	642	647	644	649	639	652
	Число приемов		3	6	4	2	6	3	2
20	Измерения, мм	25,723	733	712	729	724	721	726	719
	Число приемов		4	2	6	3	2	2	5
21	Измерения, мм	103,834	851	816	844	827	835	832	837
	Число приемов		4	2	6	3	8	2	4
22	Измерения, мм	63,987	999	974	996	980	991	988	985
	Число приемов		3	6	4	2	6	3	2
23	Измерения, мм	21,173	183	162	179	166	177	169	173
	Число приемов		3	2	5	2	6	3	2
24	Измерения, мм	56,242	252	231	248	235	246	238	245
	Число приемов		4	2	6	3	8	2	4

Рекомендуемая вспомогательная таблица для промежуточных расчетов:

Измерения, $\boldsymbol{l}$,мм	Постоянная часть, $\boldsymbol{a}$, мм	Переменная часть, $\boldsymbol{\varepsilon}$, мм	Число приемов, $\boldsymbol{c}$	Вес, $\boldsymbol{P}$	$P\varepsilon$	Вероятнейшее значение $x = a + \frac{[P\varepsilon]}{[P]}$	$\boldsymbol{\nu}$, мм	$\boldsymbol{P\nu^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Пример выполнения задачи 2:

Вариант **

Измерения ° ' "	**Постоянная часть, a ° ' "**	**Переменная часть Ɛ, с**	**Число приёмов b, с**	**Вес P**	**PƐ**	**Вероятное значение $x = a + \frac{[p\varepsilon]}{[p]}$**	**ν, с**	**Pν²**
48 34 20	48 34 20	0	4	0,4	0	48º34'18,74"	+1,26	0,635
15	20	-5	2	0,2	-1		-3,74	2,798
19	20	-1	5	0,5	-0,5		+0,26	0,034
17	20	-3	3	0,3	-0,9		-1,74	0,908
25	20	+5	1	0,1	+0,5		+6,26	3,919
21	20	+1	2	0,2	+0,2		+2,26	1,022
18	20	-2	6	0,6	-1,2		-0,74	0,329
				2,3	**-2,9**			**9,645**

$$M = \pm\sqrt{\frac{19{,}645}{2{,}3 * 6}} = \pm 0{,}836''$$

$$\bar{x} - t_\beta * M \le x \le \bar{x} + t_\beta * M$$

$$48°34'16{,}82'' \le x \le 48°34'20{,}66''$$

3. ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ФУНКЦИЙ ИЗМЕРЕННЫХ ВЕЛИЧИН

Методические указания

В практике часто возникают задачи, когда искомую величину непосредственно измерить нельзя, но можно найти ее значение косвенным путем, измерив одну или несколько величин функционально связан с

искомой. Погрешность искомой величины будет зависеть от ошибок аргументов, по которым она вычисляется и от вида функции:

$$m_F^2 = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot m_{x_i}^2 .$$

Решите следующие задачи по вариантам:

Вариант 1

Определить с.к.о. вычисленного горизонтального проложения по формуле: $d = \alpha \cdot \cos^2 \nu$, если $\alpha = 50м$, $\nu = 24°$, $m_l = 0{,}01м$, $m_\nu = 0{,}5'$.

Вариант 2

Определить с.к.о. тангенса кривой, вычисленного по формуле: $T = R \cdot tg\frac{\varphi}{2}$,

если R –радиус, R = 200 м, $m_R = 0{,}02м$, $\varphi = 30°$, $m_\varphi = 1'$.

Вариант 3

Найти с.к.о. приращения координаты Δy, если известны с.к.о. m_l и m_α длины линии l и дирекционного угла α: $l = 100{,}00м$, $m_l = 0{,}02м$, $\alpha = 30°00'$, $m_\alpha = 1'$.

Вариант 4

Определить с.к.о. площади треугольника по измеренным на плане основанию $a = 6.48см$ и высоте $h = 8.17см$, если $m_a = m_h = 0{,}2см$.

Вариант 5

Найти с.к.о. приращения координаты ΔX, если известны с.к.о. m_l и m_α длины линии l и дирекционного угла α:. $l = 100{,}00м$, $m_l = 0{,}02м$, $\alpha = 30°00'$, $m_\alpha = 1'$

Вариант 6

В треугольнике измерено три угла: $A = 50° \pm 1'$; $B = 40° \pm 1'$; $C = 90° \pm 1'$ и сторона $b = 150.00м \pm 0{,}05м$, по теореме синусов вычислить сторону a и определить ее с.к.о.

Вариант 7

Для определения площади земельного участка, имеющего форму прямоугольника, измерены две стороны: $a = 203.21м \pm 0{,}011м$; $b = 315.42м \pm 0.12м$. Вычислить площадь и ее с.к.о.

Вариант 8

Превышение получено по формуле: $h = S \cdot tg\nu$. Вычислить превышение и его с.к.о., если известны расстояние S и угол наклона ν: $m_s = 1см$, $S = 150м$, $\nu = 7°$, $m_\nu = 1'$.

Вариант 9

Определить с.к.о. приращений координат $\Delta x = S\cos\alpha$, $\Delta y = S\sin\alpha$. Если длина линии $S = 127.0м$, $\alpha = 32°00'$, $m_s = 0.03м$, $m_\alpha = 1.5'$.

Вариант 10

Требуется определить площадь земельного участка прямоугольной формы, размером около 1 га, со средней квадратической ошибкой $m_p = 10м^2$. С какой точностью нужно измерить для вычисления площади: а) две смежные стороны, б)диагональ d, чтобы получить площадь участка с заданной точностью.

Вариант 11

Определить с.к.о. поправки в превышения, если она определена по формуле: $\Delta h = -\frac{h^2}{2L}$, если $h = 5м$, $m_h = 0{,}08м$, $L = 300м$, $m_l = 0{,}01м$.

Вариант 12

По топографическому плану измерены координаты двух точек контура. Получены результаты: $x_1, y_1; x_2, y_2$; с точностью $m_{x_1} = m_{x_2} = m_{y_1} = m_{y_2} = 0{,}1м$. Определить с.к.о. горизонтального проложения D между точками: $D^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$.

Вариант 13

Определить с.к.о. вычисленного превышения по формуле: $h = 0{,}5L \cdot \sin 2\nu$, если $L = 30м$, $m_L = 0{,}01м$, $\nu = 12°$, $m_\nu = 30''$.

Вариант 14

Определить с.к.о. поправки за центрировку инструмента, вычисляемой по формуле: $C = \frac{l \cdot \sin(M + \theta)}{D} \rho''$, если $\rho = 206265,\ D = 3000м,\ l = 10см,\ m_l = 0{,}005м$. M – значение измеренного направления, $M = 35°,\ m_M = 2''$, θ - угловой элемент центрировки, $m_\theta = 20'$.

Вариант 15

Координата x_A т.А на плане определена по формуле: $x_A = x + D \cdot \cos(\alpha + \beta_n \pm 180°)$. Определить с.к.о. x_A, если $m_x = 0{,}07м,\ m_\alpha = 0'{,}05,\ m_D = 0{,}10м$ $m_\beta = 0'{,}1,\ D = 100м,\ \alpha = 100°, \beta = 30°$.

Вариант 16

Определить с.к.о. $m_{\alpha\ кон}$ теодолитного хода, вычисленного по начальному дирекционному углу $\alpha_{нач}$ и результатам измерений 5 углов по ходу, если $m_{\alpha\ нач} = 5'',\ m_\beta = 6''$.

Вариант 17

Превышение получено по формуле: $h = \alpha \cdot \sin\nu + i - V$, где $\alpha = 120м,\ \nu = 2°$, $i = V = 1.60,\ m_S = 0{,}005м,\ m_\nu = 6''$. Определить с.к.о. h.

Вариант 18

Определить с.к.о. площади треугольника, вычисленную по формуле: $S = \frac{1}{2}(l_1 l_2 \cdot \sin\beta)$, где l_1, l_2 - смежные стороны треугольника, β - угол между ними;

если $l_1 = l_2 = 300м,\ \beta = 30°,\ m_{l_1} = m_{l_2} = 0{,}01м,\ m_\beta = 0'{,}1$.

Вариант 19

Определить с.к.о. поправки за температуру при измерении длин линий 30-и метровой рулеткой: $\Delta t = L \cdot \alpha \cdot (t_{из} - t_0)$, если

$L = 300м,\ \ \alpha = 12{,}5 \cdot 10^{-6},\ \ t_0 = 20°,\ \ t_{из} = +10^\circ,\ \ m_{t_{из}} = 0{,}1^\circ C,\ \ m_{t_0} = 0^\circ C.$

Вариант 20

Превышение получено по формуле: $h = \alpha \cdot \sin \nu + i - V$, где $\alpha = 370м,\ \ \nu = 15°,$

$i = 1.44м,\ \ V = 3м,\ \ m_S = 0{,}01м,\ \ m_\nu = 0'{,}2$. Определить с.к.о. h.

Вариант 21

Определить с.к.о. центрального угла круговой кривой, стягивающейся хордой b, вычисляемой по формуле: $\sin \frac{\theta}{2} = \frac{b}{2R}$, *если* $R = 100м,\ \ b = 100,\ \ m_b = 0{,}01м$.

Вариант 22

В ГГС 1 класса, на концах базисных сторон определены азимуты Лапласа, которые вычисляют по формуле: $A = a - (\lambda - L)\sin \varphi$. Определить, с какой точностью должен быть определен астрономический азимут a, разность долгот $(\lambda - L)$ и широта φ, чтобы азимут был получен не грубее $0.5''$, $\varphi = 60°,\ \ (\lambda - L) = 15''$.

Вариант 23

Координата y_A т.А на плане определена по формуле: $y_A = y + D \cdot \cos(\alpha + \beta_n \pm 180°)$. Определить с.к.о. y_A, если $m_y = 0{,}12м,\ \ m_\alpha = 2'',\ \ m_D = 0{,}01м$ $m_\beta = 0'{,}1,\ \ D = 300м,\ \ \alpha = 40°, \beta = 100°$.

Вариант 24

Определить с.к.о. превышения, полученного по формуле: $h = S \cdot tg\alpha$, где горизонтальное проложение $S = 143{,}5м$; угол наклона $\alpha = 2°30';\ \ h = 6{,}27м;\ \ m_S = 0{,}05м;\ \ m_\alpha = 1{,}0'$.

Пример выполнения задачи 3:

Вариант **

Дано:

$m_y = 0.12$ *м;* $m_\lambda = 0.1'$ *;* $m_D = 0.001$ *м* $D = 300$ *м*

$y = y + D*cos\lambda$

Найти:m

Решение:

F(y,D,λ) = y + D*cosλ

$$m^2 = 1 * 0.12^2 + (cos 0.1')^2 * 0.001^2 + 300 * (\sin 0.1')^2 * 0.00002909^2 =$$

= 0.0144+0.0000005868+0.0000001049 = 0.0144 м

m = ±0.12 м

Ответ: m = ±0.12 м

Список использованной литературы

1. Бедрина, С. А. Математическая обработка результатов геодезических измерений: методические указания к лабораторным работам для специальности 120700. - Екатеринбург : УГГУ, 2011. - 44 с.

2. Геодезия [Текст] : руководство по выполнению лабораторных работ для студентов укрупненной группировки направлений / Г. П. Козина ; Уральский государственный горный университет. - 5-е изд., стер. - Екатеринбург : УГГУ, 2016. - 40 с.

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

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

Г. П. КОЗИНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению практических работ

по дисциплине «Геодезия»

для студентов очного и заочного обучения

направления подготовки (специальности)
21.05.04 Горное дело
(уровень специалитета)

Одобрена на заседании кафедры

Геодезии и кадастров
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Акулова Е.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 8 от 11.04.2019
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

Горно-технологического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)

Екатеринбург, 2019 г

Г. П. КОЗИНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению практических работ

по дисциплине «Геодезия»

для студентов очного и заочного обучения

направления подготовки (специальности)
21.05.04 Горное дело
(уровень специалитета)

СОДЕРЖАНИЕ

1.	РАБОТА С ТОПОГРАФИЧЕСКИМИ КАРТАМИ	4
1.1.	Определение расстояний	6
1.2.	Определение географических коорданат	7
1.3.	Определение прямоугольных координат	7
1.4.	Определение положения точки относительно осевого меридиана зоны	8
1.5.	Определение дирекционного угла, истинного азимута и магнитного азимута линии	8
1.6.	Определение отметок точек и превышения между точками	9
1.7.	построение профиля местности по заданному направлению	10
1.8.	Определение крутизны ската	11
1.9.	Проектирование линии с заданной крутизной ската	12
1.10.	Измерение площадей по топографическим картам полярным планиметром	15
2.	РАБОТА С АЭРОФОТОСНИМКАМИ	17
2.1.	Привязка аэроснимка к топографической карте	17
2.2.	Определение масштаба аэрофотоснимка и высоты фотографирования	18
3.	СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА	20
3.1.	Построение координатной сетки	20
3.2.	Нанесение точек съемочного обоснования по координатам	22
3.3.	Нанесение ситуации, точек рельефа и проведение горизонталей	23
3.4.	Вычерчивание топографического плана	25
4.	ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ	27
4.1.	Обработка результатов нивелирования	27
4.2.	Построение профиля	30
4.3.	Проектирование по прифилю	32
5.	РАБОТА С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ	34
5.1.	Измерение горизонтальных и вертикальных углов	34
5.2.	Измерение расстояний нитяным дальномером	37
5.3.	Измерение превышений	38

I. РАБОТА С ТОПОГРАФИЧЕСКИМИ КАРТАМИ

Для современных топографических карт установлены следующие масштабы: 1:1 000 000, 1:500 000, 1:300 000, 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000.

Топографические карты широко используются в народном хозяйстве для решения различных инженерных задач и служат основой для создания карт специального назначения.

Листы топографических карт различных масштабов объединены специальной системой разграфки и номенклатуры, основой которой является лист карты масштаба 1:1000 000. Каждый лист топографической карты ограничен с севера и юга параллелями, а с запада и востока – меридианами. Линии меридианов и параллелей образуют внутреннюю географическую рамку листа топографической карты, а их пересечение – углы рамки, которым соответствуют географические координаты, подписываемые на карте (широта φ и долгота λ). Например, координаты северо-западного угла рамки (рис. 1.1.).

$$\varphi = 54^0 20' \ , \ \lambda = 14^0 15'$$

Параллельно линиям географической раски с внешней ее стороны на карте показывается минутная рамка, линии которой разделены на черные и белые интервалы. Длины интервалов по северной и южной сторонам рамки соответствуют одной минуте долготы, а по западной и восточной – одной минуте широты.

Каждый интервал минутной рамки разбит точками на интервалы по 10✋. С помощью минутной рамки определяют географические координаты точек на карте: широта φ и долгота λ .

Для определения плоских прямоугольных координат точек на топографических картах наносится прямоугольная координатная сетка.

Линии координатной сетки проходят параллельно осям координат зоны, в которой расположен данный лист. Обычно линии координатной сети проходят через 1 км. Оцифровка линий координатной сетки дается у их выходов за географической рамкой (рис. 1.1). Полные абсциссы и ординаты в (километрах) подписываются на выходах крайних линий данного листа. Остальные линии подписываются двумя последними цифрами.

Например:

абсциссы: 6019, 20, 21, 22, 6023,

ординаты: 3452, 53, 54, 3455.

Листы топографических карт сопровождаются зарамочным оформлением. Над северной рамкой указывается номенклатура листа, его название, система координат (рис. 1.1.). Под южной рамкой указывается численный и линейный масштабы карты, высота сечения рельефа, система высот, данные о склонении магнитной стрелки и сближении меридианов, график заложений, вызодные данные, указывающие метод и год создания карты.

Между минутной и внешней рамками помещены номенклатуры смежных листов карт того же масштаба. На топографических картах специальными условными знаками изображаются контуры и рельеф местности, а также прочие сведения о ней.

Наличие на картах географической и прямоугольной сеток координат, данных о склонении магнитной стрелки и сближении меридианов, графика заложений и других данных позволяет решать по карте различные топографические и инженерные задачи.

студентами работы выполняются по топографической карте масштаба 1:10 000 на специальных бланках.

1.1. Определение раастояний

Циркулем – измерителем снимается величина отрезка на топографической карте между заданными точками. По линейке до 0,01 см измеряют длину этого отрезка ($\ell_{см}$). С помощью численного масштаба карты (I:M) определяется расстояние на местности (D) в метрах

$$D = \ell \cdot M,$$

где ℓ - длина отрезка с карты, измеренная по линейке в см;

M – знаменатель численного масштаба карты.

Пример: ℓ=4,25 см, *M* – 10 000, *D* = 4,25 **&** 10 000 = 42 500 см = 425 м.

Это же расстояние определяют с помощью линейного масштада, который помещается за южной рамкой листа карты под численным масштабом (рис. 1.1). Для этого циркулем – измерителем отрезок с карты откладывается на линейном масштабе так, чтобы правая игла измерителя была поставлена на оцифрованное деление линейного масштаба справа от «0», а левая игла попадала на первое (дробное) основание – слева от «0». По линейному масштабу справа налево считывается расстояние в метрах.

$D = 425$ м.

1.2. Определение географических координат φ λ

Географические координаты определяются по минутной рамке. Для определения широты φ через точку (Рис. 1.1 точки N) проводят параллель до пересечения с минутной рамкой. По западной или восточной сторонам рамки, считают число минут и секунд ($\Delta\varphi$) между южной стороной рамки и параллелью данной точки.

Широта (φ) точки будет $\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi$, φ_0 - широта южной стороны рамки, долгота - $\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda$, λ_0 - долгота западной стороны рамки.

Для определения долготы через точку проводят меридиан и по северной или южной стороне минутной рамки отсчитывают долготу (λ).

Пример: определить φ и λ точки *N* (Рис. 1.1).

$$\lambda_0 = 54^0 17' 30'' \quad \Delta\varphi = 1' 53'' , \; \varphi_N = 54^0 17' 30'' + 1' 53'' = 54^0 19' 23''$$

$$\lambda_0 = 14^0 15' \quad \Delta\lambda = 0' 32'' , \; \lambda_N = 14^0 15' + 0' 32'' = 14^0 15' 32''$$

1.3. Определение прямоугольных координат X и Y

Прямоугольные координаты точки на карте определяются по координатной сетке. Для этого из точки опускают перпендикуляры на южную и западную стороны квадрата координатной сетки. Измерителям с помощью линейного масштаба определяют расстояния по этим перпендикулярам в метрах, которые представляют приращения координат ΔX и ΔY по оси абсцисс и оси ординат. Полученные приращения прибавляют к оцифрованным координатам сетки X_i и Y_i.

Пример: определить прямоугольные координаты точки D (рис. 1.1).

$$X_D = X_i + \Delta X \; , \; Y_D = Y_i + \Delta Y$$

X_i - абсцисса южной горизонтальной линии сетки квадрата, в котором находится D.

$$X_i = 6022 \text{ км} ,$$

Y_i - ордината западной вертикальной линии этого же квадрата.

$$Y_i = 3453 \text{ км} .$$

$$\Delta X = 684м = 0{,}684км \; , \; \Delta Y = 460м = 0{,}460км$$

$$X_D = 6022км + 0{,}684км = 6022684м$$

$$Y_D = 3453км + 0{,}460км = 3453460м \; .$$

1.4. Определение положения точки относительно осевого меридиана зоны.

Долгота осевого меридиана зоны вычисляется по формуле:

$$L_0 = 6^0 \cdot n - 3^0 ,$$

где n – номер зоны.

Для $n = 3$ $L_0 = 6^0 \cdot 3 - 3^0 = 15^0$

Расстояние от осевого меридиана до точки определяется по формуле:

$$d_D = Y_D - 500км \ , \ Y_D = 453460м$$

где Y_D - ордината точки.

$$d_D = 453460м - 500км = -46540м$$

следовательно, точка D расположене к западу от осевого меридиана на расстоянии 46540 м.

1.5. Определение дирекционного угла α, истинного азимута A и магнитного азимута азимута A_m линии.

Для определения дирекционного угла заданной линии через начальную точку линии проводят прямую параллельную оси абсцисс, направлением на север (рис. 1.1., линия 1 – 2), от которой транспортиром измеряют угол по ходу часовой стрелки до направления на конечную точку линии.

Пример: $\alpha_{1-2} = 238^0$.

Истинный и магнитный азимуты вычисляют по формулам, пользуясь данными о сближении меридианов и склонении магнитной стрелки или по графику взаимного расположения меридианов.

$$A = \alpha + \gamma \ ,$$

$$A_m = \alpha - (\delta - \gamma) .$$

где γ - сближение меридианов,

δ - склонение магнитной стрелки.

При вычислении A и A_m по формулам учитываются знаки δ и γ. Азимут истинный $A = 238^0 + (-0^0 35') = 237^0 25'$.

Азимут магнитный $A_m = 238^0 - (0^0 45' - (-0^0 35')) = 236^0 40'$.

Контроль вычисления A и A_m выполняют с помощью графика взаимного расположения меридианов (рис. 1.2).

Схема взаимного расположения меридранов

Из схемы видно, что $A_m = \alpha$ - (-0^0 35¶+0^0 45¶).

Для определения магнитного азимута на текущий год необходимо учесть годовое изменение склонения магнитной стрелки $\Delta\alpha = +2'$

2¶ & 34 года = 68 = 1^0 08¶ ; δ = 0^0 45¶ + 1^0 08¶= 1^0 53¶.

На 1993 год A_m = 238^0 – (0^0 35¶ + 1^0 53¶) = 238^0 – 2^0 28¶ = 235^0 32¶.

1.6 Определение отметок точек и превышений

Отметки точек на карте определяют по горизонталям. если точка находится на горизонтали, то ее отметка равна отметке этой горизонтали. Точки I находится на горизонтали с отметкой 187,5 м. Следовательно, H_I = 187,5 м (рис. 1.3).

Если точка находится между горизонталями, то ее отметка определяется по формуле $H = H_0 + h'$

где H_0 - отметка ближайшей к точке горизонтали,

h' - превышение между точкой и горизонталью H_0.

Превышение h' может быть как положительным, так и отрицательным. Зная, что высота между горизонталями изменяется пропорционально заложению, h' определяют по формуле: $h' = \frac{h \cdot в}{a}$,

где h – высота сечения рельефа,

a - расстояние между горизонталями (заложение),

$в$ – расстояние от точки до ближайшей горизонтали H_0.

Пример: Определить отметку H точки 2.

$$h = 2{,}5м \ , \ в = \frac{I}{2}a \ , \ h' = \frac{2{,}5}{2} = 1{,}25м \ ,$$

$$H_0 = 190{,}0 \text{ , } H_2 = H_0 + h' = 190{,}0м + 1{,}25м = 191{,}2м.$$

Привышение между двумя точками (точки I и 2) находят как разность отметок этих точек

$$h_{1-2} = H_2 - H_1,$$

$$H_I = 187{,}5м \text{ , } \quad H_2 = 191{,}2м \text{ ,}$$

$$h_{1-2} = 191{,}2м - 187{,}5 = +3{,}7м.$$

Рис. 1.3. Определение отметок точек

1.7. Помтроение профиля местности по заданному направлению

Профиль по заданному направлению строят по отметкам точек, расположенных на этой линии. Горизонтальный масштаб 1:10 000 (равен масштабу карты), вертикальный – 1:1 000. Пример: Построить профиль по линии 3 – 4 (рис. 1.4.). (Сплошные горизонтали проведены через 2,5 м).

Для построения профиля на миллиметровой бумаге проводят прямую АВ – основание профиля (рис. 1.5), на которую переносят все точки пересечения (а,в,с…) заданного направления с горизонталями карты, и подписывают их отметки. Основанию профиля дают условную отметку H_0 , которая должна быть меньше минимальных отметок точек линии на 15 – 30 м. В примере H_0 = 170,0 м). К основанию профиля в отмеченных точках проводят пунктиром перпендикуляры, на которых откладывают в данном вертикальном масштабе (1:1000) значения отметок. Полученные точки соединяют отрезками прямых линий.

Шкала отметок в вертикальном масштабе

Рис. 1.5. Профиль по заданному направлению

1.8. Определение крутизны ската

Крутизна ската ν^0 определяют по графику заложений (рис. 1.6.). Для этого измерителем берут заложение «а» (в примере по направлению СД), которое затем откладывают на графике заложений вдоль его вертикальных линий. Затем по основанию графика заложений определяют угол наклона, характеризующий крутизну ската (рис. 1.6.).

$$\nu^0 = 1^0,3.$$

График заложений

Рис. 1.6. Определение крутизны ската

1.9. Проектирование линии с заданной крутизной ската

Между точками 1 и 2 (рис. 1.7.) спроектировать линию с крутизной ската не более 2 ^{0}. Для решения этой задачи по графику заложений измерителем берут заложение, которое соответствует заданной крутизне ската $\nu^0 = 2^0$. Этим раствором циркуля из точки I засекают следующую горизонталь и получают точку «а», затем из точки «а» засекают этим же раствором циркуля следующую горизонталь, получают точку «б» и т.д.

Соединив все точки, получают линию заданного уклона.

Задание выполняют на кальке, на которую предварительно копируют участок местности с горизонталями вдоль проектируемой линии.

Рис. 1.7. Проектирование линии с заданной крутизной ската

Образец бланка

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра геодезии и фотограмметрии

РАБОТА С ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТОЙ

1. Расстояние между точками

D = 4,25 см х 10 000 = 425 м по численному масштабу

По линейному масштабу D = 400 м + 25 м = 425 м

2. Географические координаты точек

$$\varphi_{Д} = 54^{0}19'37'' \qquad \lambda_{N} = 54^{0}19'23''$$

$$\lambda_{Д} = 14^{0}17'07'' \qquad \lambda_{N} = 14^{0}15'32''$$

3. Прямоугольные координаты точек

$X_Д$ = 6022584 м X_N = 6022264 м

$X_Д$ = 453460 м $У_N$ = 451788 м

4. Долгота осевого меридиана зоны

$L_0 = 6^0$ **&** n – $3^0 = 6^0$ **&** 3 – $3^0 = 15^0$

5. Расстояние точки от осевого меридиана зоны

$d_Д = У_Д$ -500 км = 453460 м – 500 км = - 46540 м

6. Дирекционный угол и азимуты линии (1-2)

Дирекционный угол α = 238^0

Истинный азимут А = 237^0 25¶

Магнитный азимут $A_m = 236^0$ 40¶

На 1993 г. магнитный азимут $A_m = 235^0$ 32¶

7. Абсолютные отметки точек

H_1 = 187, 5 м

H_2 = 191,2 м

8. Превышение между точками

$$h = H_2 - H_1 = 191{,}2 \text{ м} - 187{,}5 \text{ м} = + 3{,}7 \text{ м}$$

9. профиль местности по заданной линии

10. Крутизна ската ν^0

$$\nu^0_{max} = 7^0 \qquad \nu^0_{min} = 7^0{,}5$$

11. Проектирование линии с крутизной ската не более 2^0

Преподаватель МД-94-1

Петров

1.10. Измерение площадей по топографическим картам полярным планиметром

полярный планиметр состоит из двух рычагов: полюсного и обводного. Обводный рычаг имеет ручку со шпилем для обвода контуров и подвижную каретку со счетным механизмом. Вместо шпиля может использоваться марка (точка, окружность), выгравированная на стеклянной пластине. полюсный рычаг на одном конце имеет груз с иглой, которая при обводе контура накалывается на бумагу и служит полюсом планиметра. На другом конце этого рычага находится шарнирная головка, которая вставляется в углубление на каретке счетного механизма и соединяет тем самым оба рычага планиметра в одно целое.

Рис. 1.8. счетный механизм планиметра

Счетный механизм планиметра (рис. 1.8.) состоит из циферблата (1) счетного колеса (2) , вращающегося на оси, параллельной обводному рычагу и верньера (3). При обводе фигуры счетное колесо катится по бумаге и дает отсчет. Первую цифру отсчета берут с циферблата, одно деление которого соответствует целому обороту счетного колеса (4) . Следующие две цифры отсчета берут со счетного колеса по нулевому штриху верньера 32 . Четвертая цифра отсчитывается по верньеру – это номер штриха верньера, совпадающего со штрихом счетного колеса - 5. Отсчет на рис. 1.8 равен 4323. площадь, измеренную планиметром вычисляют по формуле:

$$S = C \cdot \Delta h_{cp.} \quad \Delta n = n_2 - n_1$$

где: C - цена деления планиметра;

n_1 - отсчет по планиметру до обвода контура;

n_2 - отсчет по планиметру после обвода контура.

Образец бланка

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра геодезии и фотограмметрии

Определение площади на топокартах планиметром							
Обвод квадрата километровой сетки топокарты					Обвод контура измеряемой площади		
Приемы	Отсчеты по планиметру		Разность отсчетов Δn		Отсчеты по планиметру		Разность отсчетов Δn
I	n_1	1102	994		n_1	0085	1184
	n_2	2096			n_2	1269	
	n_2	2096			n_2	1269	
II			993				1191
	n_3	3089			n_3	2460	
	n_3	3089			n_3	2460	
III			986				1195
	n_4	4075			n_4	3655	
$\Delta n_{ср} = 991{,}0$					$\Delta n_{ср} = 1190$		
Площадь квадрата 100 га					Измеряемая площадь $S = C \cdot \Delta n_{ср}$ S = 0,1009 **&** 1190 = 120,1 га		
Цена деления планиметра $C = \frac{100га}{\Delta n_{ср}} = \frac{100}{991} = 0{,}1009га$					МД -94-2 Петров		

Цену деления планиметра определяют обводом квадрата координатной сетки на топографической карте масштаба 1:10 000, площадь которого известно (P_0 = 100 га).

Для измерения площади устанавливают полюс планиметра вне контура так, чтобы при обводе угол между обводным и полюсным рычагами был в пределах от 30 ^{0} до 150 ^{0}.

Затем устанавливают обводной шпиль над выбранной начальной точкой квадрата и берут по отсчетному механизму отсчет n_1. Обводят квадрат по часовой стрелке до исходной точки и берут отсчет n_2.

Затем выполняют следующие обводы, не меняя положения полюса; берут отсчеты n_3 и n_4. Отсчеты записывают в специальный бланк. Вычисляют разности отсчетов: $\Delta n_1 = n_2 - n_1$, $\Delta n_2 = n_3 - n_2$, $\Delta n_3 = n_4 - n_3$.Расхождение разностей не должно превышать 10 – 12 делений.

Находят среднее арифметическое из разностей по трем приемам:

$$\Delta n_{cp} \frac{\Delta n_1 + \Delta n_2 + \Delta n_3}{3} = \frac{994 + 993 + 986}{3} = 992$$

цену деления планиметра вычисляют по формуле:

$$C = \frac{P_0}{\Delta n_{cp}} = \frac{100 га}{991} = 0{,}1009 га .$$

Заданную площадь по топографической карте измеряют также тремя приемами, обводя эту площадь по контуру (см. образец бланка, стр. 16).

$$S = C \cdot \Delta n_{ch} = 0{,}1009 \cdot 1190 = 120{,}1 га \ .$$

2. РАБОТА С АЭРОФОТОСНИМКАМИ

Современные топографические карты создаются с помощью аэрофотосъемки. Аэрофотосъемка характеризуется масштабом

фотографирования, фокусным расстоянием аэрофотоаппарата, высотой фотографирования, форматом кадра и рядом других характеристик, которые можно определить непосредственно по аэрофотоснимкам.

2.1. Привязка аэроснимка к топографической карте

Для выполнения задания используют аэроснимок и соответствующую карту. Привязка снимка к карте заключается в отождествлении фотоизображения контуров границ снимка с их графическим изображением на топографической карте. С этой целью рассматривают аэрофотоснимок и карту, опознавая на них идентичные объекты: населенные пункты, элементы дорожной сети, гидрография, контуры растительного покрова и т.д. Изучив изображения идентичных объектов на аэрофотоснимке и карте, с помощью штриховых наметок карандашом фиксируют на карте примерные границы снимка. Если привязка аэрофотоснимка сделана правильно, то полученная фигура должна быть близка к квадрату.

2.2. Определение масштаба аэрофотоснимка
и высоты фотографирования

Масштаб аэрофотоснимка определяют по формуле:

$\mathbf{1} := \frac{\ell}{\boldsymbol{L} \cdot \boldsymbol{M}}$, отсюда знаменатель масштаба аэроснимка $\boldsymbol{m} = \frac{\boldsymbol{L}}{\ell} \cdot \boldsymbol{M}$,

где: ℓ - длина отрезка на аэрофотоснимке;

$\boldsymbol{L}$ - длина этого же отрезка на топографической карте;

$\boldsymbol{M}$ - знаменатель масштаба карты;

$\boldsymbol{m}$ - знаменатель масштаба аэроснимка.

Для определения масштаба аэрофотоснимка используют два отрезка, концы которых опознают на аэрофотоснимке и карте с погрешностью не более 0,2 мм. С этой целью используют четкие контурные точки аэрофотоснимка и карты: перекрестки дорог, углы построек, углы леса и сельхозугодий.

Оба отрезка должны проходить примерно через главную точку аэроснимка, а расстояния от главной точки до концов отрезка должны быть примерно равными (допустимая разность длин не должна превышать 1 – 2 см). Главная точка «0» аэрофотоснимка находится в точке пересечения линий, соединяющих координатные метки аэрофотоаппарата, изображения которых располагаются в середине каждой из четырех сторон аэрофотоснимка (рис. 2.1.).

Рис. 2.1. Определение главной точки аэроснимка

Образец бланка

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра геодезии и фотограмметрии

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСШТАБА АЭРОФОТОСНИМКА

И ВЫСОТЫ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ

Аэроснимок № 034

Лист карты Y-35-38-А-в-3

Исходные данные

Масштаб карты 1:M = 1:10 000

Фокусное расстояние аэрофотоаппарата f = 100 мм

$$m = \frac{L \cdot M}{\ell} \qquad H = m_{cp} \cdot f$$

допуст. $\Delta m = \frac{2 \cdot \Delta d \cdot M}{\ell_{cp}}$

M = 10 000

Схема расположения отрезков на аэроснимке

Измерение длины отрезков

на аэроснимке	на карте
ℓ_1 = 178,7 мм	L_1 = 195,2 мм
ℓ_2 =148,3 мм	L_2 = 217,0 мм
m_1 = 10926	m_2 = 10943
$\Delta m = m_1 - m_2 = 17$	доп. $\Delta m = 280$

$$m_{cp} = 10934$$

Высота фотографирования

H = 1093 м

Преподаватель

МД-94-1

Иванов

Опознав выбранные точки аэрофотоснимка на топографической карте, измеряют отрезок с помощью измерителя и линейки. Вычисления выполняют в бланке (стр. 19). Разность знаменателей масштаба Δm аэрофотоснимка, полученная из определений по двум отрезкам, не должна превышать величины:

допустимая $\Delta m = \frac{2\Delta d \cdot M}{\ell_{ср}}$, $\Delta m = m_2 - m_1$

где: Δd - допустимая ошибка положения контуров на топографической карте ($\Delta d = \pm 1 мм$).

В качестве окончательного значения знаменателя масштаба аэрофотоснимка принимают его среднее значение из двух определений:

$$m_{ср} = (m_1 + m_2) : 2 \quad .$$

Высоту фотографирования определяют по формуле:

$$H = f \cdot \frac{L \cdot M}{\ell} \quad \text{или} \quad H = f \cdot m_{ср} \ ,$$

где f - фокусное расстояние аэрофотоаппарата, которым была выполнена аэрофотосъемка.

Фокусное расстояние задается преподавателям.

Высоту фотографирования вычисляют в метрах.

3. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА

По данным топографической съемки необходимо составить топографический план местности в масштабе 1:2000 с высотой сечения рельефа 1 м.

Составление плана выполняют в такой последовательности:

построение координатной сетки;

нанесение точек съемочного обоснования по координатам;

нанесение ситуации, точек рельефа на план и проведение горизонталей;

вычерчивание топографического плана.

3.1. Построение координатной сетки

Координатную сетку строят на листе чертежной бумаги размером 289 х 210 мм (формат А 4). Стороны координатной сетки принимают равными 5 х 5 см.

Для построения сетки на листе бумаги карандашом проводят диагонали (относительно углов листа). Из точки пересечения диагоналей откладывают на них циркулем-измерителем 4 равных отрезка (полудиагонали) длиной 12 – 13 см (рис. 3.1.), получают точки а,б,в,г. Соединив эти точки на диагоналях, получают стороны вспомогательного прямоугольника а,б,в,г, на которых, начиная от точки г, измерителем откладывают равные отрезки (по 5 см) – стороны сетки квадратов. Общий размер сетки 20 см по оси *Х*, 15 см – по оси *У*.

Правильность построения координатной сетки контролируют путем измерения циркулем-измерителем диагоналей всех квадратов сетки. Ошибки в длинах диагоналей не должны превышать 0,2 – 0,3 мм. После контроля все вспомогательные построения (на рис. 3.1.показаны пунктиром) убирают.

3.2. Нанесение точек съемочного обоснования по координатам

Для нанесения точек съемочного обоснования по координатам сетку координат оцифровывают через 100 метров. За начало координат принимают юго-западный угол рамки. Координаты юго-западного угла сетки выбирают так, чтобы точки съемочного обоснования разместились примерно в середине сетки. От юго-западного угла к северу подписывают абсциссы Х, к востоку – ординаты У.

Координаты, высоты точек съемочного обоснования и горизонтальные проложения приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Номера точек	Координаты		Высоты, м	Горизонт. проложен., м
	X	У		
I	5319,8	2490,0	148,2	
				169,2
2	5488,8	2481,6	156,6	
				155,8
3	5469,6	2636,3	154,7	
				159,2
4	5311,2	2619,8	146,5	
				130,1

в примере координаты юго-западного угла удобно взять равными X = 5,2 км, У = 2,4 км (рис. 3.4). Нанесение каждой точки съемочного обоснования производят с помощью циркуля – измерителя и масштабной линейки. Вначале определяют, в каком квадрате располагается данная точка. Затем значение абсциссы циркулем-измерителем откладывают по обеим сторонам квадрата, наколы соединяют тонкой прямой линией. На этой линии откладывают значение ординаты У. Делают накол, полученную точку обводят условным знаком (кружочком), рядом слева подписывают номер точки, справа отметку до 0,1 м. Накладку точек съемочного обоснования обязательно контролируют. Для этого значение горизонтального проложения между двумя точками циркулем - измерителем берут по масштабной линейке и сравнивают с расстоянием между соответствующими точками на плане. Расхождение между этими величинами допускается 0,2 мм на плане (рис. 3.4.).

3.3. Нанесение ситуации, точек рельефа и проведение горизонталей

Ситуацию наносят на план по данным полевых измерений и абрисов (рис. 3.2 табл. 3.2).

Съемочные пикеты, снятые полярным способом, наносят на план по горизонтальному углу и горизонтальному проложению. Горизонтальные углы откладывают при помощи кругового транспортира от начального направления по ходу часовой стрелки, а горизонтальное проложение по линейке или циркулем-измерителем в заданном масштабе. Полученную точку обводят кружочком, рядом подписывают номер и отметку. Руководствуясь абрисом и записями, сделанными в примечании, вычерчивают условными знаками элементы ситуации. Виды угодий пока обозначают надписями (рис. 3.2.).

Нанесение съемочных пикетов, снятых на местности способом прямоугольных координат (перпендикуляров), производят с помощью линейки и треугольника, откладывая по линейке расстояния, указанные в абрисе, вдоль начального направления и перпендикулярно к нему в масштабе 1:2000 (рис. 3.2 а., начальное направление линия 3 – 4).

Рис. 3.2. а) Съемка способом перпендикуляров

Таблица 3.2

Исходные данные к составлению
топографического плана
станция 1 H_1 = 148,2
начальное направление на т.2

Пикет	Гориз. угол ^{0}	Гориз. пролож.	Высоты Н, м	Примечание
1	350	20,0	150,0	гран. пашни
2	5	92,0	155,0	гран. пашни
3	27	64,5	153,2	шосс. дор.
4	44	94,0	153,7	шосс. дорога (шир. 5 м

Проводят горизонтали по отметкам точек с высотой сечения 1 м путем линейного интерполирования отметок по линии ската. в результате интерполирования находят на плане точки, отметки которых кратны принятому сечению. (На рис. 3.3 проведены горизонтали и отметками 154 и 153 м).

Рис. 3.3. Проведение горизонталей: а) графическим интерполированием, б) с помощью палетки

Горизонтали можно провести с помощью палетки. Для изготовления палетки берут восковку размером примерно 7 х7 см. На восковке проводят ряд параллельных линий через равные интервалы (0,5 см или 1,0 см), подписывают их значениями отметок через 1 метр, начиная с минимальной отметки (например 151, 152 и т.д. (рис. 3,3 б). Затем палетку накладывают на 2 соседние А и Б точки на плане таким образом, чтобы эти точки заняли на палетке соответствующее положение по высоте (152,4 и 154,4). Направление линии АБ пересекает линии палетки в точке «а» с отметкой 153 м, в точке «б» с отметкой 154 м. Точки «а» и «б» перекалывают на план и подписывают их

отметки. Таким же образом находят положение горизонталей между другими точками на плане. Соединяя точки с одинаковыми отметками плавными линиями, проводят горизонтали.

3.4. Вычерчивание топографического плана

План оформляют в соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500».

Вычерчивают план в следующей последовательности:

пункты съемочного обоснования;

здания, постройки, отдельные местные предметы;

дороги, линии электропередач, просеки, границы контуров и другие элементы линейной протяженности;

надписи объектов и отметки высотных точек.

Вычерчивают горизонтали, выделяют утолщенные горизонтали краткие 5 метрам, размещают надписи горизонталей;

почвенно-растительный покров (условные знаки угодий, лес, луг и пр.);

рамку и зарамочное оформление.

Топографический план вычерчивают в карандаше.

Образец топографического плана приведен на рис. 3.4.

Рис. 3.4. Вычерчивание топографического плана

4. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ

Трассой называют ось проектируемого линейного сооружения: дороги, канала, трубопровода и др. Профиль трассы является основным графическим, по которому выполняется проектирование высотного положения будущего инженерного сооружения. Строят профиль по результатам технического нивелирования пикетов, закрепленных на трассе через 100 м, промежуточных точек и поперечников.

4.1. Обработка результатов нивелирования

По результатам технического нивелирования по пикетажу трассы (рис. 4.1.) разбитой между пикетами 0 и 6 с известными отметками (H_0 = 127,410 м, H_6 = 133,446 м), получены превышения $h_{изм.}$, которые выписаны в специальную ведомость вычисления отметок в графу 2 (табл. 4.1., стр. 29).

Сначала вычисляют невязку нивелирного хода f_h и допустимое значение невязки доп. f_h по формулам:

$$f_h = \sum h_{изм.} - (H_6 - H_0) ,$$

доп. $f_h = 50мм\sqrt{L_{км}}$, где: f_h - полученная невязка нивелирного хода, $\sqrt{h_{изм.}}$ - сумма измеренных превышений по всему нивелирному ходу H_6 – отметка конечного пикета (ПК 6), H_0 - отметка начального пикета (ПК 0), L – длина хода в км (0 . 6 км.).

f_h = + 6016 – (133,446 – 127,410) = 6016 – 6036 = - 20 мм;

$$\text{доп. } f_h = 50мм\sqrt{0{,}6_{км}} = 40мм .$$

Если полученная невязка меньше допустимой, то ее распределяют с обратным знаком на все измеренные превышения, для чего находим поправки δ_h к превышениям ($h_{изм}$).

$$\delta_h = -\frac{f_h}{n}, \text{ где n – число превышений.}$$

Поправки округляют до целых миллиметров, распределяют так, чтобы сумма поправок была равна невязке с обратным знаком. В примере $\delta_h = -(-\frac{20мм}{9}) = +2мм$ (и остаток 2 мм). Остаток 2 мм распределяют еще по 1 мм на 2 превышения Таким образом, в нашем примере два превышения получили поправку по 3 мм, а семь превышение – по 2 мм.

Контроль: $\sum \delta_h \cdot 7 + 3мм \cdot 2 = +20мм$

Поправки выписывают в графу 2 над значениями $h_{изм.}$ В графу 3 записывают исправленные превышения ($h_{испр.}$), которые вычисляют по формуле.

$h_{испр.} = h_{изм.} + \delta_h$ = + 8800 +2 = + 0802; - 2100 + 2 = - 2098 и т.д.

Контроль: $\sum h_{испр.} = H_6 - H_0$

Рис. 4.1. Схема нивелирного хода

Далее вычисляют отметки пикетов плюсовых точек оси трассы, отметки поперечного профиля.

Отметки пикетов и плюсовых точек трассы вычисляют по формуле;

$$H_n = H_{n-1} + h_{испр.},$$

где: H_n -отметка определяемого пикета

H_{n-1} - отметка предыдущего пикета

$h_{испр.}$ - исправленное превышение между предыдущим и определяемым пикетами.

В нашем примере:

$$H_1 = H_0 + h_{испр.} = 127{,}410 + 0{,}802 = 128{,}212,$$

$$H_2 = H_1 + h_{испр.} = 128{,}212 - 2{,}098 = 126{,}114.$$

Контролем правильности вычисления отметок является полученная в результате вычисления отметка конечного пикета (ПК 6), (H_6 = 133,446 м). Отметки всех точек записывают в графу 4 используя полученные отметки пикетов оси трассы, вычисляют отметки точек поперечника.

В ведомости вычисления отметок нивелирного хода выписаны превышения между пикетом 5 и точками поперечного профиля.

Отметки точек поперечного профиля вычисляют по формуле:

$$H_1 = H_5 + h_i \ ,$$

где: H_1 - отметка определяемой точки;

H_5 - отметка пикета 5;

h_i - превышение между ПК 5 и точкой поперечного профиля.

Таблица 4.1.

Ведомость вычисления отметок

Номер точек	Превышения, мм		Отметки Н м
	$h_{изм.}$	$h_{испр.}$	
1	2	3	4
ПК 0	+2		127,410
	+0800	+0802	
ПК 1	+2		128,212
	- 2100	- 2098	
ПК 1+ 40	+ 2		126,114
	- 0190	- 0188	
ПК 2	+2		127,618
	+2412	+ 2414	
X	+ 2		130.032
	+ 1408	+ 1410	
ПК 3	+ 2		131,442
	+ 2598	+ 2600	
ПК 4	+ 3		134,042
	- 1202	- 1199	
ПК 5	+ 3		132,843
	+ 0600	+ 0603	
ПК 6			133,446

$\sum h$	+ 6016	+ 6036	$H_6 - H_0 = +6036$

Поперечный профиль

Номер точек	Превышения $h_{испр.}$	Отметка H м
ПК 5	+0810	132,843
Л + 5	- 1588	133,653
Л + 10	- 1342	131,255
П + 10		131,501

В примере: $H_{Л+5} = 132 \cdot 843 + 0{,}810 = 133{,}653 м$

$H_{Л+10} = 132 \cdot 843 - 1{,}588 = 131{,}255 м$

$H_{Л+10} = 132 \cdot 843 - 1{,}342 = 131{,}501 м$

Вычисленные отметки записывают в ведомость в графу «отметки» против соответствующей точки.

4.2. Построение профиля

По вычисленным отметкам пикетов и промежуточных точек на миллиметровой бумаге строят продольный профиль трассы и профиль поперечника. Профили строят в масштабах:

Продольный профиль:

горизонтальный масштаб 1:2 000;

вертикальный масштаб 1:200;

Поперечный профиль:

горизонтальный масштаб 1:200;

вертикальный масштаб 1:200;

На листе миллиметровой бумаги размером 400 х 400 мм вычерчивают сетку профиля. Названия граф и размеры их в миллиметрах показаны на рис. 4.2.

В графе «расстояния» отмечают положение пикетов (через 5 см) и плюсовых точек в заданном масштабе. Между пикетами и плюсовыми точками выписывают расстояния. Икс – точки не строят. Ниже этой графи подписывают номера пикетов.

В графе «фактические отметки» выписывают из ведомости нивелирного хода отметки пикетов и плюсовых точек с округлением до 0,01 м.

Выбирают и подписывают отметку условного горизонта профиля, которая должна быть на 5 – 8 метров меньше самой низкой отметки по трассе. (В примере минимальная отметка ПК 1 + 60 Н = 125,93, следовательно отметку условного горизонта можно взять 120,0 м).

От линии условного горизонта на перпендикулярах, проведенных пунктирными линиями через точки трассы, откладывают отметки точек в масштабе 1:200. Полученные точки последовательно соединяют прямыми линиями, в результате чего получают продольный профиль местности по оси трассы.

Над продольным профилем строят сетку для поперечного профиля. Заполняют графи «расстояния» и «фактические отметки» так же, как и при построении продольного профиля. Под сеткой подписывают пикетажные обозначения точек поперечника (рис. 4.2.).

Выбрав условный горизонт, по вычисленным отметкам строят положение точек поперечника и, соединив эти точки, получают поперечный профиль местности.

4.3. Проектирование по профилю

Вдоль продольного профиля проектируют положение оси будущего инженерного сооружения. Проектную линию намечают графически с учетом следующих требований:

проектную отметку нулевого пикета принимают равной фактической отметке этого пикета;

уклоны отдельных участков проектной линии не должны превышать 0,050;

шаг проектирования (длину отдельного участка) принимают от 200 м до 600 м;

объем земляных работ должен быть минимальным, а объемы насыпей и выемок должны быть примерно одинаковыми, т.е. на профиле должно соблюдаться примерное равенство площадей насыпей и выемок;

изменение уклона проектной линии производят на пикетах или плюсовых точках.

На рис. 4.2. проектная отметка ПК 0 равна фактической отметке (127,41). Намечено три участка проектной линии с разными уклонами. Длина каждого участка 200 м. Вычисляют уклон участка проектной линии по формуле:

$$i = \frac{h}{D} = \frac{H_{кон.} - H_{нач.}}{D},$$

где: i - уклон участка проектной линии,

h - превышение участка проектной линии,

D - горизонтальной проложение участка проектной линии,

$H_{нач.}$ - проектная отметка начального пикета участка проектной линии,

$H_{кон.}$ - проектная отметка конечного пикета участка проектной линии.

В примере уклоны равны:

$$i_1 = \frac{H_2 - H_0}{200} = \frac{127{,}62 - 127{,}41}{200} = \frac{0{,}21}{200} = 0{,}001\ ,$$

$$i_2 = \frac{H_4 - H_2}{200} = \frac{134.04 - 127{,}61}{200} = \frac{6.43}{200} = 0{,}032\ ,$$

$$i_3 = \frac{H_6 - H_4}{200} = \frac{133{,}45 - 134{,}01}{200} = \frac{-0{,}64}{200} = -0{,}003\ .$$

Полученные уклоны округляют до 0,001 и выписывают в графу «Проектные уклоны» над диагональю. Под диагональю выписывают горизонтальное проложение участка с данным уклоном. Направление диагонали показывает знак уклона:

- уклон положительный;
- уклон отрицательный;
- уклон нулевой (горизонтальный участок).

Вычисляют проектные отметки точек продольного профиля по формуле:

$$H_{n+1} = H_n + i \cdot d\ ,$$

где: H_{n+1} - проектная отметка определяемой точки,

H_n - проектная отметка предыдущей точки,

i - уклон данного участка,

d - горизонтальное проложение между соответствующими точками.

В примере

$$H_1 = H_0 + i \cdot d = 127{,}41 + 0.001 \cdot 100 = 127{,}51 м$$

$$H_{1+40} = H_1 + i \cdot d = 127{,}51 + 0.001 \cdot 40 = 127{,}55 м$$

$$H_{1+60} = H_1 + i \cdot d = 127{,}51 + 0.001 \cdot 60 = 127{,}57 м$$

$$H_2 = H_1 + i \cdot d = 127{,}51 + 0.001 \cdot 100 = 127{,}61 м$$

Полученные проектные отметки выписывают в графу «Проектные отметки». Таким же образом вычисляют проектные отметки для второго участка.

$$H_3 = H_2 + i \cdot d = 127{,}61 + 0.032 \cdot 100 = 127{,}61 + 3{,}20 = 130{,}81$$ и т.д.

Контролем вычислений служат проектные отметки концов участка проектной линии (ПК 2, ПК 4, ПК 6).

Вычисляют рабочие отметки по формуле

$$H_{раб.} = H_{проект.} - H_{фактич.}$$

$$H_{раб.} = 127{,}51 - 128{,}21 = -0{,}70$$ и т.д.

Рабочие отметки выписывают около проектной линии: положительные (высота насыпи) – выше линии, отрицательные (глубина выемки) – ниже проектной линии.

На поперечном профиле по вычислено проектной отметке пикета 5 (H_5 = 133,71) от которого был разбит поперечник, наносят положение проектной линии. Ее проводят горизонтально по 6 метров влево и вправо от оси трассы. Показывают кюветы, (если линия идет в выемке) и откосы (если линия идет по насыпи). Уклон откосов и бортов канав 45 ^{0}. Ширина дна кюветов 0,6 м., глубина 1 м.

Над проектной линией выписывают ее отметку (в примере 133,71).

Все проектные данные – проектные линии, уклоны, проектные отметки, рабочие отметки вычерчивают на профиле красным цветом.

Слева над продольным профилем вычерчивают штамп. (Размеры произвольные рис. 4.2).

5. РАБОТА С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ

Работа с геодезическими приборами включает измерение горизонтальных углов, вертикальных углов, расстояний теодолитом (рис. 5.1) и измерение превышений нивелиром (рис. 5.5.).

Для выполнения измерений теодолит или нивелир приводят в рабочее положение – горизонтируют и фиксируют. Для горизонтирования теодолита поворотом алидады (8) устанавливают уровень (13) по направлению двух подъемных винтов прибора (5). Вращая эти винты в разные стороны выводят пузырек уровня на середину (в нольпункт). Открепив алидаду, поворачивают ее на 90 ^{0}, устанавливая уровень по направлению третьего подъемного винта. Вращением этого винта приводят пузырек уровня на середину. Затеи вращением диоптрийного кольца (14) устанавливают резкое изображение сетки нитей (рис. 5.3).

5.1. Измерение горизонтальных и вертикальных углов

Устанавливают теодолит в вершине угла, горизонтируют его, вращением алидады (9) и трубы (10) при положении вертикального круга слева (КЛ) наводят ее с помощью визира (3) на левую визирную цель (рис. 5.2), устанавливают ее резкое изображение с помощью кремальеры (12).

Рис. 5.2. Расположение марок при измерении горизонтальных углов

Рис. 5.3. Сетка нитей теодолита

Далее наводящими винтами алидады (9) и трубы (11) точно совмещают центр сетки нитей с визирной целью и с помощью микроскопа (1) берут отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам и записывают в журнал (Табл. 5.1.), затем поворачивают алидаду, наводят сетку нитей на правую визирную цель и также берут и записывают отсчеты по кругам теодолита. Выполненные действия при «круге лево» (КЛ) составляют первый полуприем. Второй полуприем выполняют при «круге право» (КП), для чего трубу переводят через зенит и далее действуют аналогично первому

полуприему (КЛ). Порядок записи результатов измерений показан в жернале цифрами с по 8 .

Значение горизонтального угла получают дважды:

1 полуприем КЛ $\beta_л = 95^0 30' - 48^0 25' = 47^0 05'$ (9)

2 полуприем КП $\beta_п = 275^0 30' - 228^0 26' = 47^0 04'$ (10)

Допустимое расхождение угла КЛ – КП не должно превышать 2¶. За окончательное значение угла принимается его средняя величина

$$\beta_{ср} = (\beta_л + \beta_п) : 2 = 47^0 04'.5 \qquad (11)$$

Вертикальные углы вычисляют по формуле $\nu = КЛ - МО$

МО = (КЛ + КП – 180 ^{0}) : 2, где КЛ и КП отсчеты по вертикальному кругу теодолита, МО – место нуля вертикального круга.

МО = (16 ^{0} 32 ¶ + 163 ^{0} 27 ¶ – 180 ^{0}) : 2 = - 0¶.5 (12)

$$\nu = 16^0 32' - (-0,'5) = 16^0 32,'5 \quad (14)$$

Таблица 5.1.

ЖУРНАЛ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ И ДЛИН ЛИНИЙ

Дата 4 декабря исполнитель Иванов С. И.

Точки стояния	Круг	Точки визирования	Горизонтальный круг		
			Отсчет ^{0} ¶	Измеренный угол ^{0} ¶	Средний угол ^{0} ¶
1	2	3	4	5	6
В	КЛ	Д	48 25 (1)	(9) 47 05	(11) 47 04,5
		С	95 30 (3)		
		Д	228 26 (5)	(10)	
			(7)		

	КП	С	275 30	47 05	

Точки		Круг	Вертикальный круг			Длина линий
Стояния	Визирования		Отсчет	Место нуля	Угол наклона	Измеренн. Гориз. прол.
7	8	9	10	11	12	13
В	Д	КЛ	16 32 (2)	- 0¶, 5 (12)	(14)	17,6 (16)
		КП	163 27 (6)		16 32,5	
В	С	КЛ	351 18 (4)	(13)	(15)	
		КП	188 43 (8)	+ 0,5	-8 42,5	
		КЛ				

5.2. Измерение расстояний нитяным дальномером

Измерение расстояний нитяным дальномером производят по рейке с сантиметровыми шашечными делениями (рис. 5.4), для чего труба теодолита наводят на рейку и наводящим винтом трубы (11) совмещают верхнюю дальномерную нить сетки нитей с ближайшим целым дециметровым делением рейки (например 10 дц.). Затем берут отсчет n_2 по нижней нити с точностью до 1 мм.

На рис. 5.4 n_1 = 1000 мм n_2 =1176 мм

Измеренное расстояние $S = K(n_1 - n_2)$, где К – коэффициент дальномера. K = 100

S = 100 (1176-1000) = 17,6 м

Результат записывают в графу 13 журнала (табл. 5.1). (16)

5.3. Измерение превышений

Нивелир (рис. 5.5) приводят в рабочее положение – горизонтируют, приводя на середину пузыре круглого уровня (7) подъемными винтами (11), фокусируют сетку нитей (1). Затем наводят трубу на заднюю рейку,

(1) (2)

добиваются ее резкого изображения с помощью кремальеры (5). Элевационным винтом (8) приводят пузырек цилиндрического уровня (9) на середину, берут отсчет по черной стороне рейки средней горизонтальной нитью до 1 мм (рис. 5.6), затем – по красной стороне рейки. Отсчеты записывают в графу 3 журнала (табл. 5.2). Затем рейку устанавливают на переднюю точку и действуя аналогично, берут отсчеты по черной и красной сторонам передней рейки и , записывая их в графу 4 журнала.

Превышение вычисляют по формуле $\boldsymbol{h = a - в}$

где : a - отсчет по задней рейке,

$в$ – отсчет по передней рейке.

Превышение вычисляют дважды: по черным и красным сторонам рейки

$h_ч = 1171 – 1793 = - 622$ (5)

$h_к = 5854 – 6478 = - 624$ (6) $h_ч - h_к = 2$ мм

Расхождение между $h_к$ и $h_к$ не должно превышать 5 мм. В графе 7 вычисляют среднее превышение (7)

$h_{ср.} = (h_ч + h_к) : 2 = - 623$ мм.

Рис. 5.5. Основные части нивелира Н-3

1 – диоптрийное кольцо; 2 – зрительная труба; 3 – визир; 4 – объектив; 5 – кремальера; 6 – наводящий вид; 7 – круглый уровень; 8 – элевационный винт; 9 – цилиндрический уровень; 10 – закрепительный винт; 11 – подъемный винт; 12 – подставка.

Рис. 5.6. Поле зрения зрительной трубы нивелира

Таблица 5.2

Журнал нивелирования

№№ станций	Номер точек наблюдений	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм	
		Задней а	Передний в	Промежуточный	Вычисленный	Средние
1	2	3	4	5	6	7
	1	1171 (1)				
1		5854 (2)			- 622 (5)	
	2		1793 (3)			- 623 (7)
			6478 (4)		- 624 (6)	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

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

Е.А.Акулова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГЕОДЕЗИЯ»

для студентов очного и заочного обучения

направления подготовки (специальности)
21.05.04 Горное дело
(уровень специалитета)

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Геодезии и кадастров	Горно-технологического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Акулова Е.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 11.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург, 2019 г

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

Е.А.Акулова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГЕОДЕЗИЯ»

для студентов очного и заочного обучения

направления подготовки (специальности)
21.05.04 Горное дело
(уровень специалитета)

Содержание

	Стр.
1.Общие положения …….	**4**
2. Требования к уровню освоения дисциплины «Геодезия»……	**5**
3. Внутренние факторы, способствующие активизации самостоятельной работы	**6**
4. Виды самостоятельной работы …….	**7**
5. Организация СРС…….	**9**
6. Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы……	**19**
7. Требования к учебно-методическому обеспечению самостоятельной работы студентов……	**26**
8. Самостоятельная работа студента - необходимое звено становления исследователя и специалиста…….	**30**
Список используемой литературы……	**32**

1.Общие положения

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Самостоятельная работа студентов - это любая деятельность, связанная с воспитанием мышления будущего профессионала. Любой вид занятий, создающий условия для зарождения самостоятельной мысли, познавательной активности студента связан с самостоятельной работой. В широком смысле под самостоятельной работой следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне её, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа студентов – это средство вовлечения студента в самостоятельную познавательную деятельность, формирующую у него психологическую потребность в систематическом самообразовании.

Сущность самостоятельной работы студентов как специфической педагогической конструкции определяется особенностями поставленных в ней учебно-познавательных задач. Следовательно, самостоятельная работа – это не просто самостоятельная деятельность по усвоению учебного материала, а особая система условий обучения, организуемых преподавателем.

Основные задачи самостоятельной работы:

- развитие и привитие навыков студентам самостоятельной учебной работы и формирование потребностей в самообразовании;

- освоение содержания дисциплины в рамках тем, выносимых на самостоятельное изучение студента;

- осознание, углубление содержания и основных положений курса в ходе конспектирования материала на лекциях, отработки в ходе подготовки к семинарским и практическим занятиям;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий, при написании курсовых и дипломной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор - подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности.

2. Требования к уровню освоения дисциплины «Геодезия»

Объектом профессиональной деятельности выпускника по направлению подготовки специалитета по специальности 21.05.04 «Горное дело» являются: недра Земли, включая производственные объекты, оборудование и технические системы их освоения; техника и технологии обеспечения безопасной и эффективной реализации геотехнологий добычи, переработки твердых полезных ископаемых и рационального использования подземного пространства.

Дисциплина «Геодезия» является дисциплиной базовой части Блока 1 «Дисциплины» учебного плана по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело».

Цель дисциплины: формирование научного и практического представления о средствах и методах геодезических работ при топографо-геодезических изысканиях; овладение навыков определения пространственно-геометрического положения объектов, выполнения необходимых геодезических и маркшейдерских измерений, обработки и интерпретации их результатов.

Выпускник по направлению подготовки специалитета по специальности 21.05.04 «Горное дело» в результате изучения дисциплины должен:

Знать:

- содержание, предмет и задачи геодезии;
- современные воззрения на форму и фигуру Земли;
- классификацию карт и планов, системы координат, используемые в геодезии;
- основные требования к составлению картографического материала;

– методики проведений геодезических измерений;

– назначение и классификацию геодезических сетей;

– основные виды инженерно-геодезических работ.

Уметь:

– определять плановое положение точек в геодезической и прямоугольной системах координат, абсолютные и относительные высоты;

– составлять топографический план;

– измерять горизонтальные, вертикальные углы, дальномерные расстояния и превышения;

– решать прямые и обратные геодезические задачи;

– выполнять построение профиля трассы.

Владеть:

– навыками работы с топографо-геодезическими приборами;

– методами обработки результатов измерений.

Для эффективного использования времени, отведенного для самостоятельной работы при подготовке дипломированного специалиста необходимо рационально его использовать, грамотно организовать работу и иметь мотивацию для ее реализации.

3. Внутренние факторы, способствующие активизации самостоятельной работы

Среди них можно выделить следующие:

1. Полезность выполняемой работы. Если студент знает, что результаты его работы будут использованы в лекционном курсе, в методическом пособии, в лабораторном практикуме, при подготовке публикации или иным образом, то отношение к выполнению задания существенно меняется в лучшую сторону и качество выполняемой работы возрастает. При этом важно психологически настроить студента, показать ему, как необходима выполняемая работа.

Другим вариантом использования фактора полезности является активное применение результатов работы в профессиональной подготовке. Так, например, если студент получил задание на дипломную (квалификационную) работу на одном из младших курсов, он может выполнять самостоятельные задания по ряду дисциплин гуманитарного и социально-

экономического, естественно-научного и общепрофессионального циклов дисциплин, которые затем войдут как разделы в его квалификационную работу.

Материальные стимулирующие факторы могут выражаться в надбавках к основной стипендии, номинированные на именные стипендии, участие в конкурсах научно-исследовательских работ, где в качестве приза могут выступать материальные поощрения.

2. Участие студентов в творческой деятельности. Это может быть участие в научно-исследовательской, опытно-конструкторской или методической работе, проводимой на кафедре.

3. Участие в олимпиадах по учебным дисциплинам, конкурсах научно-исследовательских или прикладных работ и т.д.

4. Использование мотивирующих факторов контроля знаний (накопительные оценки, рейтинг, тесты, нестандартные экзаменационные процедуры). Эти факторы при определенных условиях могут вызвать стремление к состязательности, что само по себе является сильным мотивационным фактором самосовершенствования студента.

5. Поощрение студентов за успехи в учебе и творческой деятельности (стипендии, премирование, поощрительные баллы) и санкции за плохую учебу. Например, за работу, сданную раньше срока, можно проставлять повышенную оценку, а в противном случае ее снижать.

6. Индивидуализация заданий, выполняемых как в аудитории, так и вне ее, постоянное их обновление.

7. Мотивационным фактором в интенсивной учебной работе и, в первую очередь, самостоятельной является личность преподавателя. Преподаватель может быть примером для студента как профессионал, как творческая личность. Преподаватель может и должен помочь студенту раскрыть свой творческий потенциал, определить перспективы своего внутреннего роста.

4. Виды самостоятельной работы

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает

дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

— формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);

— подготовка к лабораторным работам, их оформление;

— выполнение микроисследований;

— подготовка практических разработок;

— выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;

— выполнение конкретного задания в период прохождения учебной практики;

— компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;

— подготовка докладов и презентаций для конкурсов НИРС и конкурсов профессионального мастерства;

— подготовка к контрольным мероприятиям, таким как текущий контроль знаний в виде проверочных тестов или расчетно-графических работ, зачетов, экзаменов;

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

— текущие консультации;

— прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);

— прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р);

— выполнение учебно-исследовательской работы (руководство, консультирование и защита УИРС);

— прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков) и др.

5. Организация СРС

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

При чтении лекционного курса непосредственно в аудитории контролируется усвоение материала основной массой студентов путем проведения экспресс-опросов по конкретным темам, тестового контроля знаний, опроса студентов и т.д.

На практических и лабораторных занятиях различные виды СРС позволяют сделать процесс обучения более интересным и поднять активность значительной части студентов в группе.

На практических занятиях не менее 1 часа из двух (50% времени) отводится на самостоятельное решение задач. Лабораторные занятия строятся следующим образом:

1. Вводное слово преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены).

2. Беглый опрос.

3. Решение 1-2 типовых задач.

4. Самостоятельное решение задач.

5. Проверка решения задач с обязательной работой над ошибками. Лабораторная или практическая работа считается выполненной при условии отсутствия ошибок.

Для проведения занятий необходимо иметь большой банк заданий и задач для самостоятельного решения, причем эти задания могут быть дифференцированы по степени сложности. В зависимости от дисциплины или от ее раздела можно использовать два пути:

1. Давать определенное количество задач для самостоятельного решения, равных по трудности, а оценку ставить за количество решенных за определенное время задач.

2. Выдавать задания с задачами разной трудности и оценку ставить за трудность решенной задачи.

По результатам самостоятельного решения задач следует выставлять по каждому занятию оценку.

При проведении лабораторных работ и учебных практик студенты могут выполнять СРС как индивидуально, так и малыми группами, каждая из которых разрабатывает свою задачу. Выполненная задача затем рецензируется преподавателем и членами бригады. Публичное обсуждение и защита своего варианта повышают роль СРС и усиливают стремление к ее качественному выполнению. Данная система организации практических занятий позволяет вводить в задачи научно-исследовательские элементы, упрощать или усложнять задания.

Активность работы студентов на обычных практических занятиях может быть усилена введением новой формы СРС, сущность которой состоит в том, что на каждую задачу студент получает свое индивидуальное задание (вариант), при этом условие задачи для всех студентов одинаковое, а исходные данные различны. Перед началом выполнения задачи преподаватель дает лишь общие методические указания (общий порядок решения, точность и единицы измерения определенных величин, имеющиеся справочные материалы и т.п.). Выполнение СРС на занятиях с проверкой результатов преподавателем приучает студентов грамотно и правильно выполнять технические расчеты, пользоваться вычислительными средствами и справочными данными. Изучаемый материал усваивается более глубоко, у студентов меняется отношение к лекциям, так как без понимания теории предмета, без хорошего конспекта трудно рассчитывать на успех в решении задачи. Это улучшает посещаемость как практических, так и лекционных занятий.

Выполнение лабораторного практикума, как и другие виды учебной деятельности, содержит много возможностей применения активных методов обучения и организации СРС на основе индивидуального подхода.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. При этом часть работ может не носить обязательный характер, а выполняться в рамках самостоятельной работы по курсу. В ряд работ целесообразно включить разделы с дополнительными элементами научных исследований, которые потребуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

Разработка комплекса методического обеспечения учебного процесса является важнейшим условием эффективности самостоятельной работы студентов. К такому комплексу следует отнести тексты лекций, учебные и методические пособия, лабораторные

практикумы, банки заданий и задач, сформулированных на основе реальных данных, банк расчетных, моделирующих, тренажерных программ и программ для самоконтроля, автоматизированные обучающие и контролирующие системы, информационные базы дисциплины или группы родственных дисциплин и другое. Это позволит организовать проблемное обучение, в котором студент является равноправным участником учебного процесса.

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. Существуют следующие виды контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов при начале изучения очередной дисциплины;

- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, практических и лабораторных занятиях;

- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;

- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;

- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета или экзамена;

- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

В последние годы наряду с традиционными формами контроля - коллоквиумами, зачетами, экзаменами достаточно широко вводятся новые методы, то есть организация самостоятельной работы студентов производится на основе современных образовательных технологий. В качестве такой технологии в современной практике высшего профессионального образования часто рассматривается рейтинговая система обучения, позволяющая студенту и преподавателю выступать в виде субъектов образовательной деятельности, т.е. являться партнерами.

Тестовый контроль знаний и умений студентов, который отличается объективностью, экономит время преподавателя, в значительной мере освобождает его от рутинной работы и позволяет в большей степени сосредоточиться на творческой части преподавания, обладает высокой степенью дифференциации испытуемых по уровню знаний и умений и очень эффективен при реализации рейтинговых систем, дает возможность в значительной мере индивидуализировать процесс обучения путем подбора индивидуальных заданий для

практических занятий, индивидуальной и самостоятельной работы, позволяет прогнозировать темпы и результативность обучения каждого студента.

Тестирование помогает преподавателю выявить структуру знаний студентов и на этой основе переоценить методические подходы к обучению по дисциплине, индивидуализировать процесс обучения. Весьма эффективно использование тестов непосредственно в процессе обучения, при самостоятельной работе студентов. В этом случае студент сам проверяет свои знания. Не ответив сразу на тестовое задание, студент получает подсказку, разъясняющую логику задания и выполняет его второй раз.

Следует отметить и все шире проникающие в учебный процесс автоматизированные обучающие и обучающе-контролирующие системы, которые позволяют студенту самостоятельно изучать ту или иную дисциплину и одновременно контролировать уровень усвоения материала.

Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы.

С первых же сентябрьских дней на студента обрушивается громадный объем информации, которую необходимо усвоить. Нужный материал содержится не только в лекциях (запомнить его – это только малая часть задачи), но и в учебниках, книгах, статьях. Порой возникает необходимость привлекать информационные ресурсы Интернет.

Система вузовского обучения подразумевает значительно большую самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности. Вчерашнему школьнику сделать это бывает весьма непросто: если в школе ежедневный контроль со стороны учителя заставлял постоянно и систематически готовиться к занятиям, то в вузе вопрос об уровне знаний вплотную встает перед студентом только в период сессии. Такая ситуация оборачивается для некоторых соблазном весь семестр посвятить свободному времяпрепровождению («когда будет нужно – выучу!»), а когда приходит пора экзаменов, материала, подлежащего усвоению, оказывается так много, что никакая память не способна с ним справиться в оставшийся промежуток времени.

Работа с книгой.

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. Первичное - эти внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятного олова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача вторичного чтения полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой.

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на

лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

• Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).

• Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и дипломных работ, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).

• Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит очень сэкономить время).
• Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

• При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

•Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

• Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

• Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт

показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

• «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

• Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае студент (или молодой ученый) будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

- информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких ***видов чтения***:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя

студент должен:

– освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ГОС ВПО/ГОС СПО) по данной дисциплине.

– планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.

– самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.

– выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ГОС ВПО/ГОС СПО по данной дисциплине:

– самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;

– предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;

– в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;

– предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;

– использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;

– использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

6. Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы зияний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.

2. Наличие умений, навыков умственного труда:

а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;

б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.

3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.

4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.

5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма

продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним,

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;
- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;
- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;
- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;
- привычная последовательность и систематичность деятельности;
- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов),* причем

максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Физически здоровый молодой человек, обладающий хорошей подготовкой и нормальными способностями, должен, будучи студентом, отдавать *учению 9-10 часов в день* (из них 6 часов в вузе и 3 - 4 часа дома). Любой предмет нельзя изучить за несколько дней перед экзаменом. Если студент в году работает систематически, то он быстро все вспомнит, восстановит забытое. Если же подготовка шла аврально, то у студента не будет даже общего представления о предмете, он забудет все сданное.

Следует взять за правило: *учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра*.

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3 - 5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Вначале для того, чтобы организовать ритмичную работу, требуется сознательное напряжение воли. Как только человек втянулся в работу, принуждение снижается, возникает привычка, работа становится потребностью.

Если порядок в работе и ее ритм установлены правильно, то студент изо дня в день может работать, не снижая своей производительности и не перегружая себя. Правильная смена одного вида работы другим позволяет отдыхать, не прекращая работы.

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы – это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

При однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разного характера. Однако не всегда целесообразно заниматься многими учебными дисциплинами в один и тот же день, так как при каждом переходе нужно вновь сосредоточить внимание, что может привести к потере времени. Наиболее целесообразно ежедневно работать не более чем над двумя-тремя дисциплинами.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и т.п.).

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия

физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзаменам и зачетам.

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий, особенно по математике - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неутомительные занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам:

• Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).

• Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.

• Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету,

что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.

• Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше демонстрировать свои познания (точнее – ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).

• Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

Правила написания научных текстов:

• Важно разобраться сначала, какова истинная цель Вашего научного текста - это поможет Вам разумно распределить свои силы, время и.

• Важно разобраться, кто будет «читателем» Вашей работы.

• Писать серьезные работы следует тогда, когда есть о чем писать и когда есть настроение поделиться своими рассуждениями.

• Как создать у себя подходящее творческое настроение для работы над научным текстом (как найти «вдохновение»)? Во-первых, должна быть идея, а для этого нужно научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, важно уметь отвлекаться от окружающей суеты (многие талантливые люди просто «пропадают» в этой суете), для чего важно уметь выделять важнейшие приоритеты в своей учебно-исследовательской деятельности. В-третьих, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.

• Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой

текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т, п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).

• Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

.

7. Требования к учебно-методическому обеспечению самостоятельной работы студентов

Для нормальной самостоятельной работы студент должен быть обеспечен достаточным количеством учебных пособий разного вида. Чем более разнообразны учебные пособия, тем более успешна будет самостоятельная работа студента, так как каждый может выбрать себе учебное пособие по силам, по склонностям, по материальным возможностям. Должны быть пособия краткие и подробные, с неглубокими и глубокими теоретическими обоснованиями, теоретического и практического содержания. Нужны справочники, конспекты-справочники, учебники. Часть учебных пособий должна находиться в учебной студенческой библиотеке, часть пособий студент должен иметь возможность купить для личного пользования в книжном магазине учебного заведения. Основная часть учебных пособий должна быть в бумажном виде (книги, брошюры, чертежи и т.д.).

Наряду с ними нужно создавать, накапливать в учебных фондах и продавать учебные пособия электронного вида. Этот вид учебных пособий в обозримом будущем не может стать основным и вряд ли когда-нибудь станет. Это – вспомогательные, дополнительные учебные пособия, используемые в основном для заочного, дистанционного образования. Количество учебных пособий в учебном фонде библиотеки должно быть таким, чтобы каждый студент мог получить хотя бы один из рекомендованных учебников.

Многоуровневая система высшего образования должна предоставлять человеку условия для развития его потенциальных возможностей и наиболее полного удовлетворения потребности личности в самореализации. Поэтому на каждом из уровней подготовки самостоятельная работа студентов (СРС) есть обязательное условие, которое должно быть соблюдено для достижения проектируемых результатов обучения. Правильная (психологически и дидактически обоснованная) организация СРС при изучении каждой дисциплины – это один из основных педагогических путей развития и становления творческих качеств личности учащегося на каждом уровне обучения.

Из дидактики следует, что для непрерывного развития учащегося и становления его как творческой личности все элементы содержания образования (знания, умения и навыки, опыт творческой и оценочной деятельности), выделенные в рамках определенной дисциплины, должны быть им усвоены с установкой на перенос и активное использование. Поэтому на первом уровне обучения каждого студента по каждой учебной дисциплине нужно снабдить комплектом учебно-методических материалов, помогающих ему организовывать самостоятельную работу. В такой комплект обязательно должны входить: программа, адаптированная для студента; учебная литература (учебник, задачник, руководство по выполнению лабораторных работ); система заданий для самостоятельной работы студентов; методические указания по организации самостоятельной работы при выполнении заданий по разным видам занятий, включая и курсовые работы (проекты).

На втором и третьем уровнях обучения их следует снабдить методическими указаниями по выполнению выпускной работы, завершающей подготовку специалиста. Программа должна содержать: обоснование необходимости изучения дисциплины, написанное в убеждающей и понятной для студентов форме; четкую формулировку цели изучения и задач, которые должны быть решены для достижения общей цели; последовательность тем и разделов курса дисциплины, обязательных для данного направления подготовки; перечень видов деятельности, которые должен освоить студент, выполняя задания по дисциплине; перечни методологических и предметных знаний, общеобразовательных и специальных умений (с указанием уровня их усвоения), которыми необходимо овладеть в процессе изучения данной дисциплины; сроки и способы текущего, рубежного и итогового контроля уровня усвоения знаний сформированности умений.

Учебная литература по содержанию и последовательности представления материала должна соответствовать программе. Объем, научный уровень и стиль изложения должны

позволять каждому студенту самостоятельно усвоить приведенный в ней материал за время, отведенное на его изучение, и овладеть знаниями, умениями, видами деятельности, перечисленными в программе. Для обеспечения терминологической однозначности в системе знаний, усваиваемых студентом, каждое учебное пособие (или другой вид учебной литературы) должно содержать словарь основных терминов, используемых в нем.

Задания для самостоятельной работы должны быть конкретными. Их содержание, соответствуя программе, должно знакомить студентов с современными методами решения задач данной дисциплины.

Структура заданий должна соответствовать принципу доступности: от известного к неизвестному и от простого к сложному, а трудоемкость – времени, выделенному программой на самостоятельную работу по изучению данной темы. В заданиях следует указывать знания и умения, которыми должен овладеть студент по мере их выполнения. Кроме того, в них нужно включать вопросы для самоконтроля и взаимного контроля, тесты и контрольные вопросы для оценки и самооценки уровня усвоения знаний, сформированности умений.

Методические указания по организации СРС на каждом уровне обучения должны способствовать непрерывному развитию у них рациональных приемов познавательной деятельности в процессе изучения конкретных дисциплин. Основное назначение всех методических указаний – дать возможность каждому студенту перейти от деятельности, выполняемой под руководством преподавателя, к деятельности, организуемой самостоятельно, к полной замене контроля со стороны преподавателя самоконтролем. Поэтому они должны содержать подробное описание рациональных приемов выполнения перечисленных видов деятельности, критериев оценки выполненных работ, а также рекомендации по эффективному использованию консультаций и по работе при подготовке и сдаче экзаменов.

Каждый из названных учебно-методических материалов влияет в большей степени на один из этапов усвоения знаний и видов деятельности, но одновременно способствует осуществлению других этапов и более полной реализации их задач.

Так, программа с четко выделенной целью и перечнем задач, влияющих на ее достижение, определяет мотивационный этап и способствует организации деятельности на всех остальных, указывая последовательность изучаемых разделов, сроки контроля. Учебная литература служит информационной основой, прежде всего для ориентировочного

этапа. В то же время работа с литературой усиливает мотивацию, если изложение материала по уровню сложности соответствует зоне ближайшего развития студента; помогает осуществлению исполнительского и контрольного этапов, если в ней указаны особенности выполнения заданий, даны контрольные вопросы.

Задания для самостоятельной работы организуют исполнительский этап, задавая последовательность видов деятельности, необходимых для усвоения знаний и приобретения умений. Так как задания содержат средства контроля, то они определяют и контрольный этап.

Вопросы и задачи в заданиях требуют от студента не только воспроизведения знаний, но и проявления творчества, формируют и развивают его опыт творческой деятельности. Это расширяет основы мотивации, усиливает и укрепляет ее. В целом содержание и структура заданий, отвечающих перечисленным требованиям, позволяет регулярно занимающимся студентам получать удовлетворение от самостоятельно выполненной работы. Такой эмоциональный фон, в свою очередь, формирует положительное отношение к выполненному делу, а через него – и к изучаемой дисциплине.

Методические указания по организации СРС способствуют грамотному и рациональному осуществлению исполнительского этапа, обеспечивают контрольный этап. Для этого виды деятельности, активно используемые при изучении дисциплины, должны быть подробно описаны в указаниях с выделением последовательности действий и даже операций. В этом случае сами виды деятельности становятся предметом изучения, что дает верное направление ориентировочному этапу и, безусловно, усиливает мотивацию обучения. Работа студентов с такими методическими указаниями позволяет им уже при изучении общенаучных дисциплин усвоить полную и обобщенную ориентировочную основу для каждого из таких видов деятельности, как работа с литературой, проведение эксперимента, решение задач.

Таким образом, создание для каждой учебной дисциплины рассмотренного комплекта учебно-методических материалов обеспечивает обязательные этапы усвоения знаний, видов деятельности, опыта творчества, Снабжение таким комплектом каждого студента – необходимое условие полной реализации в процессе обучения всех возможностей СРС как вида познавательной деятельности, метода и средства учения и преподавания.

8. Самостоятельная работа студента - необходимое звено становления исследователя и специалиста

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в особенности, постоянно возрастающие требования в области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим понимается не столько накопление знаний, сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этом пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение

оценивать. Роль преподавателя в основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также контролирования за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого, систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т.е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его значимость, пригодность и возможности его применения, чтобы, в конечном счете, обеспечить успешность своей учебе с будущей профессиональной деятельности.

Список используемой литературы

1. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТИ) 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО (УРОВЕНЬ СПЕЦИАЛИТЕТА)

2. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы./ ГОУ ВПО «Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова». 2010г.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению контрольной работы по дисциплине

Б1.Б.1.27.01 ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Специализация № 1

Подземная разработка пластовых месторождений

квалификация выпускника: **горный инженер**

форма обучения: очная, заочная

год набора: 2019

Автор: Гаврилова Л.А., доцент, к.т.н.
Иванов И.Ю., доцент, к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Горных машин и комплексов	горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Суслов Н.М.	Барановский В.П.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 10 от 15.06.2018	Протокол № 10 от 22.06.2018
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ... 3

2. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ 4

3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ 4

ЛИТЕРАТУРА 20

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов решаются задачи на прочность элементов конструкции. Выпускники университета должны уметь применять соответствующие методики расчета при проектировании объектов нефтепромыслов.

Цель контрольной работы: проверка приобретенных студентами навыков оптимизации и поиска оптимальных значений параметров объектов и технологических процессов нефтегазовой отрасли.

Контрольная работа соответствуют следующим компетенциям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки ***21.05.04 Горное дело***:

общепрофессиональные

- способностью выбирать и (или) разрабатывать обеспечение интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также предприятий по строительству и эксплуатации подземных объектов техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления (ОПК-8).

Результат изучения дисциплины: «Горные машины и оборудование»

Знания:

- классификацию и назначение машин для выполнения операций по добыче и транспортировке полезных ископаемых;
- принципиальные схемы, конструктивные особенности, области применения и основные расчетные характеристики различного типа машин для отбойки, погрузки, транспортировки, крепления и вспомогательных операций, а также стационарных машин;
- методику определения основных конструктивных и режимных параметров машин, их производительности и эффективности в горно-добывающем производстве.

Умения:

- производить расчет основных конструктивных и режимных параметров горных машин и оборудования и моделирование их работы;
- осуществлять выбор типов горных машин и оборудования, производить расчет их производительности и эффективности, а также выбор типоразмеров в зависимости от горно-геологических условий и условий эксплуатации.

Владения:

- навыками самостоятельного овладения новыми знаниями;
- профессиональной терминологией в области горных машинах и оборудовании;
- методикой определения и расчета основных параметров, производительности и эффективности горных машин.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

При подготовке к контрольной работе необходимо изучить примеры, рассмотренные на лекциях а также в пособии [1].

2. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа должна включать следующие этапы:

1. Постановка задачи.
2. Анализ задачи.
3. Составление графической схемы для расчета конструктивных параметров.
4. Выбор методики расчета.
5. Выполнение необходимых расчетов по выбранной методике.
6. Выводы и предложения по совершенствованию работы оборудования.

3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Контрольная работа № 1 по темам 4,6

Выбор типоразмера бурильной установки; расчет длительности бурения и скорости проходки при буровзрывных работах (БВР).

Условия: Крепость пород f, площадь сечения выработки $S_{выр}$, тип бурильной машины. По заданным условиям

Последовательность расчета:

1. *Расчет скорости бурения при различных значениях f и L.*
2. *Построить графики изменения скорости бурения.*

Варианты заданий

№ №	*f*	*S, м²*	*Тип бурильной машины (перфоратора)*		*№№*	*f*	*S, м²*	*Тип бурильной машины (перфоратора)*		*№№*	*f*	*S, м²*	*Тип бурильной машины (перфоратора)*
1	*4*	*10*	*ПК-60*		*21*	*4*	*20*	*БГП*		*41*	*4*	*30*	*СОР*
2	*5*	*10*	*ПК-60*		*22*	*5*	*20*	*БГП*		*42*	*5*	*30*	*СОР*
3	*6*	*10*	*ПК-60*		*23*	*6*	*20*	*БГП*		*43*	*6*	*30*	*СОР*
4	*8*	*10*	*ПК-60*		*24*	*8*	*20*	*БГП*		*44*	*8*	*30*	*СОР*
5	*10*	*10*	*ПК-60*		*25*	*10*	*20*	*БГП*		*45*	*10*	*30*	*СОР*
6	*4*	*15*	*ПК-75*		*26*	*4*	*25*	*ГБГ*		*46*	*4*	*20*	*PR*
7	*5*	*15*	*ПК-75*		*27*	*5*	*25*	*ГБГ*		*47*	*5*	*20*	*PR*
8	*6*	*15*	*ПК-75*		*28*	*6*	*25*	*ГБГ*		*48*	*6*	*20*	*PR*
9	*8*	*15*	*ПК-75*		*29*	*8*	*25*	*ГБГ*		*49*	*8*	*20*	*PR*

10	*6*	*15*	*ПК-75*		*30*	*10*	*25*	*ГБГ*		*50*	*10*	*20*	*PR*
11	*4*	*20*	*L500*		*31*	*12*	*20*	*БГП*		*51*	*12*	*20*	*ПК-60*
12	*5*	*20*	*L500*		*32*	*15*	*20*	*БГП*		*52*	*15*	*20*	*ПК-60*
13	*6*	*20*	*L500*		*33*	*18*	*20*	*БГП*		*53*	*18*	*20*	*ПК-60*
14	*8*	*20*	*L500*		*34*	*20*	*20*	*БГП*		*54*	*20*	*20*	*ПК-60*
15	*10*	*20*	*L500*		*35*	*12*	*25*	*ГБГ*		*55*	*12*	*25*	*ПК-60*
16	*4*	*15*	*HRP1*		*36*	*15*	*25*	*ГБГ*		*56*	*15*	*25*	*ПК-75*
17	*5*	*15*	*HRP1*		*37*	*18*	*25*	*ГБГ*		*57*	*18*	*25*	*ПК-75*
18	*6*	*15*	*HRP1*		*38*	*20*	*25*	*ГБГ*		*58*	*20*	*25*	*ПК-75*
19	*8*	*15*	*HRP1*		*39*	*12*	*30*	*ГБГ*		*59*	*12*	*30*	*ПК-75*
20	*10*	*15*	*HRP1*		*40*	*15*	*30*	*ГБГ*		*60*	*15*	*30*	*ПК-75*

Методические указания по выполнению контрольной работы

Типоразмер бурильной установки определяется размерами горной выработки (зоны бурения). В таблице 2 приведены технические характеристики бурильных установок. Число бурильных машин (перфораторов) также зависит от площади сечения выработки *S*. Величина зоны бурения одной бурильной машины составляет 10-15 м^2.

Типоразмер бурильной машины принимается по предыдущему заданию.

Эксплуатационные показатели установок.

Производительность бурильных установок определяется мощностью бурильных машин, их числом и затратами времени на выполнение вспомогательных операций. Установлено также, что бурильные установки с увеличенным ходом подачи (3,5 м) имеют более высокую производительность. Бурильные установки позволяют значительно увеличить энерговооруженность процесса бурения и за счет этого увеличить производительность. Поэтому на установках используются наиболее мощные бурильные машины, в том числе специального исполнения. Однако их мощность ограничивается диаметром шпуров и сечением штанг.

Максимальная производительность бурильных установок достигается при рациональных значениях режимных параметров.

Техническая производительность установки:

$$Q_{тб} = \frac{N_{бм} \cdot K_o \cdot K_г}{V_б^{-1} + V_{ox}^{-1} + \frac{T_з}{B} + \frac{(T_н + T_{зб}) \cdot N + T_п}{L \cdot N}},$$

где $N_{бм}$ – число бурильных машин;

K_o – коэффициент одновременности работы. $K_o = 1;\ 0{,}8$ и $0{,}7$ при $N_{бм} = 1;\ 2$ и 3.

$K_г$ – коэффициент готовности установки. $K_г = 0{,}9$;

N – количество шпуров;

$T_п$ – длительность перегона установки, мин.

$V_б$ – скорость бурения, м/мин;

V_{ox} – скорость обратного хода бурильной машины. $V_{ox} \approx 20$ *м/мин*;

$T_з$ – длительность замены коронки. $T_з = 2$ *мин*;

B – стойкость коронки на одну заточку. *B = 50 -100* м в зависимости от крепости породы;

$T_н$ – длительность наведения бурильной машины с одного шпура на другой.

$T_н = 1$ *мин*;

$T_{зб}$ - длительность забуривания. $T_{зб} = 1$ *мин*.

L ($l_з$) – длина шпура (длина заходки).

Длительность бурения

$$t_б = \frac{N \cdot L}{Q_{тб}}$$

где N – количество шпуров.

Количество шпуров определяется в зависимости от крепости породы и конструкции заряда ВВ.

Расчет скорости бурения при перфораторном бурении

Практика эксплуатации перфораторов показывает, что скорость бурения с увеличением глубины бурения падает ввиду потерь при передаче ударного импульса в местах соединения штанг и штанги с коронкой, а также от вибрации штанг. КПД ударного механизма при бурении равен $\eta = \eta_{уд} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2$, где $\eta_{уд}$ - КПД удара; $\eta_1 = 0{,}85 \ldots 0{,}95$ – коэффициент, учитывающий потери энергии удара на трение бура о стенки шпура; η_2 - коэффициент, учитывающий потери в местах соединения штанг и штанги с коронкой, а также от вибрации штанг. При резьбовом соединении штанг $\eta_2 = 0{,}75 \ldots 0{,}85$; при конусном – $\eta = 0{,}6 \ldots 0{,}8$.

Величина средней скорости бурения перфораторами составит

$$V_{пср} = V_{нач} \cdot (1 - e^{-\alpha L}) / \alpha L$$

где $V_{нач}$ – начальная скорость бурения (скорость бурения первого метра);

a – декремент затухания энергии ударного импульса, *a = 0,02 - 0,2*;

L – длина шпура или скважины.

Для перфораторов с независимым вращением и большой массой поршня а имеет меньшее значение (колонковые перфораторы).

В таблице 3 приведены значения средней скорости бурения (в долях от максимального значения).

Таблица 3

Средняя скорость бурения (относительная)

a·L	**e^{-aL}**	**$1-e^{-aL}$**	**$V_{срп}/V_{нач}$**
0,1	0,905	0,095	0,950
0,2	0,819	0,181	0,905
0,3	0,741	0,259	0,863
0,4	0,670	0,330	0,825
0,5	0,607	0,393	0,786
0,6	0,549	0,451	0,750

0,8	0,449	0,551	0,690
1,0	0,368	0,632	0,632

При a·L < 0,1 принимаем $V_{срп} = V_{нач}$

Выполненные исследования машин ударного действия показывают, что их производительность находится в прямой зависимости от давления сжатого воздуха или рабочей жидкости. Так, увеличение давления воздуха с 0,5 МПа на 0,1 МПа позволяет увеличить механическую скорость бурения примерно на 20%.

Начальная скорость бурения (м/с):

$$V_б = \frac{2N_и}{\pi \cdot d^2 \cdot \sigma_{ск} \cdot (\mu + tg\frac{\alpha}{2}) \cdot K_з},$$

где $N_и$ – ударная мощность на инструменте, Вт;

d – диаметр шпура, м. Принимаем *d = 40 мм;*

$\sigma_{ск}$ – предел прочности породы при сколе, Па;

μ – коэффициент трения стали о породу. Ориентировочно μ = 0,3;

$$И_и = A_n \cdot z \cdot \eta$$

α – угол заострения лезвия. $\alpha = 90°$;

$K_з$ – коэффициент затупления лезвия. $K_з=1,1$.

где $A_п$ – энергия удара на поршне;

Z – частота ударов;

η - КПД перфоратора. $\eta = 0,7- 0,8$.

Значения $A_п$ и Z приведены в табл.4.

$\sigma_{ск} \approx 0,5\ \sigma_{сж}$

Предел прочности породы на сжатие

$\sigma_{сж} = 10f$, *МПа.*

Варианты заданий приведены в табл.4.

Расчет буровзрывных работ (БВР)

Число шпуров

$$N = \frac{Q_{вв}}{M_з} = \frac{q_{вв} \cdot V}{M_з} = \frac{q_{вв} \cdot S \cdot L}{M_з},$$

где $Q_{вв}$ – расход взрывчатых веществ;

$M_з$ – масса заряда;

$q_{вв}$ – удельный расход ВВ; ориентировочно $q_{вв} = 1\text{-}4$ *кг/м*^{3} при $f = 5\text{-}20$;

V – объем заходки;

S – площадь сечения выработки.

Масса заряда (рис.4)

$$M_з = \frac{\pi d^2}{4} \cdot (L - l_{заб}) \cdot \rho_{вв} \cdot K_п,$$

где d – диаметр шпура;

$l_{заб}$ – длина забойки. $l_{заб} \approx 0,25L$;

$\rho_{вв}$ – плотность ВВ. $\rho_{вв}$ = *1,05 - 1,15 кг/дм*^{3};

$K_п$ = *0,9* – коэффициент плотности заряда (заполнения шпура).

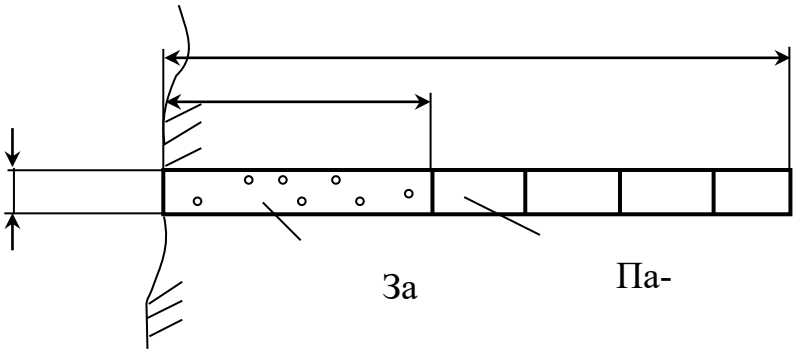


Рис. 1. Конструкция заряда

Продолжительность цикла Т определяется построением циклограммы. Длительность основных операций определяется расчетом.

Длительность заряжания одного шпура составляет (в мин).

$$t_{з1} = (1 \div 1{,}5) \cdot L \ ,$$

где L – длина шпура, м.

Длительность погрузки

$$t_n = \frac{V_{гм}}{Q_{mn}} = \frac{S \cdot L \cdot K_p}{Q_{mn}} ,$$

где $V_{гм}$ – объем отбитой горной массы;

K_p – коэффициент разрыхления породы. K_p = *1,2 - 1,4* в зависимости от крепости породы;

Q_{mn} – техническая производительность погрузочной машины;

S – сечение выработки.

$$V_{прт} = \frac{l_з}{T} ,$$

Скорость проходки (техническая) составит:

где $l_з$ – шаг подвигания забоя, $l_з = L \cdot K_{иш}$,

$K_{иш}$ – коэффициент использования шпуров. $K_{иш}$ = *0,9.*

Циклограмма работ при проходке выработки

Операции проходческого цикла	**Затраты времени, мин**	**Часы**					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Осмотр, смазка и подготовка бурильной установки (БУ) к работе	20 – 30						
Подгон БУ в забой	10 – 15						
Подготовка к бурению	5 – 10						
Бурение шпуров забоя	Расчет						
Бурение шпуров под крепление	Расчет						
Отгон БУ из забоя	5 – 10						
Заряжание шпуров, взрывание	Расчет						

Проветривание забоя	30						
Приведение забоя в безопасное состояние	10 – 15						
Наращивание вентиляционных труб	10 – 15						
Осмотр, смазка и подготовка погрузочной машины к работе	20 – 30						
Погрузка и уборка горной массы из забоя	Расчет						
Вспомогательные работы (доставка материалов, ВВ и др.)							

Эксплуатационная (месячная) скорость проходки составит

$$V_{пр} = V_{прт} \cdot Ф \cdot K_{и},$$

где $Ф$ – фонд времени работы;

$K_{и}$ – коэффициент использования оборудования. $K_{и} \approx 0{,}8$.

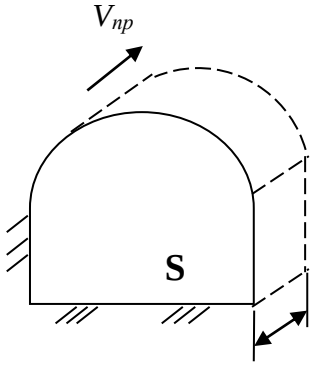


Рис. 2. Схема подвигания забоя

Фонд времени работы:

$$Ф = 6 \cdot N_{см} \cdot T_{р},$$

где $N_{см}$ – число рабочих смен;

$T_{р}$ – количество рабочих дней.

Принимаем $Ф_{мес} = 540$ *ч (6×3×30*).

Критерии оценивания: использование определенного алгоритма подготовки исходной информации – 1 балл, выполнение и правильность расчетов – 2 балла, наличие пояснений к расчетам – 2 балл, выводы по полученным результатам – 2 балла, оформление работы – 2 балл, представление графического материала – 1 балл.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, в соответствии с требованиями; методика решения задач правильная и все действия обоснованы; все расчеты выполнены верно; ответ полный, имеется вывод по задаче, материал изложен профессиональным языком, логично – 7-8 баллов.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, с незначительными замечаниями (отступлениями от требований); методика решения задач

правильная и все действия обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ полный, имеется, вывод по задаче или его нет, материал изложен профессиональным языком, логично – 5-6 баллов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена с существенными замечаниями (отступлениями от установленных требований); методика решения задач правильная, однако действия не обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ неполный, не имеет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, логично – 3-4 балла.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена неаккуратно, со значительными отступлениями от требований; методика решения задач не правильная и (или) действия не обоснованы; ответ полный или неполный, нет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, нелогично – 0-2 балла.

Контрольная работа № 2 по теме 8

Контрольная работа №2:

Расчет скорости проходки комбайном цикличного действия

Условия: Крепость пород f, площадь сечения выработки $S_{выр}$.

Варианты заданий

№ №	***f***	***S*, $м^2$**		**№№**	***f***	***S*, $м^2$**		**№№**	***f***	***S*, $м^2$**
1	*4*	*10*		*21*	*4*	*20*		*41*	*4*	*30*
2	*5*	*10*		*22*	*5*	*20*		*42*	*5*	*30*
3	*6*	*10*		*23*	*6*	*20*		*43*	*6*	*30*
4	*8*	*10*		*24*	*8*	*20*		*44*	*8*	*30*
5	*10*	*10*		*25*	*10*	*20*		*45*	*10*	*30*
6	*4*	*15*		*26*	*4*	*25*		*46*	*4*	*20*
7	*5*	*15*		*27*	*5*	*25*		*47*	*5*	*20*
8	*6*	*15*		*28*	*6*	*25*		*48*	*6*	*20*
9	*8*	*15*		*29*	*8*	*25*		*49*	*8*	*20*
10	*6*	*15*		*30*	*10*	*25*		*50*	*10*	*20*
11	*4*	*20*		*31*	*12*	*20*		*51*	*12*	*20*
12	*5*	*20*		*32*	*15*	*20*		*52*	*15*	*20*
13	*6*	*20*		*33*	*18*	*20*		*53*	*18*	*20*
14	*8*	*20*		*34*	*20*	*20*		*54*	*20*	*20*
15	*10*	*20*		*35*	*12*	*25*		*55*	*12*	*25*
16	*4*	*15*		*36*	*15*	*25*		*56*	*15*	*25*
17	*5*	*15*		*37*	*18*	*25*		*57*	*18*	*25*
18	*6*	*15*		*38*	*20*	*25*		*58*	*20*	*25*
19	*8*	*15*		*39*	*12*	*30*		*59*	*12*	*30*
20	*10*	*15*		*40*	*15*	*30*		*60*	*15*	*30*

Методические рекомендации по выполнению задания №2

Схема проходческого комбайна цикличного действия приведена на рис.3. В табл. 1 приведены технические характеристики комбайнов. Порядок расчета соответствует №№ формул.

Техническая скорость проходки:

$$V_{прт} = \frac{B}{T_ц}, \quad (5)$$

где B – захват исполнительного органа (коронки). Ориентировочно $B = 1м$;
$T_ц$ – длительность цикла (обработки всей площади забоя).

$$T_ц = T + T_{во}, \quad (4)$$

где T – длительность непрерывной работы;
$T_{во}$ – длительность вспомогательных операций. $T_{во} \approx 0,25T$.

(3)

$$T = \frac{L_{ио}}{V_{пп}},$$

где $L_{ио}$ – ход исполнительного органа при отработке забоя;
$V_{пп}$ – скорость поперечной подачи.

Величина $L_{ио}$ определяется в зависимости от схемы обработки забоя и площади сечения S (рис.4).

Скорость поперечной подачи

$$V_{пп} = \frac{V_р \cdot h \cdot N_{лр}}{\pi D_{кср}}, \quad (2)$$

где $V_р$ – скорость резания. $V = 2\text{-}3\ м/с$;
h – толщина среза;
$N_{лр}$ – число резцов в линии резания. $N_{лр} = 1$;
$D_{кср}$ – средний диаметр коронки. $D_{кср} = 1м$.

Толщина среза составит

$$h = \frac{N_{дв} \cdot \eta}{V_р \cdot A_р \cdot N_{ор}}, \quad (1)$$

где N – мощность двигателя;
η – кпд привода. $\eta = 0,9$;
$A_р$ – сопротивляемость породы резанию. Ориентировочно $A_р = 100f\ кН/м$;
$N_{ор}$ – число резцов, одновременно находящихся в контакте с породой;
$N_{ор} = (4 \div 5)B$
f - коэффициент крепости породы.

Эксплуатационная (месячная) скорость проходки:

$$V_{пр} = V_{прт} \cdot Ф \cdot K_{и},$$

(6)

где $Ф = 540$ *ч* – фонд времени работы;

$K_{и}$ – коэффициент использования оборудования. $K_{и} = 0,8$.

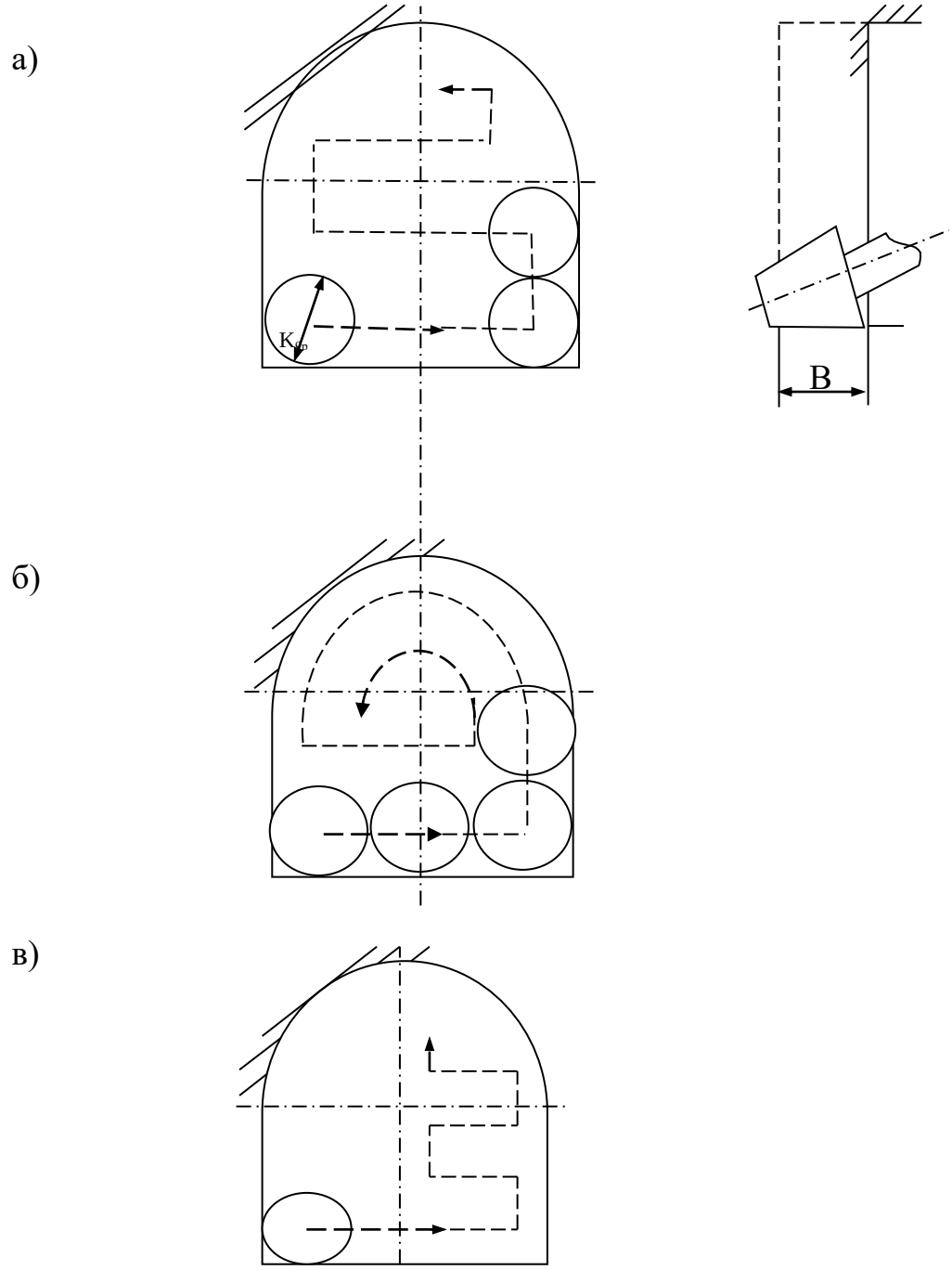


Рис. 4. Схемы разработки забоя:
а – последовательная;
б – с обрушением;
в – с минимальными ходами.

Критерии оценивания: использование определенного алгоритма подготовки исходной информации – 1 балл, выполнение и правильность расчетов – 2 балла, наличие пояснений к расчетам – 2 балл, выводы по полученным результатам – 2 балла, оформление работы – 2 балл, представление графического материала – 1 балл.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, в соответствии с требованиями; методика решения задач правильная и все действия обоснованы; все расчеты выполнены верно; ответ полный, имеется вывод по задаче, материал изложен профессиональным языком, логично – 7-8 баллов.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, с незначительными замечаниями (отступлениями от требований); методика решения задач правильная и все действия обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ полный, имеется, вывод по задаче или его нет, материал изложен профессиональным языком, логично – 5-6 баллов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена с существенными замечаниями (отступлениями от установленных требований); методика решения задач правильная, однако действия не обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ неполный, не имеет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, логично – 3-4 балла.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена неаккуратно, со значительными отступлениями от требований; методика решения задач не правильная и (или) действия не обоснованы; ответ полный или неполный, нет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, нелогично – 0-2 балла.

Контрольная работа №3:

Расчет скорости проходки комбайном непрерывного действия.

Условия: Крепость пород *f*, площадь сечения выработки $S_{выр}$.

Варианты заданий

№ №	*f*	*S, м²*	*Тип бурильной машины (перфоратора)*		*№№*	*f*	*S, м²*	*Тип бурильной машины (перфоратора)*		*№№*	*f*	*S, м²*	*Тип бурильной машины (перфоратора)*
1	*4*	*10*	*ПК-60*		*21*	*4*	*20*	*БГП*		*41*	*4*	*30*	*СОР*
2	*5*	*10*	*ПК-60*		*22*	*5*	*20*	*БГП*		*42*	*5*	*30*	*СОР*
3	*6*	*10*	*ПК-60*		*23*	*6*	*20*	*БГП*		*43*	*6*	*30*	*СОР*
4	*8*	*10*	*ПК-60*		*24*	*8*	*20*	*БГП*		*44*	*8*	*30*	*СОР*
5	*10*	*10*	*ПК-60*		*25*	*10*	*20*	*БГП*		*45*	*10*	*30*	*СОР*
6	*4*	*15*	*ПК-75*		*26*	*4*	*25*	*ГБГ*		*46*	*4*	*20*	*PR*
7	*5*	*15*	*ПК-75*		*27*	*5*	*25*	*ГБГ*		*47*	*5*	*20*	*PR*
8	*6*	*15*	*ПК-75*		*28*	*6*	*25*	*ГБГ*		*48*	*6*	*20*	*PR*
9	*8*	*15*	*ПК-75*		*29*	*8*	*25*	*ГБГ*		*49*	*8*	*20*	*PR*
10	*6*	*15*	*ПК-75*		*30*	*10*	*25*	*ГБГ*		*50*	*10*	*20*	*PR*
11	*4*	*20*	*L500*		*31*	*12*	*20*	*БГП*		*51*	*12*	*20*	*ПК-60*
12	*5*	*20*	*L500*		*32*	*15*	*20*	*БГП*		*52*	*15*	*20*	*ПК-60*
13	*6*	*20*	*L500*		*33*	*18*	*20*	*БГП*		*53*	*18*	*20*	*ПК-60*
14	*8*	*20*	*L500*		*34*	*20*	*20*	*БГП*		*54*	*20*	*20*	*ПК-60*

15	*10*	*20*	*L500*		*35*	*12*	*25*	*ГБГ*		*55*	*12*	*25*	*ПК-60*
16	*4*	*15*	*HRP1*		*36*	*15*	*25*	*ГБГ*		*56*	*15*	*25*	*ПК-75*
17	*5*	*15*	*HRP1*		*37*	*18*	*25*	*ГБГ*		*57*	*18*	*25*	*ПК-75*
18	*6*	*15*	*HRP1*		*38*	*20*	*25*	*ГБГ*		*58*	*20*	*25*	*ПК-75*
19	*8*	*15*	*HRP1*		*39*	*12*	*30*	*ГБГ*		*59*	*12*	*30*	*ПК-75*
20	*10*	*15*	*HRP1*		*40*	*15*	*30*	*ГБГ*		*60*	*15*	*30*	*ПК-75*

Методические указания по выполнению контрольной работы

Выбор параметров рабочих органов

Баровые органы. Параметры баровых органов определяются из условия исключения заштыбовки (защемления уплотненным штыбом) врубовой цепи.

Рациональное значение скорости режущей цепи:

$$v_р = Lv_п [(\gamma - 1) + (h_б/H)] / (b\varepsilon),$$

где L – развернутая длина зарубной щели (рис. 3.14); $v_п$ – скорость подачи машины; γ – коэффициент объемного расширения породы [44]; $h_б$ – толщина направляющей рамы бара; H – высота врубовой щели; b – усредненный вылет резцов; ε – коэффициент заполнения врубовой щели.

Средний шаг резания:

$$t_{ср} = H / (m - 1),$$

где m – число линий резания цепи.

Глубина резания:

$$h = l\, v_п / v_р,$$

где l – расстояние между соседними резцами в линии резания (шаг установки резцов).

Известно, что для углей оптимальный шаг резания

$$t_{опт} = (1{,}5\ldots3)\cdot h.$$

В режущих цепях можно варьировать как шаг резания путем изменения числа линий резания, так и глубину резания путем изменения числа резцов в линии резания (или расстояния между соседними резцами в линии резания).

Расстояние между соседними резцами в линии резания при заданном шаге резания определится из выражения:

$$l_{опт} = v_р H / [(1{,}5\ldots3)\, v_п\, (m - 1)].$$

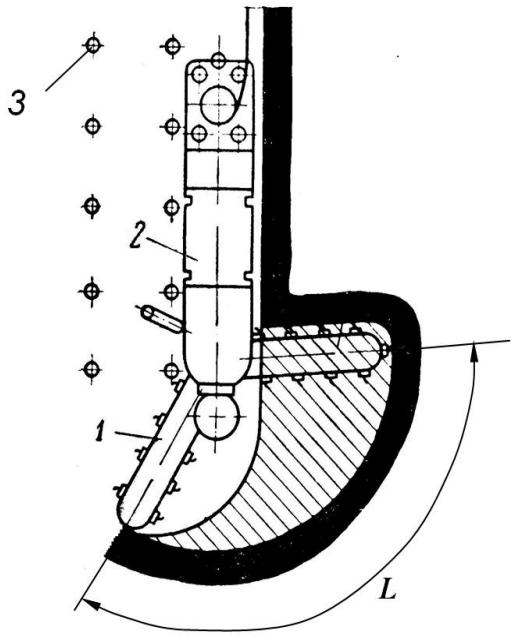


Рис. 5. Схема зарубки врубовой-

Барабанные и шнековые рабочие органы. Шаг резания на барабанах и шнеках задается, как правило, конструктивно, но всегда необходимо стремиться к достижению оптимального соотношения шага и глубины резания. Многозаходные шнеки позволяют легче варьировать соотношения h и t путем установки различного числа резцов в линии резания.

Максимально возможное число резцов, одновременно находящихся в работе при равномерном их распределении в линиях резания и по шагу резания, не считая торцовых резцов, определится из выражения

$$z_{л.р} = n\varphi_o((B/t) + 1) / \pi,$$

где n – число заходов шнека; φ_o – угол обхвата органа разрушения угольным массивом; B – ширина захвата.

Для большинства исполнительных органов очистных и проходческих комбайнов (шнековые, барабанные, корончатые) толщина среза – величина переменная. Она изменяется практически от нуля при входе резцов в контакт с массивом до максимального значения при $\varphi = \pi / 2$, а затем уменьшается до нуля при $\varphi \to \pi$:

$$h_i = h_{max} \sin \varphi_i, \ 0 \le \varphi_i \le \pi,$$

где h_{max} – максимальное значение толщины среза; φ_i – угол, определяющий местоположение i-го резца на дуге резания.

Поэтому сила резания на одиночном резце, установленном на исполнительном органе комбайна, при изменении толщины среза составит (рис. 3.15):

$$F_{pi} = A_p \, h_{max} \sin\varphi_i = F_{max} \sin\varphi_i,$$

где A_p – сопротивляемость породы резанию.

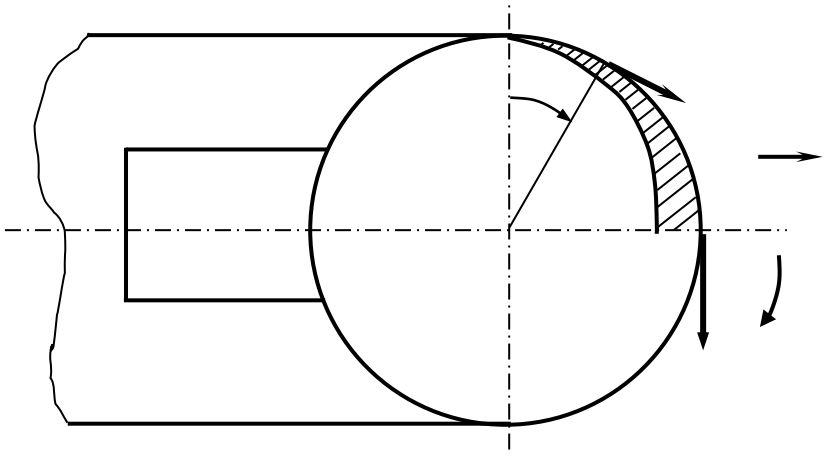


Рис. 6. Схема к определению сил

Суммарная сила резания на шнеке (барабане) определяется выражением:

$$\sum F_p = K_{oc} \sum_{i=1}^{n_p} F_{pi},$$

где F_{pi} – сила резания на i-м резце, участвующем в резании; n_p – число резцов, одновременно участвующих в резании, определяемое углом контакта рабочего органа с забоем (угол охвата); K_{oc} – коэффициент ослабления массива опережающим рабочим органом и наличием обнаженной поверхности, зависящий от направления вращения рабочего органа относительно поверхности забоя и направления резания относительно напластования.

Средняя суммарная сила подачи на шнековом (барабанном) рабочем органе определяется выражением:

$$\sum F_п = K_{oc} \sum_{i=1}^{n_p} (F_{пi} \sin \varphi_i + F_{pi} \cos\varphi_i),$$

где $F_{пi}$ – сила подачи на i-м резце.

Степень уравновешенности барабанного (шнекового) органа и динамичность процесса разрушения оцениваются посредством коэффициента совершенства схемы разрушения и режима работы [60]:

$$\eta_{р.р} = [E_о / (E_о + 2\Delta E)]\,[R\sin\varphi_о / D] \quad \text{при } \varphi_о \le \pi / 2,$$

где $E_о$ – оптимальные затраты энергии в данном режиме разрушения; ΔE – дополнительные затраты энергии, обусловленные несовершенством схемы разрушения; D – диаметр шнека (барабана); $R\sin\varphi_о / D$ – составляющая коэффициента совершенства по степени использования шнека (барабана).

Для исполнительных органов, разрушающих угольный массив с поверхности забоя (шнековые, барабанные), рациональными являются режимы резания со средней глубиной 40…60 мм, средней шириной реза 60…80 мм и средним сечением 0,0025…0,005 м^2.

Короночные органы. Линейный шаг установки резцов по рекомендации ЦНИИподземмаш рассчитывается исходя из условия сплошного разрушения породного забоя резцами.

Для кутковых резцов линейный шаг установки:

$$t_{кут} = 0{,}2(1 + (t / h_{ср}))h_{ср},$$

где $h_{ср}$ – средняя глубина резания.

Для конических коронок угловой шаг установки резцов (рис. 3.16) определяется из условия постоянства момента на коронке:

$$\sum F_{рi}\, r_i = \text{const}.$$

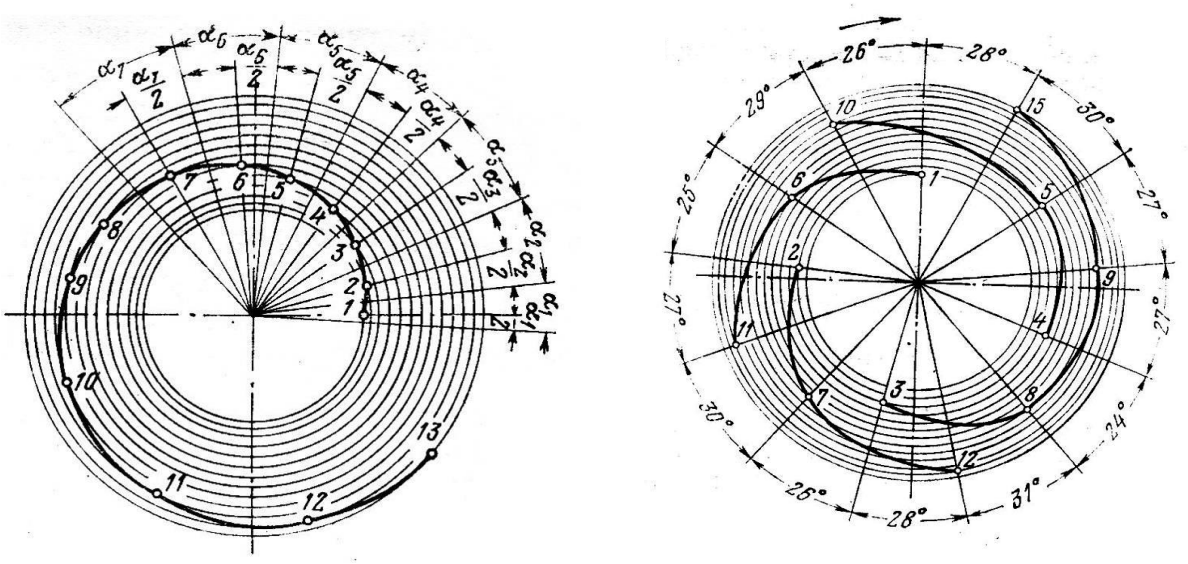


Рис. 7. Одновитковая (*а*) и многовитковая (*б*) схемы набора резцов на коронке

Буровые органы. Для буровых рабочих органов в отличие от барабанных и шнековых характерно постоянное значение толщины (глубины) среза h, определяемое по формуле:

$$h = v_п / (n_{об}\, m_р),$$

где $v_п$ – скорость подачи бурового рабочего органа на забой; $n_{об}$ – частота вращения буровой коронки; $m_р$ – число резцов в линии резания.

Поскольку резцы в буровой коронке устанавливаются в линиях резания, удаленных от оси коронки на различные расстояния, то крутящий момент $M_{кр}$ от сил резания на резцах, расположенных в i-й линии резания, составит:

$$M_{крi} = m_{рi}\, F_{рi}\, (D_i / 2),$$

где m_{pi} – число резцов в линии резания; F_{pi} – сила резания на резце в i-й линии резания; D_i – диаметр i-й линии резания.

Если коронка имеет $n_{л.р}$ линий резания, то полный крутящий момент $M_{кр}$ на коронке от сил резания:

$$M_{кр} = K_{ос} \sum_{i=1}^{n_{л.р}} M_{кр i} \cdot$$

Суммарная сила подачи на буровой коронке определяется из выражения:

$$F_{п} = K_{ос} \sum_{i=1}^{n_{л.р}} F_{пi} m_{pi},$$

где $F_{пi}$ – сила подачи на резце в i-й линии резания.

Планетарные рабочие органы. Параметры планетарных органов определяются из условия обеспечения постоянства формы и размеров стружки. Это условие выражается зависимостью

$$i\, Z_{д}\, \varphi_{кр} = 360°,$$

где i – передаточное число планетарного механизма; $Z_{д}$ – число резцов, установленных в одной линии резания диска; $\varphi_{кр}$ – угол поворота водила, соответствующий вершинам петель траекторий движения рабочих инструментов (критический угол).

Теоретическая производительность комбайна бурового действия:

$$Q_{Б} = S_{в} v_{п\,max},$$

где $S_{в}$ – площадь сечения вчерне проводимой выработки; $v_{п\,max}$ – максимальная скорость подачи комбайна.

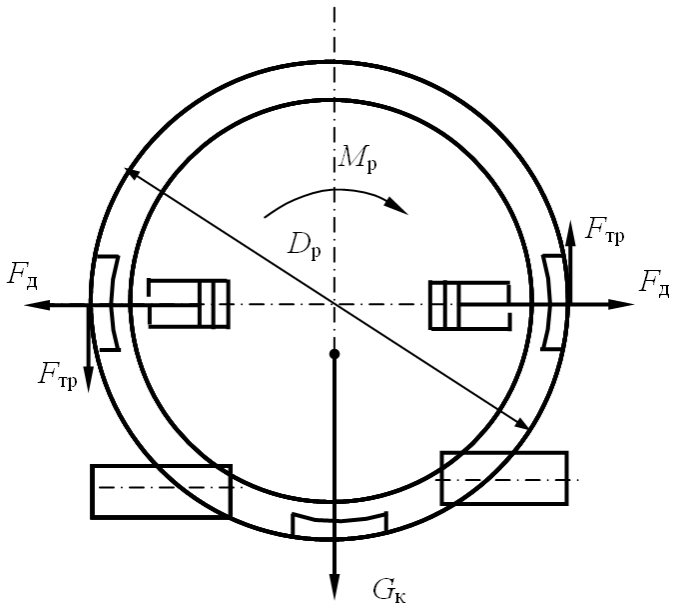


Рис. 8. Расчетная схема поперечной устойчивости от разворота вокруг продольной оси комбайнов с роторным исполнительным органом:
$G_{к}$ – сила тяжести комбайна; $D_{р}$ – диаметр ротора; $M_{р}$ – момент сил, стремящихся вывести комбайн из равновесного состояния; $F_{д}$ – сила на штоке распорного домкрата; $F_{тр}$ – сила трения

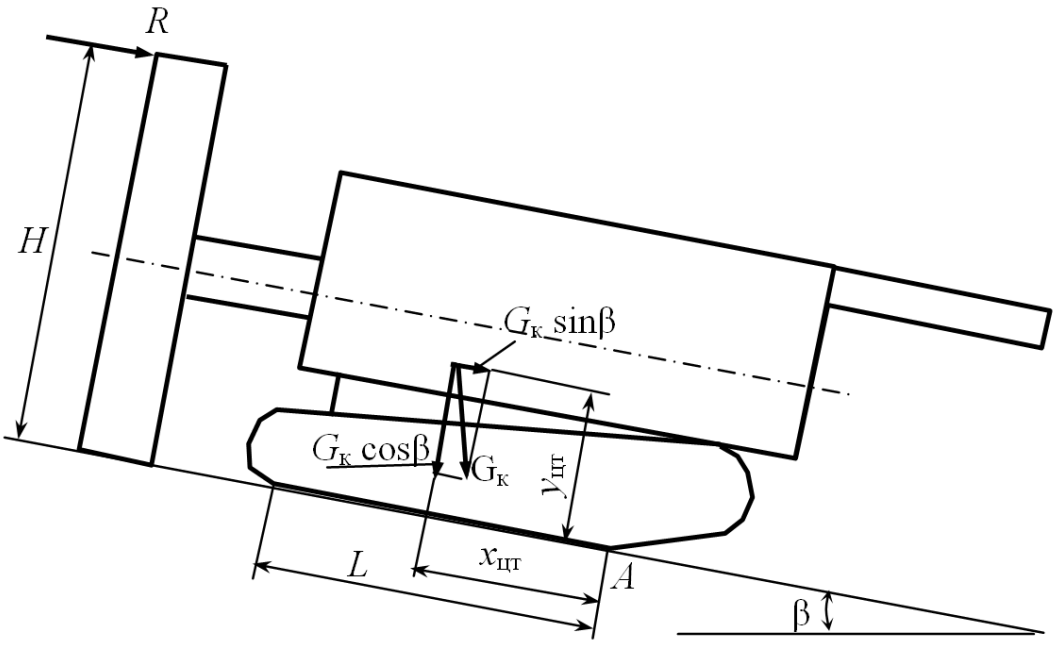


Рис. 9. Схема действия нагрузок на буровой проходческий комбайн при проверке его продольной устойчивости:
$G_к$ - сила тяжести комбайна; R – реакция породы; β – угол наклона выработки; A – точка, относительно которой определяются опрокидывающий и удерживающий моменты; $x_{цт}$, $z_{цт}$ - координаты центра масс; H – плечо действия реакции R

Техническая производительность комбайна:

$$Q_т = QK_т,$$

где $K_т$ – коэффициент технически возможной непрерывности работы комбайна,

$$K_т = (1 + (T_{во}/T))^{-1},$$

здесь $T_{во}$ – длительность вспомогательных операций; T – длительность непрерывной работы.

Критерии оценивания: оформление работы в соответствии с предъявляемыми требованиями – 1 балл; обоснование выбора методики решения задачи – 1 балл; точность в расчетах при определении – 1 балл; полнота ответа на вопросы задания, наличие обоснования, вывода – 3 балл, использование профессиональной терминологии – 1 балл, логичность изложения материала - 1 балл.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, в соответствии с требованиями; методика решения задач правильная и все действия обоснованы; все расчеты выполнены верно; ответ полный, имеется вывод по задаче, материал изложен профессиональным языком, логично – 7-8 баллов.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, с незначительными замечаниями (отступлениями от требований); методика решения задач правильная и все действия обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ полный, имеется, вывод по задаче или его нет, материал изложен профессиональным языком, логично – 5-6 баллов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена с существенными замечаниями (отступлениями от установленных требований); методика

решения задач правильная, однако действия не обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ неполный, не имеет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, логично – 3-4 балла.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена неаккуратно, со значительными отступлениями от требований; методика решения задач не правильная и (или) действия не обоснованы; ответ полный или неполный, нет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, нелогично – 0-2 балла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тургель Д.К. Горные машины и оборудование подземных разработок: учебное пособие / Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2007. - 302 с. : ил. - Библиогр.: с. 298-299.
2. Иванов И.Ю. Погрузочно-доставочные машины: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Горные машины и оборудование подземных горных работ" для студентов специальности 21.05.04 - "Горное дело" специализации "Горные машины и оборудование" очного и заочного обучения / И. Ю. Иванов. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 22 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 21.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ по дисциплине

Б1.Б.1.27.01 ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Специализация № 1

Подземная разработка пластовых месторождений

квалификация выпускника: **горный инженер**

форма обучения: очная, заочная

год набора: 2019

Автор: Гаврилова Л.А., доцент, к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Горных машин и комплексов	горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Суслов Н.М.	Барановский В.П.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 10 от 15.06.2018	Протокол № 10 от 22.06.2018
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ 5

2. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ 6

3. Виды контроля 7

ЛИТЕРАТУРА 8

ВВЕДЕНИЕ

При расчете и конструировании машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов решаются задачи на прочность элементов конструкции. Выпускники университета должны уметь применять соответствующие методики расчета при проектировании объектов нефтепромыслов.

Цель практических занятий: закрепление приобретенных студентами навыков расчета и конструирования машин и оборудования нефтегазовой отрасли.

Практические занятия призваны закреплять теоретический материал по следующим компетенциям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки ***21.05.04 Горное дело***:

общепрофессиональные

- способностью выбирать и (или) разрабатывать обеспечение интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также предприятий по строительству и эксплуатации подземных объектов техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления (ОПК-8).

Результат изучения дисциплины: «Горные машины и оборудование»

Знания:

- классификацию и назначение машин для выполнения операций по добыче и транспортировке полезных ископаемых;
- принципиальные схемы, конструктивные особенности, области применения и основные расчетные характеристики различного типа машин для отбойки, погрузки, транспортировки, крепления и вспомогательных операций, а также стационарных машин;
- методику определения основных конструктивных и режимных параметров машин, их производительности и эффективности в горно-добывающем производстве.

Умения:

- производить расчет основных конструктивных и режимных параметров горных машин и оборудования и моделирование их работы;
- осуществлять выбор типов горных машин и оборудования, производить расчет их производительности и эффективности, а также выбор типоразмеров в зависимости от горно-геологических условий и условий эксплуатации.

Владения:

- навыками самостоятельного овладения новыми знаниями;
- профессиональной терминологией в области горных машинах и оборудовании;
- методикой определения и расчета основных параметров, производительности и эффективности горных машин.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Выполнению практических занятий предшествует проверка знаний студентов — их теоретической готовности к выполнению задания.

Работы, носящие репродуктивный характер, отличаются тем, что при их проведении студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие частично поисковый характер, отличаются тем, что при их проведении студенты не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и требуют от студентов самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие поисковый характер, характеризуются тем, что студенты должны решить новую для них проблему, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания.

При планировании практических занятий преподаватель использует различное сочетание репродуктивных, частично поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Формы организации студентов на практических занятиях:

- фронтальная,

- групповая

- индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу.

При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2—5 человек.

При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Содержанием практических занятий является:

• решение разного рода задач, в том числе профессиональных (анализ производственных ситуаций, решение ситуационных производственных задач, выполнение профессиональных функций в деловых играх и т.п.);

• выполнение вычислений, расчетов, чертежей;

• изучение, заполнение, разработка инструкционных и технологических карт;

• работа с измерительными приборами, оборудованием;

• самостоятельное выполнение технологических операций;

• работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками;

• составление технической и специальной документации и др

2. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 3: Элементы конструкции горных машин
Рабочий инструмент горных машин. Виды. Геометрические параметры. Исполнительные органы горных комбайнов. Классификация.
Органы перемещения.
Органы погрузки.

Тема 4: Машины для бурения.
Машины для бурения. Принципиальные схемы и конструктивные особенности бурильных машин для вращательного, ударного, ударно-вращательного и вращательно-ударного бурения. Расчет основных параметров бурильных машин.
Бурильные установки.
Буровые станки для подземного бурения.
Определение производительности и эффективности бурильных установок и буровых станков.

Тема 5: Машины для зарядки.
Машины для зарядки. Классификация, назначение и структурные схемы зарядных машин. Принципиальные схемы и конструктивные особенности зарядных машин. Расчет основных параметров зарядных машин. Определение производительности и эффективности зарядных машин.

Тема 6: Погрузочно-транспортные машины.
Погрузочно-транспортные машины. Классификация, назначение и структурные схемы погрузочных и погрузочно-транспортных машин. Определение оптимальных параметров погрузочных и погрузочно-транспортных машин. Конструктивные особенности и основные расчетные характеристики погрузочных и погрузочно-транспортных машин.

Тема 7: Машины для крепления выработок.
Машины для крепления выработок. Принципиальные схемы и конструктивные особенности машин для крепления выработок. Расчет основных параметров машин для крепления выработок. Определение производительности и эффективности машин для крепления выработок.

Тема 8: Горные комбайны и комплексы.
Горные комбайны и комплексы. Классификация, назначение и структурные схемы горных комбайнов и комплексов. Конструктивные особенности и основные расчетные характеристики горных комбайнов и комплексов.

Тема 9: Выемочно-транспортирующие машины.
Выемочно-транспортирующие машины (ВТМ). Классификация и назначение ВТМ. Конструктивные особенности бульдозеров, скреперов. Расчет основных параметров ВТМ.

Практико-ориентированные задания при выполнении практических работ:

1. Описать конструкцию перфоратора (по предложенному рисунку): условия применения, принцип работы, элементы конструкции. Зарисовать схематично. Расставить режимные параметры.
2. Описать конструкцию пневмоударника (по предложенному рисунку): условия применения, принцип работы, элементы конструкции. Зарисовать схематично. Расставить режимные параметры.
3. Описать конструкцию бурового (по предложенному рисунку): условия применения, принцип работы, элементы конструкции. Зарисовать схематично. Расставить режимные параметры.
4. Описать конструкцию буровой установки (по предложенному рисунку): условия применения, принцип работы, элементы конструкции. Зарисовать схематично. Расставить режимные параметры.
5. Описать конструкцию погрузочной машины (по предложенному рисунку): условия применения, принцип работы, элементы конструкции. Зарисовать схематично. Расставить режимные параметры.
6. Описать конструкцию погрузочно-транспортной машины (по предложенному рисунку): условия применения, принцип работы, элементы конструкции. Зарисовать схематично. Расставить режимные параметры.
7. Описать конструкцию бурового станка для подземных работ (по предложенному рисунку): условия применения, принцип работы, элементы конструкции. Зарисовать схематично. Расставить режимные параметры.
8. Описать конструкцию проходческого комбайна (по предложенному рисунку): условия применения, принцип работы, элементы конструкции. Зарисовать схематично. Расставить режимные параметры.
9. Описать конструкцию очистного комплекса (по предложенному рисунку): условия применения, принцип работы, элементы конструкции. Зарисовать схематично. Расставить режимные параметры.
10. Описать конструкцию ВТМ (по предложенному рисунку): условия применения, принцип работы, элементы конструкции. Зарисовать схематично. Расставить режимные параметры.
11. Описать конструкцию машины для крепления выработки (по предложенному рисунку): условия применения, принцип работы, элементы конструкции. Зарисовать схематично. Расставить режимные параметры.
12. Описать конструкцию зарядной машины (по предложенному рисунку): условия применения, принцип работы, элементы конструкции. Зарисовать схематично. Расставить режимные параметры

3. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Оценивание практических работ проводится дифференцированно (по пятибалльной системе) и при определении оценок за семестр рассматривается как один из основных показателей текущего учета знаний.

Вопросы для опроса:

1. Оборудование для крепления выработок.
2. Механизация возведения сборной, анкерной, набрызгбетонной и бетонной монолитной крепи.
3. Механизированные гидравлические крепи.
4. Очистные комбайны. Конструкции комбайнов для наклонных и крутонаклонных пластов. Технические характеристики комбайнов.

5. Очистные комплексы и агрегаты. Увязка параметров машин комплекса и агрегата.
6. Проходческие и нарезные комбайны. Определение производительности проходческих и нарезных комбайнов.
7. Управление комплексами и агрегатами в профиле пласта.
8. Системы перемещения очистных и проходческих машин. Конструкции органов перемещения.
9. Устойчивость горных машин. Устойчивость секций механизированных крепей.
10. Автоматизация горных машин. Программное и дистанционное управление.
11. Проходческие комбайны
12. Классификация и требования, предъявляемые к проходческим комбайнам
13. Стреловые проходческие комбайны
14. Буровые проходческие комбайны для проведения горизонтальных выработок
15. Буровые комбайны для проведения наклонных и вертикальных выработок
16. Нарезные комбайны
17. Тенденции развития горнопроходческих комбайнов
18. Очистные комбайны
19. Классификация и требования, предъявляемые к очистным комбайнам
20. Конструкции и компоновка очистных комбайнов
21. Перспективы совершенствования очистных комбайнов
22. Оборудование для крепления и управления кровлей в очистном забое
23. Классификация и требования, предъявляемые к механизированным крепям
24. Конструкции механизированных гидравлических крепей для лав
25. Современные тенденции развития механизированных крепей
26. Очистные и проходческие комплексы и агрегаты
27. Классификация очистных и проходческих комплексов
28. Компоновочные схемы очистных комплексов и агрегатов
29. Выбор оборудования и согласование режимных параметров
30. Схемы работы очистных комплексов (агрегатов) и автоматизация их управления функциональных машин очистных комплексов и агрегатов
31. Комплекты, комплексы и агрегаты для проведения подготовительных выработок
32. Оборудование для возведения крепи из сборных элементов
33. Комбайновые комплексы для проведения подготовительных выработок

Критерии оценивания: полнота и правильность ответа на вопрос, наличие вывода, соблюдение нормы литературной речи, владение профессиональной лексикой. Каждый показатель – 1 балл

Критерии оценки:

Ответ правильный, всесторонне и глубоко освещает предложенный вопрос, показывает умение студента делать выводы, соблюдать нормы литературной речи, владение профессиональной лексикой (полный и правильный ответ) – 4 балла.

Ответ отвечает основным предъявляемым требованиям - студент обстоятельно владеет материалом, показывает умение делать выводы, соблюдать нормы литературной речи, владение профессиональной лексикой, однако не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы (неточный, правильный ответ) – 3 балла.

Ответ неполно раскрывает поставленные вопросы, студент поверхностно отвечает на вопросы, допускает существенные недочеты - затрудняется делать выводы, использо-

вать нормы литературной речи, профессиональной лексики (неточный и неполный ответ) – 2 балла.

Ответы на вопросы неправильны или не отличаются аргументированностью. Студент не показывает необходимых минимальных знаний, бытовая речь, неумение делать выводы, а также, если студент отказывается отвечать (неправильный ответ, отказ от ответа) – 1 балл.

Два и более существенных дополнения к ответу – 3 балла.

Одно существенное дополнение к ответу на вопрос – 1 балл

Правила оценивания:

оценка «отлично» выставляется, если обучающийся получил за ответы 6-7 баллов;

оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся получил за ответы 4-5 баллов;

оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся получил за ответы 3 балла;

оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся получил за ответы 0-2 балла.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Горные машины для подземной разработки месторождений полезных ископаемых**: учебное пособие / Н. М. Суслов, А. П. Комиссаров; Министерство образования и науки РФ, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2017. - 155 с. : ил. - Библиогр.: с. 151-154. - **ISBN** 978-5-8019-0416-0
2. Тургель Д.К. Горные машины и оборудование подземных разработок: учебное пособие / Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2007. - 302 с. : ил. - Библиогр.: с. 298-299.
3. Иванов И.Ю. Рабочий инструмент горных машин: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Горные машины и оборудование подземных горных работ" для студентов специальности 21.05.04 - "Горное дело" специализации "Горные машины и оборудование" очного и заочного обучения / И. Ю. Иванов. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 23 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 22.
4. Иванов И.Ю. Погрузочно-доставочные машины: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Горные машины и оборудование подземных горных работ" для студентов специальности 21.05.04 - "Горное дело" специализации "Горные машины и оборудование" очного и заочного обучения / И. Ю. Иванов. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 22 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 21.
5. Комплексы для проходки восстающих выработок: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Горные машины и оборудование подземных горных работ" для студентов специальности 21.05.04 - "Горное дело" специализации "Горные машины и оборудование" очного и заочного обучения / И. Ю. Иванов. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 23 с. : ил. - Библиогр.: с. 22.
6. Комиссаров А.П., Суслов Н.М., Тургель Д.К. Горные машины для разработки рудных месторождений: учеб. пособие / Уральская гос. горно-геологическая академия. - Екатеринбург: УГГГА, 1994. - 108 с. : ил. - Библиогр.: с. 105.
7. Очистные комбайны/ Мутыгуллин А.В. [и др.]. – Изд-во «Горное дело» ООО «Киммерийский центр»: 2014. – 576 с. http://library.gorobr.ru/catalog/gornoe-delo?view=content&id=30060

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ
по дисциплине

Б1.Б.1.27.01 ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
Подземная разработка пластовых месторождений

квалификация выпускника: **горный инженер**

форма обучения: очная, заочная

год набора: 2019

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Горных машин и комплексов	горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Суслов Н.М.	Барановский В.П.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 10 от 15.06.2018	Протокол № 10 от 22.06.2018
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по написанию реферата	5
2	Методические рекомендации по написанию эссе	13
3	Методические рекомендации по написанию реферата статьи	17
4	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	23
5	Методические рекомендации по составлению тестовых заданий	27
6	Требования к написанию и оформлению доклада	29
7	Методические рекомендации к опросу	34
8	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	36
9	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	38
10	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	40
	Заключение	43
	Список использованных источников	44

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);
- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по написанию реферата

Реферат - письменная работа объемом 10-18 печатных страниц, выполняемая студентом в течение длительного срока (от одной недели до месяца).

Реферат (от лат. referrer - докладывать, сообщать) - краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемой теме[1].

Выполнение и защита реферата призваны дать аспиранту возможность всесторонне изучить интересующую его проблему и вооружить его навыками научного и творческого подхода к решению различных задач в исследуемой области.

Основными задачами выполнения и защиты реферата являются развитие у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, среди них:

- формирование навыков аналитической работы с литературными источниками разных видов;
- развитие умения критически оценивать и обобщать теоретические положения;
- стимулирование навыков самостоятельной аналитической работы;
- углубление, систематизация и интеграция теоретических знаний и практических навыков по соответствующему направлению высшего образования;
- презентация навыков публичной дискуссии.

Структура и содержание реферата

Подготовка материалов и написание реферата - один из самых трудоемких процессов. Работа над рефератом сводится к следующим этапам.

1. Выбор темы реферата.
2. Предварительная проработка литературы по теме и составление «рабочего» плана реферата.
3. Конкретизация необходимых элементов реферата.
4. Сбор и систематизация литературы.
5. Написание основной части реферата.
6. Написание введения и заключения.
7. Представление реферата преподавателю.
8. Защита реферата.

Выбор темы реферата

Перечень тем реферата определяется преподавателем, который ведет дисциплину. Вместе с тем, аспиранту предоставляется право самостоятельной формулировки темы реферата с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки и согласованием с преподавателем. Рассмотрев инициативную тему реферата студента, преподаватель имеет право ее отклонить, аргументировав свое решение, или, при согласии студента, переформулировать тему.

При выборе темы нужно иметь в виду следующее:

1. Тема должна быть актуальной, то есть затрагивать важные в данное время проблемы общественно-политической, экономической или культурной жизни общества.
2. Не следует формулировать тему очень широко: вычленение из широкой проблемы узкого, специфического вопроса помогает проработать тему глубже.

---

[1] Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

3. Какой бы интересной и актуальной ни была тема, прежде всего, следует удостовериться, что для ее раскрытия имеются необходимые материалы.

4. Тема должна открывать возможности для проведения самостоятельного исследования, в котором можно будет показать умение собирать, накапливать, обобщать и анализировать факты и документы.

5. После предварительной самостоятельной формулировки темы необходимо проконсультироваться с преподавателем с целью ее возможного уточнения и углубления.

Предварительная проработка литературы по теме и составление «рабочего» плана реферата

Подбор литературы следует начинать сразу же после выбора темы реферата. Первоначально с целью обзора имеющихся источников целесообразно обратиться к электронным ресурсам в сети Интернет и, в частности, к электронным информационным ресурсам УГГУ: благодаря оперативности и мобильности такого источника информации, не потратив много времени, можно создать общее представление о предмете исследования, выделить основные рубрики (главы, параграфы, проблемные модули) будущего курсовой работы. При подборе литературы следует также обращаться к предметно-тематическим каталогам и библиографическим справочникам библиотеки УГГУ, публичных библиотек города.

Предварительное ознакомление с источниками следует расценивать как первый этап работы над рефератом. Для облегчения дальнейшей работы необходимо тщательно фиксировать все просмотренные ресурсы (даже если кажется, что тот или иной источник непригоден для использования в работе над рефератом, впоследствии он может пригодиться, и тогда его не придется искать).

Результатом предварительного анализа источников является рабочий план, представляющий собой черновой набросок исследования, который в дальнейшем обрастает конкретными чертами. Форма рабочего плана допускает определенную степень произвольности. Первоначальный вариант плана должен отражать основную идею работы. При его составлении следует определить содержание отдельных глав и дать им соответствующее название; продумать содержание каждой главы и наметить в виде параграфов последовательность вопросов, которые будут в них рассмотрены. В реферате может быть две или три главы - в зависимости от выбранной проблемы, а также тех целей и задач исследования.

Работа над предварительным планом необходима, поскольку она дает возможность еще до начала написания реферата выявить логические неточности, информационные накладки, повторы, неверную последовательность глав и параграфов, неудачные формулировки выделенных частей или даже реферата в целом.

Рабочий план реферата разрабатывается студентом самостоятельно и может согласовываться с преподавателем.

Конкретизация необходимых элементов реферата

Реферат должен иметь четко определенные цель и задачи, объект, предмет и методы исследования. Их необходимо сформулировать до начала непосредственной работы над текстом.

Цель реферата представляет собой формулировку результата исследовательской деятельности и путей его достижения с помощью определенных средств. Учитывайте, что у работы может быть только одна цель.

Задачи конкретизируют цель, в реферате целесообразно выделить три-четыре задачи. Задачи - это теоретические и практические результаты, которые должны быть получены в реферате. Постановку задач следует делать как можно более тщательно, т.к. их

решение составляет содержание разделов (подпунктов, параграфов) реферата. В качестве задач может выступать либо решение подпроблем, вытекающих из общей проблемы, либо задачи анализа, обобщения, обоснования, разработки отдельных аспектов проблемы, ведущие к формулировке возможных направлений ее решения.

Объект исследования - процесс или явление, порождающие проблемную ситуацию и избранные для изучения.

Предмет исследования - все то, что находится в границах объекта исследования в определенном аспекте рассмотрения.

Методы исследования, используемые в реферате, зависят от поставленных цели и задач, а также от специфики объекта изучения. Это могут быть методы системного анализа, математические и статистические методы, сравнения, обобщения, экспертных оценок, теоретического анализа и т.д.

Впоследствии формулировка цели, задач, объекта, предмета и методов исследования составят основу Введения к реферату.

Сбор и систематизация литературы

Основные источники, использование которых возможно и необходимо в реферате, следующие:

- учебники, рекомендованные Министерством образования и науки РФ;
- электронные ресурсы УГГУ на русском и иностранном языках;
- статьи в специализированных и научных журналах;
- диссертации и монографии по изучаемой теме;
- инструктивные материалы и законодательные акты (только последних изданий);
- данные эмпирических и прикладных исследований (статистические данные, качественные интервью и т.д.)
- материалы интернет-сайтов.

Систематизацию получаемой информации следует проводить по основным разделам реферата, предусмотренным планом. При изучении литературы не стоит стремиться освоить всю информацию, заключенную в ней, а следует отбирать только ту, которая имеет непосредственное отношение к теме работы. Критерием оценки прочитанного является возможность его использования в реферате.

Сбор фактического материала - один из наиболее ответственных этапов подготовки реферата. От того, насколько правильно и полно собран фактический материал, во многом зависит своевременное и качественное написание работы. Поэтому, прежде чем приступить к сбору материала, аспиранту необходимо тщательно продумать, какой именно фактический материал необходим для реферата и составить, по возможности, специальный план его сбора и анализа. После того, как изучена и систематизирована отобранная по теме литература, а также собран и обработан фактический материал, возможны некоторые изменения в первоначальном варианте формулировки темы и в плане реферата.

Написание основной части реферата

Изложение материала должно быть последовательным и логичным. Общая логика написания параграфа сводится к стандартной логической схеме «Тезис - Доказательство - Вывод» (количество таких цепочек в параграфе, как правило, ограничивается тремя - пятью доказанными тезисами).

Все разделы реферата должны быть связаны между собой. Особое внимание следует обращать на логические переходы от одной главы к другой, от параграфа к параграфу, а внутри параграфа - от вопроса к вопросу.

Использование цитат в тексте необходимо для того, чтобы без искажений передать мысль автора первоисточника, для идентификации взглядов при сопоставлении различных

точек зрения и т.д. Отталкиваясь от содержания цитат, необходимо создать систему убедительных доказательств, важных для объективной характеристики изучаемого вопроса. Цитаты также могут использоваться и для подтверждения отдельных положений работы.

Число используемых цитат должно определяться потребностями разработки темы. Цитатами не следует злоупотреблять, их обилие может восприниматься как выражение слабости собственной позиции автора. Оптимальный объем цитаты - одно- два, максимум три предложения. Если цитируемый текст имеет больший объем, его следует заменять аналитическим пересказом.

Во всех случаях употребления цитат или пересказа мысли автора необходимо делать точную ссылку на источник с указанием страницы.

Авторский текст (собственные мысли) должен быть передан в научном стиле. Научный стиль предполагает изложение информации от первого лица множественного числа («мы» вместо «я»). Его стоит обозначить хорошо известными маркерами: «По нашему мнению», «С нашей точки зрения», «Исходя из этого мы можем заключить, что...» и т.п. или безличными предложениями: «необходимо подчеркнуть, что...», «важно обратить внимание на тот факт, что.», «следует отметить.» и т.д.

Отдельные положения реферата должны быть иллюстрированы цифровыми данными из справочников, монографий и других литературных источников, при необходимости оформленными в справочные или аналитические таблицы, диаграммы, графики. При составлении аналитических таблиц, диаграмм, графиков используемые исходные данные выносятся в приложение, а в тексте приводятся результаты расчетов отдельных показателей (если аналитическая таблица по размеру превышает одну страницу, ее целиком следует перенести в приложение). В тексте, анализирующем или комментирующем таблицу, не следует пересказывать ее содержание, а уместно формулировать основной вывод, к которому подводят табличные данные, или вводить дополнительные показатели, более отчетливо характеризующие то или иное явление или его отдельные стороны. Все материалы, не являющиеся необходимыми для решения поставленной в работе задачи, также выносятся в приложение.

Написание введения и заключения

Введение и заключение - очень важные части реферата. Они должны быть тщательно проработаны, выверены логически, стилистически, орфографически и пунктуационно.

Структурно введение состоит из нескольких логических элементов. Во введении в обязательном порядке обосновываются:

- актуальность работы (необходимо аргументировать, в силу чего именно эта проблема значима для исследования);
- характеристика степени разработанности темы (краткий обзор имеющейся научной литературы по рассматриваемому вопросу, призванный показать знакомство студента со специальной литературой, его умение систематизировать источники, критически их рассматривать, выделять существенное, оценивать ранее сделанное другими исследователями, определять главное в современном состоянии изученности темы);
- цель и задачи работы;
- объект и предмет исследования;
- методы исследования;
- теоретическая база исследования (систематизация основных источников, которые использованы для написания своей работы);
- структура работы (название глав работы и их краткая характеристика).

По объему введение занимает 1,5-2 страницы текста, напечатанного в соответствии с техническими требованиями, определенными преподавателем.

Заключение содержит краткую формулировку результатов, полученных в ходе работы, указание на проблемы практического характера, которые были выявлены в процессе исследования, а также рекомендации относительно их устранения. В заключении возможно повторение тех выводов, которые были сделаны по главам. Объем заключения - 1 - 3 страницы печатного текста.

Представление реферата преподавателю

Окончательный вариант текста реферата необходимо распечатать и вставить в папку-скоросшиватель. Законченный и оформленный в соответствии с техническими требованиями реферат подписывается студентом и представляется в распечатанном и в электронном виде в срок, обозначенный преподавателем.

Перед сдачей реферата аспирант проверяет его в системе «Антиплагиат» (http://www.antiplagiat.ru/), пишет заявление о самостоятельном характере работы, где указывает процент авторского текста, полученный в результате тестирования реферата в данной системе. Информацию, полученную в результате тестирования реферата в данной системе (с указанием процента авторского текста), аспирант в печатном виде предоставляет преподавателю вместе с окончательным вариантом текста реферата, который не подлежит доработке или замене.

Защита реферата

При подготовке реферата к защите (если она предусмотрена) следует:

1. Составить план выступления, в котором отразить актуальность темы, самостоятельных характер работы, главные выводы и/или предложения, их краткое обоснование и практическое и практическое значение - с тем, чтобы в течение 3 - 5 минут представить достоинства выполненного исследования.
2. Подготовить иллюстративный материал: схемы, таблицы, графики и др. наглядную информацию для использования во время защиты. Конкретный вариант наглядного представления результатов определяется форматом процедуры защиты реферата.

Критерии оценивания реферата

Критерии оценивания реферата: новизна текста, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдение требований к оформлению.

Новизна текста – обоснование актуальности темы; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы; умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; наличие авторской позиции, самостоятельная интерпретация описываемых в реферате фактов и проблем – 4 балла.

Степень раскрытия сущности вопроса - соответствие содержания доклада его теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по вопросу (проблеме); оценка использованной литературы (использование современной научной литературы) – 4 балла.

Соблюдение требований к оформлению - правильность оформления ссылок на источники, списка использованных источников; грамотное изложение текста (орфографическая, пунктуационная, стилистическая культура); владение терминологией; корректность цитирования – 4 балла.

Критерии оценивания публичного выступления (защита реферата): логичность построения выступления; грамотность речи и владение профессиональной терминологией; обоснованность выводов; умение отвечать на вопросы; поведение при защите работы *(*манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы и т.д.) соблюдение требований к объёму доклада – 10 баллов.

Критерии оценивания презентации: дизайн и мультимедиа – эффекты, содержание – 4 балла.

Всего – 25 баллов.

Оценка «зачтено»

Оценка *«зачтено»* – реферат полностью соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 23-25 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, присутствует новизна и самостоятельность в постановке проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, широкий диапазон и качество (уровень) используемого информационного пространства (привлечены различные источники научной информации), прослеживается наличие авторской позиции и самостоятельной интерпретации описываемых в реферате фактов и проблем.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована полнота и глубина знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены альтернативные взгляды на рассматриваемую проблему и обосновано сбалансированное заключение; представлен критический анализ использованной литературы (использование современной научной литературы).

Соблюдение требований к оформлению – текст оформлен в соответствие с методическими требованиями и ГОСТом, в работе соблюдены правила русской орфографии и пунктуации, выдержана стилистическая культура научного текста, четкое и полное определение рассматриваемых понятий (категорий), приводятся соответствующие примеры в строгом соответствии с рассматриваемой проблемой, соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона гармонирует с цветом текста, всё отлично читается, использовано 3 цвета шрифта, все страницы выдержаны в едином стиле, гиперссылки выделены и имеют разное оформление до и после посещения кадра, анимация присутствует только в тех местах, где она уместна и усиливает эффект восприятия текстовой части информации, звуковой фон соответствует единой концепции и усиливает эффект восприятия текстовой части информации, размер шрифта оптимальный, все ссылки работают, содержание является строго научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) усиливают эффект восприятия текстовой части информации, орфографические , пунктуационные, стилистические ошибки отсутствуют, наборы числовых данных проиллюстрированы графиками и диаграммами в наиболее адекватной форме, информация является актуальной и современной, ключевые слова в тексте выделены.

Критерии оценивания публичного выступления: выступление логично построено, выводы аргументированы, свободное владение профессиональной терминологией, в речи отсутствуют орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает полные и исчерпывающие ответы на вопросы, соблюдены этические нормы поведения при защите работы, владеет различными способами привлечения и удержания внимания и интереса аудитории к сообщению, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка «*зачтено*» - реферат в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 18-22 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, представлен достаточный диапазон используемого информационного

пространства (привлечены несколько источников научной информации), прослеживается наличие авторской позиции в реферате при отборе фактов и проблем.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована достаточная осведомленность знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены 2-3 взгляда на рассматриваемую проблему и обосновано заключение; представлен критический обзор использованной литературы (использование современной научной литературы).

Соблюдение требований к оформлению – текст оформлен в соответствие с методическими требованиями и ГОСТом, в работе имеются незначительные ошибки правил русской орфографии и пунктуации, выдержана стилистическая культура научного текста, четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), приводятся соответствующие примеры в строгом соответствии с рассматриваемой проблемой, соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона хорошо соответствует цвету текста, всё можно прочесть, использовано 3 цвета шрифта, 1-2 страницы имеют свой стиль оформления, отличный от общего, гиперссылки выделены и имеют разное оформление до и после посещения кадра, анимация присутствует только в тех местах, где она уместна, звуковой фон соответствует единой концепции и привлекает внимание зрителей в нужных местах - именно к информации, размер шрифта оптимальный, все ссылки работают, содержание в целом является научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) соответствуют тексту, орфографические, пунктуационные, стилистические ошибки практически отсутствуют, наборы числовых данных проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация является актуальной и современной, ключевые слова в тексте выделены

Критерии оценивания публичного выступления : выступление логично построено, выводы аргументированы, испытывает незначительные затруднения при использовании профессиональной терминологии, в речи допускает в незначительном количестве орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает полные и исчерпывающие ответы на вопросы, соблюдены этические нормы поведения при защите работы , владеет ограниченным набором способов привлечения внимания аудитории к сообщению, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка *«зачтено»* - реферат частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 13-17 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, представлен достаточный диапазон используемого информационного пространства (привлечены несколько источников научной информации), прослеживается наличие авторской позиции в реферате при отборе фактов и проблем.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована достаточная осведомленность знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены 2-3 взгляда на рассматриваемую проблему и обосновано заключение; представлен критический обзор использованной литературы (использование современной научной литературы).

Соблюдение требований к оформлению – оформление текста частично не соответствует методическими требованиям и ГОСТу, в работе имеются ошибки правил русской орфографии и пунктуации, в целом выдержана стилистическая культура научного текста, четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), частично не соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона плохо соответствует цвету текста, использовано более 4 цветов шрифта, некоторые страницы имеют свой стиль оформления, гиперссылки выделены, анимация дозирована, звуковой фон не соответствует единой концепции, но не носит отвлекающий характер, размер шрифта средний (соответственно,

объём информации слишком большой — кадр несколько перегружен), ссылки работают, содержание включает в себя элементы научности, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) в определенных случаях соответствуют тексту, есть орфографические, пунктуационные, стилистические ошибки, наборы числовых данных чаще всего проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация является актуальной и современной ключевые слова в тексте, чаще всего, выделены.

Критерии оценивания публичного выступления: в выступлении нарушено логическое построение, выводы не аргументированы, испытывает затруднения при использовании профессиональной терминологии, в речи допускает в орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает краткие ответы на вопросы, в целом соблюдены этические нормы поведения при защите работы, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка «не зачтено»

Оценка *«не зачтено»* - реферат не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 0-12 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы не обоснована, не сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал не систематизирован, ограниченный диапазон используемого информационного пространства (привлечен 1 источник научной информации), отсутствует авторская позиция в реферате.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата не соответствует теме, не продемонстрирована осведомленность знаний по теме, отсутствует личная оценка (вывод), представлен 1 позиция рассмотрения проблемы, заключение не обосновано, отсутствует критический обзор использованной литературы.

Соблюдение требований к оформлению – оформление текста не соответствует методическими требованиям и ГОСТу, в работе выполнена с ошибками правил русской орфографии и пунктуации, не выдержана стилистическая культура научного текста, отсутствует четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), не соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона не соответствует цвету текста, использовано более 5 цветов шрифта, каждая страница имеет свой стиль оформления, гиперссылки не выделены, анимация отсутствует (или же презентация перегружена анимацией), звуковой фон не соответствует единой концепции, носит отвлекающий характер, слишком мелкий шрифт (соответственно, объём информации слишком велик — кадр перегружен), не работают отдельные ссылки, содержание не является научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) не соответствуют тексту, много орфографических, пунктуационных, стилистических ошибок, наборы числовых данных не проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация не представляется актуальной и современной, ключевые слова в тексте не выделены

Критерии оценивания публичного выступления: отказывается от защиты или в выступлении нарушено логическое построение, отсутствуют выводы, не использует профессиональную терминологию, в речи допускает значительном количестве орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, не отвечает на вопросы, нарушает со этические нормы поведения при защите работы, не соблюдены требования к объёму доклада.

2. Методические рекомендации по написанию реферата статьи

Реферирование представляет собой интеллектуальный творческий процесс, включающий осмысление, аналитико-синтетическое преобразование информации и создание нового документа - реферата, обладающего специфической языково-стилистической формой.

Рефератом статьи (далее - реферат) называется текст, передающий основную информацию подлинника в свернутом виде и составленный в результате ее смысловой переработки[2].

Основными функциями рефератов являются следующие: информативная, поисковая, индикативная, справочная, сигнальная, адресная, коммуникативная.

Информативная функция. Поскольку реферат является кратким изложением основного содержания первичного документа, главная его задача состоит в том, чтобы передавать фактографическую информацию.

Отсюда информативность является наиболее существенной и отличительной чертой реферата.

Поисковая и справочная функции. Как средство передачи информации реферат нередко заменяет чтение первичного документа. Обращаясь к рефератам, пользователь осуществляет по ним непосредственный поиск информации, причем информации фактографической. В этом проявляется поисковая функция реферата, а также функция справочная, поскольку извлекаемая из реферата информация во многом представляет справочный интерес.

Индикативная функция. Реферат должен характеризовать оригинальный материал не только содержательно, но и описательно. Путем описания обычно даются дополнительные характеристики первичного материала: его вид (книга, статья), наличие в нем иллюстраций и т.д.

Кроме того, в реферате иногда приходится ограничиваться лишь названием или перечислением отдельных вопросов содержания. Это еще одно свойство реферата, которое принято называть индикативностью.

Адресная функция. Точным библиографическим описанием первичного документа одновременно достигается то, что реферат способен выполнять адресную функцию, без чего бессмысленен документальный информационный поиск.

Сигнальная функция. Эта функция реферата проявляется, когда осуществляется оперативное информирование с помощью авторских рефератов о планах выпуска литературы, а также о существовании неопубликованных, в том числе депонированных работ.

Диапазон использования рефератов очень широк. Они применяются как в индивидуальном, так и в коллективном информационном обеспечении, проводимом в интересах научно-исследовательских работ, учебного процесса и т.д. Они же являются средством международного обмена информацией и выполняют научно-коммуникативные функции в интернациональном масштабе.

Являясь наиболее экономным средством ознакомления с первоисточником, реферат должен отразить все существенные моменты последнего и особо выделить основную мысль автора. Многообразные функции реферата в системе научных коммуникаций можно объединить в следующие основные группы: информативные, поисковые, коммуникативные. Поскольку реферат передает в сжатом виде текст первоисточника, он позволяет специалисту либо получить релевантную информацию, либо сделать вывод о том, что обращаться к первоисточнику нет необходимости.

Существует три основных способа изложения информации в реферате.

---

[2] Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5

Экстрагирование - представление информации первоисточника в реферате. Эта методика достаточно проста: референт отмечает предложения, которые затем полностью или с незначительным перефразированием переносятся в реферат-экстракт.

Перефразирование - наиболее распространенный способ реферативного изложения. Здесь имеет место частичное текстуальное совпадение с первоисточником. Перефразирование предполагает не использование значительной части сведений оригинала, а перестройку его смысловой и синтаксической структуры. Перестройка текста достигается за счет таких операций, как замещение (одни фрагменты текста заменяются другими), совмещения (объединяются несколько предложений в одно) и обобщение.

Интерпретация - это способ реферативного изложения, когда содержание первоисточника может раскрываться либо в той же последовательности, либо на основе обобщенного представления о нем. Разновидностью интерпретированных рефератов могут быть авторефераты диссертаций, тезисы докладов научных конференций и совещаний.

Для качественной подготовки реферата необходимо владеть основными приемами анализа и синтеза, знать основные требования, предъявляемые к рефератам, их структурные и функциональные особенности.

Процесс реферирования делится на пять основных этапов:

1. Определение способа охвата первоисточника, который в данном конкретном случае наиболее целесообразен, для реферирования (общее, фрагментное, аспектное и т.д.).
2. Беглое ознакомительное чтение, когда референт решает вопрос о научно-практической значимости и информационной новизне первоисточника. Анализ его вида позволяет осуществить выбор аспектной схемы изложения реферата.
3. Конструирование текста реферата, которое осуществляется с использованием приемов перефразирования, обобщения, абстрагирования и т.д. Очень редко предложения или фрагменты оригинала используются без изменения. Запись полученных в результате синтеза конструкций осуществляется в последовательности, соответствующей разработанной схеме или плану.
4. Критический анализ полученного текста с точки зрения потребителя реферата.
5. Оформление и редактирование, которые являются заключительным этапом подготовки реферата.

Все, что в первичном документе не заслуживает внимания потребителя реферата, должно быть опущено. Так, в реферат не включаются:

- общие выводы, не вытекающие из полученных результатов;
- информация, не понятная без обращения к первоисточнику;
- общеизвестные сведения;
- второстепенные детали, избыточные рассуждения;
- исторические справки;
- детальные описания экспериментов и методик;
- сведения о ранее опубликованных документах и т. д.

Приемы составления реферата позволяют обеспечить соблюдение основных методических принципов реферирования: адекватности, информативности, краткости и достоверности.

Хотя реферат по содержанию зависит от первоисточника, он представляет собой новый, самостоятельный документ. Общими требованиями к языку реферата являются точность, краткость, ясность, доступность.

По своим языковым и стилистическим средствам реферат отличается от первоисточника, поскольку референт использует иные термины и строит предложения в соответствии со стилем реферата. Наряду с сообщением могут использоваться перифразы. Вместе с тем в ряде случаев стилистика реферата может совпадать с первоисточником, что особенно характерно для расширенных рефератов.

Изложение реферата должно обеспечивать наибольшую семантическую адекватность, семантическую эквивалентность, краткость и логическую последовательность. Для этого

необходимы определенные лексические и грамматические средства. Адекватность и эквивалентность достигаются за счет правильного употребления терминов, краткость - за счет экономной структуры предложений и использования терминологической лексики.

Быстрое и адекватное восприятие реферата обеспечивается употреблением простых законченных предложений, имеющих правильную грамматическую форму. Громоздкие предложения затрудняют понимание реферата, поэтому сложные предложения, как правило, расчленяются на ряд простых при сохранении логических взаимоотношений между ними путем замены соединительных слов, например, местоимениями.

Широко используются неопределенно-личные предложения без подлежащего. Они концентрируют внимание читающего только на факте, усиливая тем самым информационно-справочную значимость реферата.

Реферату, как одному из жанров научного стиля, присущи те же семантико-структурные особенности, что и научному стилю в целом: объективность, однозначность, логичность изложения, безличная манера повествования, широкое использование научных терминов, абстрактной лексики и т.д. В то же время этот жанр имеет и свою специфику стиля: фактографичность (констатация фактов), обобщенно-отвлеченный характер изложения, предельная краткость, подчеркнутая логичность, стандартизация языкового выражения.

Рефераты делятся на информативные (реферат-конспект), индикативные, указательные (реферат-резюме) и обзорные (реферат-обзор)[3]. В основу их классификации положена степень аналитико-синтетической переработки источника.

Информативные рефераты включают в себя изложение (в обобщенном виде) всех основных проблем, изложенных в первоисточнике, их аргументацию, основные результаты и выводы, имеющие теоретическую и практическую ценность.

Индикативные рефераты указывают только на основные моменты содержания первоисточника. Их также называют реферативной аннотацией.

Научные рефераты отражают смысловую сторону образно-тематического содержания. В его основе лежат такие мыслительные операции, как обобщение и абстракция.

Реферат-резюме направлен на перечисление основных проблем источника без содержания доказательств.

Реферат, независимо от его типа, имеет единую структуру:

- название реферируемой работы (или выходные данные);
- композиция реферируемой работы;
- главная мысль реферируемого материала;
- изложение содержания;
- выводы автора по реферируемому материалу.

Обычно в самом первоисточнике главная мысль становится ясной лишь после прочтения всего материала, в реферате же с нее начинается изложение содержания, она предшествует всем выводам и доказательствам. Такая последовательность изложения необходима для того, чтобы с самого начала сориентировать читателя относительно основного содержания источника и его перспективной ценности. Выявление главной мысли источника становится весьма ответственным делом референта и требует от него вдумчивого отношения к реферируемому материалу. Иногда эта главная мысль самим автором даже не формулируется, а лишь подразумевается. Референту необходимо суметь сжато ее сформулировать, не внося своих комментариев.

Содержание реферируемого материала излагается в последовательности первоисточника по главам, разделам, параграфам. Обычно дается формулировка вопроса, приводится вывод по этому вопросу и необходимая цепь доказательств в их логической последовательности.

---

[3] Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. - 368с.

Следует иметь в виду, что иногда выводы автора не вполне соответствуют главной мысли первоисточника, так как могут быть продиктованы факторами, выходящими за пределы излагаемого материала. Но в большинстве случаев выводы автора вытекают из главной мысли, выявление которой и помогает их понять.

Перечень типичных смысловых частей информационного реферата и используемых в каждой из них типичных языковых средств представлен в таблице 1.

Таблица 1

Перечень типичных смысловых частей информационного реферата и используемых в каждой из них типичных языковых средств

Смысловые части реферата	**Используемые языковые средства**
1. Название реферируемой работы (или выходные данные)	- В. Вильсон. Наука государственного управления // Классики теории государственного управления: американская школа. Под ред. ДЖ. Шафритца, А. Хайда. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – с. 24-42.; - Статья называется (носит название, озаглавлена)
2. Композиция реферируемой работы	- Статья • состоит из…… • делится на ….. • начинается с……. • кончается (чем?)…….; - В статье можно выделить две части…….
3. Проблематика и основные положения работы	- Статья • посвящена теме (проблеме, вопросу) …… • представляет собой анализ (обзор, описание, обобщение, изложение) …….. - Автор статьи • ставит (рассматривает, освещает, поднимает, затрагивает) следующие вопросы (проблемы) …… • особо останавливается (на чем?) ..... • показывает значение (чего?) …….. • раскрывает сущность (чего?) ……. • обращает внимание (на что?) …… • уделяет внимание (чему?) ….. • касается (чего?) ……. - В статье • рассматривается (что?) …. • анализируется (что?) ….. • делается анализ (обзор, описание, обобщение, изложение) (чего?) …… • раскрывается, освещается вопрос… • обобщается (что?) ……. • отмечается важность (чего?) …… • касается (чего?)….. - В статье • показано (что?) …… • уделено большое внимание (чему?) …… • выявлено (что?) ……. • уточнено (что?) ……..
4. Аргументация основных положений работы	- Автор • приводит примеры (факты, цифры, данные) ……. • иллюстрирует это положение …….. • подтверждает (доказывает, аргументирует) свою точку зрения примерами (данными)… - в подтверждение своей точки зрения автор приводит доказательства (аргументы, ряд доказательств, примеры, иллюстрации, данные, результаты наблюдений)… - Для доказательств своих положений автор описывает • эксперимент …… • в ходе эксперимента автор привлекал …

5. Выводы, заключения	• выполненные исследования показывают… • приведенные наблюдения (полученные данные) приводят к выводу (позволяют сделать выводы).. • из сказанного можно сделать вывод, что ….. • анализ результатов свидетельствует … - На основании проведенных наблюдений (полученных данных, анализ результатов) • был сделан вывод (можно сделать заключение) …. • автор приводит выводы …….

Реферат может содержать комментарий референта, только в том случае, если референт является достаточно компетентным в данном вопросе и может вынести квалифицированное суждение о реферируемом материале. В комментарий входят критическая характеристика первоисточника, актуальность освещенных в нем вопросов, суждение об эффективности предложенных решений, указание, на кого рассчитан реферируемый материал.

Комментарий реферата может содержать оценку тех или иных положений, высказываемых автором реферируемой работы. Эта оценка чаще всего выражает согласие или несогласие с точкой зрения автора. Языковые средства, которые используются при этом, рассмотрены в таблице 2.

Таблица 2

Языковые средства, используемых при оценке те положений, высказываемых автором реферируемой работы

Смысловые части комментарии	**Используемые языковые средства**
Смысловые части комментарии	- Автор • справедливо указывает …. • правильно подходит к анализу (оценке) …. • убедительно доказывает …. • отстаивает свою точку зрения …. • критически относится к работам предшественников ….. - Мы • разделяем точку зрения (мнения, оценку) автора …… • придерживаемся подобного же мнения … • критически относимся к работам предшественников …. - Можно согласится с автором, что ….. - Следует признать достоинства такого подхода к решению ….
Несогласие (отрицательная оценка)	- Автор • не раскрывает содержания (противоречий, разных точек зрения) … • противоречит себе (известным фактам) ……. • игнорирует общеизвестные факты ….. • упускает из вида ……. • не критически относится к высказанному положению …….. • не подтверждает сказанное примерами…. - Мы • придерживаемся другой точки зрения (другого, противоположного мнения) • не можем согласиться (с чем?) … • трудно согласиться с автором (с таким подходом к решению проблемы, вопроса, задачи) …. • можно выразить сомнение в том, что ….. • дискуссивно (сомнительно, спорно) , что …… • к недостаткам работы можно отнести ……

В реферате могут быть использованы цитаты из реферируемой работы. Они всегда ставятся в кавычки. Следует различать три вида цитирования, при этом знаки препинания ставятся, как в предложениях с прямой речью.

1. Цитата стоит после слов составителя реферата. В этом случае после слов составителя реферата ставится двоеточие, а цитата начинается с большой буквы. Например: Автор статьи утверждает: «В нашей стране действительно произошел стремительный рост национального самосознания».

2. Цитата стоит перед словами составителя реферата. В этом случае после цитаты ставится запятая и тире» а слова составителя реферата пишутся с маленькой буквы. Например: «В нашей стране действительно стремительный рост национального самосознания», - утверждает автор статьи.

3. Слова составителя реферата стоят в середине цитаты. В этом случае перед ними и после них ставится точка с запятой. Например: «В нашей стране, - утверждает автор статьи, - действительно стремительный рост национального самосознания».

4. Цитата непосредственно включается в слова составителя реферата. В этом случае (а он является самым распространенным в реферате) цитата начинается с маленькой буквы. Например: Автор статьи утверждает, что «в нашей стране действительно стремительный рост национального самосознания».

3. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[4]. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

---

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

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

• время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

4. Методические рекомендации по составлению тестовых заданий

Требования к составлению тестовых заданий

Тестовое задание (ТЗ) - варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, сформулированная в утвердительной форме предложения с неизвестным. Подстановка правильного ответа вместо неизвестного компонента превращает задание в истинное высказывание, подстановка неправильного ответа приводит к образованию ложного высказывания, что свидетельствует о незнании студентом данного учебного материала.

Для правильного составления ТЗ необходимо выполнить следующие *требования*:

1. Содержание каждого ТЗ должно охватывать какую-либо одну смысловую единицу, то есть должно оценивать что-то одно.
2. Ориентация ТЗ на получение *однозначного* заключения.
3. Формулировка содержания ТЗ в виде свернутых кратких суждений. Рекомендуемое количество слов в задании не более 15. В тексте не должно быть преднамеренных подсказок и сленга, а также оценочных суждений автора ТЗ. Формулировка ТЗ должна быть в повествовательной форме (не в форме вопроса). По возможности, текст ТЗ не должен содержать сложноподчиненные конструкции, повелительного наклонения («выберите», «вычислите», «укажите» и т.д). Специфический признак (ключевое слово) выносится в начало ТЗ. Не рекомендуется начинать ТЗ с предлога, союза, частицы.
4. Соблюдение единого стиля оформления ТЗ.

Требования к формам ТЗ

ТЗ может быть представлено в одной из четырех стандартизованных форм:

- закрытой (с выбором одного или нескольких заключений);
- открытой;
- на установление правильной последовательности;
- на установление соответствия.

Выбор формы ТЗ зависит от того, какой вид знаний следует проверить. Так, для оценки фактологических знаний (знаний конкретных фактов, названий, имён, дат, понятий) лучше использовать тестовые задания закрытой или открытой формы.
Ассоциативных знаний (знаний о взаимосвязи определений и фактов, авторов и их теорий, сущности и явления, о соотношении между различными предметами, законами, датами) - заданий на установление соответствия. Процессуальных знаний (знаний правильной последовательности различных действий, процессов) - заданий на определение правильной последовательности.

Тестовое задание закрытой формы

Если к заданиям даются готовые ответы на выбор (обычно один правильный и остальные неправильные), то такие задания называются заданиями с выбором одного правильного ответа или с единичным выбором.

При использовании этой формы следует руководствоваться правилом: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.

Помимо этого, бывают задания с выбором нескольких правильных ответов или с множественным выбором. Подобная форма заданий не допускает наличия в общем перечне ответов следующих вариантов: «все ответы верны» или «нет правильного ответа».

Вариантов выбора (дистракторов) должно быть не менее 4 и не более 7. Если дистракторов мало, то возрастает вероятность угадывания правильного ответа, если слишком много, то делает задание громоздким. Кроме того, дистракторы в большом

количестве часто бывают неоднородными, и тестируемый сразу исключает их, что также способствует угадыванию.

Дистракторы должны быть приблизительно одной длины. Не допускается наличие повторяющихся фраз (слов) в дистракторах.

Тестовое задание открытой формы

В заданиях открытой формы готовые ответы с выбором не даются. Требуется сформулированное самим тестируемым заключение. Задания открытой формы имеют вид неполного утверждения, в котором отсутствует один или несколько ключевых элементов. В качестве ключевых элементов могут быть: число, буква, слово или словосочетание. При формулировке задания на месте ключевого элемента, необходимо поставить прочерк или многоточие. Утверждение превращается в истинное высказывание, если ответ правильный и в ложное высказывание, если ответ неправильный. Необходимо предусмотреть наличие всех возможных вариантов правильного ответа и отразить их в ключе, поскольку отклонения от эталона (правильного ответа) могут быть зафиксированы проверяющим как неверные.

Тестовые задания на установление правильной последовательности

Такое задание состоит из однородных элементов некоторой группы и четкой формулировки критерия упорядочения этих элементов.

Задание начинается со слова: «Последовательность».

Тестовые задания на установление соответствия

Такое задание состоит из двух групп элементов и четкой формулировки критерия выбора соответствия между ними.

Соответствие устанавливается по принципу 1:1 (одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы) или 1:М (одному элементу первой группы соответствуют М элементов второй группы). Внутри каждой группы элементы должны быть однородными. Количество элементов второй группы должно превышать количество элементов первой группы. Максимальное количество элементов второй группы должно быть не более 10, первой группы - не менее 2.

Задание начинается со слова: «Соответствие». Номера и буквы используются как идентификаторы (метки) элементов. Арабские цифры являются идентификаторами первой группы, заглавные буквы русского алфавита - второй. Номера и буквы отделяются от содержания столбцов круглой скобкой.

5.Требования к написанию и оформлению доклада

Доклад (или отчёт) – один из видов монологической речи, публичное, развёрнутое, официальное, сообщение по определённому вопросу, основанное на привлечении документальных данных.

Обычно любая научная работа заканчивается докладом на специальном научном семинаре, конференции, где участники собираются, чтобы обсудить научные проблемы. На таких семинарах (конференциях) всегда делается доклад по определённой теме. Доклад содержит все части научного отчёта или статьи. Это ответственный момент для докладчика. Здесь проверяются знание предмета исследования, способности проводить эксперимент и объяснять полученные результаты. С другой стороны, люди собираются, чтобы узнать что-то новое для себя. Они тратят своё время и хотят провести время с пользой и интересом. После выступления докладчика слушатели обязательно задают вопросы по теме выступления, и докладчику необходимо научиться понимать суть различных вопросов. Кроме того, на семинаре задача обсуждается, рассматривается со всех сторон, и бывает, что автор узнаёт о своей работе много нового. Часто возникают интересные идеи и неожиданные направления исследований. Работа становится более содержательной. Следовательно, доклад необходим для развития самой науки и для студентов. В этом состоит главное предназначение доклада.

На студенческом семинаре (конференции) всегда подводится итог, делаются выводы, принимается решение или соответствующее заключение. Преподаватель (жюри) выставляет оценку за выполнение доклада и его предъявление, поскольку в учебном заведении данная форма мероприятия является обучающей. Оценки полезно обсуждать со студентами: это помогает им понять уровень их собственных работ. С лучшими сообщениями, сделанными на семинарах, студенты могут выступать впоследствии на студенческих конференциях. Поэтому каждому студенту необходимо обязательно предварительно готовить доклад и учиться выступать публично.

Непосредственная польза выступления студентов на семинаре (конференции) состоит в следующем.

1. Выступление позволяет осуществлять поиск возможных ошибок в постановке работы, методике исследования, обобщении полученных результатов, их интерпретации. Получается, что студенты помогают друг другу улучшить работу. Что может быть ценнее?
2. Выступление дает возможность учиться излагать содержание работы в короткое время, схватывать суть вопросов и толково объяснять существо. Следовательно, учиться делать доклад полезно для работы в любой области знаний.
3. На семинаре (конференции) докладчику принято задавать вопросы. Студентам следует знать, что в научной среде не принято осуждать коллег за заданные в процессе обсуждения вопросы. Однако вопросы должны быть заданы по существу проблемы, исключать переход на личностные отношения. Публичное выступление позволяет студентам учиться корректно, лаконично и по существу отвечать на вопросы, демонстрировать свои знания.

Требования к подготовке доклада

Доклад может иметь форму публичной лекции, а может содержать в себе основные тезисы более крупной работы (например, реферата, курсовой, дипломной работы, научной статьи). Обычно от доклада требуется, чтобы он был:

- точен в части фактического материала и содержал обоснованные выводы;
- составлен с учетом точки зрения адресата;
- посвящен проблемам, непосредственно относящимся к определенной теме;

- разделен на части, логично построенные;
- достаточно обширен, чтобы исчерпать заявленную тему доклада, но не настолько, чтобы утомлять адресата;
- интересно написан и легко читался (слушался);
- понятен, нагляден и привлекателен по оформлению.

Как правило, доклад содержит две части: текст и иллюстрации. Представление рисунков, таблиц, графиков должно быть сделано с помощью компьютера. Компьютер - идеальный помощник при подготовке выступления на семинаре (конференции). Каждая из частей доклада важна. Хорошо подготовленному тексту всегда сопутствует хорошая презентация. Если докладчик не нашёл времени хорошо подготовить текст, то у него плохо подготовлены и иллюстрации. Это неписаное правило.

Доклад строится по определённой схеме. Только хорошая система изложения даёт возможность логично, взаимосвязано, кратко и убедительно изложить результат. Обычно участники конференции знают, что должно прозвучать в каждой части выступления. В мире ежегодно проходят тысячи семинаров, сотни различных конференций, технология создания докладов совершенствуется. Главное - говорить о природе явления, о процессах, проблемах и причинах Вашего способа их решения, аргументировать каждый Ваш шаг к цели.

На следующие вопросы докладчику полезно ответить самому себе при подготовке выступления, заблаговременно (хуже, если подобные вопросы возникнут у слушателей в процессе доклада). Естественно, отвечать целесообразно честно...

1. Какова цель выступления**?**

Или: «Я, автор доклада, хочу...»:

- информировать слушателей о чем-то;
- объяснить слушателям что-то;
- обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т.п.) со слушателями;
- спросить у слушателей совета;
- сделать себе PR;
- пожаловаться слушателям на что-то (на жизнь, ситуацию в стране и т.п.).

Т.е. ради чего, собственно, затевается выступление? Если внятного ответа на Вопрос нет, то стоит задуматься, нужно ли такое выступление?

2. Какова аудитория?

На кого рассчитано выступление:

- на студентов;
- на клиента (-ов);
- на коллег-профессионалов;
- на конкурентов;
- на присутствующую в аудитории подругу (друзей)?

3. Каков объект выступления?

О чем собственно доклад, что является его «ядром»:

- одна модель;
- серия моделей;
- динамика изменения модели (-ей);
- условия применения моделей;
- законченная методика;
- типовые ошибки;
- прогнозы;
- обзор, сравнительный анализ;
- постановка проблемы, гипотеза;
- иное?

Естественно, качественный доклад может касаться нескольких пунктов из приведенного списка...

4. Какова актуальность доклада?

Или: почему сегодня нужно говорить именно об этом?

5. В чем заключается новизна темы?

Или: если заменить многоумные и иноязычные термины в тексте доклада на обычные слова, то не станет ли содержание доклада банальностью?

Ссылается ли автор на своих предшественников? Проводит ли сравнение с существующими аналогами?

Стоит заметить, что новизна и актуальность - разные вещи. Новизна характеризует насколько ново содержание выступления по сравнению с существующими аналогами. Актуальность - насколько оно сейчас нужно. Бесспорно, самый выигрышный вариант - и ново, и актуально. Неплохо, если актуально, но не ново. Например, давняя проблема, но так никем и не решенная. Терпимо, если не актуально, но ново - как прогноз. Пример: сделанный Д.И. Менделеевым в XIX веке прогноз, что в будущем дома будут не только обогревать, но и охлаждать (кондиционеров тогда и вправду не знали).

Но если и не ново и не актуально, то нужно ли кому-то такое выступление?

6. Разработан ли автором план (структура и логика) выступления?

Есть ли логичная последовательность авторской мысли? Или же автор планирует свой доклад в стиле: «чего-нибудь наболтаю, а наглядный материал и вопросы слушателей как-нибудь помогут вытянуть выступление...?»

Есть ли выводы с четкой фиксацией главного и нового? Как они подводят итог выступлению?

7. Наглядная иллюстрация материалов

Нужна ли она вообще, и если да, то, что в ней будет содержаться? Отражает ли она логику выступления?

Иллюстрирует ли сложные места доклада?

Важно помнить: иллюстративный материал не должен полностью дублировать текст доклада. Слушатель должен иметь возможность записывать: примеры, дополнения, подробности, свои мысли... А для этого необходимо задействовать как можно больше видов памяти. Гигантской практикой образования доказано: материал усваивается лучше, если зрительная и слуховая память подкрепляются моторной. Т.е. надо дать возможность слушателям записывать, а не только пассивно впитывать материал.

Следует учитывать и отрицательный момент раздаточных материалов: точное повторение рассказа докладчика. Или иначе: если на руках слушателей (в мультимедийной презентации) есть полный письменный текст, зачем им нужен докладчик? К слову сказать, часто красивые слайды не столько иллюстрируют материал, сколько прикрывают бедность содержания...

8. Корректные ссылки

Уже много веков в научной среде считается хорошим тоном указание ссылок на первоисточники, а не утаивание их.

9. Что останется у слушателей:

- раздаточный или наглядный материал: какой и сколько?
- собственные записи: какие и сколько? И что сделано автором по ходу доклада для того, чтобы записи слушателей не искажали авторский смысл?
- в головах слушателей: какие понятия, модели, свойства и условия применения были передам слушателям?

Требования к составлению доклада

Полезно придерживаться следующей схемы составления доклада на семинаре (конференции).

Время Вашего доклада ограничено, обычно на него отводится 5-7 минут. За это время докладчик может успеть зачитать в темпе обычной разговорной речи текст объёмом

не более 3-5-и листов формата А4. После доклада - вопросы слушателей и ответы докладчика (до 3 минут). Полное время Вашего выступления - не более 10-и минут.

Сначала должно прозвучать название работы и фамилии авторов. Обычно название доклада и авторов произносит руководитель семинара (председатель конференции). Он представляет доклад, но допустим и такой вариант, при котором докладчик сам произносит название работы и имена участников исследования. Потраченное время - примерно 30 с.

Следует знать, что название - это краткая формулировка цели. Поэтому название должно быть конкретным и ясно указывать, на что направлены усилия автора. Если в названии менее 10-и слов - это хороший тон. Если больше - рекомендуется сократить. Так советуют многие международные журналы. В выступлении можно пояснить название работы другими словами. Возможно, слушатели лучше Вас поймут, если Вы скажете, какое явление исследуется, что измеряется, что создаётся, разрабатывается или рассчитывается. Максимально ясно покажите, что именно Вас интересует.

Введение (до 1 мин)

В этой части необходимо обосновать необходимость проведения исследования и его актуальность. Другими словами, Вы должны доказать, что доклад достоин того, чтобы его слушали. Объясните, почему важно исследовать данное явление. Расскажите, чем интересен выбранный объект с точки зрения науки, заинтересуйте своих слушателей темой Вашего исследования.

Скажите, кто и где решал подобную задачу. Укажите сильные и слабые стороны известных результатов. Учитывайте то, что студенту необходимо учиться работать с литературой, анализировать известные факты. Назовите источники информации, Ваших предшественников по имени, отчеству и фамилии и кратко, какие ими были получены результаты. Обоснуйте достоинство Вашего способа исследования в сравнении с известными результатами. Учтите, что студенческое исследование может быть и познавательного характера, то есть можно исследовать известный науке факт. Поясните, чем он интересен с Вашей точки зрения. Ещё раз сформулируйте цель работы и покажите, какие задачи необходимо решить, чтобы достигнуть цели. Что нужно сделать, создать, решить, вычислить? Делите целое на части - так будет понятнее и проще.

Методика исследования (до 30 сек.)

Методика, или способ исследования, должна быть обоснована. Поясните, покажите преимущества и возможности выбранной Вами методики при проведении экспериментального исследования.

Теоретическая часть (до 1 мин)

Эта часть обязательна в докладе. Редкий случай, когда можно обойтись без теоретического обоснования предстоящей работы, ведь экспериментальное исследование должно базироваться на теории. Здесь необходимо показать сегодняшний уровень Вашего понимания проблемы и на основании теории попытаться сформулировать постановку задачи. Покажите только основные соотношения и обязательно дайте комментарий. Скажите, что основная часть теории находится в содержании работы (реферате).

Экспериментальная часть (для работ экспериментального типа) (1,5-2 мин.)

Покажите и объясните суть проведённого Вами эксперимента. Остановитесь только на главном, основном. Второстепенное оставьте для вопросов.

Результаты работы (до 1 мин.)

1. Перечислите основные, наиболее важные, на Ваш взгляд, результаты работы.
2. Расскажите, как он был получен, укажите его характерные особенности.
3. Поясните, что Вы считаете самым важным и почему.
4. Следует ли продолжать исследование, и, если да, то в каком направлении?
5. Каким результатом можно было бы гордиться? Остановитесь на нём подробно.
6. Скажите, что следует из представленной вами информации.

7. Покажите, удалось ли разобраться в вопросах, сформулированных при постановке задачи. Обязательно скажите, достигнута ли цель работы. Закончено ли исследование?

8. Какие перспективы?

9. Покажите, что результат Вам нравится.

Выводы (до 1 мин.)

Сжато и чётко сформулируйте выводы. Покажите, что твёрдо установлено в результате проведённого теоретического или экспериментального исследования. Что удалось надёжно выяснить? Какие факты заслуживают доверия?

Завершение доклада

Поблагодарите всех за внимание. Помните: если Вы закончили свой доклад на 15 секунд раньше, все останутся довольны и будут ждать начала вопросов и дискуссию. Если Вы просите дополнительно ещё 3 минуты, Вас смогут потерпеть. Это время могут отнять от времени для вопросов, где Вы могли бы показать себя с хорошей стороны. Поэтому есть смысл предварительно хорошо "вычитать" (почти выучить) доклад. Это лучший способ научиться управлять временем.

Требования к предъявлению доклада во время выступления

Докладчику следует знать следующие приёмы, обеспечивающие эффективность восприятия устного публичного сообщения.

Приемы привлечения внимания

1. Продуманный первый слайд презентации.
2. Обращение.
3. Контакт глаз.
4. Позитивная мимика.
5. Уверенная пантомимика и интонация.
6. Выбор места.

Приемы привлечения интереса

В формулировку актуальности включить информацию о том, в чём может быть личный интерес слушателей, в какой ситуации они могут его использовать?

Приемы поддержания интереса и активной мыслительной деятельности слушателей

1. Презентация (образы, схемы, диаграммы, логика, динамика, юмор, оформление).
2. Соответствующая невербальная коммуникация (все составляющие!!!).
3. Речь логичная, понятная, средний темп, интонационная выразительность.
4. Разговорный стиль.
5. Личностная вовлеченность.
6. Образные примеры.
7. Обращение к личному опыту.
8. Юмор.
9. Цитаты.
10. Временное соответствие.

Приемы завершения выхода из контакта

- обобщение;
- метафора, цитата;
- побуждение к действию.

6. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [5].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

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

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[6].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

7. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

---

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

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

8. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы (курсового проекта)

Содержание основных этапов подготовки курсовой работы

Курсовая работа (проект) - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов, касающихся конкретной финансовой ситуации.

Курсовая работа (проект) не должна составляться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в курсовой работе должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки курсовой работы (проекта) студентом.

Выполнение курсовой работы (проекта) начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана;
- составление графика выполнения курсовой работы.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания курсовой работы. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать первую (теоретическую) главу.

Выполнение курсовой работы (проекта) предполагает проведение определенного исследования. На основе разработанного плана студент осуществляет сбор фактического материала, необходимых цифровых данных. Затем полученные результаты подвергаются анализу, статистической, математической обработке и представляются в виде текстового описания, таблиц, графиков, диаграмм. Программа исследования и анализ полученных результатов составляют содержание второй (аналитической) главы.

В третьей (рекомендательной) части должны быть отражены мероприятия, рекомендации по рассматриваемым проблемам.

Рабочий вариант текста курсовой работы предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки курсовая работа сдается на кафедру для ее оценивания руководителем.

Защита курсовой работы (проекта) студентов проходит в сроки, установленные графиком учебного процесса.

Рекомендации по подготовке к защите курсовой работы (проекта).

При подготовке к защите курсовой работы студент должен знать основные положения работы, выявленные проблемы и мероприятия по их устранению, перспективы развития рассматриваемой экономической ситуации.

Защита курсовой работы (проекта) проводится в университете при наличии у студента курсовой работы (проекта), рецензии и зачетной книжки. Оценка - дифференцирована. Преподаватель оценивает защиту курсовой работы (проект) и заполняет графу "оценка" в ведомости и в зачетной книжке.

Не допускаются к защите варианты курсовых работ (проектов), найденные в Интернет, сканированные варианты учебников и учебных пособий, а также копии ранее написанных студенческих работ.

9. Работа с источником

Чтение источника (книги, статьи, отчета и т.п.) рекомендуется осуществлять в два этапа:

I этап — ознакомительное чтение;

II этап — основное чтение с записями.

Первый этап – это предварительное ознакомление с источником (книгой, отчетом, статьей и т.д.).

Ознакомление должно дать ответ – представляет ли источник интерес, и если да, то в чем, какими методами его можно обработать.

Второй этап – основное чтение источника и записи. Запись – наиболее эффективный путь усвоения информации. Это связано с тем, что она представляет (должна представлять) творческий процесс анализа содержания источника, определение наиболее существенного в информации, содержащейся в источнике, и отбор самого важного для того, чтобы дать эту информацию в сжатом ("свернутом") виде.

Важными факторами при проработке литературы (особенно нового текста) являются настойчивость и систематичность. Последовательное, систематическое, аналитическое чтение облегчает усвоение прорабатываемого материала.

При записи используется не только зрительная, но и двигательная память. Формы

Критерии оценки для работы с источником

Оценка
Результат освоения
5 -если представлена интересная актуальная информация, сопровождаемая презентацией;
4 - если информация представлена актуальная, но презентация не вполне презентабельна;
3 -если информация не вполне актуальна, презентация отсутствует;

2 - если информация не актуальна, не представлена презентация.

Составление опорных конспектов

Примерный порядок составления опорного конспекта

1. Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.
2.Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.
3. Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.
4. Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.
5. Составление опорного конспекта.

Критерии оценивания при составлении опорного конспекта

Оценка «5» - конспект составлен по плану, соблюдается логичность, последовательность изложения материала, качественное внешнее оформление, объем - 4 тетрадные страницы;
Оценка «4» - конспект выполнен по плану, но некоторые вопросы раскрыты не полностью, есть небольшие недочеты в работе, объем – 4 тетрадные страницы;
Оценка «3» - при выполнении конспекта наблюдается отклонение от плана, нарушена логичность, отсутствует внутренняя логика изложения, удовлетворительное внешнее оформление, объем менее 4 страниц;
Оценка «2» - тема не раскрыта, неудовлетворительное внешнее оформление, объем менее 2 страниц.

10. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

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

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными

элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды

целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;

- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.

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

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации по написанию

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Вандышев А. М., Валиев Н. Г.

ГЕОМЕХАНИКА

Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта для студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализации «Подземная разработка пластовых месторождений»

Екатеринбург - 2016

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

Одобрено
Методической комиссией
горно-технологического
факультета
_____ 2016 г.
Председатель комиссии
_____Тюлькин В. П.

Вандышев А. М., Валиев Н. Г.

ГЕОМЕХАНИКА

Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта для студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализации «Подземная разработка пластовых месторождений»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2016

Рецензент: Ф. Ф. Гусманов, кандидат технических наук, доцент кафедры горного дела ФГБОУ ВО «УГГУ».

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры горного дела (протокол № 1-16/17) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Вандышев А.М., Валиев Н. Г.

В 17 **Геомеханика**: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта/ А. М. Вандышев; Н. Г. Валиев : Уральский. гос. горный ун-т. – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2016. - 46 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования к обязательному минимуму содержания 4 уровню подготовки дипломированных специалистов по специальности 21.05.04 Горное дело специализации «Подземная разработка пластовых месторождений».

В работе изложено содержание курсового проекта и приведены методические и теоретические основы для его выполнения.

© Вандышев А.М., Валиев Н.Г., 2016

© Уральский государственный горный университет, 2016

Оглавление

	Введение ……...	3
1.	Организационно-методические указания …….	4
2.	Содержание курсового проекта …….....	6
2.1.	Введение ……...	6
2.2.	Краткая горно-геологическая и горно-технологическая характеристика условий проектирования …….	6
2.3.	Определение механических свойств горных пород. Паспорт прочности породы ……..	6
2.4.	Напряженно-деформированное состояние массива пород вокруг горизонтальной выработки. Расчет горного давления на крепь горизонтальной выработки ……......	6
2.5	Напряженно-деформированное состояние массива пород вокруг очистной выработки ……..	6
2.5.1.	Схема и параметры зон сдвижения пород при очистных работах……..	6
2.5.2.	Опорное горное давление в окрестности очистной выработки ……..	6
2.5.3.	Проявления горного давления в очистных выработках и расчет давления на крепь ……..	6
2.6.	Содержание графической части ……..……...	6
3.	Методические основы выполнения разделов курсового проекта……	7
3.1.	Введение ……...	7
3.2.	Краткая горно-геологическая и горно-техническая характеристика условий проектирования ……	7
3.3.	Определение механических свойств горных пород. Паспорт прочности породы ……..	8
3.4.	Напряженно-деформированное состояние массива пород вокруг горизонтальной выработки. Расчет горного давления на крепь выработки ……	12
3.5.	Напряженно-деформированное состояние массива пород вокруг очистной выработки …….	20
3.5.1.	Схема и параметры зон сдвижения пород при очистных работах……..	20
3.5.2.	Опорное горное давление в окрестности очистной выработки……..	
3.5.3.	Проявления горного давления в очистных выработках и расчет давления на крепь ……..……..	30
	Список литературы ……..……..	40
	Приложение 1 ……..……...	41
	Приложение 2 …….....	42
	Приложение 3 ……...……...	43

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время подземная разработка месторождений полезных ископаемых осуществляется в постоянно усложняющихся горно-геологических условиях, обусловленных прежде всего ростом глубины разработки, неблагоприятными напряженно-деформированным состоянием массивов горных пород и влиянием тектонических процессов, происходящих в земной коре. В связи с этим роль геомеханики – науки о прочности, устойчивости и деформируемости массивов горных пород и горно-технических объектов в поле природных и вызванных влиянием горных работ сил горного давления, весьма велика.

Знания закономерностей формирования и проявлений горного давления, теории и практики методов управления состоянием массива горных пород является неотъемлемой частью решений, обеспечивающих высокую технологичность и безопасность горных работ.

Целью выполнения данного курсового проекта является обобщение, закрепление и углубление теоретических знаний, полученных студентом при изучении дисциплины, а также приобретении практических навыков по анализу и определению параметров процессов изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) в массивах горных пород при различных горно-геологических и горно-технических условиях.

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Геомеханика» составлено в соответствии с рабочей учебной программой дисциплины. Оно охватывает программные разделы дисциплины «Массив горных пород и основные их свойства», «Естественное поле напряжений массива горных пород», «Напряженно-деформированное состояние массива горных пород и проявление горного давления при проведении подготовительных выработок и ведении очистных работ».

Задание на курсовое проектирование выдается, как правило, с учетом горно-геологических условий предприятия, на котором студент работает (для заочников) или проходил производственную практику. Исходные данные для выполнения курсового проекта могут быть заданы руководителем курсового проектирования. Пример задания приведен в Приложении 1.

При выполнении курсового проекта необходимо учитывать современные научные положения о напряженно-деформированном состоянии массива пород до и при ведении горных работ, нормативную литературу, справочные материалы и др.

Выполненный проект сдается на кафедру горного дела руководителю проектирования для проверки и защиты.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка должна иметь титульный лист задания по курсовому проектированию, оглавление, введение, расчетно-пояснительную часть и библиографический список. Ее следует оформлять с использованием компьютера. Текст должен быть набран в формате редактора MS Word, шрифт – Times New Roman, размер кегля – 12, интервал между строками – полуторный, поля6 слева – 3,5 см, справа – 1,2 см, сверху и снизу – по 2,5 см. Библиографические ссылки номеруются и даются в наклонных скобках. Символы вставляются из гарнитуры Symbol, формулы набираются в редакторе Microsoft Equation.

Титульный лист является первой страницей записки (номер страницы на нем не проставляется).

Содержание основной части пояснительной записки разделяют на разделы и подразделы. Разделам присваиваются порядковые номера, обозначаемыми арабскими цифрами. Нумерация подразделов производится в пределах каждого раздела. Наименование записывают в виде заголовков (симметрично тексту) прописными буквами. Наименование подразделов записывают в виде заголовков (с абзаца) строчными буквами (кроме первой прописной).

Каждый раздел пояснительной записки, а также другие структурные части записки («СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ») следует начинать с новой страницы.

Текст пояснительной записки для большей ясности и краткости изложения материала рекомендуется сопровождать иллюстрациями.

Основные положения по оформлению рисунков, а также формул и таблиц приведены в учебном пособии /1/.

Объем пояснительной записки составляет 15 – 20 страниц формата А4.

Графическая часть выполняется на одном листе формата А1. При выполнении чертежей на компьютере в качестве графического редактора можно использовать Autodesk R Auto CAD.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1. Введение

Цели и задачи проектирования.

Сущность задач решаемых в курсовом проекте. Роль геомеханического обеспечения горных работ при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

2.2. Краткая горно-геологическая и горно-техническая характеристика условий проектирования. Условия залегания и свойства пород пласта: мощность пласта m, м; угол падения α, град.; пласт угля пород – мощность h, м; крепость f или прочность на сжатие – $\sigma_{сж}$, МПа; прочность на растяжение – $\sigma_р$, МПа и др. Горно-технические показатели:

глубина разработки – H, м; длина очистного забоя – $l_{оз}$, м; способ управления кровлей; размеры подготовительных выработок – ширина – d, м; высота – h, м и др.

2.3. Определение механических свойств горных пород. Паспорт прочности пород.

2.4. Напряженно-деформированное состояние массива пород вокруг горизонтальной выработки. Оценки устойчивости пород и расчет горного давления на крепь выработки.

2.5. Напряженно-деформированное состояние массива пород вокруг очистной выработки. Проявления горного давления и расчеты его в очистных выработках.

2.5.1. Схема и параметры зон сдвижения пород при очистных работах.

2.5.2. Опорное горное давление в окрестности очистной выработки.

2.5.3. Проявления горного давления в очистных выработках и расчет давления на крепь.

2.6. Содержание графической части:

1) схема к расчету горного давления на крепь подготовительной выработки по гипотезе П. М. Цимбаревича (масштаб 1 : 50, 1 : 100); 2) схема сдвижения горных пород при очистной выемке (масштаб 1 : 100, 1 : 500); 3) схема к расчету параметров опорного горного давления при очистных работах (масштаб 1 : 100, 1 : 500); 4) схема к расчету нагрузки на крепь очистной выработки (масштаб 1 : 50, 1 : 100). На чертежах должны быть указаны основные заданные и расчетные параметры.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1. Введение

Во введении кратко (0,5 – 1,0 с.) излагаются цели и задачи выполнения курсового проекта. Показывается роль геомеханического обеспечения горных работ для обеспечения безопасной и эффективной разработки месторождений полезных ископаемых подземным способом.

3.2. Краткая горно-геологическая и горно-техническая характеристика условий проектирования

В разделе дается краткое (1,0 – 2,0 с.), но вместе с тем достаточно четкое описание горно-геологических и горно-технических условий разработки. При написании раздела используются исходные данные задания на курсовое проектирование или материалы проекта конкретной шахты. Необходимо отразить условия залегания и свойства пласта: мощность пласта m, м; угол падения – α, град.; характеристика вмещающих пласт угля пород – мощность h, м; крепость угля и пород f или прочность их на сжатие – $\sigma_{сж}$, МПа; сцепление угля – $C_{уг}$, МПа; угол внутреннего трения – φ, град. Дополнительные показатели, используемые в расчетах, задаются руководителем.

К числу горно-технических показателей, необходимых при решении геомеханических задач, следует отнести: глубину разработки – H, м; длина очистного забоя – $l_{оз}$, м; способ управления кровлей; технология ведения очистной выемки; размеры подготовительных выработок выработок - ширина – b, м и высота – h, м.

Пример задания на выполнение курсового проекта приведен в Приложении 1.

3.3. Определение механических свойств горных пород. Паспорт прочности породы

При решении геомеханических задач необходимо знать основные механические свойства горных пород, которые характеризуют поведение пород при воздействии силовых нагрузок. В практике, как правило, известны только некоторые из них. Однако, учитывая определенную взаимосвязь между отдельными показателями, представляется возможным определять более широкий круг механических свойств горных пород, которые используются при решении геомеханических задач.

Для практических расчетов (если не известны показатели прочности пород на сжатие $\sigma_{сж}$ или растяжение $\sigma_р$) предел прочности на сжатие $\sigma_{сж}$ определяют по формуле

$$\sigma_{сж} = 10f, \tag{3.3.1}$$

где f – коэффициент крепости породы по Протодьяконову М.М.

Предел прочности пород на растяжение $\sigma_р$ равен

$$\sigma_р = 0{,}1\sigma_{сж} \text{ или } \sigma_р = f. \tag{3.3.2}$$

Соответственно коэффициент крепости породы по Протодьяконову М.М. может быть определен по формуле

$$f = \frac{\sigma_{сж}}{10}. \tag{3.3.3}$$

В связи с наличием трещиноватости, прочность массива горных пород обычно меньше, чем отдельного слагающего этот массив куска (структурного блока). С увеличением степени трещиноватости прочностные характеристики массива пород уменьшаются, а деформационные увеличиваются.

Для получения показателя прочности массива через прочность образцов в расчеты вводят коэффициент структурного ослабления $K_с$ (отношение прочности породы в массиве к прочности в куске). Значение $K_с$ можно ориентировочно принимать в зависимости от степени трещиноватости, по табл. 3.3.1.

Таблица 3.3.1

Значения коэффициента структурного ослабления $K_с$

Среднее расстояние между поверхностями ослабления породы, м	Коэффициент $K_с$
более 1,5	0,9
от 1,5 до 1	0,8
от 1 до 0,5	0,6
от 0,5 до 0,1	0,4
менее 0,1	0,2

Модуль упругости E определяют через отношение нормального напряжения $P_н$ к относительной линейной деформации ε, т.е.

$$E = \frac{P_н}{\varepsilon}. \quad (3.3.4)$$

При неизвестном значении ε модуль упругости горной породы может быть определен по значениям скорости упругой волны

$$E = \frac{U^2[\gamma(1+\vartheta)(1-2\vartheta)]}{(1-\vartheta)}, \quad (3.3.5)$$

где U – скорость упругой волны, м/с;

γ – объемный вес породы, т/м^3;

ϑ – коэффициент Пуассона.

Модуль сдвига G – коэффициент пропорциональности между касательным напряжением θ и упругой деформацией сдвиг τ. Определяется по формуле

$$G = \frac{\tau}{\theta}. \quad (3.3.6)$$

Этот же показатель может быть определен по формуле

$$G = \frac{E}{2(1+\vartheta)}. \quad (3.3.7)$$

При расчетах горного давления используется коэффициент внутреннего трения $f_т$, под которым понимают отношение сил трения $F_т$ к величине нормальной нагрузки $P_н$

$$f_{\text{т}} = \frac{F_{\text{т}}}{P_{\text{н}}} = tg\varphi, \qquad (3.3.8)$$

где φ – угол внутреннего трения, град.

Угол внутреннего трения может быть определен по формуле

$$\varphi = arctg \cdot f, \qquad (3.3.9)$$

где f – коэффициент крепости пород по Протодьяконову М.М.

Также для упрощенного расчета коэффициента внутреннего трения можно применять формулу

$$tg\varphi = \frac{\sigma_{\text{сж}} - \sigma_{\text{р}}}{\sigma_{\text{сж}} + \sigma_{\text{р}}}. \qquad (3.3.10)$$

Угол внутреннего трения может быть определен и по паспорту прочности горных пород.

Построение паспорта прочности

Паспорт прочности представляет собой графическую зависимость между касательными и нормальными напряжениями, при которых происходит разрушение породы. Процедура построения паспорта прочности состоит в следующем. В прямоугольной системе координат по оси абсцисс откладывают отрезки, пропорциональные прочности породы на одноосное растяжение $\sigma_{\text{р}}$ и одноосное сжатие $\sigma_{\text{сж}}$. На этих отрезках, как на диаметрах, строят полуокружности, по которым проводят огибающую. В простейшем случае принимают огибающую кругов напряжений в виде прямой (рис. 3.3.1).

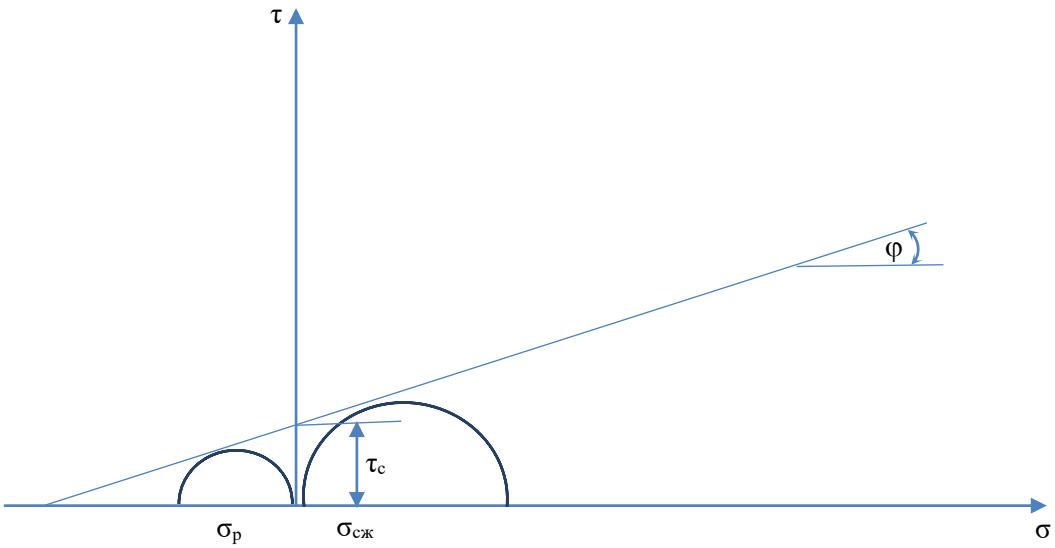


Рис. 3.3.1. Паспорт прочности горной породы

Уравнение огибающей запишется в виде:

$$\tau = \tau_c + \sigma\ tg\varphi \qquad (3.3.11)$$

Величина τ_c называется сцеплением и соответствует предельному (разрушающему) касательному напряжению при отсутствии нормальных напряжений. Угол внутреннего трения φ характеризует скорость роста предельных касательных напряжений с ростом нормальных.

По паспорту прочности определяются нормальные и касательные напряжения при заданном угле падения пласта.

При выполнении данного раздела возможно использование справочной литературы и данных, приведенных в Приложении 2.

3.4. Напряженно-деформированное состояние массива пород вокруг горизонтальной выработки. Оценка устойчивости пород и расчет горного давления на крепь

Горные породы в нетронутом массиве находятся в напряженном состоянии, которое является равновесным. Напряженное состояние в массиве пород создается прежде всего гравитационными силами. Оно является исходным силовым полем, в значительной степени предопределяющим поведение боковых пород в обнажениях при проведении подземных горных выработок. Правильная оценка напряженного состояния нетронутого массива имеет большое значение в трактовке проявлений горного давления и определении нагрузок на крепь.

Значения главных напряжений на уровне проведения выработки определяются по гипотезе А. Н. Динника. Вертикальная компонента напряжений σ_z на глубине H от поверхности вычисляется по формуле:

$$\sigma_z = \gamma H, \text{МПа}\,. \tag{3.4.1}$$

Горизонтальные напряжения соответственно равны

$$\sigma_x = \sigma_y = \lambda\gamma H, \text{МПа}\,, \tag{3.4.2}$$

где γ – средний удельный вес налегающих пород, МН/м^3. В расчетах принимать γ = 0,025 МН/м^3;

H – глубина расположения выработки, м;

λ – коэффициент бокового давления (распора) показывающий какую часть составляют горизонтальные напряжения от вертикальных:

$$\lambda = \frac{\mu}{1-\mu}, \tag{3.4.3}$$

где μ – коэффициент поперечных деформаций (коэффициент Пуассона),

μ = 0,15 – 0,35

Проведение горной выработки вносит изменение в напряженное состояние массива в некоторой области. В нем появляются зоны концентрации сжимающих напряжений в боках выработки. В кровле и почве выработки возникают растягивающие напряжения (рис. 3.4.1). При этом горные породы рассматриваются как однородная изотронная сплошная среда, подчиняющаяся закону Гука.

Концентрация напряжений оценивается коэффициентом концентрации K, который соответствует отношению величины напряжений в рассматриваемой точке после проведения выработки к величине напряжений в этой же точке до проведения выработки.

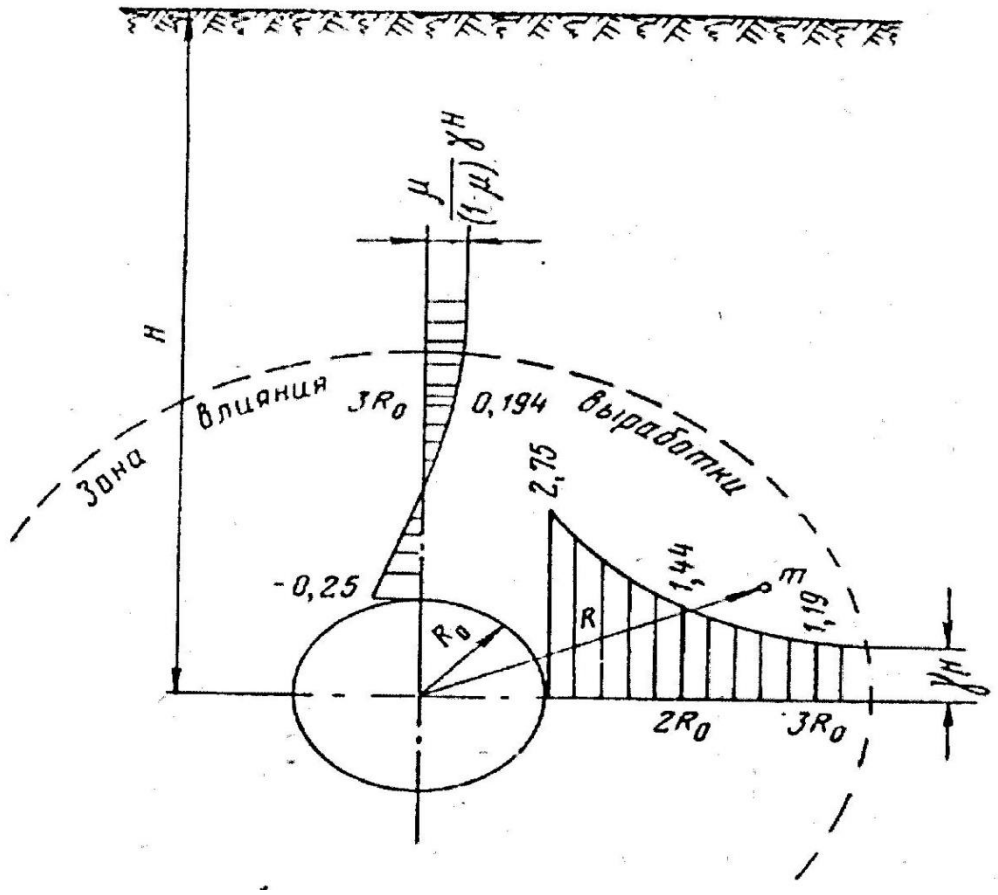


Рис. 3.4.1. Эпюры напряжений в однородном изотропном массиве вокруг круговой горизонтальной выработки

С учетом концентрации напряжений на контуре выработки растягивающие напряжения определяются по формуле

$$\sigma_{p\,max} = K_1 \left(\frac{\mu}{1-\mu}\right) \gamma H. \qquad (3.4.4)$$

где K_1 – коэффициент концентрации напряжений в породах кровли и почвы выработки, K_1 = 0,1 – 0,3.

На стенках выработки сжимающие напряжения с учетом концентрации напряжений (K_2) определяются весом налегающих пород, т.е.

$$C_{сж\,max} = K_2 \gamma H. \qquad (3.4.5)$$

где K_2 – коэффициент концентрации напряжений на стенках выработки, $K_2 = 2 - 4$.

Определив величины максимальных растягивающих и сжимающих напряжений, далее дается оценка устойчивости пород. Критерием устойчивости кровли и почвы выработки является условие

$$K_1 \left(\frac{\mu}{1-\mu}\right) \gamma H \leq \sigma_\rho, \qquad (3.4.6)$$

т.е. величина растягивающих напряжений будет равна или меньше предела прочности пород кровли и почвы на растяжение.

Аналогично оцениваем устойчивость обнажения боков выработки. Они будут устойчивы при условии

$$K_2 \gamma H \leq \sigma_{\text{сж}}. \qquad (3.4.7)$$

Зона влияния выработки на поле напряжений в упругом изотропном массиве пород сравнительно невелика и зависит от ее формы. Для выработок прямоугольной формы она составляет 3,5 ширины выработки, для выработок сводчатой формы 2,5 – 3,0, а для круглой и эллиптической формы 1,5 – 2,5 ширины выработки.

В реальных условиях при подземной разработке месторождений осадочного типа окружающие выработки породы, как правило, представлены разнородными слоями с разными прочностными и упругими параметрами, с наличием микротрещин и других дефектов, приводящих к пластическим деформациям. Поэтому картина напряженно-деформированного состояния массива пород вокруг выработок существенно отличается от теоретической. Схема НДС вокруг горизонтальной выработки при неустойчивых вмещающих породах приведена на рис. 3.4.2.

Породы в непосредственной близости от выработки ослаблены из-за трещиноватости и проявлений пластических деформаций. Формируется зона пониженных напряжений, за которой располагается зона повышенных напряжений – зона опорного давления (рис. 3.4.2). Давление на крепь выработки формируется в основном породами находящимися в зоне пониженных напряжений.

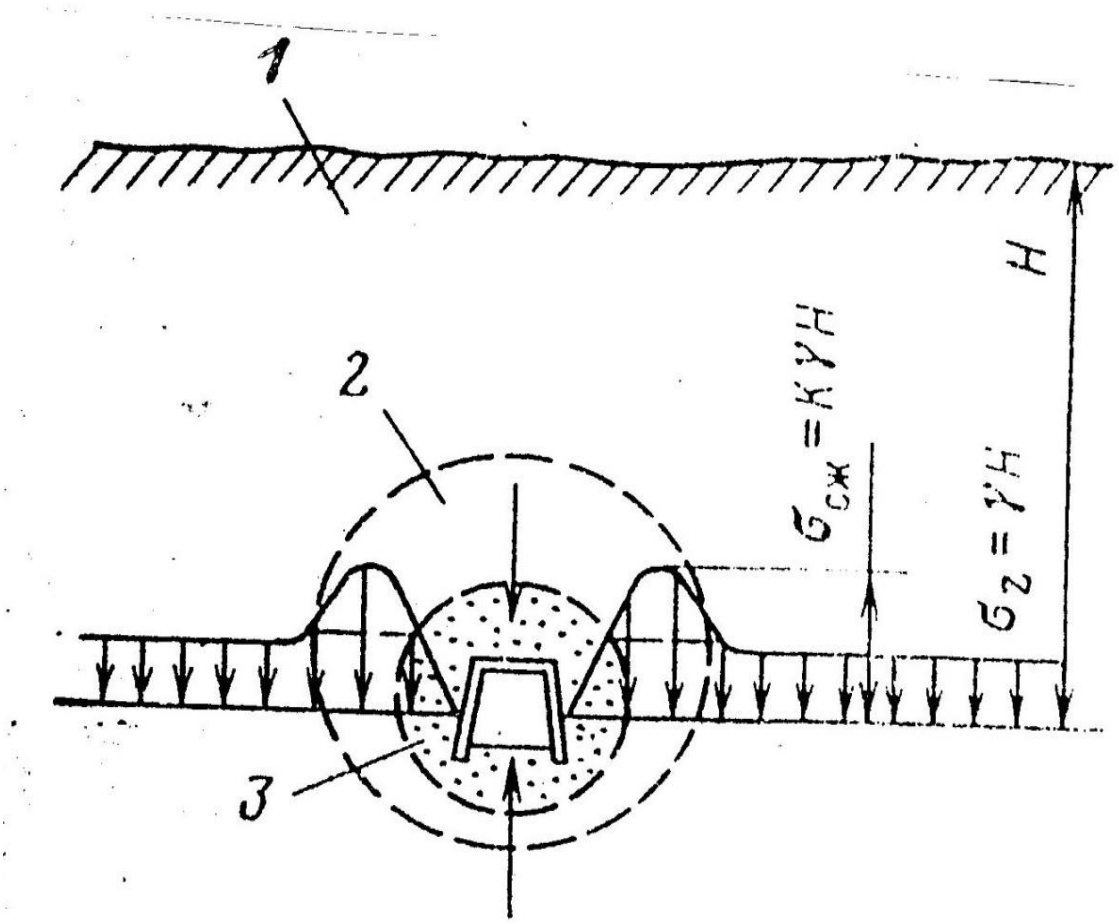


Рис. 3.4.2. Схема НДС вокруг горизонтальной выработки
при пластичных вмещающих породах:
1 – зона естественных напряжений;
2 – зона опорного давления; *3* – зона пониженных напряжений

Наибольший размер зоны пониженных напряжений ($R_м$) в породах кровли определяется по формуле

$$R = 0{,}95\, cos\alpha \sqrt{\frac{B}{f}}\, lnH, \text{м}, \qquad (3.4.8)$$

где B – ширина выработки в проходке, м;

α – угол падения пласта, град.;

f – коэффициент крепости пород по шкале М. М. Протодьяконова;

H – глубина заложения выработки, м.

Оценка устойчивости подготовительных выработок

Под устойчивостью горной выработки понимается способность выработки в течение всего срока эксплуатации сохранять заданные размеры и форму.

Для оценки условий поддержания выработок СНиПом рекомендуется использовать безразмерный показатель K определяемый по формуле

$$K = \frac{\gamma H_{\text{р}}}{\sigma_{\text{сж.р.}}}, \tag{3.4.9}$$

где γ – объемный вес вышележащей толщи пород, МН/м^3;

$H_{\text{р}}$ – расчетная глубина заложения выработки, м;

$\sigma_{\text{сж.р.}}$ – расчетное сопротивление слоев пород сжатию, МПа.

Расчетная глубина заложения выработки Н, принимается, как правило, равной проектному значению, а при отсутствии данных, характеризующих напряженное состояние массива пород, и сложных горно-геологических условиях (нарушения, складчастость, угол падения больше 45 ° и др.) определяется из выражения

$$H_{\text{р}} = K_{\text{г}} \cdot H, \tag{3.4.10}$$

где H – проектная глубина заложения выработки, м;

$K_{\text{г}}$ – коэффициент, учитывающий горно-геологические условия эксплуатации выработки, $K_{\text{г}}$ = 1,5.

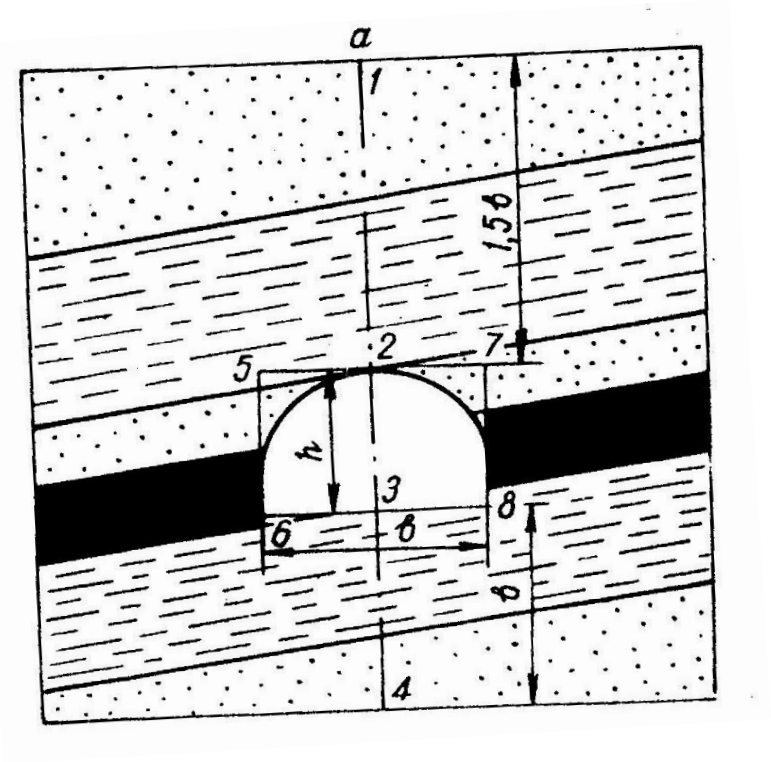
Расчетное сопротивление слоев пород сжатию в массиве определяется с учетом нарушенности массива по формуле

$$\sigma_{\text{сж.р.}} = \sigma_{\text{сж.}i.} K_{\text{с}}, \tag{3.4.11}$$

где $\sigma_{\text{сж}\,i}$ – среднее значение сопротивления пород в образце одноосному сжатию, МПа;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент структурного ослабления (см. табл. 3.3.1.).

Расчетное сопротивление пород сжатию $\sigma_{\text{сж.р.}}$ по контуру поперечного сечения выработки определяют с учетом всех вмещающих выработку слоев мощностью более 0,5 м, залегающих на расстояниях от контура сечения выработки в кровле 1,5 в, в почве 1,0 в, где $в$ – ширина выработки, м, а в боках по высоте выработки h (рис. 3.4.3).



Для смежных слоев, залегающих по контуру выработки с изменчивостью $\sigma_{\text{сж}\,i}$ в пределах 30 % принимают единое усредненное значение сопротивления пород сжатию.

Рис. 3.4.3. Схема к определению расчетного сопротивления сжатию

При изменчивости расчетного сопротивления пород сжатию свыше 30 % значение $\sigma_{\text{сж.р}}$ определяют по формуле

$$\sigma_{\text{сж р}} = \frac{\sigma_{\text{сж}\,1} m_1 + \sigma_{\text{сж}\,2} m_2 + \cdots + \sigma_{\text{сж}\,n} m_n}{m_1 + m_2 + \cdots + m_n}, \qquad (3.4.12)$$

где $\sigma_{\text{сж}\,1}, \ldots, \sigma_{\text{сж}\,n}$ – расчетное сопротивление слоев пород сжатию, МПа;

$m_1, \ldots, m_n$ – мощность слоев пород, м.

Определив $\sigma_{\text{сж р}}$ далее дается оценка условий поддержания выработки с использованием формулы (3.4.9).

При $K < 0{,}1$ породы считаются устойчивыми,

при $K = 0{,}1 \div 0{,}25$ – среднеустойчивыми,

при $K = 0{,}25 – 0{,}5$ – неустойчивыми и

при $K > 0{,}5$ – весьма неустойчивыми.

Пример по определению устойчивости пород вокруг горизонтальной выработки приведен в Приложении 3.

Расчет горного давления на крепь выработки

С учетом рассмотренной схемы формирования напряженно-деформированного состояния в породах окружающих выработку представляется возможным определять величину ожидаемой нагрузки на крепь. Для этого используются гипотезы горного давления М. М. Протодьяконова, П. М. Цимбаревича, А. Лабасса, Ю. М. Либермана, ВНИМИ и др.

При выполнении данного курсового проекта для определения горного давления на крепь выработки рекомендуется использовать гипотезу П. М. Цимбаревича. Расчетная схема приведена на рис. 3.4.4.

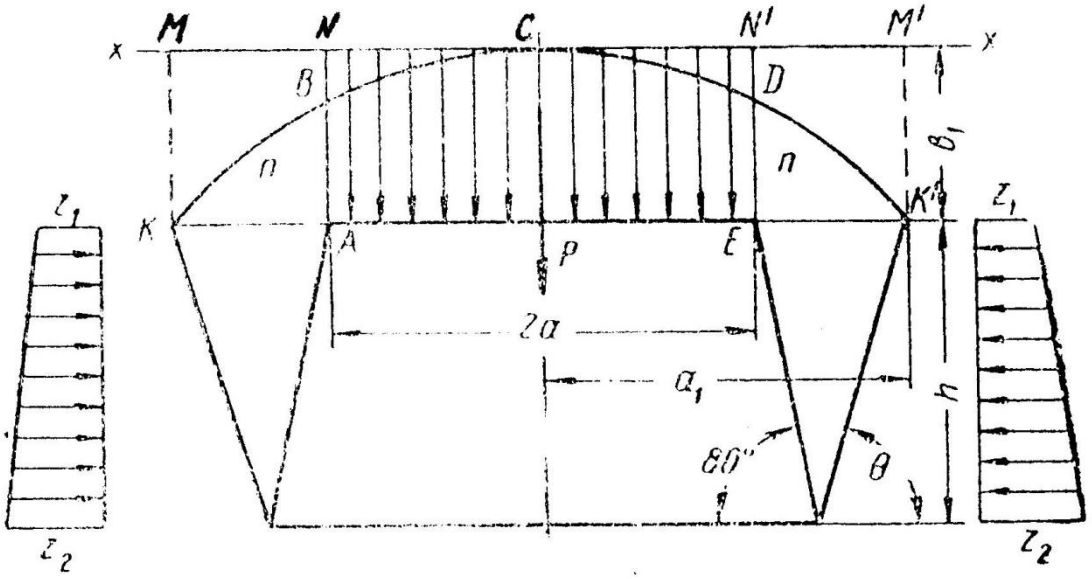


Рис. 3.4.4. Расчетная схема для определения горного давления со стороны кровли и боков на крепь выработки

По гипотезе П. М. Цимбаревича, в кровле выработки возникает параболический свод естественного равновесия высотой *в*, с пролетом $2a_1$. В боках выработки образуются сползающие призмы пород, и пролет свода естественного равновесия увеличивается. Половина пролета этого свода определяется по формуле:

$$a_1 = a_{\text{п}} + h_{\text{п}}\left(ctg\ 80° + ctg\frac{90 + \varphi_k}{2}\right), \qquad (3.4.14)$$

где $a_{\text{п}}$ – ширина выработки в черне , м;

$h_{\text{п}}$ – высота выработки в черне, м;

φ_k – кажущийся угол внутреннего трения пород.

Высота свода

$$b_1 = \frac{a_1}{f}. \tag{3.4.15}$$

Давление q_b от свода обрушения определяется уравнением

$$q_b = \gamma_{\text{ср}} \cdot b_1, \tag{3.4.16}$$

где $\gamma_{\text{ср}}$ - средний объемный вес пород, кН/м^3.

Величина бокового давления определяется как активное давление на подпорную стенку сползающих призм (рис. 3.4.3).

Эпюр бокового горизонтального давления на крепь по высоте выработки представляет собой трапецию, размеры оснований которой определяются по формулам:

верхнее основание трапеции

$$Z_1 = \gamma_1 b_1 tg^2 \frac{90° - \varphi}{2}, \tag{3.4.17}$$

нижнее основание трапеции

$$Z_2 = \gamma(b_1 + h) tg \frac{90° - \varphi}{2}. \tag{3.4.18}$$

Величина бокового давления равна площади трапеции

$$R_{\text{б}} = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \cdot h. \tag{3.4.19}$$

С учетом формул (3.4.17 – 3.4.19) величина бокового давления определяется по формуле

$$R_{\text{б}} = \frac{\gamma h}{2}(2b_1 + h) tg^2 \frac{90° - \varphi}{2}. \tag{3.4.20}$$

3.5. Напряженно-деформированное состояние массива пород вокруг очистной выработки

В разделе 2.4 показано изменение напряженно-деформированного состояния (НДС) массива пород вокруг одиночной горизонтальной выработки. Отработка пластов длинными очистными забоями (150-300 м) сопровождается еще более интенсивным изменением НДС в массиве пород. От степени изученности процессов и параметров изменения НДС во многом зависит эффективность решения целого ряда геомеханических задач: выбор способов охраны и места заложения подготовительных выработок, управление горным давлением в очистных выработках, профилактика горных ударов и внезапных выбросов, отработка пластов под застроенными территориями, водоемами и т.п.

3.5.1. Схема сдвижения пород при очистной выемке угля

Общая картина сдвижения толщи пород при ведении очистных работ может быть представлена следующим образом. Процесс сдвижения горных пород начинается с прогиба слоев, расположенных непосредственно над выработкой, и обычно сопровождается вывалами пород из кровли. Развитие сдвижения подработанной толщи происходит в виде последовательного отделения нижележащих слоев от вышележащих и прогиба их по нормали к напластованию подобно плитам и балкам, защемленным по контуру.

По мере увеличения размеров выработанного пространства в движение приходят все новые и новые участки подрабатываемой толщи пород, и при значительных размерах его процесс сдвижения может распространяться до земной поверхности.

Под влиянием горных работ в движение приходят также и породы почвы, испытывающие поднятие. Поднятие пород почвы и выдавливание их в сторону выработанного пространства объясняется снятием с нее нагрузки от вышележащих пород и перераспределением горного давления.

Одновременно со сдвижением горных пород происходит перераспределение напряжений в массиве, окружающем выработку, с образованием зон повышенного (опорного) и пониженного (разгрузки) давления. Эти зоны возникают в результате зависания слоев горных пород над выработкой и передачи части веса зависающих слоев горных пород непосредственно на неподработанный массив.

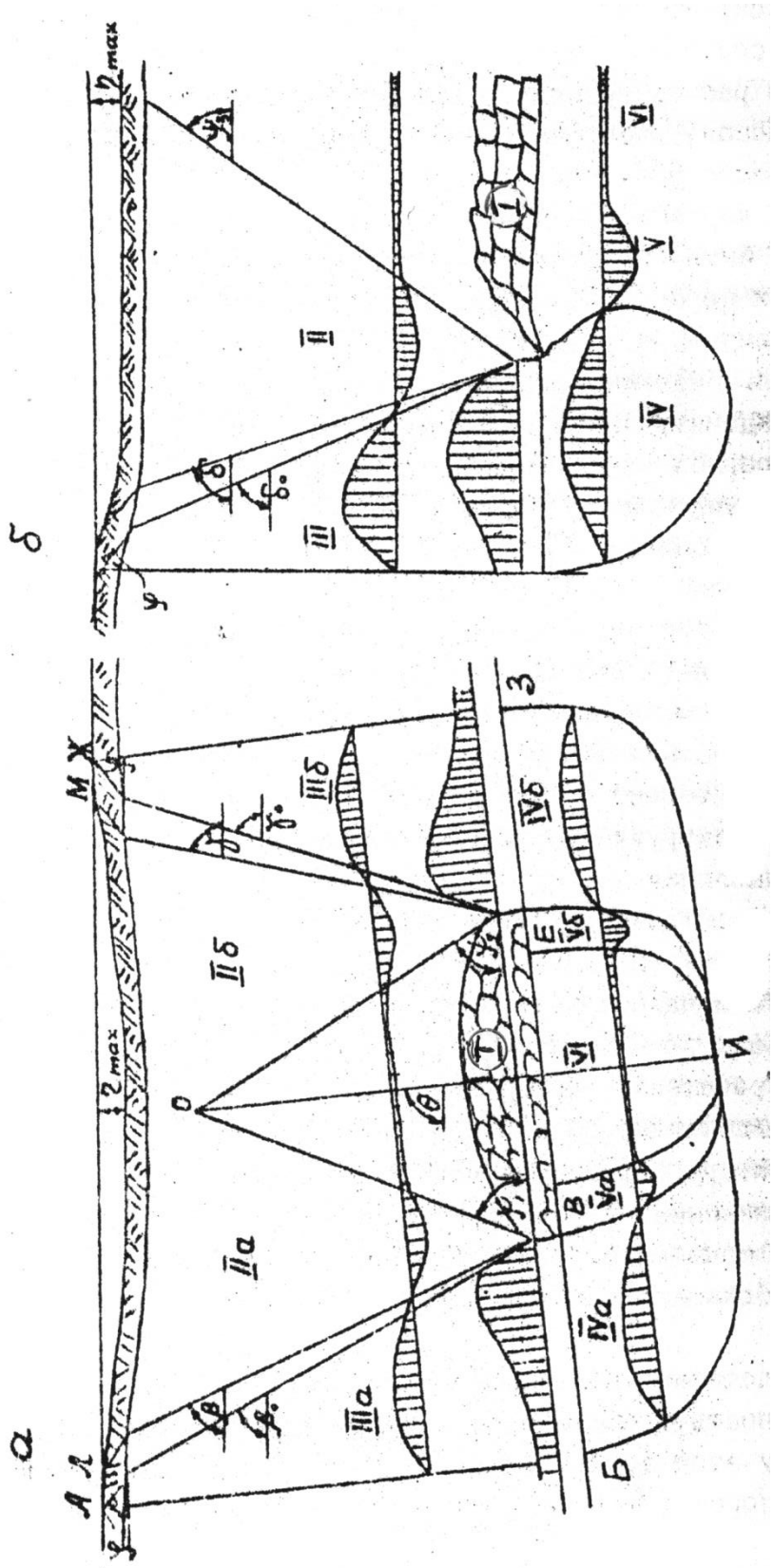


Рис. 3.5.1. Схема сдвижения пород при очистной выемке:
а – вкрест простирания пласта; б- по простиранию пласта

В подработанной и надработанной толще пород, в которых происходят указанные выше процессы, выделяют область влияния очистной выработки (рис. 3.5.1) А, Б, И, З, Ж.

По характеру деформирования слоев горных пород в подработанной толще выделяются три характерные зоны (рис. 3.5.1): I – полных сдвижений (разгрузки); II*а*, II*б* – наибольшего прогиба, III*а*, III*б* – сжатия пород (опорного давления).

Непосредственно над очистной выработкой выделяется зона обрушения пород (рис. 3.5.1). В ней слои пород кровли теряют сплошность и обрушаются в выработанном пространстве. Обычно высоту этой зоны (h, м)связывают с коэффициентом разрыхления пород *K* и мощностью вынимаемого пласта m:

$$h = \frac{m - \Delta m}{K - 1}, \qquad (3.5.1)$$

где Δm – суммарная величина опускания основной кровли (до ее обрушения) и поднятия почвы по линии обрушения кровли, м. В расчетах она может быть принята равной (0,1 – 0,3) *m*.

Значения коэффициента разрыхления *K* принимают в пределах 1,1-1,4 (табл. 3.5.1).

Таблица 3.5.1

Значения коэффициентов разрыхления *K*

Мощность пласта, м	Коэффициент разрыхления	
	слабых глинистых сланцев	крепких сланцев
до 1	1,15 – 1,20	1,20 – 1,25
1 – 2	1,25 – 1,30	1,30 – 1,35
2 – 3	1,30 – 1,35	1,35 – 1,40

В практике высоту зоны беспорядочного обрушения пород кровли принимают равной (4 – 6) *m*.

Высота зоны полных сдвижений I (рис. 3.5.1) достигает 30 – 35 – кратной мощности разрабатываемого пласта. Угол максимального оседания θ (рис. 3.5.1) при построении схемы сдвижения может быть принят равным 90°.

Размеры и местоположение мульды сдвижения (АЛМЖ) определяются граничными углами δ_o, β_o и γ_o (рис. 3.5.1). Это внешние относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах горизонтальной линией и линиями, соединяющими границы выработанного про-

странства с граничными точками сдвижения. Углы образованные с горизонтальными линиями, соединяющими границы горных работ и внешние границы зоны опасных деформаций, носят название углов сдвижения. Различают углы сдвижения в коренных породах (β, γ, δ) и в наносах γ (рис. 3.5.1). Значения углов сдвижения и граничных углов принимаются в соответствии с рекомендациями /4/ и приведены в табл.3.5.2 и 3.5.3.

Таблица 3.5.2

Значения углов сдвижения β, γ, δ и граничных углов β_o, γ_o, δ_o, град

Бассейны и месторождения	Угол падения пласта α, град.	β	β_o	γ	γ_o	δ	δ_o
Кузнецкий	0-50	82°-α	75-0,9α	80	70	80	70
	51-55	30	25	75	-	75	70
	56-90	30	25	-	-	75	70
Воркутинский	0-25	75-0,8α	β - 5°	75	70	75	70
	26-70	70-0,6α	β - 5°	70	65	75	70
	71-85	30	25	60	55	75	70
	86-90	40	-	-	-	75-	70
Интинское	0-25	70-0,7α	β - 5°	70	65	70	65
	26-50	65-0,5α	β - 5°	65	60	70	65
Челябинский	0-20	65-0,6α	β - 5°	65	60	65	55
	21-50	60-0,4α	β - 5°	60	55	65	55
	51-90	35	30	50	45	65	55

Таблица 3.5.3

Значения углов полных сдвижений ψ_1, ψ_2 и угла максимального оседания Θ, град

Бассейны и месторождения	α	При отсутствии смежных выработок			При наличии смежных выработок			
					по падению		по восстанию	
		Θ	ψ_1	ψ_2	Θ'	ψ_1'	Θ'	ψ_2'
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Воркутинское	0	90	55	55	90	55	90	55
	20	76	52	60	71	60	81	68
	40	65	47	68	60	54	70	77
	55	58	43	77	50	53	60	80
Челябинский	0	90	60	60	90	60	90	60
	10	84	57	63	79	67	89	70
	30	72	52	71	67	61	77	80
	50	60	48	81	55	64	65	94

Продолжение табл. 3.5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ин-тин-ское	0	90	55	55	90	55	90	55
	10	83	54	57	78	61	88	66
	30	70	50	63	65	55	75	73
	50	60	45	74	55	52	65	83
Куз-нецкий	0–90	90–0,5α	50–0,25α	50+0,38α	Θ–5°	ψ_1+5°	Θ+5°	ψ_2+5°

Максимальное оседание в мульде сдвижения η_{max} при первичной подработке толщи определяется по формуле

$$\eta_{max} = qmcos\alpha\,, \tag{3.5.2}$$

где m – мощность пласта, м;

α – угол падения пласта, град;

$$q = q_o t_1 t_2, \tag{3.5.3}$$

q_o – относительная величина максимального оседания при полной подработке, $q_o = 0{,}5 - 0{,}9$;

t_1 и t_2 – коэффициенты, учитывающие влияние размеров выработки и глубины разработки на значение максимального оседания.

Коэффициенты t_1 и t_2 определяют по формулам:

$$t_1 = 0{,}9\left(\frac{D_1}{H} - a\right); \tag{3.5.4}$$

$$t_2 = 0{,}9\left(\frac{D_2}{H} - a\right), \tag{3.5.5}$$

где D_1 и D_2 – размер очистной выработки соответственно по падению и простиранию пласта, м;

H – глубина разработки, м

a – коэффициент, зависящий от свойств горных пород. Принимается в пределах от 0,2 до 0,4 (чем прочнее породы, тем больше коэффициент).

Значения t_1 и t_2 не должны быть больше 1 и меньше 0,04 соответственно.

Углы сдвижения в наносах φ принимаются равными: φ = 45° – 55° – при сухой и нормальной влажности; φ = 30° – 45° – в плывунах и обводненных галечниках. При мощности наносов менее 5 м при определении углов сдвижения в коренных породах наносы не учитываются.

Значения углов полных сдвижений ψ_1 и ψ_2, служащих для построения границ плоского дна мульды сдвижения при полной подработке земной поверхности и угла максимального оседания Θ для разных бассейнов и месторождений приведены в табл. 3.5.3. Значение угла полных сдвижений по простиранию пласта ψ_3 принимается в пределах 50 – 60°.

В почве разрабатываемого пласта также происходит изменение НДС – образуются зоны повышенного (опорного давления – зоны $IV_а$ и $IV_б$ и разгрузки – зоны $V_а$ и $V_б$ (зоны неравномерных поднятий) и VI (рис. 3.5.1).

При построении схемы сдвижения пород при очистной выемке расстояние, на котором происходит изменение НДС в почве пласта, в учебных целях можно принимать равным 60–80 м.

Процесс сдвижения земной поверхности в зоне влияния подземных разработок характеризуется общей продолжительностью и периодом опасных деформаций.

Под ***общей продолжительностью процесса сдвижения*** понимается период, в течение которого земная поверхность над выработанным пространством находится в состоянии сдвижения.

Общая продолжительность процесса сдвижения (T, мес.) от влияния отдельной очистной выработки определяется следующим образом:

- при подвигании очистного забоя по простиранию

$$T = k_T \frac{H}{C}(ctg\delta_o + ctg\varphi_3); \qquad (3.5.6)$$

- при подвигании очистного забоя по падению

$$T = k_T \frac{H}{C}\left(\frac{cos(\varphi_1 + \alpha)}{sin\varphi_1} + \frac{cos\beta_o}{\sin(\beta_o + \alpha)}\right); \qquad (3.5.7)$$

- при подвигании очистного забоя по восстанию

$$T = k_T \frac{H}{C}\left(\frac{cos\gamma_o}{sin(\gamma_{o1} - \alpha)} + \frac{cos(\varphi_2 - \alpha)}{sin\varphi_2}\right). \qquad (3.5.8)$$

где δ_o, β_o, γ_o – граничные углы сдвижения, град.;

φ_1, φ_2, φ_3 – углы полных сдвижений, град.;

H – средняя глубина горных работ, м;

α – угол падения пласта, град.;

C – скорость подвигания очистного забоя, м/мес.

Коэффициент k_T определяется по табл. 3.5.4 в зависимости от средней скорости подвигания очистного забоя *C* и средней глубины горных работ *H*.

Таблица 3.5.4

Значение коэффициента k_T

Скорость подвигания очистного забоя, м/мес	Глубина горных работ Н, м		
	до 100	до 300	≥ 500
20	1,5	1,2	1,1
60	1,8	1,5	1,3
150	2,0	1,5	1,5

Примечание. Для промежуточных значений *C* и *H* коэффициент k_T определяется интерполированием.

Период опасных деформаций (*t*, мес.) определяются из выражений:

t = 0,65 T при $H \leq 300$ м;

t = 0,55 T при $H \leq 500$ м (3.5.9)

3.5.2. Опорное горное давление. Как было отмечено ранее, в результате зависания слоев горных пород под выработанным пространством часть веса зависающих пород передается на неподработанный массив и напряжения в нем вблизи кромки повышаются по сравнению с γH. Это повышенное давление называют *опорным*. Опорное давление возникает при проведении любой выработки, при образовании карстовых полостей, расслоений, обрушений, т.е. во всех случаях, когда в толще любых горных пород, при любом их сложении и на любой глубине образуется какая-нибудь полость, имеющая пролет.

Проявление опорного давления играет основную роль в возникновении горных ударов, внезапных выбросов, определяет устойчивость любых горных выработок, вызывает пучение пород, разрушения горных выработок, снижает безопасность работ при подземной угледобыче и т.д. Поэтому естественно, что для правильного решения геомеханических задач знание закономерностей и параметров проявления опорного давления играет исключительно важную роль.

Общий характер распространения опорного давления в плоскости пласта по А. А. Борисову показан на рис. 3.5.2. По ориентировке относительно очистного забоя в плоскости пласта выделяются следующие зоны опорного горного давления: 1 – передняя; II – задняя; III – боковые (по падению и восстанию); по характеру изменений опорного давления – зона динамических проявлений опорного давления А, затухания динамических проявлений Б и статического опорного давления В.

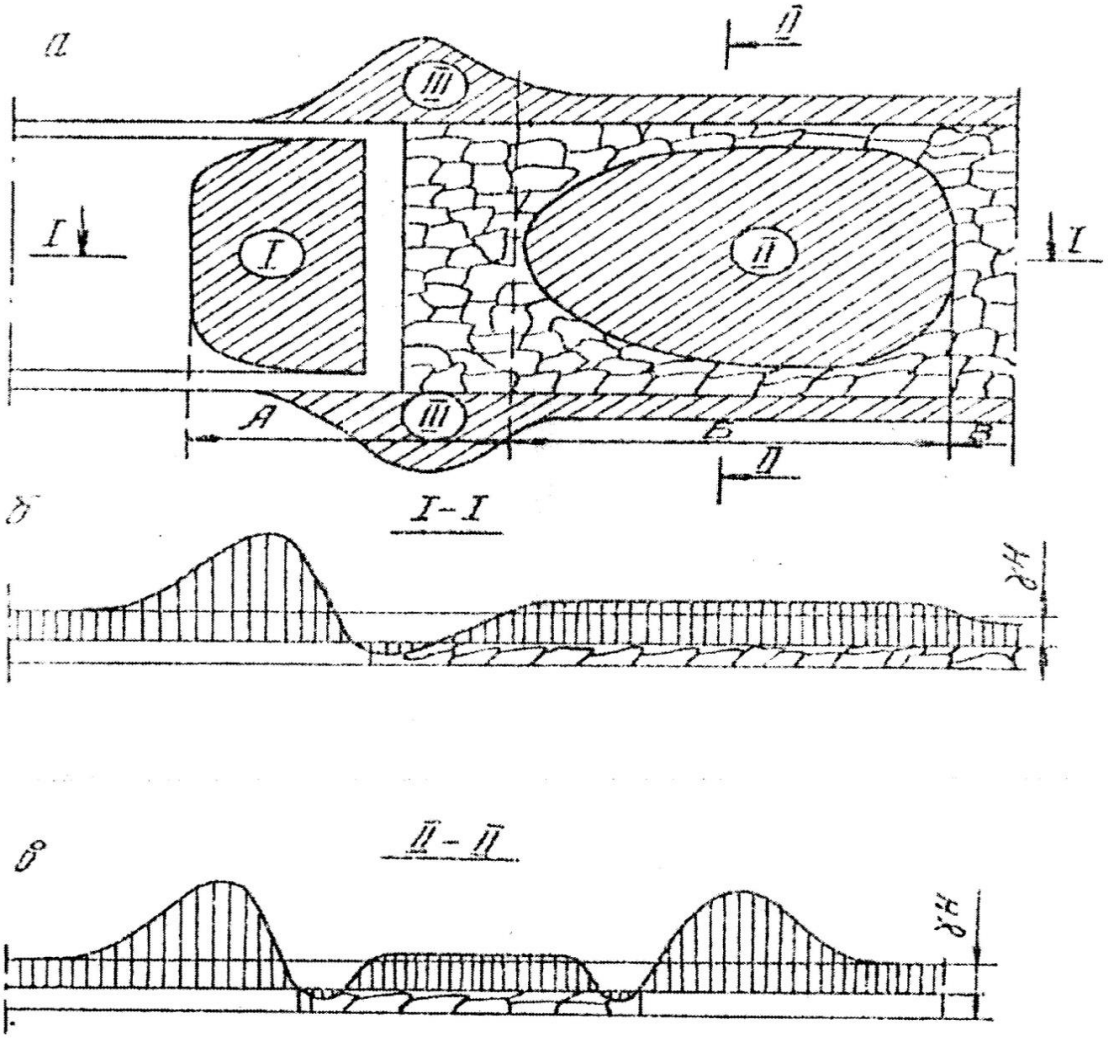


Рис. 3.5.2. Распределение опорного горного давления в окрестности очистной выработки: *I* – передняя зона опорного горного давления; *II* – задняя зона опорного горного давления; *III* – боковые зоны опорного горного давления. А – зона динамического опорного давления; Б – зона затухания динамического горного давления; В – зона статического опорного давления

В зонах динамики А и Б опорное давление меняет свою интенсивность, характер распределения и ширину охватываемой им зоны.

В пределах самих зон опорного давления наблюдается известная дифференциация. Так, в передней зоне (рис. 3.5.3) выделяются следующие подзоны: $L_{\text{н}}$ – пониженных сравнительно с γH напряжениями, $L_{\text{п}}$ – повышенных напряжений. Аналогичный характер распределения напряжений наблюдается и в боковых зонах.

Размеры зоны опорного давления зависят от многих горно-геологических и горнотехнических факторов. Такими факторами являются: мощность и угол падения пласта, физико-механические свойства пород кровли, состав и структура пород непосредственной и основной кровли, глубина разработки, длина очистного забоя, скорость его подвигания, способ управления кровлей и т.д.

Многообразие влияющих факторов и преобладание тех или других в различных условиях определяют резкие колебания параметров опорного давления. Протяженность зон опорного давления впереди лавы колеблется в пределах от 20 до 250 м, а максимальные значения его в 1,3 – 4,0 раза превышают вес столба покрывающих пород, т.е. $P_{\text{оп}} = (1{,}3 \div 4{,}0)\gamma H$.

С достаточной для практики точностью основные параметры опорного давления могут быть определены по следующим формулам:

$$L_{\text{оп}} = \frac{aH\cos\alpha}{f_{\text{п}}^{\text{в}}}, \qquad (3.5.10)$$

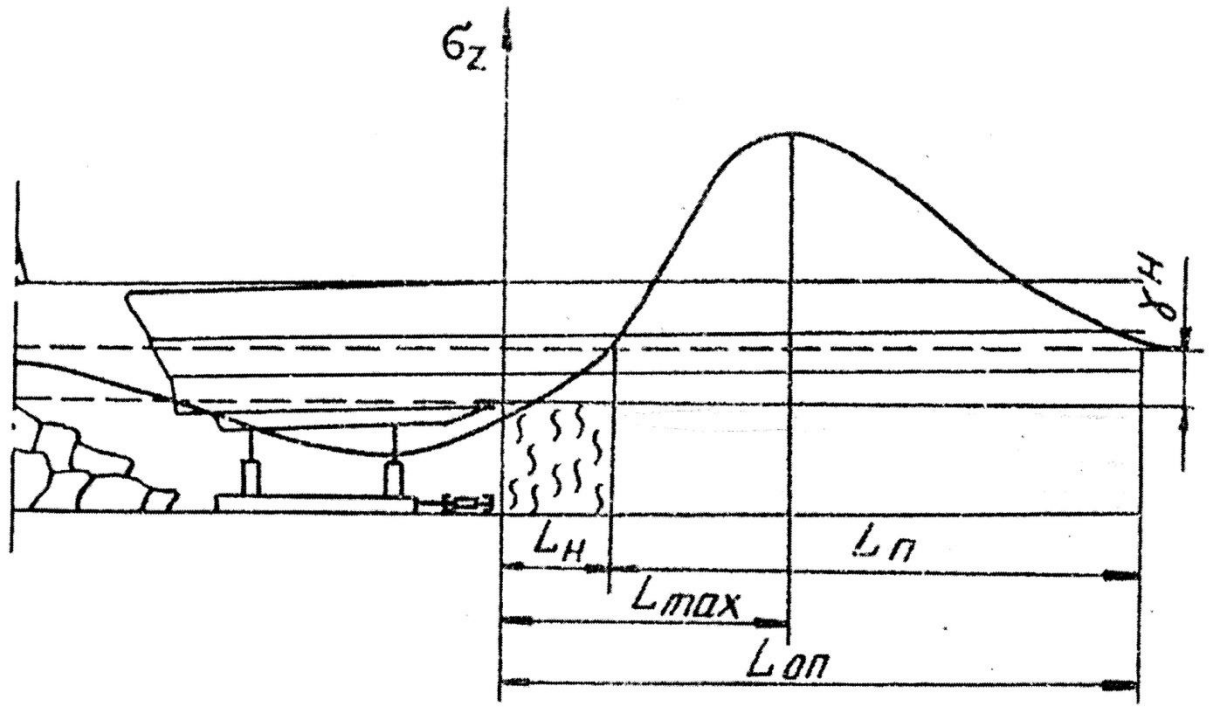


Рис.3.5.3. Распределение опорного давления впереди очистного забоя

$$L_{max} = 0{,}32L_{\text{оп}};\ \ L_{\text{н}} = 0{,}13L_{\text{оп}}, \qquad (3.5.11)$$

где $L_{\text{оп}}$ – общая протяженность зоны опорного давления, м;

L_{max} – местоположение максимума напряжений относительно краевой части пласта, м;

$L_{\text{н}}$ – размер области пониженных напряжений, м;

H – глубина разработки, м;

α – угол падения пласта, град.;

$f_{\text{п}}$ – коэффициент крепости пород кровли по шкале проф. М. М. Протодъяконова;

α и β – коэффициенты, зависящие от коэффициента β, характеризующего степень зависания пород кровли в выработанном пространстве;

$$\beta = \frac{h_{\text{ок}}}{h_{\text{нк}} + m}, \qquad (3.5.12)$$

где $h_{\text{ок}}$, $h_{\text{нк}}$ – мощность соответственно пород основной и непосредственной кровли, м;

m – мощность вынимаемого пласта, м.

Значения коэффициентов α и b в зависимости от β приведены в табл. 3.5.5.

Таблица 3.5.5

Значения коэффициентов α и b

$\beta = \frac{h_{\text{ок}}}{h_{\text{ок}} + m}$	0	2	4	6	8	10
a	0,16	0,23	0,29	0,36	0,40	0,44
b	0,62	0,60	0,58	0,56	0,52	0,50

Ширина боковых зон опорного давления изменяется в пределах от 10-15 до 50-70 м. За пределами зоны динамического опорного давления (на расстоянии 120-180 м и более) параметры опорного давления в боковых зонах должны определяться с учетом фактора времени и могут быть определены по формулам (3.5.10; 3.5.11).

При этом правые части выражений умножаются на коэффициент P_t, учитывающий изменение параметров опорного давления во времени, и равный:

$$P_t = \frac{t}{0{,}78t + 0{,}28}, \qquad (3.5.13)$$

где t – продолжительность воздействия опорного давления на угольный пласт, мес.

Со временем наблюдается увеличение зоны пониженных напряжений, перемещение в глубь массива максимума напряжений и его снижение.

Для расчета параметров опорного давления может быть использована методика, изложенная в работе /6/.

3.5.3.Проявления горного давления в очистных выработках и расчет давления на крепь

Проявления горного давления в очистных забоях сложны, разнообразны и существенно отличаются от его проявлений в подготовительных выработках. Знание основных закономерностей и параметров проявлений горного давления в лавах позволяет подойти к правильному пониманию взаимодействия пород кровли и крепи, создать обоснованные схемы и методы расчета крепи.

На пологих и наклонных пластах тонких и средней мощности отработку запасов ведут длинными очистными забоями. Общие закономерности сдвижений и горного давления при ведении очистных работ лавами по простиранию изложены выше.

Очистная выработка – это поддерживаемое призабойное пространство лавы, в котором осуществляют выемку угля. По мере подвигания лавы оно непрерывно перемещается в пространстве. В течение периода отработки запасов очистная выработка должна поддерживаться в надлежащем эксплуатационном состоянии с учетом требований Правил безопасности /8/.

Чтобы предотвратить обрушения пород кровли в призабойном пространстве применяют механизированные или индивидуальные крепи. Естественно, что при проектировании предпочтение должно отдаваться современным механизированным комплексам.

При разработке угольных пластов в выработанных пространствах лав управление кровлей (подработанной толщей пород) может осуществляться следующими способами: полное обрушение пород кровли, частичное обрушение, частичная или полная закладка выработанного пространства, плавное

опускание пород кровли пласта. Основным является способ управления кровлей полным обрушением (более 90 % отрабатываемых лав).

При работе с полным обрушением пород кровли процессы деформирования и разрушения покрывающей толщи пород могут варьироваться в весьма широком диапазоне в зависимости от мощности разрабатываемого пласта, угла падения, структуры покрывающей толщи, глубины работ, свойств вмещающих пород, их трещиноватости, а также длины выемочного участка, направления подвигания забоя, его ширины и т.д.

При выемке угля и подвигании лавы в пределах выемочного участка выделяется 2 периода, которые характеризуются неодинаковыми режимами обрушений подрабатываемой толщи пород кровли пласта.

Первый период – отход лавы от монтажной камеры на расстояние, при котором произойдет первое обрушение. Общая картина обрушений пород кровли показана на рис. 3.5.4.

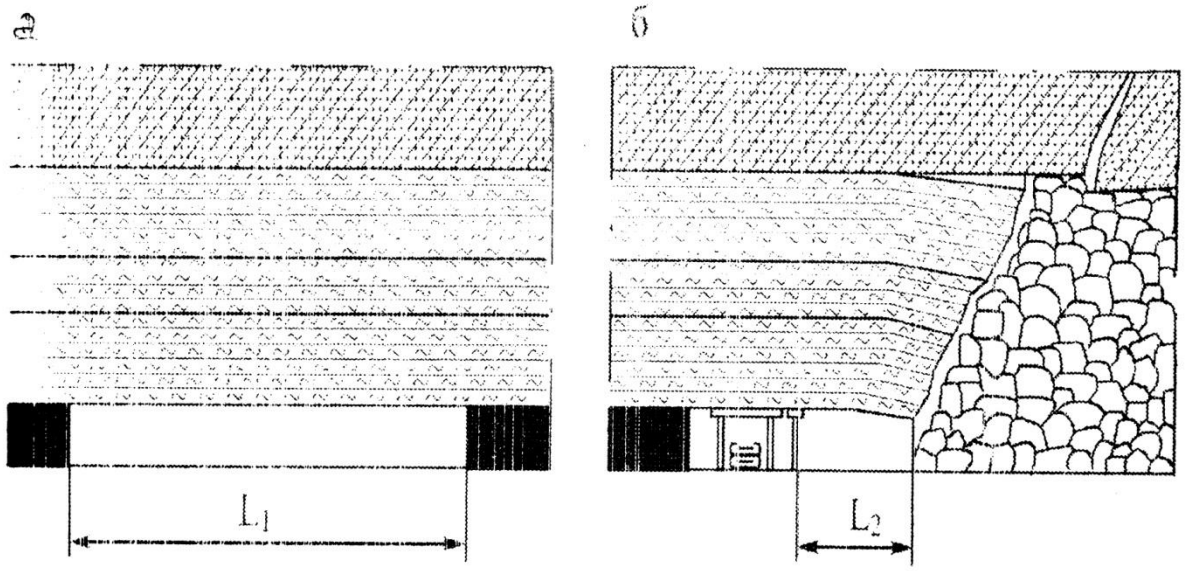


Рис. 3.5.4.Общая картина обрушений пород кровли в сечении по простиранию пласта:
а – зависание пород перед первым обрушением пород непосредственной кровли; *б* – обрушения пород непосредственной и основной кровли пласта в установившемся режиме

По мере увеличения площади выработанного пространства возрастает прогиб породных слоев и расслоение. При достижении предельного пролета L_1 (рис. 3.5.4, а) нижние слои обрушаются на почву пласта. Пролет первого обрушения пород непосредственной кровли называют шагом их начального обрушения. Значение его колеблется в широких пределах (5 – 20 м). Последующие

обрушения пород непосредственной кровли происходят с определенной периодичностью. Пролеты обрушения L_2 (рис.3.5.4, б) при этом называют шагом установившегося обрушения.

Анализируя процессы деформирования пород непосредственной кровли, можно констатировать, что до первого обрушения она работает как плита заделанная по контуру, а далее в режиме установившегося движения как консольная плита.

Аналогично происходит и деформирование пород основной кровли. Однако шаг начального (первого) обрушения при этом значительно больше и колеблется в пределах 25-100 м.

Шаг первого обрушения пород основной кровли L_1 можно принимать по опытным данным или определять по формуле

$$L_1 = 1{,}06\left(\sqrt{\sigma_{\text{сж}}^{\text{о}} h_2} + 8\right), \qquad (3.5.13)$$

где $\sigma_{\text{сж}}^{\text{о}}$ – прочность на сжатие пород основной кровли, МПа;

h_2 – мощность пород основной кровли, м.

При достижении предельного пролета породы основной кровли консольно зависают и передают давление на непосредственную кровлю, крепь очистного забоя и угольный пласт.

Шаг вторичного (установившегося) обрушения основной кровли L_2 определяется по формуле

$$L_2 = 0{,}35\left(\sqrt{\sigma_{\text{сж}}^{\text{о}} h_2} + 8\right). \qquad (3.5.14)$$

Рассмотренный механизм деформирования пород непосредственной и основной кровли позволяет подойти к правильному пониманию взаимодействия кровли и крепи очистных забоев, обосновывать расчетные схемы и методы расчета.

Многообразие горно-геологических условий разработки (мощность, угол падения, глубина работ, структура и свойства пластов и пород и т.д.), а также технологий очистных работ (системы разработки, способы управления кровлей, типы механизированных крепей, скорость подвигания очистного забоя и т.д.) привело к возникновению ряда гипотез горного давления, основными из которых являются: гипотеза свода, гипотеза ступенчатых опусканий, гипотеза балок, гипотеза плит, комбинированная гипотеза плит и балок. Каждая из этих гипотез может быть использована для расчетов горного давления для весьма специфических условий. Поэтому они рекомендуются для

использования, как правило, в учебных целях по согласованию с руководителем курсового проектирования.

Наиболее широко используются методики определения давления на механизированные крепи, изложенные в работах /5, 6, 9/.

На рис. 3.5.5 приведена расчетная схема, для которой определяется ожидаемая нагрузка на механизированную крепь поддерживающего типа.

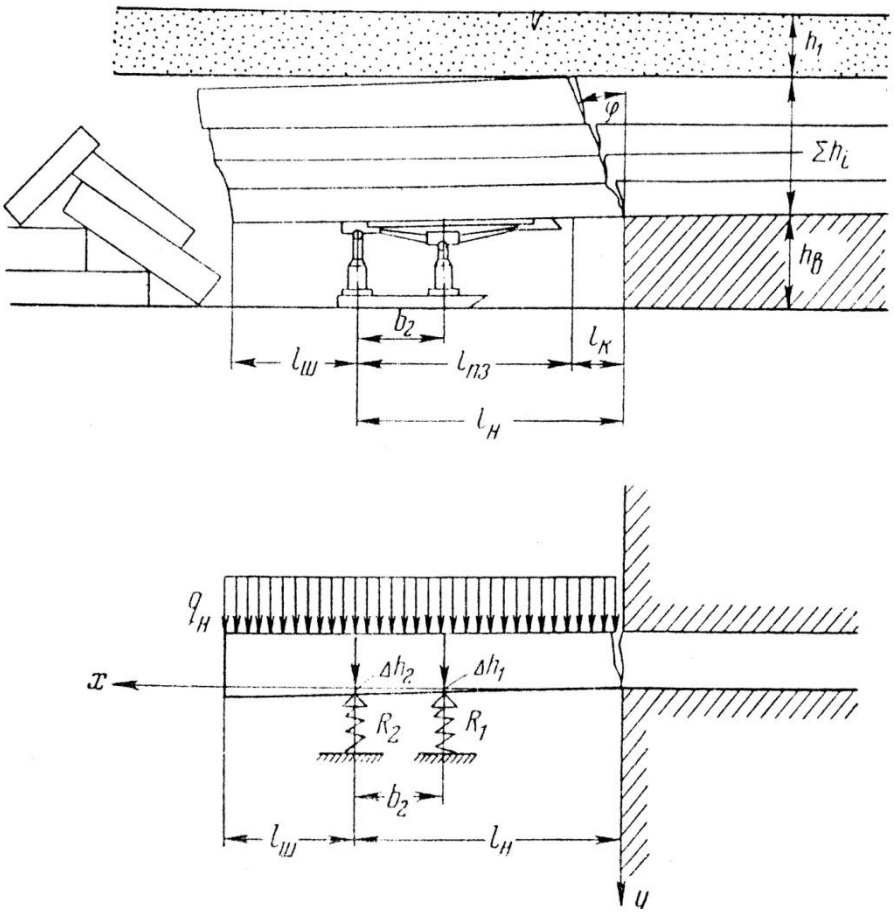


Рис. 3.5.5. Расчетная схема к определению нагрузки на механизированную крепь поддерживающего типа

Расчеты рекомендуется производить для максимальной ширины призабойного пространства

$$l_{\text{н}} = l_{\text{пз}} + l_{\text{к}}, \qquad (3.5.15)$$

где $l_{\text{пз}}$ – минимальная ширина поддерживаемого призабойного пространства, м. Принимается, как правило, равной длине секции крепи;

$l_{\text{к}}$ – ширина захвата комбайна, м.

Наиболее сложными условиями взаимодействия секции с кровлей являются те, когда крепь удерживает блок пород непосредственной кровли с зависающей консолью. Размер консоли блока можно определить по формуле

$$l_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{\sigma_n h_{\text{н}}}{3\gamma_{\text{ср}}}}, \qquad (3.5.16)$$

где $h_{\text{н}}$ – мощность непосредственной кровли, м; $h_{\text{н}} = \sum h_i$;

h_i – мощность i-го слоя пород, м;

σ_n – предел сопротивления пород непосредственной кровли изгибу, МПа;

$\gamma_{\text{ср}}$ – средняя плотность пород непосредственной кровли, КН/м^3.

По мере выемки угля блок пород увеличивается на ширину захвата $l_{\text{к}}$. Следовательно, размер блока ($l_{\text{м}}$), который будет оказывать давление на крепь с учетом зависающей консоли $l_{\text{ш}}$ и ширине захвата $l_{\text{к}}$ определится по формуле

$$l = l_{\text{ш}} + l_{\text{пз}} + l_{\text{к}}. \qquad (3.5.17)$$

Таким образом, механизированная крепь испытывает давление блока пород длиной l и высотой $h_{\text{н}}$ (рис. 3.5.5). Каждая секция крепи несет нагрузку от блока пород шириной равной шагу установки секций ($a_{\text{м}}$). В результате в стойках крепи возникают силы реакции R_1, R_2, уравновешивающие силы горного давления.

Уравнение равновесия моментов действующих сил будет следующим:

$$M_q - M_{R1} - M_{R2} = 0. \qquad (3.5.18)$$

Преобразовав моменты сил через их значения получим

$$\frac{q_{\text{н}}(l_{\text{н}} + l_{\text{ш}})^2}{2} = R_1(l_{\text{н}} - b_2) + R_2 l_{\text{н}}, \qquad (3.5.19)$$

где $q_{\text{н}}$ – нагрузка на крепь от пород непосредственной кровли, $q_{\text{н}} = \gamma_{\text{ср}} \sum h_i$.

Окончательно получим

$$R_1 = \frac{q_н(l_н + l_ш)^2(l_н - b_2)a_2}{2[l_н^2 + (l_н - b_2)^2]} + P_R. \qquad (3.5.20)$$

Аналогично

$$R_2 = \frac{q_н(l_н + l_ш)^2 l_н a_2}{2[l_н^2 + (l_н - b_2)^2]} + P_R, \qquad (3.5.21)$$

где a_2 – расстояние между серединами секций крепи, м.

Максимальная нагрузка на одну стойку при условии $R_1 = 0$ составит

$$R_{max} = \frac{q_н(l_н + l_ш)^2 a_2}{2l_н} + P_R, \qquad (3.5.22)$$

где P_R – первоначальный распор крепи, кН. Принимается равным 15 кН.

В условиях когда мощность пород непосредственной кровли меньше (4 – 6) m в расчетах нагрузки на крепь должны учитывать и давление, создаваемое породами основной кровли /6, 9/. На рис. 3.5.6 приведены схемы, для которых с некоторым приближением можно произвести расчет ожидаемой нагрузки на крепи очистных забоев.

При наличии над угольным пластом легкообрушающихся пород мощностью h_1 и толщине нижнего слоя основной кровли h_2 (рис. 3.5.6 а) расчет нагрузки на крепь производится по формуле

$$R = q_1 + q_2 = \frac{\gamma_1 h_1 \left(l_п + l_{кр} + l_з\right)}{l_{кр}} + B\frac{\gamma_2 h_2 L_2}{l_{кр}}, \qquad (3.5.23)$$

где q_1 – нагрузка от непосредственной кровли, МПа;

q_2 – нагрузка от основной кровли, МПа;

γ_1, γ_2 – объемный вес пород непосредственной и основной кровли соответственно, МН/м^3;

$l_п$ – расстояние от забоя до крепи, равное шагу передвижки, м;

$l_{кр}$ – длина секции крепи, м;

$l_з$ – максимальная длина зависающей консоли непосредственной кровли, м; в большинстве случаев $l_з$ = (0,5 ÷ 1,5) м;

L_2 – шаг вторичного обрушения основной кровли, м; принимать

по опытным данным или определять по формуле (3.5.14).

B – коэффициент, зависящий от $C_2 = \frac{L_2}{h_2}$ (табл. 3.5.6).

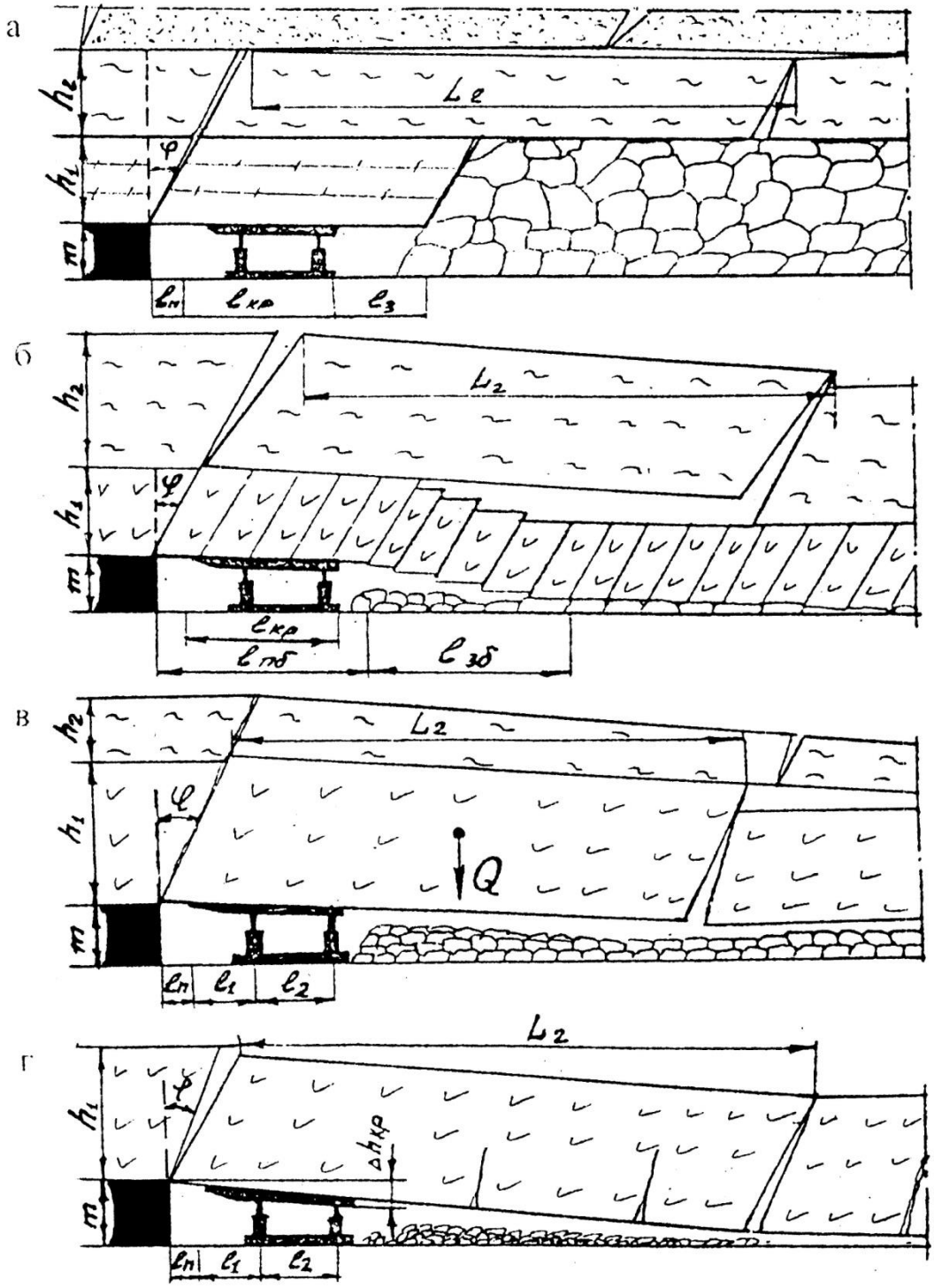


Рис. 3.5.6. Схемы расчета ожидаемых нагрузок на крепь при залегании под пластом:

а – легкообрушающихся пород; *б* – пород, обрушающихся мелкими блоками; *в* – труднообрушающихся пород; *г* – труднообрушающихся пород с блочным строением

Таблица 3.5.6

Значения коэффициента *B*

C_2	< 1	$1 < C_2 < 2$	$c_2 < 2;\ \frac{h_1}{m} < 2$	$c_2 < 2;\ \frac{h_1}{m} < 2$
B	0,75	0,5	0,5	0,3

Формулой (3.5.23) рекомендуется пользоваться при $\frac{h_1}{m} < 3{,}5$.

При залегании над угольным пластом толстого слоя породы (рис. 3.5.6, б), разламывающегося на блоки при $C_1 = \frac{l_{\delta_1}}{h_1} < 1$ расчет ожидаемой нагрузки на крепь очистного забоя производится по формуле

$$R = \frac{\gamma_1 h_1}{l_{\text{кр}}}\,(0{,}75 l_{\text{пб}} + 0{,}5 l_{\text{зб}}) + B\,\frac{\gamma_2 h_2 L_2}{l_{\text{кр}}}, \qquad (3.5.24)$$

где $l_{\text{пб}}$ – суммарная длина поддерживаемых крепью блоков, м; длина блоков как правило разная; принимать. что последний поддерживаемый блок имеет наибольшую длину и половина его зависает за крепью; при длине блока больше $l_{\text{п}} + l_{\text{кр}}$ принимать полную длину блока;

$l_{\text{зб}}$ – суммарная длина зависающих за крепью блоков, м; принимать по опытным данным; при $l_{\text{б}} < \left(l_{\text{п}} + l_{\text{кр}}\right)$ суммарную длину зависающих блоков можно принимать равной (4…5) m. При длине блока больше $l_{\text{п}} + l_{\text{кр}}$ могут быть два случая. В первом случае блок, находящийся за крепью, зависает; тогда вместо $l_{\text{зб}}$ принимать длину блока; во втором случае блок, находящийся за крепью, систематически выпадает, тогда второе слагаемое в скобках принимать равным нулю.

Коэффициент B принимать равным 0,75 при $C_2 < 1$; 0,5 – при $1 < C_2 < 2$ и 0,3 – при $C_2 > 2$.

При залегании непосредственно над угольным пластом труднообрушаемого слоя породы (см рис. 3.5.6, в), разламывающегося на блоки, при $C_1 > 1$ расчет ожидаемой нагрузки на крепь производится по формуле

$$R = BD\,\frac{\gamma_1 h_1 L_2}{l_{\text{кр}}} \qquad (3.5.25)$$

Все обозначения даны на рис. 3.5.6, в. Коэффициент B принимать равным 0,75 при $l < C_2 < 2$ и 0,5 при $C_2 > 2$. При залегании над нижним слоем труднообрушаемой породы с толщиной слоя $h_2 > h_1$ принимать D = 1; если $h_2 < h_1$ принимать D = 1,3. При залегании над нижним труднообрушаемым слоем пачки легкообрушаемых пород общей мощностью $h_2 > 0{,}5h_1$ принимать D = 1,5; при $h_2 < 0{,}5h_1$ коэффициент D принимать с учетом полного веса этой пачки, т.е.

$$D = 1 + \frac{\gamma_2 h_2}{\gamma_1 h_1}. \qquad (3.5.26)$$

При залегании непосредственно над угольным пластом труднообрушаемого слоя породы, разламывающегося на блоки, при $C_2 > 2$ (см. рис. 3.5.6, г) и опускании заднего конца блока до почвы пласта возможно сокращение высоты крепи по заднему ряду стоек, превышающее раздвижность крепи. Сравнение этих величин производится по формуле

$$\Delta h_{\text{кр}} = \frac{(m - \Delta h_{\text{ш}} - \Delta h_{\text{п}})(l_n + l_1 + l_2)}{L_2} \geq H - H_{min} - 0{,}05\ , \qquad (3.5.27)$$

где $\Delta h_{\text{кр}}$ – принудительное сокращение высоты крепи при опускании заднего конца блока до почвы пласта, м;

$\Delta h_{\text{ш}}$ – толщина слоя угольного и породного штыба за крепью, м;

$\Delta h_{\text{п}}$ – поднятие почвы, м; на расстоянии 10 - 20 м от забоя при глубине залегания до 500 м можно принимать 0,1 m при больших глубинах – 0,15 m;

l_1 – длина передней консоли верхняка секции, м;

l_2 – расстояние между передним и задним рядами стоек в секциях, м;

H – высота крепи на участках выемочного столба с наименьшей вынимаемой мощностью угольного пласта, м;

H_{min} – минимальная конструктивная высота крепи, м;

0,05 м – запас раздвижности на разгрузку секций.

Если левая часть (3.5.27) меньше правой, то расчет производится по формуле (3.5.25). Если левая часть равна или больше правой, то расчет ожидаемой нагрузки на крепь производится по формуле

$$R = \frac{\gamma_1 h_1 L_2 (L_2 + 0{,}36 h_1)}{2 l_{\text{кр}} (l_n + l_1 + l_2)}. \qquad (3.5.28)$$

Приведенные методики по определению нагрузки на крепь не учитывают в полной мере геомеханические процессы взаимодействия пород кровли и крепи. Однако они позволяют с достаточной для практики точностью осуществлять ее предрасчет.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1, *Важенин Л. А., Кокарев К. В.* Методические указания по оформлению пояснительной записки к дипломному (курсовому) проекту. – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2012. – 25 с.

2. *Ржевский В. В.* Основы физики горных пород. – М. : Изд-во «Недра», 1978. – 390 с.

3. *Латышев О. Г., Казак О. О.* Физика горных пород. – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2013. – 277 с.

4. *Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях.* – СПб. ; Изд-во ВНИМИ, 1998. – 159 с.

5. *Борисов А. А.* Механика горных пород и массивов. – М. ; Изд-во «Недра», 1980. – 360 с.

6. *Вандышев А. М., Феклистов Ю. Г.* Геомеханика при подземной разработке месторождений осадочного типа : Практикум по дисциплине «Геомеханика» для студентов специальности 130404 – «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых», специализации «Подземная разработка пластовых месторождений», направления 130400 – «Горное дело». – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2006. – 136 с.

7. *Вандышев А. М., Валиев Н. Г.* Управление состоянием массива горных пород. – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2016. – 199 с.

8. *Федеральные нормы и правила безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах».* Серия 05. Выпуск 40. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. – 200 с.

9. *Инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках.* – Л. : Изд-во ВНИМИ, 1991. – 102 с.

Приложение 1

«Уральский государственный горный университет»
Горно-технологический факультет
Кафедра горного дела

Задание № ____
по курсовому проекту по дисциплине «Геомеханика»

Студент группы _____ Специальность_____
Ф. И. О. _____
Руководитель курсового проектирования – *А. М. Вандышев*
Дата выдачи задания_____ Срок сдачи курсового проекта_____

Условия:

Средняя мощность пласта	m, м	3,0	
Угол падения пласта	α, град	15	
Глубина разработки	H , м	320	
Размеры очистной выработки:			
по падению	D_1 , м	150	
по простиранию	D_2, м	660	
Размеры горизонтальной выработки:			
в проходке: ширина	b , м	3,7	
высота	h , м	3,2	
Прочность угля на сжатие	$\sigma_{сж}^{у}$, МПа	15	
Непосредственная кровля – аргиллит,		$h_{нк}^{'}$ = 6,5 м	$\sigma_{сж}$ = 28 МПа
алевролит,		$h_{нк}^{''}$ = 7,2 м	$\sigma_{сж}$ = 32 МПа
Основная кровля – песчаник,		$h_{ок}$ = 8 м;	$\sigma_{сж}$ = 68 МПа
Непосредственная почва – алевролит,		$h_{нп}$ = 4,2 м	$\sigma_{сж}$ = 29 МПа
Объемный вес пород	γ , МН/м^3	0,026	
Коэффициент Пуассона	υ	0,28	
Модуль упругости	$E10^{-3}$, МПа	32	
Сцепление угля	$C_{уг}$, МПа	2,7	
Угол внутреннего трения пород	φ, град	28	
Скорость упругой волны	$C_{р}$, м/с	4200	
Коэффициент структурного ослабления	$К_{с}$	0,50	

Зав.кафедрой ГД Н. Г. Валиев
Руководитель курсового проектирования А. М. Вандышев

Приложение 2

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОД И УГЛЕЙ

Наименование пород	Предел прочности МПа		Модуль упругости $E \cdot 10^{-3}$, МПа	Угол внутреннего трения φ, град	Коэффициент Пуассона, υ
	на сжатие	на растяжение			
Кузнецкий бассейн					
Песчаники	100 (50–160)	17 (10–26)	35 (30–40)	31 (20–45)	0,18 (0,15–0,25)
Алевролиты	60 (20–110)	12 (9–14)	30 (29–32)	23 (18–27)	0,33 (0,25–0,40)
Аргиллиты	30 (10–50)	6 (4–9)	30 (28–33)	20 (14–25)	0,28 (0,20–0,35)
Уголь	29 (20–38)	8,6	28	5,1	0,29
Донецкий бассейн					
Песчаники	100 (60–140)	23 (13–40)	45 (30–60)	40 (25–69)	0,31
Алевролиты	60 (25–100)	13 (8–26)	35 (20–41)	25 (14–50)	0,34 (0,24–0,41)
Аргиллиты	40 (10–60)	9 (5–12)	30 (20–40)	17 (5–38)	0,36 (0,29–0,42)
Уголь	19 (16–22)	3,4	37	4,6	0,30
Печорский бассейн					
Песчаники	120 (70–180)	20 (12–28)	35 (34–36)	39 (25–53)	0,25 (0,20–0,30)
Алевролиты	75 (50–100)	17 (15–23)	34 (34–35)	27 20–35)	0,22 (0,16–0,28)
Аргиллиты	50 (25–80)	14 (10–18)	34 (32–36)	15 (7–25)	0,22 (0,15–0,30)
Уголь	13 (9–16)	2,8	32	5,4	0,35

Примечание: в скобках указан интервал изменчивости показателей; средний объемный вес пород составляет:
песчаников – 0,026 МН/м^3, алевролитов и аргиллитов – 0,026 – 0,028 МН/м^3, углей – 0,012-0,015 МН/м^3.

Приложение 3

Пример. Определить устойчивость пород вокруг горизонтальной выработки, проводимой по простиранию на глубине 800 м. Угол падения пород 15°. Вмещающие породы показаны на рис. П.3.

Характеристика слоев пород: 1 – песчаник, σ_{min}= 91 МПа

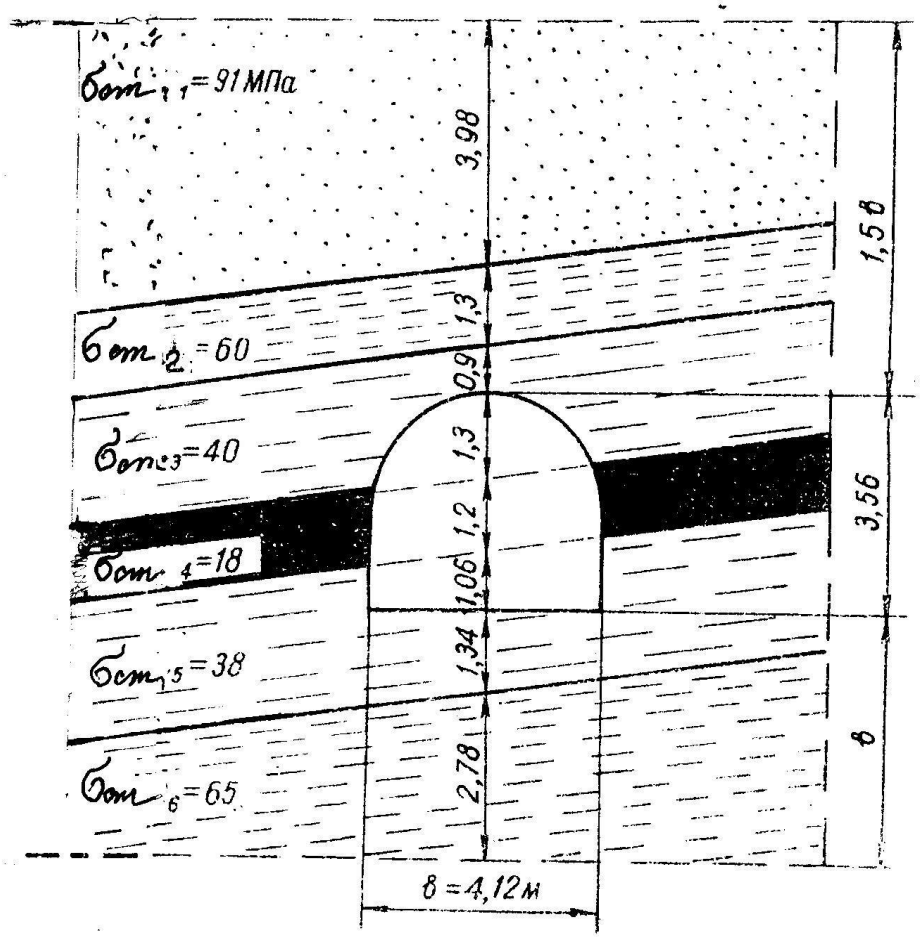


Рис. П. 3. Расчетная схема к примеру

m_1= 4,8 м; *2* – алевролит, $\sigma_{сж}$= 60 МПа m_2= 1,3 м; *3* – аргиллит, $\sigma_{сж3}$ = 40 МПа, m_3= 2,2 м; *4* – уголь, $\sigma_{сж4}$ = 18 МПа, m_1= 1,2 м; *5* – аргиллит, $\sigma_{сж5}$ = 38 МПа, m_5= 2,4 м; *6* – алевролит, $\sigma_{сж6}$ = 65 МПа, m_6= 4,0 м;

Для всех вмещающих пород коэффициент структурного ослабления $K_с$ принимается равным 0,9. Ширина выработки в проходке 4,12 м, высота 3,56 м. Выработка сухая, находится вне тектонических нарушений.

Решение.

1. Определяем расчетную глубину заложения выработки

$$H_{\text{р}} = K_{\text{г}} H = 1{,}5 \cdot 800 = 1200 \text{ м}$$

2. Определяем расчетную прочность пород вмещающих выработку пород. Для всех пород по условиям задания $K_{\text{с}}$= 0,9. Тогда

$$\sigma_{\text{сж1}} = 91 \cdot 0{,}9 = 82 \text{ МПа}; \quad \sigma_{\text{сж2}} = 60 \cdot 0{,}9 = 54 \text{ МПа};$$
$$\sigma_{\text{сж3}} = 40 \cdot 0{,}9 = 36 \text{ МПа}; \quad \sigma_{\text{сж4}} = 18 \cdot 0{,}9 = 16{,}2 \text{ МПа};$$
$$\sigma_{\text{сж5}} = 38 \cdot 0{,}9 = 34{,}2 \text{ МПа}; \quad \sigma_{\text{сж6}} = 65 \cdot 0{,}9 = 58{,}5 \text{ МПа}.$$

Расчетное значение пород кровли $\sigma^{\text{к}}_{\text{сж.р}}$ определяем на высоту 1,5 *в (в* – $\sigma_{\text{сж.п}}$ширина выработки, м) $4{,}12 \cdot 1{,}5 = 6{,}18$ м; пород почвы $\sigma_{\text{сж.п}}$ – на глубину 4,12 м.

Расчетная прочность пород кровли $\sigma^{\text{к}}_{\text{сж.р}}$ по формуле (3.4.12) равна:

$$\sigma^{\text{к}}_{\text{сж.р}} = \frac{82 \cdot 3{,}98 + 54 \cdot 1{,}3 + 36 \cdot 2{,}2 + 16{,}2 \cdot 1{,}2 + 34{,}2 \cdot 1{,}06}{3{,}98 + 1{,}3 + 2{,}2 + 1{,}2 + 1{,}06} = 54{,}5 \text{ МПа}.$$

Аналогично для пород почвы

$$\sigma^{\text{п}}_{\text{сж.р}} = \frac{36 \cdot 1{,}3 + 16{,}2 \cdot 1{,}2 + 34{,}2 \cdot 2{,}4 + 58{,}5 \cdot 2{,}78}{1{,}3 + 1{,}2 + 2{,}4 + 2{,}78} = 40{,}5 \text{ МПа}.$$

Расчетная прочность пород в боках выработки составит

$$\sigma^{\text{б}}_{\text{сж.р}} = \frac{36 \cdot 1{,}3 + 16{,}2 \cdot 1{,}2 + 34{,}2 \cdot 1{,}06}{1{,}3 + 1{,}2 + 1{,}06} = 28{,}8 \text{ МПа}.$$

Среднеарифметическая расчетная прочность пород составляет

$$\sigma_{\text{сж.р}} = \frac{\sigma^{\text{к}}_{\text{сж.р}} + \sigma^{\text{п}}_{\text{сж.р}} + \sigma^{\text{б}}_{\text{сж.р}}}{3} = \frac{54{,}5 + 40{,}5 + 28{,}8}{3} = 41{,}3 \text{ МПа}.$$

Определяем величину безразмерного показателя K

$$K = \frac{\gamma H_{\text{р}}}{\sigma_{\text{сж.р}}} = \frac{0{,}026 \cdot 1200}{41{,}3} = 0{,}76.$$

Вывод: при расчетном показателе $K = 0{,}76$ породы относятся к весьма неустойчивым и естественно выработка нуждается в креплении.

Учебное издание

Александр Михайлович ВАНДЫШЕВ
Нияз Гадым оглы ВАЛИЕВ

ГЕОМЕХАНИКА

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта для студентов специальности 21.05.04 – «Горное дело» специализации «Подземная разработка пластовых месторождений»

Редактор Л. В. Устьянцева
Компьютерная верстка И. В. Реснянской

Подписано в печать 2016 г.
Бумага писчая. Формат 60 х 84/16. Гарнитура Times New Roman.
Печать на ризографе. Печ. л. 2.9. Уч.-изд. л. Тираж .
Заказ .

Издательство УГГУ
620144 г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
УГГУ по учебно-
методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.Б.1.29 ОСНОВЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
Подземная разработка пластовых месторождений

форма обучения: очная

Автор: Вандышев А.М., доцент, к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией Горно-технологического факультета
Горного дела	
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Валиев Н.Г.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 17.04.2019	Протокол №7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 3
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям 5
Подготовка и написание контрольной работы 5
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 6

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.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсового проекта;

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к выполнению практико-ориентированного задания;
- подготовка к зачету.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами 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 зачёта.

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– повторная работа над учебным материалом;
– составление таблиц для систематизации учебного материала;
– изучение нормативных материалов;
– составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
– ответы на вопросы для самопроверки;
– составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены в комплекте оценочных по дисциплине и могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, 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 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.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета.

Билет на зачет 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 зачету студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к зачету;
- 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 зачету: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в зачетном билете, продолжительность и форму проведения зачету (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с зачетным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного зачета дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ЗАДАНИЯ

ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Специализация

№1 Подземная разработка пластовых месторождений

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2019

Автор(ы) Цейтлин Е.М., доцент, к.г.м.н.,
Студенок Г.А.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Инженерной экологии	Горно-технологического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Хохряков А.В.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 17.04.2019 г..	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Горнопромышленная экология» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить контрольную работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен экзамен.

Занятия по дисциплине «Горнопромышленная экология» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Горнопромышленная экология» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя контрольную работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, контрольной работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материалов лекций;
- самостоятельное изучение отдельных тем курса;
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к устному опросу;
- подготовка к докладу;
- работа с порталом электронных образовательных ресурсов;
- работа с литературой и интернет-ресурсами;
- тестирование.

Повторение материалов лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Ответы на вопросы для самопроверки и для подготовки к устному опросу позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Работа с порталом электронных образовательных ресурсов предполагает регулярное использование студентом различных учебно-методических материалов, размещенных на портале.

Работа с литературой и интернет-ресурсами дополняет учебную работу на лекциях и практических (семинарских) занятиях. Для начала рекомендуется изучение тех источников, которые указаны преподавателем, при необходимости следует расширить круг изучаемых источников. Работа с информацией - поиск информации в библиотеке, Интернете, отбор информации для решения конкретной учебной задачи. При работе с интернет-ресурсами следует иметь в виду, что качество некоторых материалов может быть не соответствующим необходимому уровню.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом.

Выполнение домашних заданий предусмотрено в следующей форме:

Подготовка к докладу – подготовка доклада на определенную тему, включающего обзор соответствующих литературных и других источников или краткое изложение книги, научной работы, статьи, исследования;

Конкретные виды заданий по дисциплине «Горнопромышленная экология» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся (СРО)

Суммарный объем часов на СРО *очной формы обучения* составляет **126** часов.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					95
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	1,75 х 36 = 63	63
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	1,0-8,0	1,5 х 8 = 12	12
3	Подготовка к докладу, сообщению, аналитическому обзору	1 занятие	1,0-2,5	2,2 х 9= 20	20
Другие виды самостоятельной работы					31
4	Тестирование	1 тест по теме	0,1-0,5	0,5 х 8 = 4	4
5	Подготовка к экзамену	1 экзамен		27	27
	Итого:				**126**

Суммарный объем часов на СРО *заочной формы* обучения составляет **168** час.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	4 х 8 = 32	32
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	1,0-15	8 х 15 = 120	120
3	Подготовка к докладу, сообщению, аналитическому обзору	1 занятие	1,0-3,0	2 х 1,5 = 3	3
Другие виды самостоятельной работы					
4	Тестирование	1 тест по теме	0,1-0,5	0,5 х 8 = 4	4
5	Подготовка к экзамену	1 экзамен		9	9
	Итого:				**168**

Тема 1. Воздействие антропогенных факторов горного производства на подсистемы биосферы.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 1 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие/ А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеичев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

– прочитать главу 1 учебного пособия: Промышленная экология : учебное пособие / В. А. Зайцев. - Москва : БИНОМосква Лаборатория знаний, 2013. - 382 с

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое безотходные технологии?
2. В чём заключается загрязнение окружающей среды от горнопромышленных производств?
3. Какие существуют компоненты земной атмосферы?
4. Назовите основные пути решения экологических проблем.

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного ответа или впишите словами.

1. Как правильно оценивается эффективность экологической охраны окружающей среды?

- как системный показатель прибыли, полученный от сохранения чистоты продуктивности природной среды, являющейся индикатором здоровья людей и продолжительность их жизни;
- как системный показатель прибыли, полученный от сохранения и рационального использования природных ресурсов и естественных условий;
- как показатель эколого–социально–экономической прибыли, понимаемый как конечный результат природоохранных мероприятий.

2. Какую роль в управлении и экономическом регулировании экологической охраны природы и окружающей среды играют кадастры и реестры природных ресурсов?

- введение стимулирующих льготных налогов, цен на экологически чистую продукцию;
- дифференцирование взимания платы за пользование природными ресурсами с учетом ренты;
- установление нормативных налоговых и других видов платежей, штрафных санкций за загрязнение окружающей среды.

3. Расставьте по степени снижения их вредного воздействия на окружающую среду виды транспорта:

- ракетно-космический;
- водный;
- авиационный;
- железнодорожный;
- автомобильный;
- трубопроводный.

4. Расставьте в последовательности увеличения экологической нагрузки на окружающую среду объекты топливно-энергетического комплекса:

- ТЭС, сжигающие уголь и горючие сланцы;
- геотермальные электростанции;
- ТЭС, сжигающие нефтепродукты;
- ТЭС, сжигающие газ;
- АЭС, при их безаварийной работе.

5. Что такое экологический фактор?

6. Что представляют собой абиотические факторы?

7. Антропогенные факторы это…

8. Каким геологическим процессам подвергаются отвалы техногенных пород?

а) выветривания;

б) испарению;

в) водной и ветровой эрозии.

9. Какие геохимические изменения природы вод происходят в результате разработки сульфидных месторождений?

а) накопление тяжёлых металлов;

б) условия миграции химических элементов;

в) рассеяние тяжёлых металлов.

10. К каким изменениям приводит разработка месторождений нефти на шельфе?

Тема 2. Взаимодействие природных и техногенных процессов, преобразование вещества и энергии в горном производстве.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 2 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие/ А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеичев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

– прочитать главу 2 учебного пособия: Промышленная экология : учебное пособие / В. А. Зайцев. - Москва : БИНОМосква Лаборатория знаний, 2013. - 382 с

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Как промышленное производство воздействует на окружающую среду?
2. Назовите принципы нормирования техногенного воздействия промышленности на окружающую среду.
3. Какие существуют требования к технологическим процессам горного производства?
4. Какие существуют требования к аппаратному оформлению, сырью, энергоресурсам и готовой продукции?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного ответа или впишите словами.

1. Выветривание горных пород, связанное с круговоротом воды, называется..

2. Основные горные породы земли и металлы, слагающие земную кору- это..

3. Наибольшую опасность представляет нарушение герметичности сосуда хранения жидкостей 1 и 2 категории (правильный ответ):

А. выше уровня жидкости; Б. ниже уровня жидкости;

В. отказ предохранительного клапана.

4. Взрывом называют:

А. Внезапное высвобождение энергии, сопровождающееся быстрым увеличением давления в ограниченном пространстве;

Б. Внезапное высвобождение энергии, сопровождающееся изменением состояния вещества;

В. Сильный и шумный хлопок, связанный с нагнетанием и сбросом давления.

5.Что из нижеперечисленного является основным поражающим фактором при взрыве?

А. Тепловая энергия;

Б. Ударная волна;

В. Звуковая волна.

6. Какие виды взрывов бывают? (согласно классификации)

7. К легко воспламеняющимся жидкостям относятся …

8. Взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости происходит при(выберите правильный ответ):

А. Разгерметизации сосуда под давлением;

Б. Нахождении сосуда под давлением в зоне пожара;

В. Разлитии воспламеняющегося вещества

9. Физические характеристики токсичных веществ (выберите неправильный ответ):

А. Способность к рассеиванию;

Б. Стойкость;

В. Гидрофильность.

Тема 3. Оценка воздействия на окружающую среду горных предприятий. Разделы ООС и ОВОС в проектной документации.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. *Повторение материала лекций:*

– прочитать раздел 3 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие/ А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеичев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

- ознакомиться со следующими нормативно-правовыми документами:

Закон «Об охране окружающей природной среды»	Верховный Совет РФ с изменениями на 27 декабря 2018 года
Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации	Приказ Госкомэкологии РФ от 16.05.2000 N 372. Зарегистрировано в Минюсте РФ 04.07.2000 N 2302
Закон «Об экологической экспертизе»	Законодательное Собрание РФ

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Что такое оценка воздействия на окружающую среду?
2. В чём заключается государственная экологическая экспертиза?
3. Сколько этапов в себя включает ОВОС?
4. В чём заключается экологическая экспертиза и экологический аудит? В чём их различие?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного ответа или впишите словами.

1. Что первоначально проводится при проведении ОВОС?

1. Собрание ГЭЭ.
2. Рекогносцировочная оценка.
3. Предварительная проверка.
4. Оценка по проведению ОВОС.

2. Что готовит заказчик/инвестор на любой стадии разработки проектной документации?

1. Информацию о состоянии ОПС.
2. Участников процесса ОВОС
3. Техническое задание.
4. Оценку доходов на предприятии.

3. Что включает в себя предварительная оценка воздействия на окружающую среду?

1. Анализ, проверка, выявление и прогноз.
2. Описание, анализ и характеристика.
3. Характеристика и оценка.
4. Анализ и меры по снижению воздействия

4. Какие разделы предусматриваются в проекте ТЕО?

5. Описание, анализ, характеристика, оценка и меры мы можем отнести к…

6. Сколько этапов содержит, согласно "Положению об ОВОС в РФ", данная процедура?

1.три

2.четыре
3. пять

7. Какой итоговый документ первого этапа ОВОС выдается, согласно "Положению об ОВОС в РФ"?

1. Сводка воздействий на ОС
2. Техническое задание на проведение ОВОС
3.Разрешение на проведение ОВОС

8. Является ли обязательным информирование общественности на первом этапе ОВОС?

1. Да
2. Нет

9. Итогом третьего этапа ОВОС, согласно "Положению об ОВОС в РФ", является…

10. Что не должны содержать материалы ОВОС проектов новых технологий и техники?

1. Характеристику технологического процесса
2. Бизнес-план применения данной технологии
3. Оценку методического подхода к определению и расчёту выбросов (сбросов)
4. Алгоритмы расчёта удельных количеств ЗВ, поступающих в ОС

Тема 4. Охрана атмосферного воздуха в горном производстве, причины, источники и нормирование воздействия, методы очистки.
Тема 5. Охрана поверхностных и подземных вод в горном производстве, причины, источники и нормирование воздействия, методы очистки.
Тема 6. Охрана и рациональное использование недр и земной поверхности при строительстве и эксплуатации подземных сооружений, шахт и карьеров.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 4,5,7 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие/ А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеичев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

– прочитать главы 4,5 учебного пособия: Промышленная экология : учебное пособие / В. А. Зайцев. - Москва : БИНОМосква Лаборатория знаний, 2013. - 382 с

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Какие существуют нормативы качества атмосферного воздуха?
2. Перечислите основные источники загрязнения атмосферы от горных проивзодств.
3. Какие существуют инженерные методы защиты воздуха от загрязнений?
4. Что такое рециркуляция газов?
5. В чем заключается смысл создания замкнутых водооборотных систем?
6. Как нормируется качество воды?
7. Какие существуют мероприятия по охране водных ресурсов?
8. Перечислите инженерные методы очистки сточных вод.
9. В чём заключается антропогенное воздействие на ландшафты от горных производств?
10. Что такое почвы? В чём проявляются её свойства?
11. Какие существуют мероприятия по охране земельных ресурсов?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного ответа или впишите словами.

1. Что не относится к мерам по предотвращению загрязнения воздуха?

а) разбавление метана свежим атмосферным воздухом за счёт общешахтной нагнетательной вентиляции и местной всасывающей;

б) изоляция выработанного пространства;

в) средства индивидуальной защиты шахтёра («самоспасатель»);

в) контроль за состоянием и качеством проветривания;

г) опережающая дегазация пластов;

д) дегазация выработанного пространства;

е) применение горного оборудования во взрывобезопасном исполнении.

2. Что не относится к способам борьбы с рудничной пылью?

а) применение очистных и проходческих комбайнов с крупным срезом стружки;

б) предварительное нагнетание в пласт воды;

в) применение взрывной отбойки патронированными ВВ;

г) орошение забоя;

д) сухое пылеулавливание;

е) связывание пыли полимерами;

ж) применение средств индивидуальной защиты (респиратор).

3. Что не относится к защите гидросферы от загрязнений?

а) механическая очистка сточных и шахтных вод;

б) бурение шпуров и скважин с промывкой;

в) использование коагулянтов и сорбентов;

г) хлорирование;

е) утилизация жидких промышленных отходов;

ж) создание пневмобарьера.

4. Что не относится к защите литосферы?

а) технологии по утилизации и обезвреживанию промышленных отходов;

б) сжигание токсичных отходов;

в) ликвидация воронок обрушения;

г) переработка отходов в шлаковом расплаве;

д) рекультивация карьера и промплощадки рудника (шахты);

е) обеззараживание загрязнённых территорий;

ж) противоэрозионные мероприятия.

5. Какие мероприятия не относятся к изоляции и захоронению отходов?

а) хранение отходов в специальных наземных, слабоуглубленных и подземных сооружениях;

б) размещение отходов в глубоких океанических впадинах с застойными режимами перемещения вод;

в) закладка выработанного пространства;

г) размещение отходов в мощных толщах материковых льдов;

д) преобразование отходов в нейтральное вещество;

е) сжигание, переработка отходов.

6. Что не относится к экологическому воздействию?

а) вентиляция шахт и карьеров;

б) водоотлив и водозабор;

в) осушение месторождений;

г) сооружение отвалов, хвостохранилищ;

д) шум, сейсмика взрывов;

ж) отчуждение и изъятие земель;

з) оформление земельного и горного отвода;

и) добычные работы.

7. Какие техногенные загрязнения окружающей среды могут вызвать «региональную экологическую катастрофу?

8. Наибольший объём среди отходов бурения составляют:

- буровые сточные воды;
- хозяйственно-бытовые отходы;
- буровой шлам.

9. Основой стратегии создания экологически безопасной технологии бурения является:

- безопасный сброс буровых сточных вод в объекты природной среды;
- утилизация отходов бурения;
- применение оборотного водоснабжения.

10. В каких зонах морей самоочищение нефти происходит быстрее:

- в холодных водах;
- в тёплых водах;
- в арктических водах.

11. Что не является конструктивной частью бунового заграждения:

- плавучая часть;
- нефтесборщики;
- экранирующая и балластная части.

12. Наиболее надёжными методами ликвидации нефтяного загрязнения в морях являются:

- биологические методы;
- механические;
- химические.

13. При бурении и эксплуатации геотехнологических скважин наибольшее загрязнение оказывает:

- подземное растворение солей;
- подземное выщелачивание металлов;
- подземная выплавка серы.

14. Какие наиболее дисперсные загрязнители содержатся в буровых сточных водах:

- взвеси в виде тонкодисперсных суспензий и эмульсий;
- растворимые минеральные соли;
- коллоидные и высокомолекулярные соединения.

15. К механическим методам очистки буровых сточных вод не относятся:

- центрифугирование;
- адсорбция;
- отстаивание.

16. Для обезвреживания и утилизации отработанного бурового раствора и шлама не применяется следующий метод:

- отверждение;
- электрокоагуляция;
- физико-химическая нейтрализация.

17. Когда должны разрабатываться профилактические мероприятия по минимизации вредного воздействия объектов недропользования на окружающую среду?

1. – в процессе строительства и эксплуатации объекта
2.- при проектировании объекта
3. – после завершения эксплуатации объекта

18. Что контролирует, учитывает и прогнозирует горно-геологический мониторинг на объектах недропользования?

1. – климатические изменения
2. – загрязнение воздушного и водного бассейнов

3. – изменение ландшафта

4. - движение разведанных запасов полезных ископаемых, их погашение, потери и разубоживание.

19. Назовите один из приоритетных принципов геоэкологической экспертизы.

1.– производственная необходимость

2. – экономическая целесообразность

3.- соблюдение технологических норм проектирования и экологии недропользования

4.– корпоративные интересы недропользователей

20.Укажите супертоксичную геохимическую группу элементов:

1.– Cu, Zn, S, Bi, Ag

2. - Ti, Na, K, Ta, Rb, Ca, Si, Nb

3.– Hg, Cd, Tl, Be, U, Rn, радионуклиды Sr и др.

4. – Pb, Se, Te, As, Sb

21. Какая взаимозависимость (корреляции) между величинами потерь и разубоживания?

1. – прямая

2. – обратная

3. – неопределенная

22. Какими показателями выражается регламентация санитарно – защитных зон предприятий при добыче полезных ископаемых?

1. – расстояние, м

2. – площадь, м2

3. – объем, м3

23. Укажите группу минерального сырья с наибольшим размером платежа на ее добычу.

1. – горно-химическое сырье

2.– радиоактивное сырье

3. – нефть, природный газ

4. – черные металлы

5. – цветные и редкие металлы

24. Укажите загрязняющее вещество за сброс, которого в поверхностные и подземные воды плата наиболее высокая:

1. – нефть и нефтепродукты

2. – ртуть

3. – железо

25. Соотнести группы нормативов качества атмосферного воздуха с определениями:

1.	(ПДКр.з.)	А.	Среднесуточная предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия в условиях неопределенного долгого круглосуточного вдыхания
2.	(ПДКс.с.)	Б.	Временный гигиенический норматив сроком на три года, по истечении которого он должен быть пересмотрен или заменен значениями ПДК
3.	(ПДКм.р.)	В.	Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны, которая не должна вызывать у работающего при ежедневном вдыхании в пределах 8 часов в течение всего рабочего стажа заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования

			непосредственно в процессе работы или в отдельные сроки
	ОБУВ	Г.	Максимальная разовая концентрация загрязняющих веществ в воздухе населенных мест, которая не должна вызывать в течение 30 минут рефлекторных реакций в организме человека

26. Дайте определение санитарно-защитной зоне (СЗЗ)….

27. При введении предприятия в эксплуатацию требуются расчеты ПДВ:

а) Для всех компонентов выбросов, входящих в выброс

б) Для веществ, составляющих основную часть выброса

в) Для веществ, опасность которых для жизни и здоровья человека не установлена

г) Верно все

д) Верно б, в.

28. В целях определения критериев безопасности и (или) безвредности воздействия химических, физических и биологических факторов на людей, растения, животных и т.д., а также в целях оценки состояния атмосферного воздуха устанавливаются:

а) Гигиенические нормативы качества атмосферного воздуха;
б) Экологические нормативы качества атмосферного воздуха
в) Предельно допустимые уровни физических воздействий
г) Временно согласованные сбросы
д) Качественные показатели сбросов

29. В соответствии с федеральным законом от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ “Об охране окружающей среды” под нормированием в области охраны окружающей среды понимается:
а) установление нормативов на эксплуатацию природных ресурсов, вовлечение их в хозяйственный оборот
б) установление нормативов качества окружающей среды
в) установление нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности
г) разработка нормативных правовых документов в области охраны окружающей среды

30. В соответствии с федеральным законом от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ “Об охране окружающей среды” под мониторингом окружающей среды (экологическим мониторингом) понимается:
а) независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований в области охраны окружающей среды
б) система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушений законодательства в области охраны окружающей среды
в) вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности
г) комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

Тема 7. Горное производство как источник образования отходов, экологические аспекты обращения с отходами, учёт и отчетность при обращении с отходами.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 6 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие/ А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеичев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

– прочитать главу 6 учебного пособия: Промышленная экология : учебное пособие / В. А. Зайцев. - Москва: БИНОМосква Лаборатория знаний, 2013. - 382 с

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Какие существуют источники образования и виды деятельности с отходами производства и потребления?

2. Какие основные отходы образуются в результате горного производства?

3. Какие предъявляются требования к обеспечению экологической безопасности при обращении с опасными отходами?

4. Какие существуют классы опасности отходов?

5. Что такое нормативы образования отходов и лимиты на их размещение?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного ответа или впишите словами.

1.Отходы, которые после соответствующей обработки могут быть снова использованы в производстве, называются:

1. Возобновимыми ресурсами.
2. Вторичными ресурсами.
3. Невозобновимыми ресурсами.
4. Оборотными ресурсами.
5. Сбереженными ресурсами.

2. Показатель качества окружающей среды, определяющий максимально допустимое содержание вредного вещества, которое на протяжении длительного времени не оказывает отрицательного влияния на здоровье организма и его потомства, называется:

1. Государственный стандартом.
2. ОБУВ (ориентировочный безопасный уровень воздействия).
3. ГОСТом.
4. ПДК.
5. Нет верного ответа.

3. Разновидность малоотходных процессов - это... , при котором использованная в производстве вода очищается, охлаждается и снова пускается на производственные нужды.

1. Оборотное водоснабжение.
2. Реутилизация.
3. Экономичное водоснабжение.
4. Минимальное водоснабжение.
5. Оптимальное водоснабжение.

4. Какой из источников вносит наибольший вклад в антропогенное повышение в атмосфере концентрации углекислого газа?

1. Извержение вулканов.
2. ТЭЦ.
3. Автотранспорт.
4. Разложение органических веществ почвы.
5. Котельные жилых домов.

5. Ресурсосберегающие технологии – это:

1. Строго фиксированная оплата труда.
2. Использование новых технологических разработок.

3. Минимальные затраты труда и энергии.
4. Строго фиксированные ежемесячные затраты.
5. Нет верного ответа.

6. Сероулавливающие установки в крупных городах позволяют использовать до 90% сернистого газа для производства серной кислоты. Какой принцип учтен в таком производстве?

1. Принцип сверхточных технологий.
2. Принцип исключения.
3. Принцип взаимоприспособляемости.
4. Принцип рециклизации.
5. Принцип неопределенности.

7. Остатки сырья, материалов, полуфабрикатов химических соединений, образующиеся при производстве продукции или выполнении работ, утратившие полностью или частично свои потребительские свойства:

а) основные отходы;
б) вторичные материальные отходы;
в) отходы потребления;
г) отходы производства;
д) отходы предприятия

8. Складирование твёрдых отходов горного производства осуществляется в качестве:

А) потенциального минерально-сырьевого ресурса
Б) отходов предприятия

9. Рециркуляция, это…

10. Системы классификации отходов подразделены:

а) по отраслевому принципу;
б) по агрегатному состоянию;
в) направлениям использования;
г) все перечисленное

Тема 8. Экономические аспекты воздействия горного производства на окружающую среду.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 9 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие/ А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеичев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

– прочитать главы 10,12,13, 15 учебного пособия: Промышленная экология : учебное пособие / В. А. Зайцев. - Москва: БИНОМосква Лаборатория знаний, 2013. - 382 с

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Как рассчитывается плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу?
2. Что входит в плату за сброс загрязняющих веществ в водные объекты?
3. Какие экологические проблемы проявляются от горного производства?
4. Как рассчитывается плата за размещение отходов?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный может быть один или несколько.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного ответа или впишите словами.

1. Как соотносятся экология и экономика по затратным статьям:

- прямая корреляционная связь;
- обратная корреляционная связь;
- отсутствие связи (взаимозависимости).

2. Куда поступает плата за пользование недрами?

- на производственные нужды предприятия – недропользователя;
- в бюджет административных управленческих структур;
- на статью соцкультбыта населения.

3. Какое структурное подразделение выдает лицензию на право недропользования, на выбросы, сбросы и размещение твердых отходов?

- Министерство сельского хозяйства РФ;
- Росгортехнадзор;
- Министерство природных ресурсов РФ;
- Министерство образования и науки РФ.

4. С каким понятием связано случайное вредное воздействие на окружающую среду объектами недропользования?

- «парникового эффекта»;
- технического риска;
- роялти.

5. Какие причины конфликтов между бизнесом и охраной окружающей среды?

6. Для чего создается система экологических отходов?

7. Государственное управление в области промышленной безопасности осуществляется через:

А. Лицензирование деятельности;

Б. Платежи за эксплуатацию технических систем повышенной опасности;

В. Систему административной и уголовной ответственности за нарушение правил эксплуатации опасных технологий

8. Декларация безопасности промышленного объекта должна включать следующие сведения (выберите неправильный ответ):

А. Основные характеристики технологических процессов;

Б. Перечень мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

В. Перечень мероприятий по предупреждению и ликвидации экологических последствий чрезвычайных ситуаций;

Г. Сведения о природно-климатических особенностях района размещения объекта.

9. Экологическая экспертиза устанавливает соответствие между:

а) намечаемой хозяйственной деятельностью и экологическими требованиями;

б) существующей деятельностью человека и экологическими требованиями;

в) результатами деятельности человека и экологическими требованиями

10. Как называется предельное количество вещества, разрешаемое к выбросу от данного источника, которое не создает приземную атмосферную концентрацию, опасную для людей, растительного и животного мира?

Для проведения контроля самостоятельной работы студентов применяются: доклад, тестирование; экзамен.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ
(уровень творческой деятельности)

Написать Доклад – подготовить доклад на определенную тему.

Доклад должен включать 3 раздела: 1 - проблемный - практический (анализ, обзор, творческое изложение статей ученых на выбранную тему в научных журналах за два года (текущий и предшествующий), 2 - собственное мнение на выделенную проблему; 3 - список научной литературы по выбранной теме.

Выбор темы осуществляется студентом самостоятельно.

1. Экологические факторы и их действие
2. Экосистемы: структура и динамика
3. Круговорот веществ в биосфере
4. Законы экологии
5. Источники воздействия на природную среду на горнодобывающих предприятиях.
6. Характеристика источников загрязнения литосферы, гидросферы, воздушного бассейна
7. Задачи органов управления охраной и регулированием использования природных ресурсов
8. Технико-эколого-экономическая оценка эффективности использования и охраны минеральных ресурсов при разработке месторождений полезных ископаемых
9. Оценка эффективности использования и охраны земель при добыче и переработке полезных ископаемых
10. Охрана и рациональное использование земель при добыче и переработке полезных ископаемых
11. Рекультивация карьерных выемок, мульд сдвижения и зон обрушения.
12. Водоснабжение горных предприятий. Водопотребление при добыче и переработке полезных ископаемых. Способы подачи воды.
13. Охрана воздушного бассейна от пылегазовых выбросов предприятий. Планирование достижений предельно допустимых выбросов.
14. Утилизация отходов производства.
15. Использование подземного пространства земных недр.
16. Технология экологически замкнутого производства.
17. Принципы утилизации и использования шахтного метана.
18. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выброса.
19. Способы складирования углесодержащих и радиоактивных горных пород.
20. Влияние газопылеобразных отходов на биосферу и климат планеты. 25.Извлечение металлов и других полезных соединений из отходов.

Объем Доклада не более 25 листов. Оформление работы должно отвечать общим требованиям, установленным в университете.

Результат работы представляется на практическом (семинарском) занятии по соответствующей теме.

Требования к докладу на практическом (семинарском) занятии

Студенту предоставляется время для выступления на практическом (семинарском) занятии продолжительностью не более 15 минут: 10 минут - доклад, 5 минут - ответы на вопросы.

Студент представляет доклад в форме компьютерной презентации, выполненной в MS PowerPoint.

Презентация должна иметь:

слайд, содержащий полное название доклада, ФИО автора;

слайд, содержащий четко сформулированную решаемую задачу;

несколько слайдов, описывающих решение задачи;

слайд, содержащий краткие выводы из работы.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению Докладов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Критерии оценки Доклада – новизна текста, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдение требований к оформлению.

Новизна текста - актуальность темы Доклада; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы; умение работать с литературой, нормативными правовыми актами, систематизировать и структурировать материал; наличие авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений.

Степень раскрытия сущности вопроса - соответствие содержания доклада его теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по вопросу (проблеме); оценка использованной литературы (привлечены ли наиболее известные работы по теме доклада статистические данные, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению - правильность оформления ссылок на источники, списка использованных источников; грамотное изложение текста (орфографическая, пунктуационная, стилистическая культура); владение терминологией; соблюдение требований к объёму доклада.

Критерии оценки публичного выступления (защита Доклада) - логичность построения выступления; грамотность речи; глубина выводов; умение отвечать на вопросы; оригинальность формы представления результата; поведение при защите работы *(*манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы и т.д.).

Критерии оценки презентации - эстетическое оформление; использование эффектов анимации.

Выполнение Доклада и доклад его результатов на занятии оценивается по четырёхбалльной шкале: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Оценка *«отлично»* - Доклад полностью соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка «*хорошо*» - Доклад в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка *«удовлетворительно*» - Доклад частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка *«неудовлетворительно*» - Доклад не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
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.1.34 АЭРОЛОГИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
«Подземная разработка пластовых месторождений»

форма обучения: очная

год набора: 2019

Автор: ст. преподаватель Мухин Д.В.

Одобрена на заседании кафедры

Безопасность горного производства
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Елохин В.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 8 от 17.04.2019
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Колчина Н.В.
(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
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО

Специальность
21.05.04 Горное дело

Автор: Бадулин А.П., доцент, к.т.н.

Одобрено на заседании кафедры	Рассмотрено методической комиссией факультета
Маркшейдерского дела	Горно-технологического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Гордеев В.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 19 от 09.04.2019 г.	Протокол № 7 от 19.04.2019 г.
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург-2019

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).

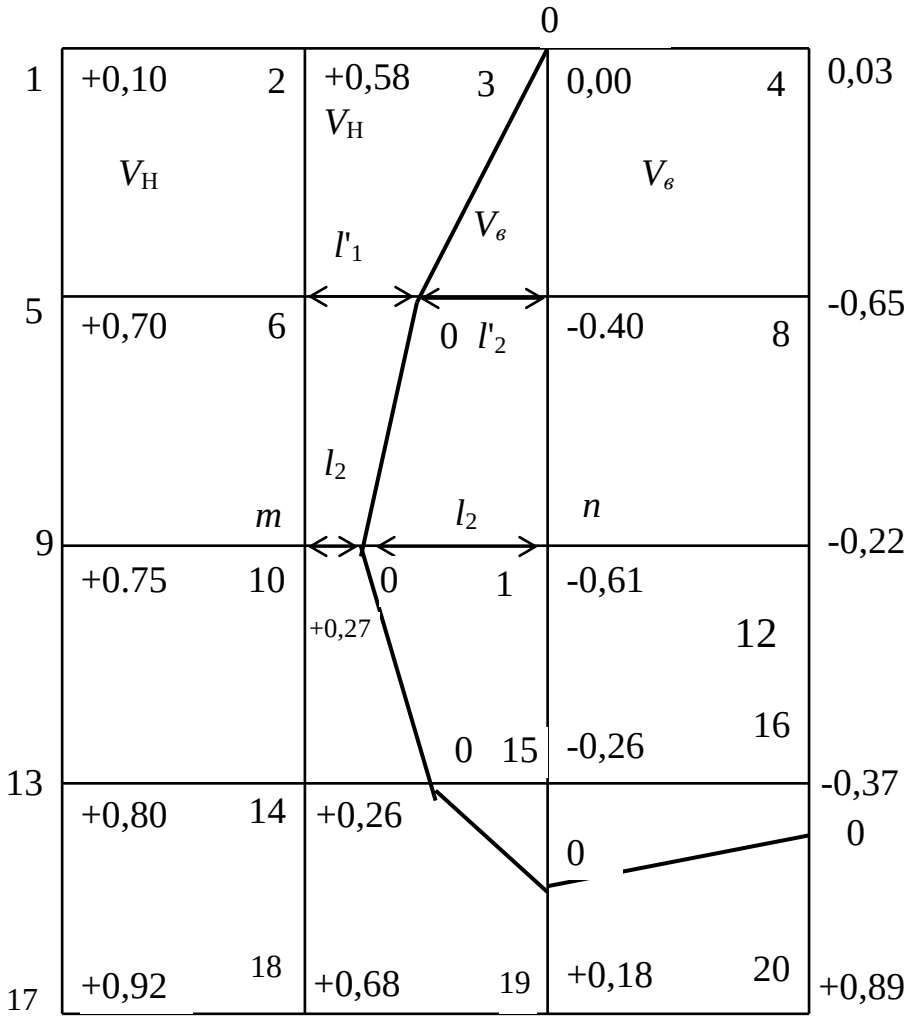
Точки сетки закрепляют деревянными кольями со сторожками, на которых указывают номера точек и рабочей отметки. Стороны сетки ориентируют по направлению осей ствола.

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.



М 1:500

H_0 = 10 м

l - 20 м

$h = H_0 – H$

Σ $V_н$ =

Σ $V_в$ =

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:

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

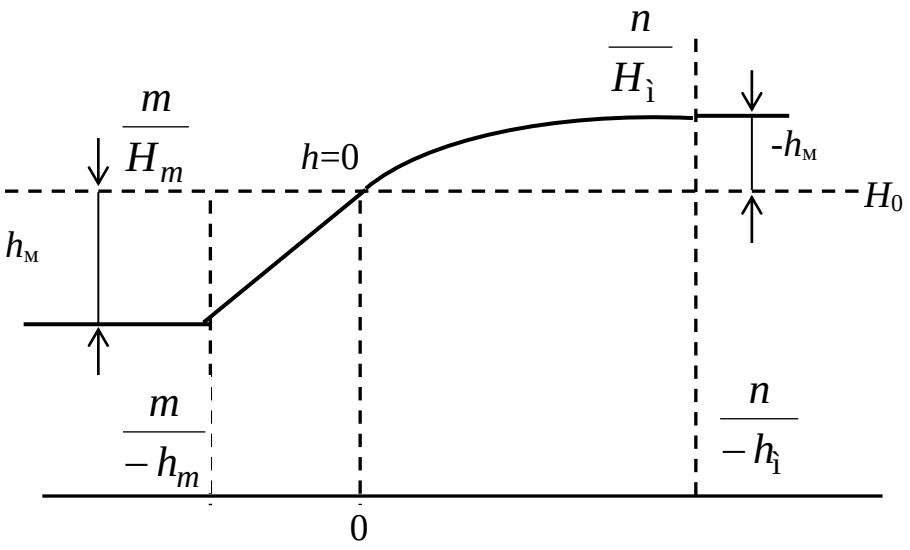


Рис. 1.2. Проектируемая поверхность промплощадки с горизонтальной плоскостью и с проектным горизонтом H_o

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:

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

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

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

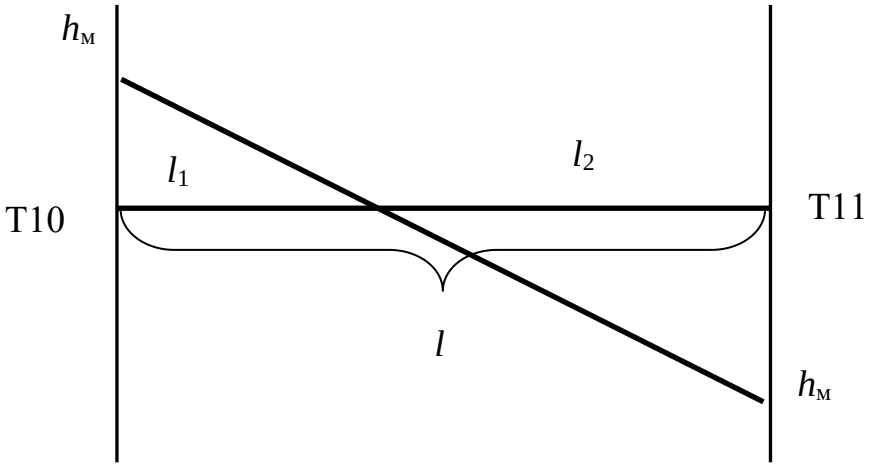


Рис. 1.3. График положения точки нулевой отметки

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:

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

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

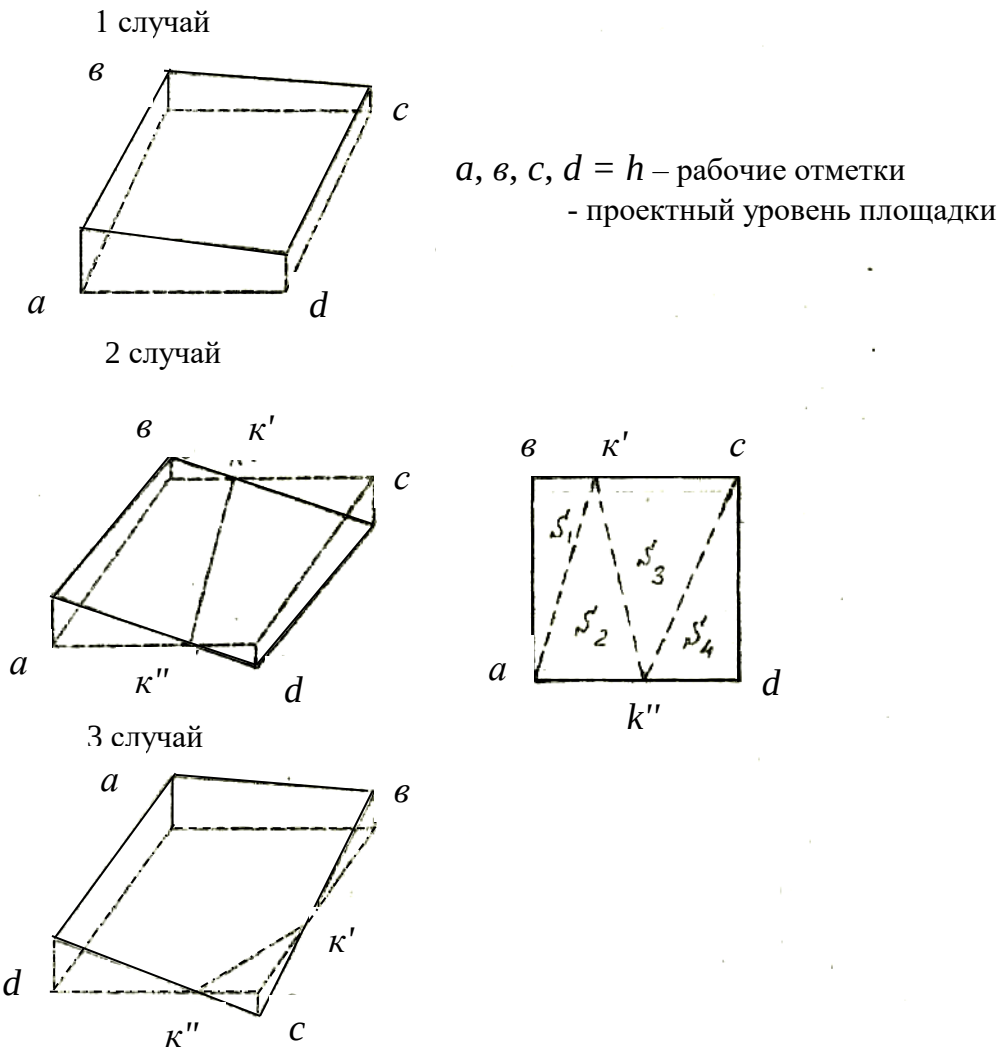


Рис. 1.4. Случаи определения объема

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 / За-дача	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 "*М*" 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 *М* имеет высотную отметку H_{OM}.

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

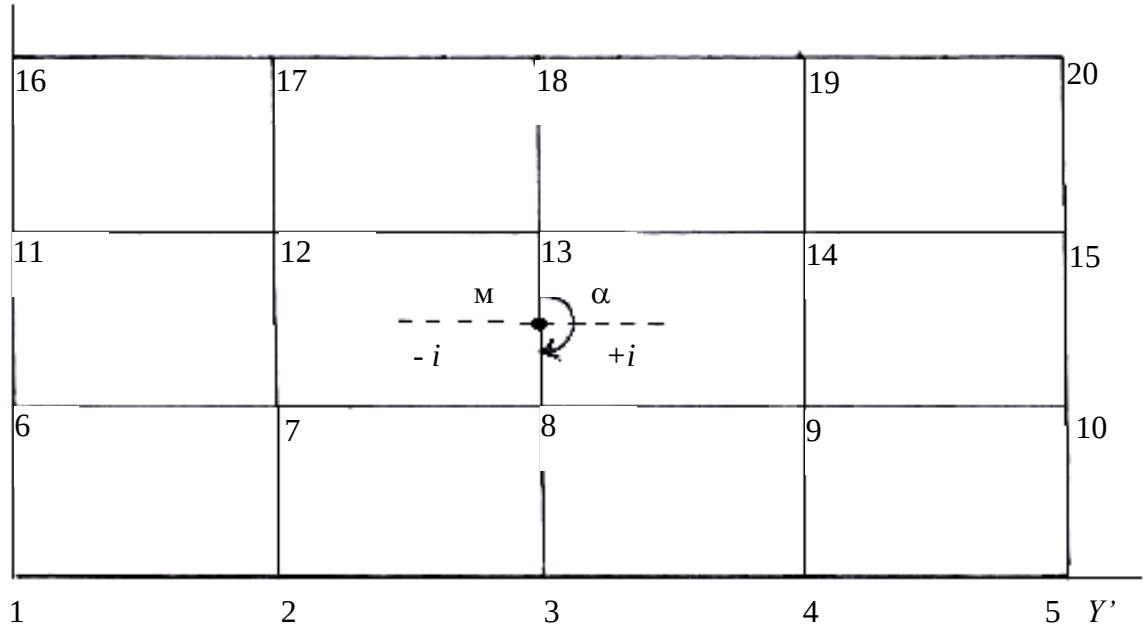


Рис. 1.5. Схема строительной сетки наклонной промплощадки

Проектные отметки точек H_{01}, H_{02}, H_{03} ... H_{020} определяют в соответствии с отметкой точки *М*, 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).

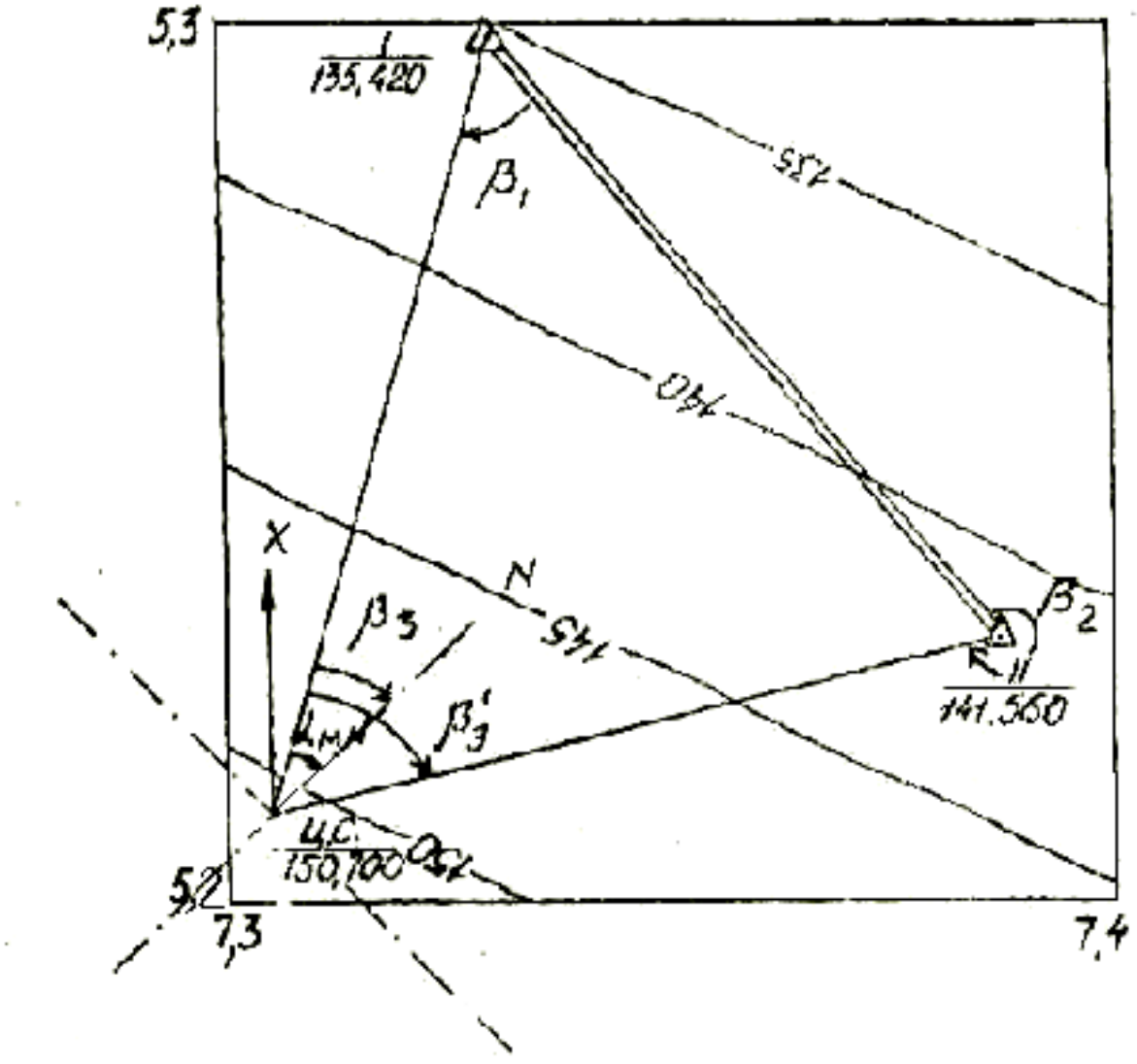


Рис. 2.1. План разбивок центра вентиляционного ствола и строительных осей

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:

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

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:

$$\operatorname{tg} r_{(\text{I} - \text{ц.с.})} = \frac{Y_{\text{ö.ñ.}} - Y_I}{X_{\text{ö.ñ.}} - X_I} = \frac{\Delta Y}{\Delta X}.$$

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

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

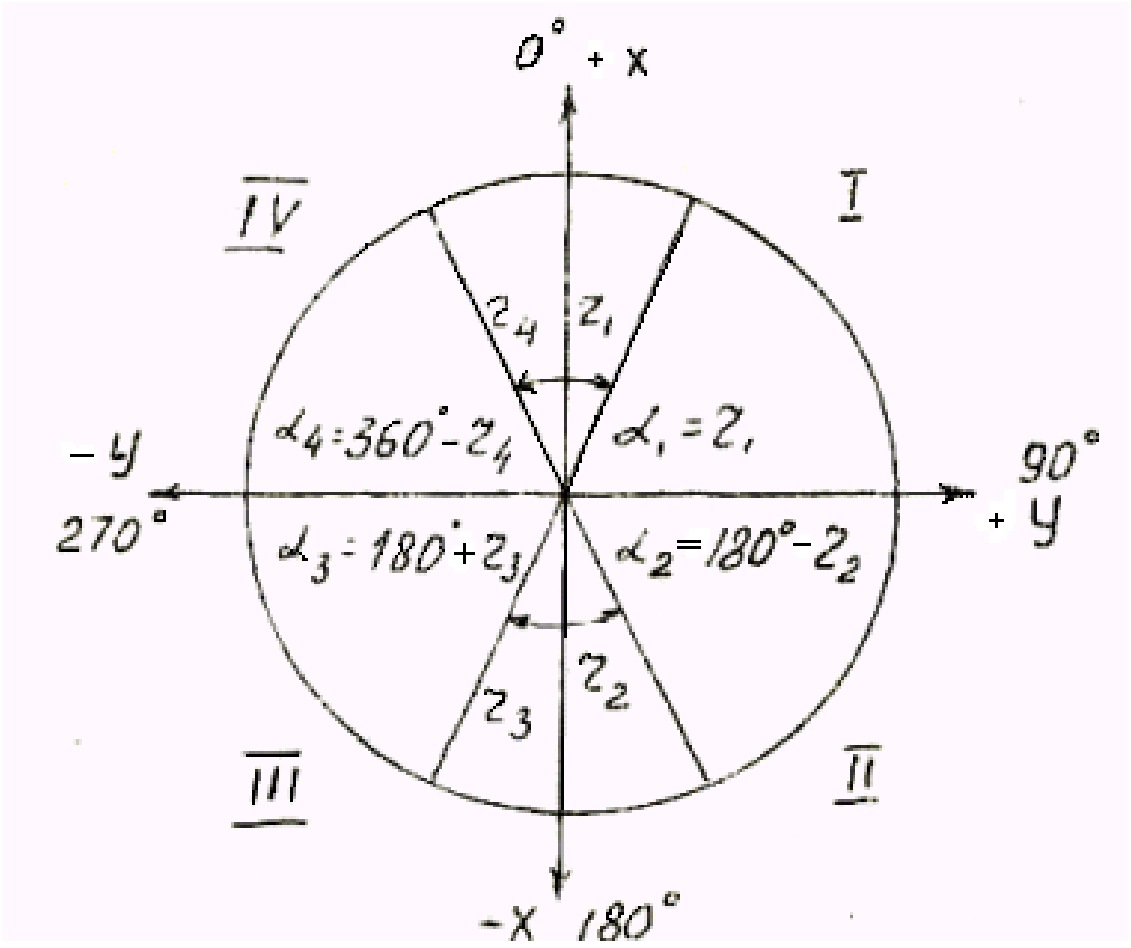


Рис. 2.2. Схема для определения дирекционных углов

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.

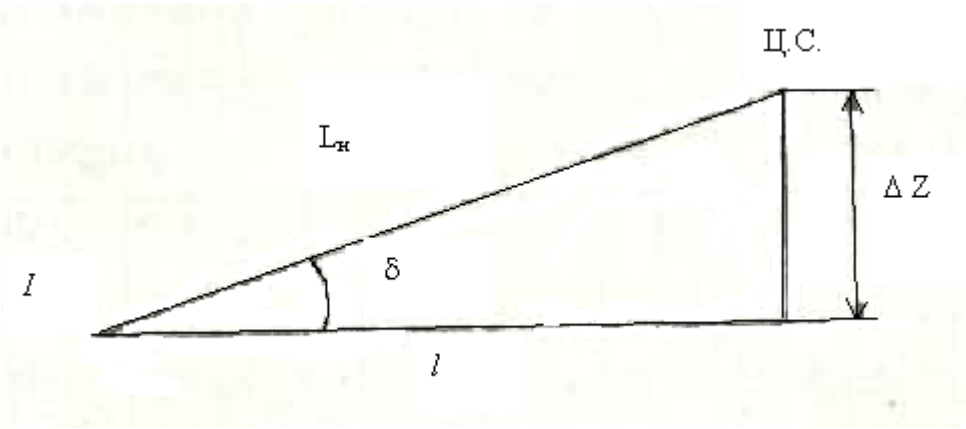


Рис. 2.3. Схема для определения наклонной длины линии

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

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

наносов; 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

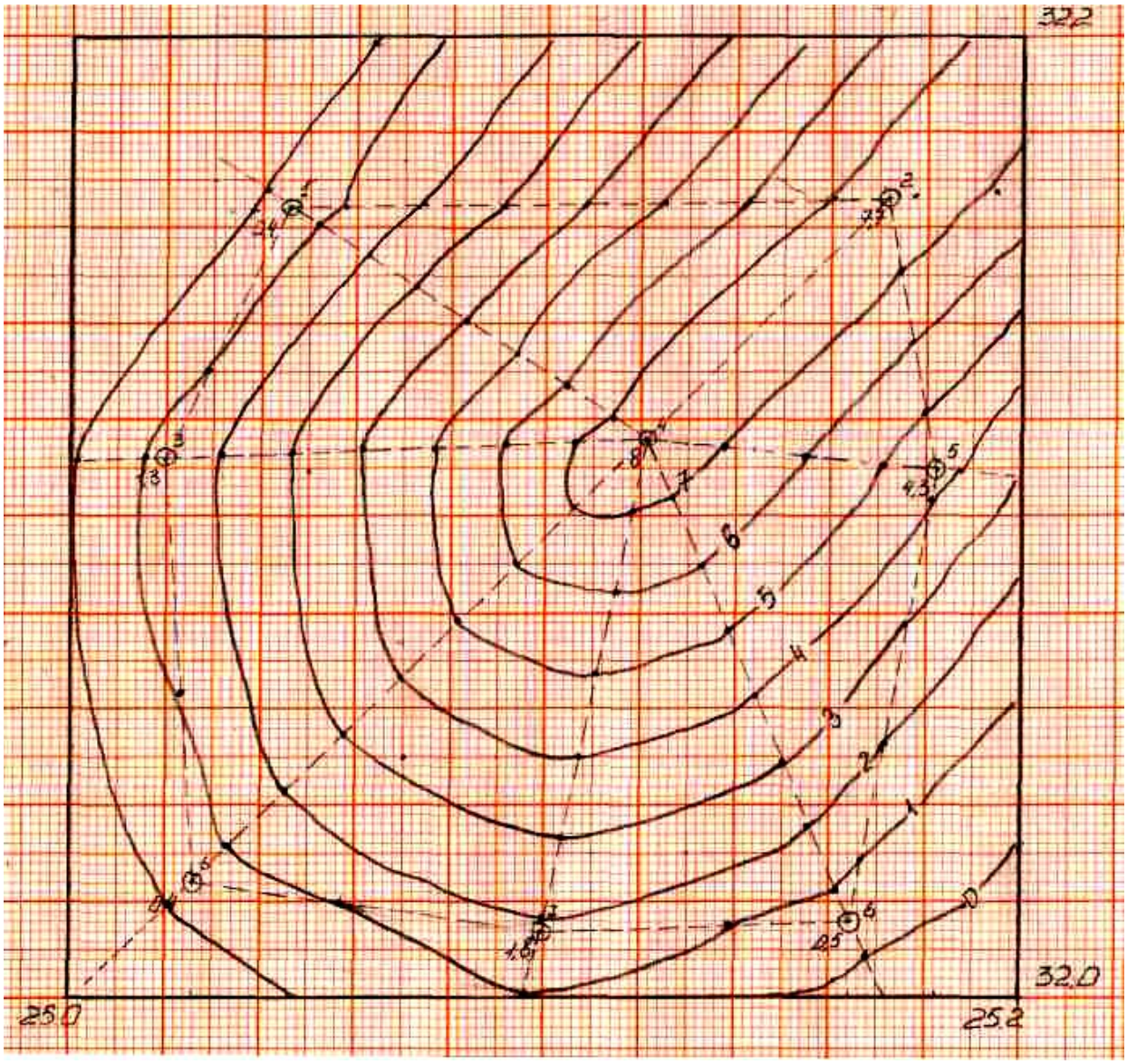
В данном разделе рассматривается один способ подсчета запасов месторождений - способ изолиний или способ объемной палетки проф. П. К. Соболевского, как наиболее совершенный при сложном строении рудных тел.

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

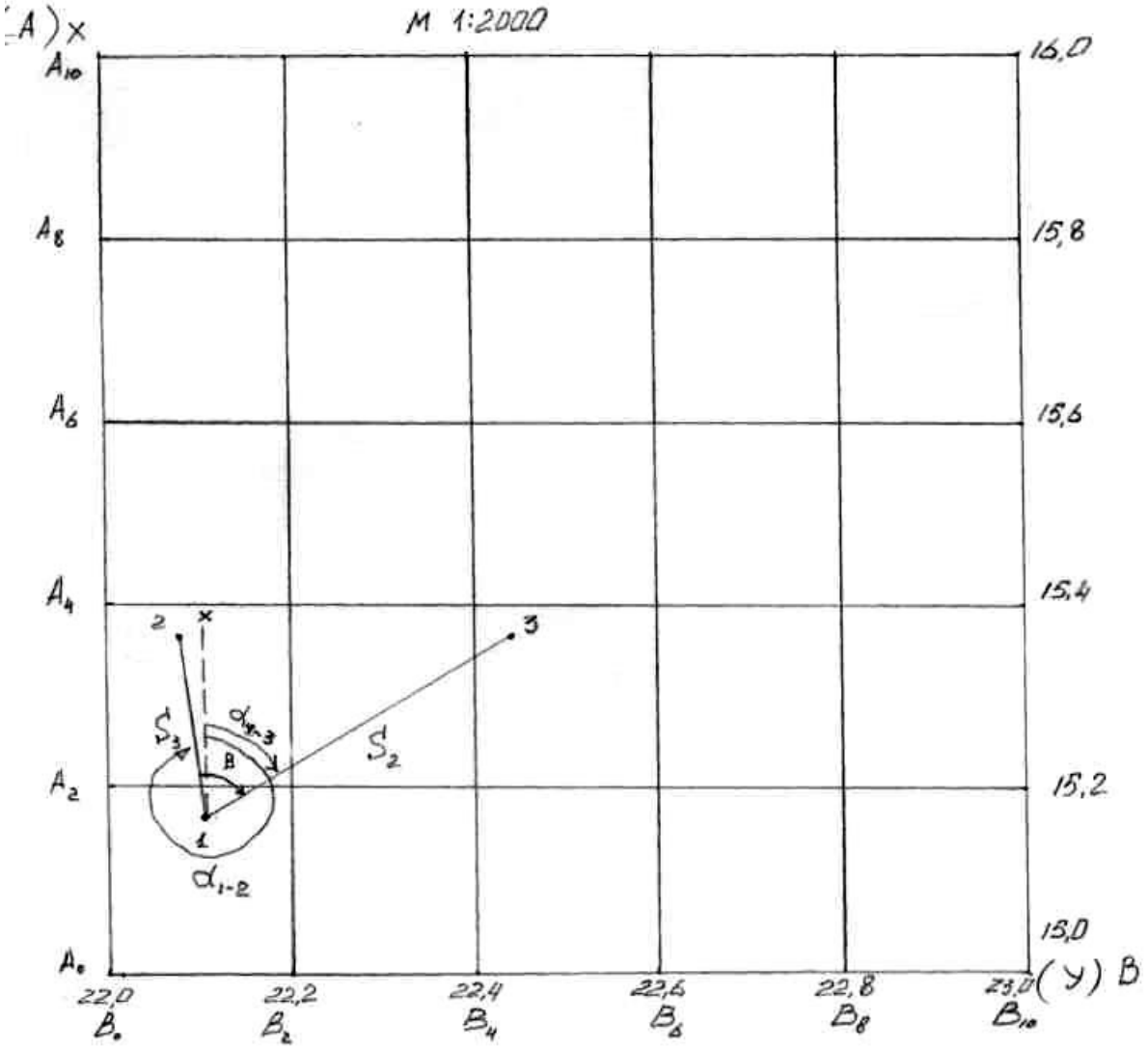


Рис. 4.2. Схема расположения скважин

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:

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

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

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

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

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

Ответ: S_2 =0,368408 км; S_3 = 0,211933 км; β = 59º37'02.

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»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО

Специальность

21.05.04 Горное дело

Автор: Леонтьев А.Т., доцент, к.т.н.

Одобрен на заседании кафедры

Маркшейдерского дела

(название кафедры)

Зав.кафедрой _____ *(подпись)*

Гордеев В.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 19 от 09.04.2019 г.

(Дата)

Рассмотрен методической комиссией факультета

Горно-технологического

(название факультета)

Председатель _____ *(подпись)*

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 19.04.2019 г.

(Дата)

Екатеринбург
2019

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 целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги. Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением 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. Введение.

Содержание маркшейдерского дела и его задачи на различных этапах освоения месторождения. Понятие термина «Маркшейдерское дело» и история его развития. Роль маркшейдерских работ и их значение в практической деятельности горных предприятий. Структура маркшейдерской службы в России. Государственный, ведомственный и производственный (линейный) маркшейдерский контроль. Организация маркшейдерских служб. Лицензия на производство маркшейдерских работ.

Тема 2. Маркшейдерская документация.

Общие сведения о правовом статусе и требованиях к маркшейдерской документации, ее ведении, хранении и архивации. Состав и структура полного комплекта маркшейдерской документации. Правоустанавливающая, разрешительная, организационно-распорядительная, горно-графическая и отчетная документация. План развития горных работ. Книга маркшейдерских указаний и ее контроль.

Тема 3. Маркшейдерско-геодезические приборы и оборудование.

Общие сведения о классификации и видах маркшейдерско-геодезических приборов и оборудования. Основы применения маркшейдерско-геодезических приборов, производство измерений.

Тема 4. Геометризация месторождений полезных ископаемых.

Сущность, задачи и методы геометризации месторождений полезных ископаемых. Теоретические основы геометризации месторождений полезных ископаемых. Методика геометризации месторождений. Форма и геометрические параметры залежи полезного ископаемого. Определение координат точек встречи скважин с поверхностью залежи. Законы построения гипсометрических и структурных графиков (планов).

Тема 5. Открытые горные работы.

Общие сведения о маркшейдерском сопровождении открытых горных работ. Организация маркшейдерской службы как структурного подразделения производственного контроля системы промышленной безопасности. Опорная и съемочная маркшейдерская сеть на карьерах и разрезах. Состав и характеристика основных видов и направлений маркшейдерских работ. Маркшейдерские съемки и замеры. Учет состояния и движения запасов на открытых горных работах.

Тема 6. Подземные горные работы.

Общие сведения о подземных съемках, закладки пунктов опорной и съемочной сети. Приборы и инструменты используемые при линейных и угловых измерениях в шахте. Горизонтальные и вертикальные соединительные съемки. Ориентирование подземной съемки через штольню, один вертикальный ствол, два вертикальных ствола и наклонный ствол. Передача высотной отметки с поверхности в шахту, на ориентируемый горизонт. Задание направления горным выработкам на прямолинейном и криволинейном направлениях. Съемка горных выработок. Процессы нивелирования в горных выработках.

Тема 7. Шахтное строительство.

Основные принципы проектирования шахт и карьеров. Общие сведения о маркшейдерском обеспечении строительства капитальных, подготовительных и нарезных горных выработок для подземных и открытых горных работ. Маркшейдерские работы по выносу проектов в натуру.

Тема 8. Геомеханика.

Общие сведения о геомеханических процессах на горных предприятиях. Понятие опасных зон на подземных и открытых горных работах. Маркшейдерский мониторинг горных отводов. Режимные маркшейдерские наблюдения за сдвижением горных пород и земной поверхности, а также за устойчивостью бортов карьеров и откосов отвалов. Маркшей-

дерское обеспечение промышленной и технической безопасности при ведении горных работ.

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, рас-	1.2 м 2.100 м

	стояние между которыми составляет…	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 треугольники решают по теореме …	1. синусов; 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 изо-

линий. Объем блока равен произведению половины суммы площадей смежных сечений, умноженных на высоту сечения изолиний, равную 5 м:

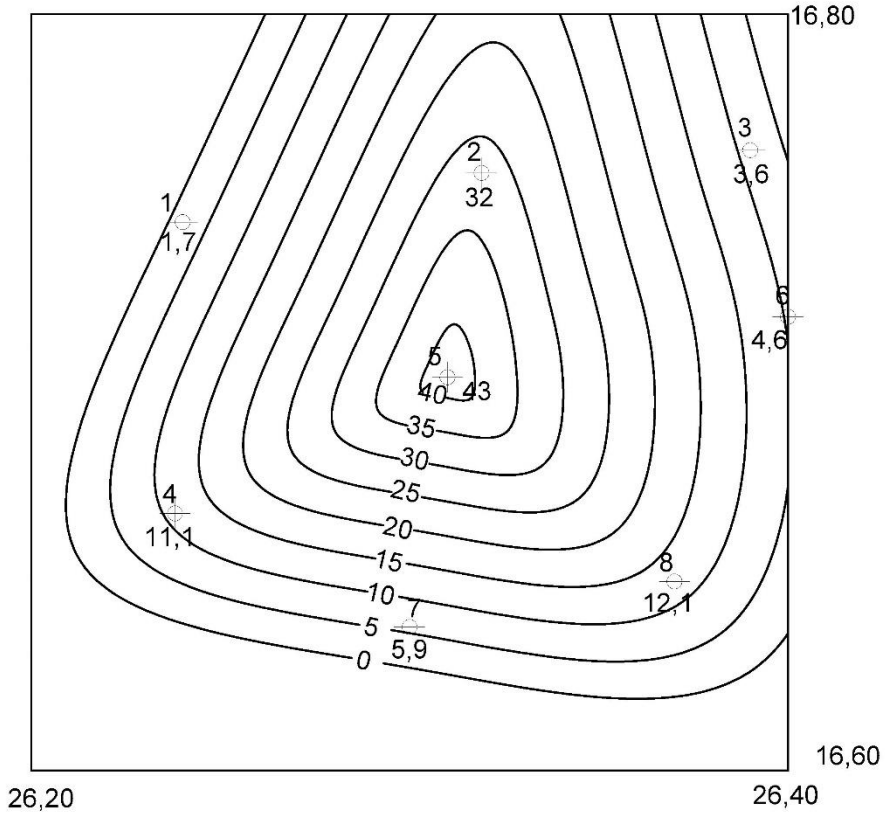


Рисунок1. План изолиний мощности залежи

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.

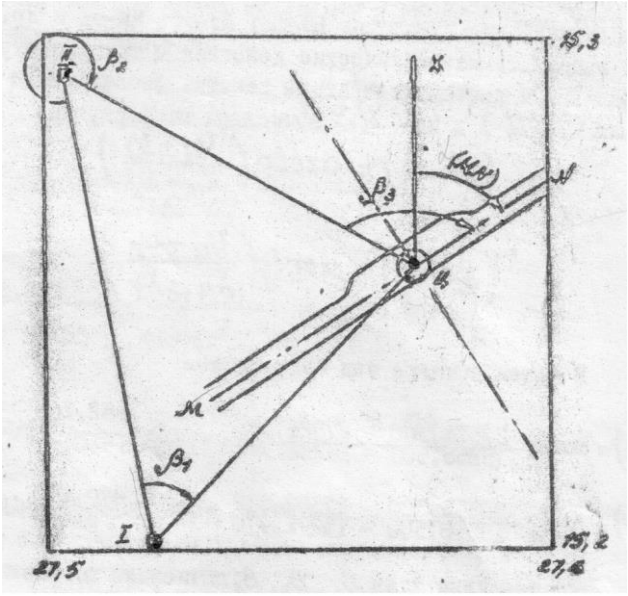


Рисунок 2. План разбивки центра ствола и строительных осей.

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.

С. А. Арефьев

КОМБИНИРОВАННЫЕ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

Методические указания
по выполнению контрольной работы
«ВЫБОР ВАРИАНТА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ»
по дисциплине «Комбинированные геотехнологии»
для студентов специальности 21.05.04 – «Горное дело»
специализации «Подземная разработка пластовых месторождений»
очного обучения

Екатеринбург – 2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-технологического
факультета

«19» апреля 2019 г

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

С. А. Арефьев

КОМБИНИРОВАННЫЕ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

Методические указания
по выполнению контрольной работы
«ВЫБОР ВАРИАНТА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ»
по дисциплине ««Комбинированные геотехнологии»»
для студентов специальности 21.05.04 – «Горное дело»
специализации «Подземная разработка пластовых месторождений»
очного обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……...3
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «ВЫБОР ВАРИАНТА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ» ……...….4
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…….....11
ПРИЛОЖЕНИЕ……...13

ВВЕДЕНИЕ

Контрольная работа по дисциплине «Комбинированные геотехнологии» выполняется с целью закрепления знаний по курсу и приобретения навыков решения инженерных задач по выбору варианта транспортирования полезного ископаемого при комбинированной разработке месторождения.

Основанием для выполнения работы является индивидуальное задание на проектирование, выдаваемое каждому студенту.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА.

1. Производят все указанные в задании вычисления.

2. Оформляют и защищают контрольную работу.

Контрольная работа должна состоять из титульного листа с указанием ее названия, автора и руководителя; краткой теории вопросы; сводки результатов и выводов.

Все расчеты оформляются в виде формул в общем виде их числовое выражение и полученный результат с указанием размерности.

ВЫБОР ВАРИАНТА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Цель работы – ознакомиться и освоить методику выбора варианта транспортирования полезного ископаемого при комбинированной разработке месторождения.

3.1. Задачи работы

3.1.1. Ознакомиться с вариантами транспортирования полезного ископаемого при комбинированной разработке месторождения.

3.1.2. Изучить методику сравнения вариантов транспортирования полезного ископаемого при комбинированной разработке.

3.1.3. Выполнить расчеты и определить наиболее эффективный вариант транспортирования полезного ископаемого при комбинированной разработке месторождения.

3.2. Порядок выполнения работы

Если при разработке нагорного месторождения, часть запасов планируется отработать открытым способом и часть подземным, возможны два варианта транспортирования полезного ископаемого:

1 вариант – полезное ископаемое из карьера перевозится на фабрику автосамосвалами, а из шахты полезное ископаемое транспортируется на фабрику в вагонах по штольне.

2 вариант – полезное ископаемое из карьера по рудоспускам перемещается на уровень штольни (в шахту) и далее вся полезное ископаемое (из карьера и шахты) по штольне транспортируется в вагонах на фабрику.

Для того, чтобы выбрать лучший и наиболее эффективный вариант, требуется определить затраты на транспортирование полезного ископаемого по каждому варианту.

Вариант 1.

Общие расходы на транспортирование полезного ископаемого в карьере при 1 варианте ($Э_о$, руб) составляют:

$$Э_о = Э_1 + Э_2 + Э_3 \quad (1.1)$$

где $Э_1$- затраты на строительство автодорог в карьере и до фабрики, руб;

$$Э_1 = Ц_д L_д \quad (1.2)$$

где $Ц_д$ – стоимость 1 км автодорог, руб/км;

$L_д$ – длина автодорог в карьере и на поверхности до фабрики, км

$Э_2$- затраты на приобретение автосамосвалов, руб;

$$Э_2 = Ц_а N_а \quad (1.3)$$

где $Ц_а$ – цена 1 автосамосвала, руб;

$N_а$ – потребное количество автосамосвалов при 1 варианте, шт

$Э_3$- затраты на перевозку горной массы, руб;

$$Э_З = Q_о C_{ткм} L_т \quad (1.4)$$

где $Q_о$ – запасы полезного ископаемого в контурах карьера, млн. т;

$C_{ткм}$ – себестоимость 1 ткм, руб;

$L_т$ – средняя дальность транспортирования полезного ископаемого до фабрики, км

Общие транспортные расходы на перевозку полезного ископаемого в шахте при 1 варианте ($Э_ш$, руб) составляют:

$$Э_ш = Э_5 + Э_6 \quad (1.5)$$

где $Э_5$ – затраты на подвижной состав, руб;

$$Э_5 = Э_{эл} + Э_в \quad (1.6)$$

где $Э_{эл}$– затраты на приобретение электровозов, руб;

$$Э_{эл} = Ц_{эл} N_{эл} \quad (1.7)$$

где $Ц_{эл}$ – цена 1 электровоза, руб;

$N_{эл}$ – потребное количество электровозов при 1 варианте, шт

$Э_в$ – затраты на приобретение вагонов при 1 варианте, руб

$$Э_в = Ц_в N_в \quad (1.8)$$

где $Ц_в$ – цена 1 вагона, руб.;

$N_в$ – потребное количество вагонов по 1 варианту, шт

$Э_6$ – затраты на перевозку полезного ископаемого по штольне до фабрики в 1 варианте:

$$Э_6 = Q_ш C_ш \quad (1.9)$$

где $Q_ш$ – запасы полезного ископаемого в шахте, млн. т

$C_ш$ – себестоимость транспортирования 1 т полезного ископаемого по штольне, руб/т

Суммарные затраты на транспортирование полезного ископаемого из карьера и шахты при первом варианте (при перевозке полезного ископаемого из карьера до фабрики по автодорогам, а из шахты по штольне).

$$Э_{общ} = Э_о + Э_ш \quad (1.10)$$

Вариант 2

При 2 варианте, когда полезное ископаемое из карьера по рудоспускам перемещается на уровень штольни и далее вся полезное ископаемое добытая как в карьере, так и в шахте

($Q_ш + Q_о$) по штольне транспортируется в вагонах на фабрику.

Определяем затраты *по варианту 2.*

Общие транспортные расходы на транспортирование полезного ископаемого в карьере при 2 варианте ($Э_о$, руб) составляют:

$$Э_о^i = Э_1^i + Э_2^i + Э_3^i \quad (1.11)$$

где $Э_1$- затраты на строительство автодорог от забоя до рудоспуска в карьере, руб;

$$Э_1^i = Ц_д L_д^i \quad (1.12)$$

где $Ц_д$ – стоимость 1 км автодорог, руб/км;

$L_д$ – длина автодорог от забоя до рудоспуска, км

$Э_2^i$- затраты на приобретение автосамосвалов, руб;

$$Э_2^i = Ц_а N_а^i \quad (1.13)$$

где $Ц_а$ – цена 1 автосамосвала, руб;

$N_а^i$– потребное количество автосамосвалов при 2 варианте, шт

$Э_3^i$- затраты на перевозку горной массы, руб;

$$Э_3^i = Q_о C_{ткм} L_т^i \quad (1.14)$$

где $Q_о$ – запасы полезного ископаемого в контурах карьера, млн. т;

$C_{ткм}$ – себестоимость 1 ткм, руб;

$L_т^i$– средняя дальность транспортирования полезного ископаемого от забоев до рудоспуска, км

Общие транспортные расходы на перевозку полезного ископаемого в шахте при 2 варианте ($Э_ш^i$, руб) составляют:

$$Э_ш^i = Э_5^i + Э_6^i \quad (1.15)$$

где $Э_5^i$– затраты на подвижной состав, руб;

$$Э_5^i = Э_эл^i + Э_в^i \quad (1.16)$$

где $Э_эл$– затраты на приобретение электровозов, руб;

$$Э_эл^i = Ц_эл N_эл^i \quad (1.17)$$

где $Ц_эл$ – цена 1 электровоза, руб;

$N_эл$ – потребное количество электровозов при 2 варианте, шт

$Э_в$ – затраты на приобретение вагонов при 2 варианте, руб

$$Э_в^i = Ц_в N_в^i \quad (1.18)$$

где $Ц_в$ – цена 1 вагона, руб.;

$N_в^i$ – потребное количество вагонов по 2 варианту, шт

$Э_б^i$– затраты на перевозку полезного ископаемого по штольне до фабрики во 2 варианте:

$$Э_б^i = (Q_ш + Q_о)\, C_ш \qquad (1.19)$$

где $(Q_ш + Q_о)$ – запасы полезного ископаемого в карьере и шахте, млн. т

$C_ш$ – себестоимость транспортирования1 т полезного ископаемого по штольне, руб/т

Суммарные затраты на транспортирование полезного ископаемого из карьера и шахты при 2 варианте (при перевозке полезного ископаемого в карьере от забоя до рудоспуска, а далее из шахты по штольне до фабрики) могут быть найдены по формуле:

$$Э^i_{общ} = Э^i_о + Э^i_ш + Э_{рс} \qquad (1.20)$$

где $Э_{рс}$- затраты на строительство рудоспуска, руб.

Для выбора наиболее эффективного варианта транспортирования полезного ископаемого надо сравнить суммарные затраты по 1 варианту ($Э_{общ}$) и 2 варианту ($Э^i_{общ}$.)

Лучшим будет вариант с наименьшими затратами

Задание на выполнение работы:

Разрабатывается нагорное месторождение. Суммарные запасы полезного ископаемого на месторождении составляют 30 миллионов тонн.

Часть запасов планируется отработать открытым способом и часть подземным. Открытым способом будут отработаны 20 миллионов тонн и подземным 10 миллионов тонн.

Необходимо выполнить оценку вариантов транспортирования полезного ископаемого из карьера и шахты.

Возможны два варианта транспортирования полезного ископаемого:

1 вариант – полезное ископаемое из карьера перевозится на фабрику автосамосвалами, а из шахты полезное ископаемое транспортируется на фабрику в вагонах по штольне.

2 вариант – полезное ископаемое из карьера по рудоспускам перемещается на уровень штольни (в шахте) и далее вся полезное ископаемое (из карьера и шахты) по штольне транспортируется в вагонах на фабрику.

Исходные данные для расчетов приведены в приложении.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Славиковский О.В., Славиковская Ю.О. Комбинированная геотехнология: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного горного университета, 2011. 173 с.
2. Славиковский О.В. Комбинированная физико-техническая геотехнология: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного горного университета, 2006. 127 с.
3 *Каплунов Д.Р., Калмыков В.Н., Рыльникова М.В.* Комбинированная геотехнология. М: Издательский дом «Руда и металлы», 2003. 554 с.

Дополнительная литература

4 Казикаев, Д.М. Практический курс геомеханики подземной и комбинированной разработки руд [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.М. Казикаев, Г.В. Савич. Москва : Горная книга, 2013. 224 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/66435.

5 Комбинированная разработка рудных месторождений: учебное пособие / В. А. Щелканов. - Москва : Недра, 1974. - 232

6 Проблемы проектирования технологии подземной и комбинированной разработки рудных месторождений [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Д.Р. Каплунов [и др.]. Москва: Горная книга, 2013. 130 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/49764.

7 Половов Б.Д., Химич А.А., Валиев Н.Г. Основы горного дела: учебник для вузов. М.: Изд-во Уральского гос. горного университета, 2012. 789 с.

8 Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых. Утверждены приказом Ростехнадзора от 11.12.2013, № 599. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Екатеринбург: ИД «Урал Юр Издат», 2015. 212 с.

Приложение

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ*

Показатель	Стоимость 1 км автодорог, руб/км;	Длина автодорог в карьере и на поверхности до фабрики, км	Цена 1 автосамосвала, руб;	Потребное количество автосамосвалов при 1 варианте, шт	Запасы полезного ископаемого в контурах карьера, т;	Себестоимость 1 ткм, руб;	Средняя дальность транспортирования полезного ископаемого до фабрики, км	Цена 1 электровоза, руб;	Потребное количество электровозов при 1 варианте, шт	Цена 1 вагона, руб.;	Потребное количество вагонов по 1 варианту, шт	Запасы полезного ископаемого в шахте, т	Себестоимость транспортирования 1 т полезного ископаемого по штольне, руб/т	Длина автодорог от забоя до рудоспуска, км	Потребное количество автосамосвалов при 2 варианте, шт	Потребное количество электровозов при 2 варианте, шт	Потребное количество вагонов по 2 варианту, шт	Затраты на строительство рудоспуска, руб.	Средняя дальность транспортирования полезного ископаемого до рудоспуска, км
Обозначение	**$Ц_д$**	**$L_д$**	**$Ц_а$**	**$N_а$**	**$Q_о$**	**$С_{ткм}$**	**$L_т$**	**$Ц_{эл}$**	**$N_{эл}$**	**$Ц_в$**	**$N_в$**	**$Q_ш$**	**$С_ш$**	**$L_дi$**	**$N_а^i$**	**$N_{эл}$**	**$N_в^i$**	**$Э_{рс}$-**	**$L_{тi}$**
1	3500	5,6	39000	9	20000000	0,08	4,80	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,80	3	4	40	200000	0,50
2	3500	6,1	39000	10	20000000	0,08	5,10	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,70	3	4	40	300000	0,30
3	3500	5,2	39000	10	20000000	0,08	5,00	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,60	3	4	40	400000	0,35
4	3500	6,3	39000	11	20000000	0,08	5,30	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,90	4	4	40	250000	0,40
5	3500	5,1	39000	9	20000000	0,08	4,70	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,50	2	4	40	350000	0,45
6	3500	4,9	39000	8	20000000	0,08	4,60	10000	4	1500	40	10000000	0,15	1,30	2	4	40	450000	0,55
7	3500	5,9	39000	11	20000000	0,08	5,50	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,90	2	4	40	200000	0,65
8	3500	6,3	39000	12	20000000	0,08	5,90	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,80	3	4	40	400000	0,60
9	3500	6,5	39000	12	20000000	0,08	5,70	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,85	3	4	40	250000	0,70
10	3500	6,7	39000	12	20000000	0,08	5,80	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,80	2	4	40	350000	0,75
11	3500	4,8	39000	7	20000000	0,08	4,20	10000	4	1500	40	10000000	0,15	1,00	4	4	40	450000	0,40
12	3500	6,4	39000	11	20000000	0,08	5,50	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,50	3	4	40	200000	0,30
13	3500	6,9	39000	12	20000000	0,08	5,80	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,65	3	4	40	300000	0,25
14	3500	5,1	39000	7	20000000	0,08	4,30	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,55	3	4	40	450000	0,35
15	3500	6,7	39000	12	20000000	0,08	5,70	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,45	2	4	40	350000	0,45
16	3500	5,4	39000	7	20000000	0,08	4,40	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,85	2	4	40	250000	0,50
17	3500	6,3	39000	12	20000000	0,08	5,80	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,75	3	4	40	350000	0,35
18	3500	5,5	39000	10	20000000	0,08	5,00	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,85	3	4	40	250000	0,25
19	3500	6,4	39000	12	20000000	0,08	5,90	10000	4	1500	40	10000000	0,15	0,95	4	4	40	350000	0,45
20	3500	5,7	39000	10	20000000	0,08	5,00	10000	4	1500	40	10000000	0,15	1,05	4	4	40	450000	0,30

* - в ценах 1984 года

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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.2.04 «ПРОФИЛАКТИКА И ТУШЕНИЕ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ»

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 2
«Подземная разработка рудных месторождений»

Форма обучения: очная, заочная

Авторы: Тюлькин В. П., канд. техн. наук, доцент

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
горного дела	горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Валиев Н. Г.	Колчина Н. В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол от 17.04.2019 г. № 7	Протокол от 19.04.2019 г. № 7
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……..……. 3
1. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА ……....……...…. 4
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ ВО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ……...……...…. 5
2.1. Повторение материала лекций и самостоятельное изучение дисциплины …...…. 5
2.2. Подготовка к практическим занятиям ……...…… 6
2.3. Подготовка и написание контрольной работы ……..…… 7
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ …….. 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 внутри предметные и между предметные 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.

1. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;

- самостоятельное изучение курса;

- подготовка к практическим занятиям;

- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к выполнению практико-ориентированного задания;

- подготовка к зачёту.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачёта, 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, объёма, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

2.1. Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены в комплекте оценочных по дисциплине и могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

2.2. 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.

2. 3. Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – это письменная работа, выполняемая студентами самостоятельно, преимущественно по общим математическим и естественнонаучным, а также специальным дисциплинам, в которой, как правило, решаются конкретные задачи.

Цель контрольной работы – оценка качества усвоения студентами отдельных, наиболее важных разделов, тем и проблем изучаемой дисциплины, умения решать конкретные теоретические и практические задачи.

Контрольная работа, как правило, имеет аналитическую или описательную части, может решать проблемные ситуации путем проведения численного моделирования или расчётов, в том числе с использованием персонального компьютера. 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.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3.1. Подготовка к зачёту

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачёта.

Билет на зачёт 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 зачёту студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к зачёту;

- 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 зачётном билете, продолжительность и форму проведения зачёта (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;

- приступая к работе с зачётным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;

- при условии проведения письменного зачёта дать полные письменные ответы на теоретические вопросы;

- изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ГОРНОГО ПРОИЗВДСТВА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
Подземная разработка пластовых месторождений

Автор: Важенин Л.А., доцент, к.т.н.

Одобрено на заседании кафедры

Горного дела
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Валиев Н. Г.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 17.04.2019 г.
(Дата)

Рассмотрено методической комиссией факультета

Горно-технологического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 19.04.2019 г.
(Дата)

Екатеринбург - 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Контрольная работа 1. Моделирование расходов на проведение горных выработок……. 3
Контрольная работа 2. Моделирование расходов на поддержание выработок…… 23
Контрольная работа 3. Моделирование расходов на транспорт грузов по горным выработкам……... 39
Контрольная работа 4. Моделирование расходов в очистном забое……..…….. 45
Литература…… 49

Контрольная работа 1

Моделирование расходов на проведение горных выработок

При моделировании расходов на проведение горных выработок рассматриваются два случая:

а) проведение протяженных горных выработок;

б) проведение камер.

Описание расходов на проведение протяженных выработок

Удельные расходы на проведение протяженных горных выработок определяются как отношение общей стоимости выработки к промышленным запасам, которые обслуживает данная выработка (по существу это амортизация горных выработок по потонной ставке):

$$C_i^{\text{пр}} = \frac{k_i \ell_i}{z_i},$$

где $C_i^{\text{пр}}$ - удельные расходы на проведение *i*-й выработки, руб./т;

k_i - стоимость проведения 1 м *i*-й выработки, руб./т;

l_i - длина *i*-ой выработки, м;

z_i - промышленные запасы полезного ископаемого, которые обслуживает данная выработка, т.

Длину выработки и запасы, которые она обслуживает необходимо выразить через параметры шахтного поля или каких-то отдельных его частей, т.е. параметры нужно связать с критерием.

Это и будет математическая модель такого элементарного расхода денежных средств, как проведение какой-либо отдельной выработки. Привести все многообразие таких моделей практически невозможно.

Рассмотрим некоторый ряд таких зависимостей на конкретных примерах.

Примеры

Пример 1. Составить элементарные математические модели расходов на проведение выработок выемочного поля в соответствии с расчетной схемой

(рис. 1.), т.е. расходы на проведение выработок нужно связать параметры выемочного поля.

На рис. 1 обозначено:

1 - Этажный откаточный штрек;

2 - конвейерный штрек нижней лавы (бывший просек);

3 - вентиляционный штрек нижней лавы;

4 - конвейерный штрек верхней лавы;

5 - вентиляционный штрек верхней лавы;

6 - участковый бремсберг;

7 - ходок при бремсберге;

8 - участковый шурф;

9 - сбоечные печи между откаточным штреком и просеком;

10 - сбоечные печи между промежуточными штреками;

11 - сбойки между бремсбергом и ходком.

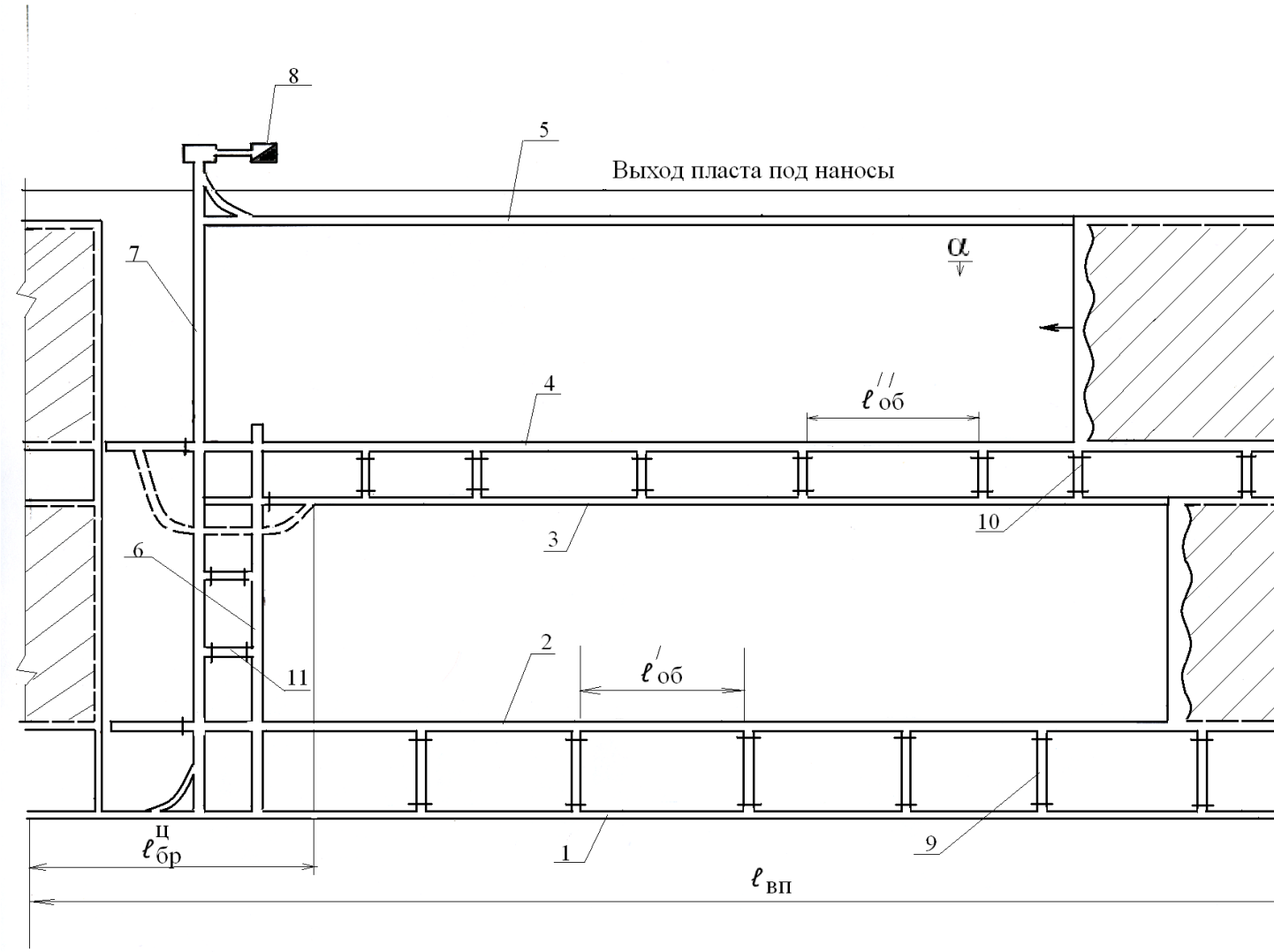


Рис. 1. Расчетная схема к примеру 1 (план выемочного поля)

Решение:

Опишем расходы на проведение перечисленных выработок как функции параметров выемочного поля.

1. Удельные расходы на проведение этажного откаточного штрека

$$C^{\text{пр}}_{\text{о.штр}} = \frac{k_{\text{о.штр}}\ell_{\text{вп}}}{z_{\text{вп}}} = \frac{k_{\text{о.штр}}\ell_{\text{вп}}}{(\ell_{\text{вп}} - \ell^{\text{бр}}_{\text{ц}})\ell_{\text{оз}} n_{\text{пэ}}\gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}},$$

где $C^{\text{пр}}_{\text{о.штр}}$ - удельные затраты на проведение откаточного штрека, руб./т;

$k_{\text{о.штр}}$ - стоимость проведения 1 м штрека, руб./м;

$\ell_{\text{вп}}$ - размер выемочного поля по простиранию, м;

$\ell^{\text{бр}}_{\text{ц}}$ - размер целика около бремсберга, м;

$\ell_{\text{оз}}$ - длина очистного забоя;

$n_{\text{пэ}}$ - число подэтажей в этаже;

γ - плотность угля в массиве пласта, т/м^3;

m - вынимаемая мощность пласта, м;

$C^{\text{оз}}_{\text{изв}}$ - коэффициент извлечения угля из очистного забоя.

Ширина целика у бремсберга $\ell^{\text{бр}}_{\text{ц}}$ имеет незначительные размеры по сравнению с длиной выемочного поля по простиранию $\ell_{\text{вп}}$, ею можно пренебречь, тогда выражение (6.2) упростится:

$$C^{\text{пр}}_{\text{о.штр}} = \frac{k_{\text{о.штр}}}{\ell_{\text{оз}} n_{\text{пэ}}\gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}}$$

2. Удельные расходы на проведение промежуточного конвейерного штрека составят:

$$C^{\text{пр}}_{\text{п.к..штр}} = \frac{k_{\text{п.к.штр}} L_{\text{п.к.штр}}}{z_{\text{ст}}} = \frac{k_{\text{п.к.штр}} \ell_{\text{вп}}}{\ell_{\text{вп}} \ell_{\text{оз}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}} = \frac{k_{\text{п.к.штр}}}{\ell_{\text{оз}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}}$$

где $C^{\text{пр}}_{\text{п.к.штр}}$ - удельные затраты на проведение промежуточного конвейерного штрека, руб./т;

$k_{\text{п.к.штр}}$ - стоимость проведения 1 м штрека, руб./м;

$z_{\text{ст}}$ - промышленные запасы выемочного столба, т.

3. Удельная стоимость проведения промежуточного вентиляционного штрека запишется аналогично:

$$C^{\text{пр}}_{\text{п.в..штр}} = \frac{k_{\text{п.в.штр}}}{\ell_{\text{оз}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}}$$

где $C^{\text{пр}}_{\text{п.в.штр}}$ - удельная стоимость проведения промежуточного вентиляционного штрека, руб./т;

$k_{\text{п.в.штр}}$ - стоимость проведения 1 м вентиляционного штрека, руб./м.

4. Удельная стоимость проведения бремсберга ($C^{\text{пр}}_{\text{бр}}$, руб./т) составит:

$$C^{\text{пр}}_{\text{бр}} = \frac{k_{\text{бр}} L_{\text{бр}}}{z_{\text{вп}}} = \frac{k_{\text{бр}} (\ell_{\text{вп}} \cdot (n_{\text{пэ}} - 1) + h''_{\text{ц}} (n_{\text{пэ}} - 1) + h''_{\text{ц}} + h_{\text{т}}}{\ell_{\text{вп}} \ell_{\text{оз}} n_{\text{пэ}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}} =$$

$$= \frac{k_{\text{бр}}}{\ell_{\text{вп}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}} - \frac{k_{\text{бр}}}{\ell_{\text{вп}} n_{\text{пэ}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}} + \frac{k_{\text{бр}} \cdot h''_{\text{ц}}}{\ell_{\text{вп}} \ell_{\text{оз}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}} +$$

$$+ \frac{k_{\text{бр}} (h'_{\text{ц}} + h_{\text{т}} - h''_{\text{ц}})}{\ell_{\text{вп}} \ell_{\text{оз}} n_{\text{пэ}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}},$$

где $k_{\text{бр}}$ - стоимость проведения 1 м бремсберга, руб./м.

5. Стоимость проведения ходка при бремсберге ($C^{пр}_{х.бр}$, руб/т) составит:

$$C^{пр}_{х.бр} = \frac{k_{х.бр} L_{х.бр}}{z_{вп}} = \frac{k_{бр}(\ell_{оз} n_{пэ} + h''_{ц}\ (n_{пэ} - 1) + h'_{ц} + h_{т}}{\ell_{вп} \ell_{оз} n_{пэ} \gamma m C^{оз}_{изв}} =$$

$$= \frac{k_{бр}}{\ell_{вп} \gamma m C^{оз}_{изв}} + \frac{k_{бр} \cdot h''_{ц}}{\ell_{вп} \ell_{оз} \gamma m C^{оз}_{изв}} + \frac{k_{бр}(h'_{ц} + h_{т} - h''_{ц})}{\ell_{вп} \ell_{оз} n_{пэ} \gamma m C^{оз}_{изв}},$$

где $k_{х.бр}$ - стоимость проведения 1 м ходка бремсберга, руб./м.

6. Стоимость проведения шурфа ($C^{пр}_{шур}$, руб./т) составит:

$$C^{пр}_{шур} = \frac{k_{шур} H_{н}}{\ell_{вп} \ell_{оз} n_{пэ} \gamma m C^{оз}_{изв}},$$

где $k_{шур}$ - стоимость проведения 1 м шурфа, руб./т;

$H_{н}$ - мощность насосов, м.

7. Стоимость проведения сбоечных печей между откаточным штреком и просеком ($C^{пр}_{сб.п1}$, руб./т) составит:

$$C^{пр}_{сб.п1} = \frac{k_{сб.п1} h'_{ц} n'_{сб.п1}}{z_{вп}} = \frac{k_{сб.п1} h'_{ц} \cdot \frac{\ell_{вп}}{\ell'_{сб}}}{\ell_{вп} \ell_{оз} n_{пэ} \gamma m C^{оз}_{изв}} = \frac{k_{сб.п1} h'_{ц}}{\ell'_{сб} \ell_{оз} n_{пэ} \gamma m C^{оз}_{изв}},$$

где $k_{сб.п1}$ - стоимость проведения 1 м сбоечной печи между откаточным штреком и просеком, руб./м;

$n'_{сб.п1}$ - количество сбоечных печей в выемочном поле.

8. Стоимость проведения сбоечных печей между промежуточными штреками ($C^{пр}_{сб.п2}$, руб./т) составит:

$$C^{\text{пр}}_{\text{сб.п2}} = \frac{k_{\text{сб.п2}} h' h''_{\text{сб.п}}}{z_{\text{вп}}} = \frac{k_{\text{сб.п2}} h''_{\text{ц}} \frac{\ell_{\text{вп}}}{\ell''_{\text{сб}}} (n_{\text{пэ}} - 1)}{\ell_{\text{вп}} \ell_{\text{оз}} n_{\text{пэ}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}} =$$

$$= \frac{k_{\text{сб.п2}} h''_{\text{ц}}}{\ell''_{\text{сб}} \ell_{\text{оз}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}} - \frac{k_{\text{сб.п2}} \cdot h''_{\text{ц}}}{\ell''_{\text{сб}} \ell_{\text{оз}} n_{\text{пэ}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}},$$

где $k_{\text{сб.п2}}$ - стоимость проведения 1 м сбоечной печи между откаточным штреком и просеком, руб./м;

$n''_{\text{сб.п}}$ - количество сбоечных печей в выемочном поле.

9. Стоимость проведения сбоек между бремсбергом и ходком ($C^{\text{пр}}_{\text{сб.бр}}$, руб./т) составят:

$$C^{\text{пр}}_{\text{сб.бр}} = \frac{k_{\text{сб.бр}} \ell^{\text{б–х}}_{\text{ц}} n^{\text{б–х}}_{\text{сб}}}{z_{\text{вп}}} = \frac{k_{\text{сб.бр}} \ell^{\text{б–х}}_{\text{ц}} \frac{\ell_{\text{оз}} (n_{\text{пэ}} - 1)}{\ell^{\text{бр}}_{\text{сб}}}}{\ell_{\text{вп}} \ell_{\text{оз}} n_{\text{пэ}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}} =$$

$$= \frac{k_{\text{сб.бр}} \ell^{\text{б–х}}_{\text{ц}}}{\ell^{\text{бр}}_{\text{сб}} \ell_{\text{вп}} \gamma m C_{\text{изв}}} - \frac{k_{\text{сб.бр}} \ell^{\text{б–х}}_{\text{ц}}}{\ell^{\text{бр}}_{\text{сб}} \ell_{\text{вп}} n_{\text{пэ}} \gamma m C^{\text{оз}}_{\text{изв}}},$$

где $k_{\text{сб.бр}}$- стоимость проведения 1 м сбойки между бремсбергом и ходком, руб./м;

$\ell^{\text{б–х}}_{\text{ц}}$ - размер целика между бремсбергом и ходком, м;

$n^{\text{б–х}}_{\text{сб}}$ - количество сбоек.

Пример 2. Описать математическими зависимостями расходы на проведение выработок согласно расчетной схеме (рис. 2 и 3). На расчетной схеме обозначены:

1 - главный ствол;

2 - вспомогательный ствол;

3 - этажный квершлаг;

4 - полевые откаточные штреки;

5 - промежуточные (участковые) квершлаги.

Дополнительная информация:

1) способ подготовки шахтного поля – этажный;

2) конструкция выемочных полей – двухкрылая. Размеры выемочных всех полей одинаковы;

3) число этажей в шахтном поле – $n_э$*. Размеры всех этажей одинаковы;*

4) расходы на проведение этажного квершлага опишем только для первого этажа.

Принятые буквенные обозначения*:*

S – размер шахтного поля по простиранию, м;

l – размеры выемочных полей по простиранию, м;

h – наклонная высота этажа, м;

$h^в$*- вертикальная высота этажа, м;*

$H_н$ *–мощность насосов, м;*

α *- угол падения пластов, град.;*

a; $a^г$ *–расстояние от пласта до полевого штрека, соответственно, по нормам и по горизонтали, м;*

a_1, a_2,…, $a_1^г, a_2^г$*...- расстояние между пластами, соответственно, по нормам и по горизонтали, м.*

Решение:

1. Стоимость проведения главного ствола составит:

$$C_{\text{гл.ст}}^{\text{пр}} = \frac{K_{\text{гл.ст}}}{z_{\text{шп}}} = \frac{k_{\text{гл.ст}}(H_{\text{н}} + h \cdot n_{\text{э}} \cdot \sin\alpha + H_{\text{зум}}^{\text{гл.ст}})}{s \cdot h \cdot n_{\text{э}} \sum_{i=1}^{n_{\text{пл}}} m_i \gamma_i C_{\text{изв}}^{\text{шп}}} =$$

$$= \frac{k_{\text{гл.ст}} \cdot \sin\alpha}{s \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{пл}}} m_i \gamma_i C_{\text{изв}}^{\text{шп}}} + \frac{k_{\text{гл.ст}}(H_{\text{н}} + H_{\text{зум}}^{\text{гл.ст}})}{s \cdot h \cdot n_{\text{э}} \sum_{i=1}^{n_{\text{пл}}} m_i \gamma_i C_{\text{изв}}^{\text{шп}}},$$

где $K_{гл.ст}$ – общая стоимость проведения главного ствола, руб.;

$k_{\text{гл.ст}}$ - стоимость проведения 1 м главного ствола, руб./м;

$z_{\text{шп}}$ - промышленные запасы угля в шахтном поле, т;

$H_{\text{зум}}^{\text{гл.ст}}$- длина зумпфа главного ствола, м;

m_i - мощность i –го пласта, м;

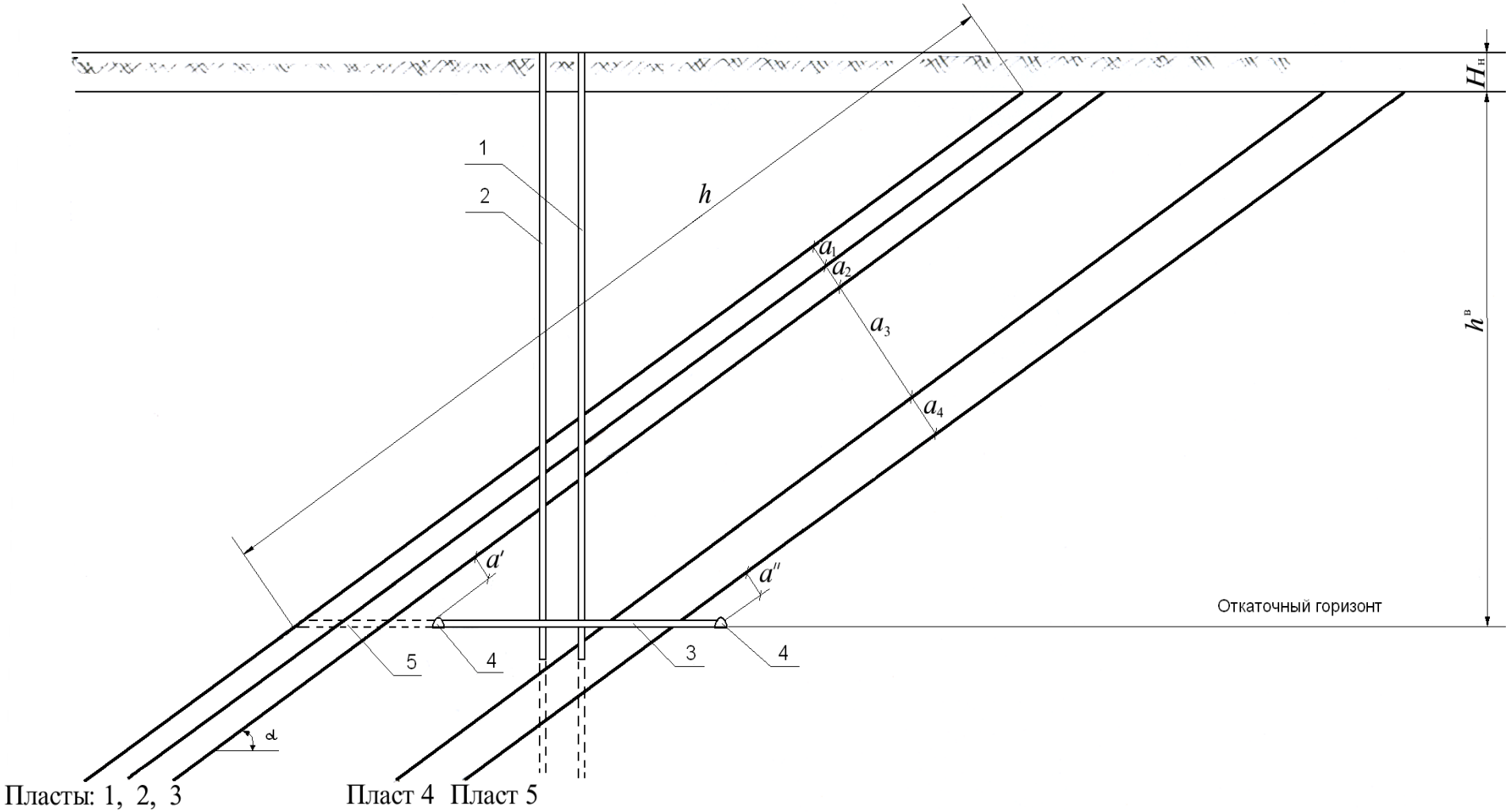


Рис. 2. Расчетная схема к примеру 2 (вертикальная схема вскрытия шахтного поля)

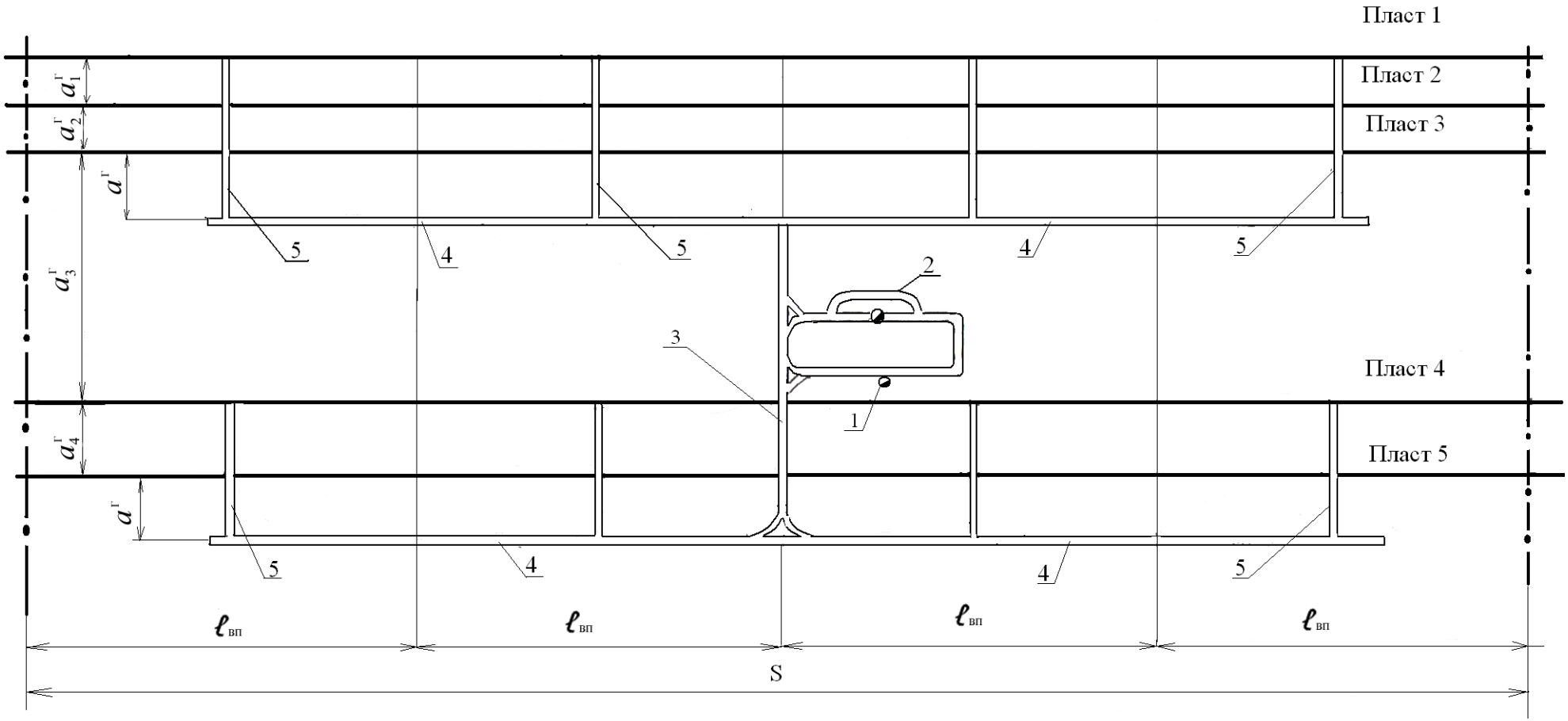


Рис. 3. Расчетная схема к примеру 2 (план рабочего горизонта)

γ_i - плотность угля в массиве i –го пласта, т/м^3;

$n_{\text{пл}}$ - число пластов в шахтном поле;

$C_{\text{изв}}^{\text{шп}}$ - коэффициент, учитывающий извлечение угля из балансовых запасов шахтного поля.

2. Стоимость проведения вспомогательного ствола запишем по аналогии с главным стволом:

$$C_{\text{всп.ст}}^{\text{пр}} = \frac{k_{\text{всп.ст}} \cdot \sin\alpha}{s \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{пл}}} m_i \gamma_i C_{\text{изв}}^{\text{шп}}} + \frac{k_{\text{всп.ст}}(H_{\text{н}} + H_{\text{зум}}^{\text{всп.ст}})}{s \cdot h \cdot n_{\text{э}} \sum_{i=1}^{n_{\text{пл}}} m_i \gamma_i C_{\text{изв}}^{\text{шп}}},$$

где $k_{\text{всп.ст}}$- стоимость проведения 1 м вспомогательного ствола, руб./м;

$H_{\text{зум}}^{\text{всп.ст}}$- длина зумпфа вспомогательного ствола, м.

3. Стоимость проведения этажного квершлага составит:

$$C_{\text{э.кв}}^{\text{пр}} = \frac{K_{\text{э.кв}}}{z_{\text{э}}} = \frac{k_{\text{э.кв}} \dfrac{a_{\text{з}} - a' + a_4 + a''}{\sin\alpha}}{s \cdot h \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{пл}}} m_i \gamma_i C_{\text{изв}}^{\text{шп}}},$$

где $K_{\text{э.кв}}$ - общая стоимость проведения этажного квершлага, руб.;

$z_{\text{э}}$ - промышленные запасы угля на этаже, т;

$k_{\text{эт.кв}}$ - стоимость проведения 1 м этажного квершлага, руб./м.

4. Стоимость проведения полевых откаточных штреков запишется:

$$C^{\text{пр}}_{\text{о.штр}} = \frac{K_{\text{о.штр}} n_{\text{о.штр}}}{z_{\text{э}}} = \frac{k_{\text{о.штр}} L_{\text{о.штр}} n_{\text{о.штр}}}{z_{\text{э}}} = \frac{k_{\text{о.штр}} (S - 2\frac{\ell_{\text{вп}}}{2}) n_{\text{о.штр}}}{sh \sum_{i=1}^{n_{\text{пл}}} m_i \gamma_i C^{\text{шп}}_{\text{изв}}} =$$

$$= \frac{k_{\text{о.штр}} n_{\text{о.штр}}}{h \sum_{i=1}^{n_{\text{пл}}} m_i \gamma_i C^{\text{шп}}_{\text{изв}}} - \frac{k_{\text{о.штр}} \ell_{\text{вп}} n_{\text{о.штр}}}{sh \sum_{i=1}^{n_{\text{пл}}} m_i \gamma_i C^{\text{шп}}_{\text{изв}}}$$

где $K_{\text{о.штр}}$ - общая стоимость проведения откаточного квершлага, руб.;

$n_{\text{о.штр}}$ - количество откаточных штреков на горизонте;

$k_{\text{о.штр}}$ - стоимость проведения 1 м откаточного квершлага, руб./м.

5. Стоимость проведения промежуточных квершлагов составит:

$$C^{\text{пр}}_{\text{пр.кв.}} = \frac{K_{\text{пр.кв.}}}{z_{\text{э}}} = \frac{\sum_{j=1}^{q} (k_{\text{пр.кв}} \cdot \ell_{\text{пр.кв.j}} \frac{S}{\ell_{\text{вп}}}) j}{S \cdot h \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{пл}}} m_i \gamma_i C^{\text{шп}}_{\text{изв}}} = \frac{k_{\text{пр.кв}} \cdot \sum_{j=1}^{q} \ell_{\text{пр.кв.j}}}{\ell_{\text{вп}} \cdot h \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{пл}}} m_i \gamma_i C^{\text{шп}}_{\text{изв}}},$$

где $K_{\text{пр.кв.}}$ - суммарная стоимость проведения всех промежуточных квершлагов на горизонте, руб.;

$k_{\text{пр.кв}}$ - стоимость проведения 1 м промежуточного квершлага, руб./м;

$\ell_{\text{пр.кв.j}}$ - длина промежуточного квершлага, проводимого в j- ой группе пластов, м;

q - количество групп пластов, подготавливаемых общим откаточным штреком.

Описание расходов на проведение камер, приемно-отправительных площадок и околоствольных дворов

Удельные расходы на проведение камер, приемно-отправительных площадок околоствольных дворов определяется как отношение общей стоимости камеры (околоствольной двора, приемно-отправительной площадки) к промышленным запасам, которые обслуживают названные выработки

$$C^{\text{пр}}_{\text{к(пп,окд)}i} = \frac{V_{\text{к(пп,окд)}i} \cdot k'_{\text{к(пп,окд)}i}}{z_i},$$

где $C^{\text{пр}}_{\text{к(пп,окд)}i}$ - удельные расходы на проходку *i*-ой камеры (прием-ной площадки, околоствольного двора), руб./т;

$V_{\text{к(пп,окд)}i}$ - объем *i*-ой камеры (приемной площадки, около-ствольного двора), м^3;

z_i - промышленные запасы, которые обслуживает *i*-ая камера, т.

Объемы отдельной камеры, приемной площадки или околоствольного двора определяются по проекту или по эмпирическим формулам. Стоимость сооружения 1 м^3 камеры определяется или путем составления сметы, или приближенно по стоимостным параметрам.

Рассмотрим несколько примеров описания зависимостей между стоимостью сооружения камер и геометрическими параметрами отдельных частей шахтного поля.

Примеры

Пример 3. Составить зависимости между стоимостью сооружения приемно-отправительных площадок на панельном бремсберге и пара-

метрами панели в соответствии с расчетной схемой (рис. 4). Схема однолинейная, т.е. горные выработки изображены одной линией.

На расчетной схеме (рис. 4) обозначено*:*

1 – полевой откаточный штрек;

2 – участковый конвейерный квершлаг;

3 – участковый рельсовый квершлаг;

4 – промежуточный бункер;

5 – панельный бремсберг;

6 - грузовой ходок при бремсберге;

7 - людской ходок при бремсберге;

8 – ярусный вентиляционный штрек (бывший конвейерный штрек верхней лавы);

9 - ярусный конвейерный штрек;

10 - очистной забой (лава);

11 - камера лебедки грузового подъема;

12 - камера лебедки людского подъема;

13 - шуфер;

14 - ярусный вентиляционный штрек верхней лавы (на схеме погашен).

Решение:

1. Удельные расходы на сооружение верхней приемно-отправительной площадки бремсберга составят:

$$C^{\text{пр}}_{\text{в.пп}} = \frac{K_{\text{в.пп}}}{z_{\text{п}}} = \frac{k'_{\text{в.пп}} V_{\text{в.пп}}}{(\ell_{\text{п}} - \ell^{\text{бр}}_{\text{ц}})\ell_{\text{оз}} n_{\text{я}} m \gamma C^{\text{оз}}_{\text{изв}}} \ .$$

Если размером целика, оставленного у бремсберга пренебречь, то модель будет более грубая (приближенная), но зависимость упростится:

$$C_{\text{в.пш}}^{\text{пр}} = \frac{k'_{\text{в.пш}} V_{\text{в.пп}}}{\ell_{\text{п}} \ell_{\text{оз}} n_{\text{я}} m \gamma C_{\text{изв}}^{\text{оз}}},$$

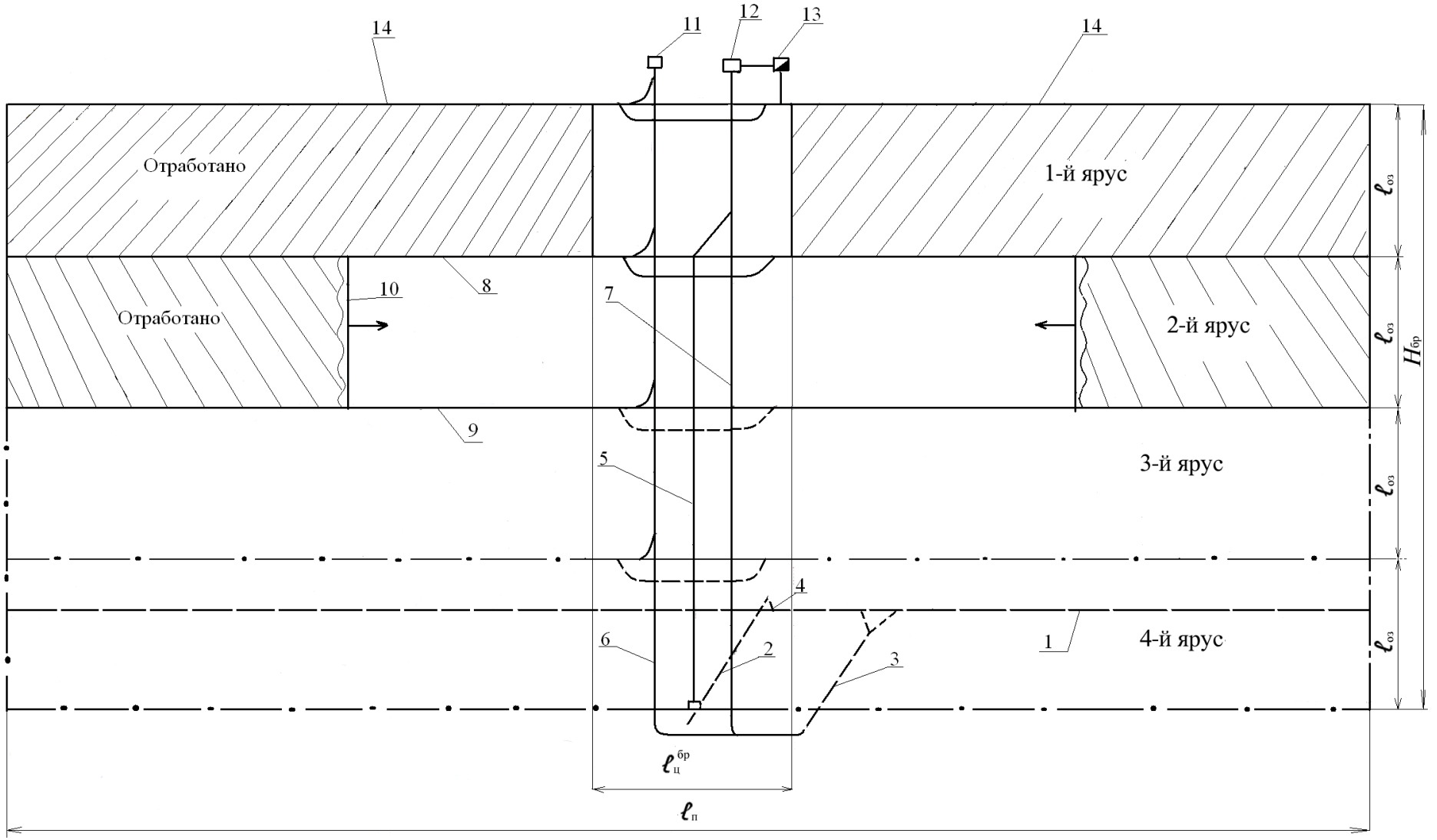


Рис. 4. Расчетная схема к примеру 3 (план панели)

где $C^{пр}_{в.пп}$ - удельные расходы на проведение верхней приемной площадки, руб./т;

$k'_{в.пп}$ - стоимость сооружения 1 м^3 площадки в свету, руб./м^3;

$V_{в.пп}$ - объем верхней приемной площадки в свету, м^3, определяется по проекту или по эмпирическим формулам;

$\ell_п$ - размер панели по простиранию, м;

$n_я$ - количество ярусов в панели.

2. Стоимость сооружения нижней приемной площадки у панельного бремсберга запишется по аналогии с выше сделанной записью:

$$C^{пр}_{н.пп} = \frac{k'_{н.пп} V_{н.пп}}{\ell_п \ell_{оз} n_я m \gamma C^{оз}_{изв}},$$

где $C^{пр}_{н.пп}$ - удельные расходы на сооружение нижней приемной площадки, руб./т;

$k'_{нпп}$ - стоимость сооружения 1 м^3 площадки, руб./м^3;

$V_{н.пп}$ - объем верхней приемной площадки, м^3 .

3. Стоимость сооружения промежуточных площадок составит:

$$C^{пр}_{пр.пп} = \frac{K_{пр..пп} - n_{пр.пп}}{z_п} = \frac{k'_{пр.пп} V_{прпп} (n_я - 1)}{\ell_п \ell_{оз} n_я m \gamma C^{оз}_{изв}} = \frac{k'_{пр.пп} V_{пр.пп}}{\ell_п \ell_{оз} m \gamma C^{оз}_{изв}} - \frac{k'_{пр.пп} V_{прпп}}{\ell_п \ell_{оз} n_я m \gamma C^{оз}_{изв}},$$

где $C^{пр}_{пр.пп}$ - удельные затраты на сооружение промежуточных приемных площадок, руб./т;

$k'_{пр.пп}$ - стоимость сооружения 1 м^3 промежуточных площадок, руб./м^3;

$V_{прпп}$ - объем промежуточной приемной площадки в свету, м^3.

Пример 4. Выразить удельные расходы на сооружение околоствольных дворов через параметры шахтного поля в соответствии с расчетной схемой (рис. 5).

На расчетной схеме обозначено:

1 - главный ствол;

2 - вспомогательный ствол;

3 - этажные квершлаги.

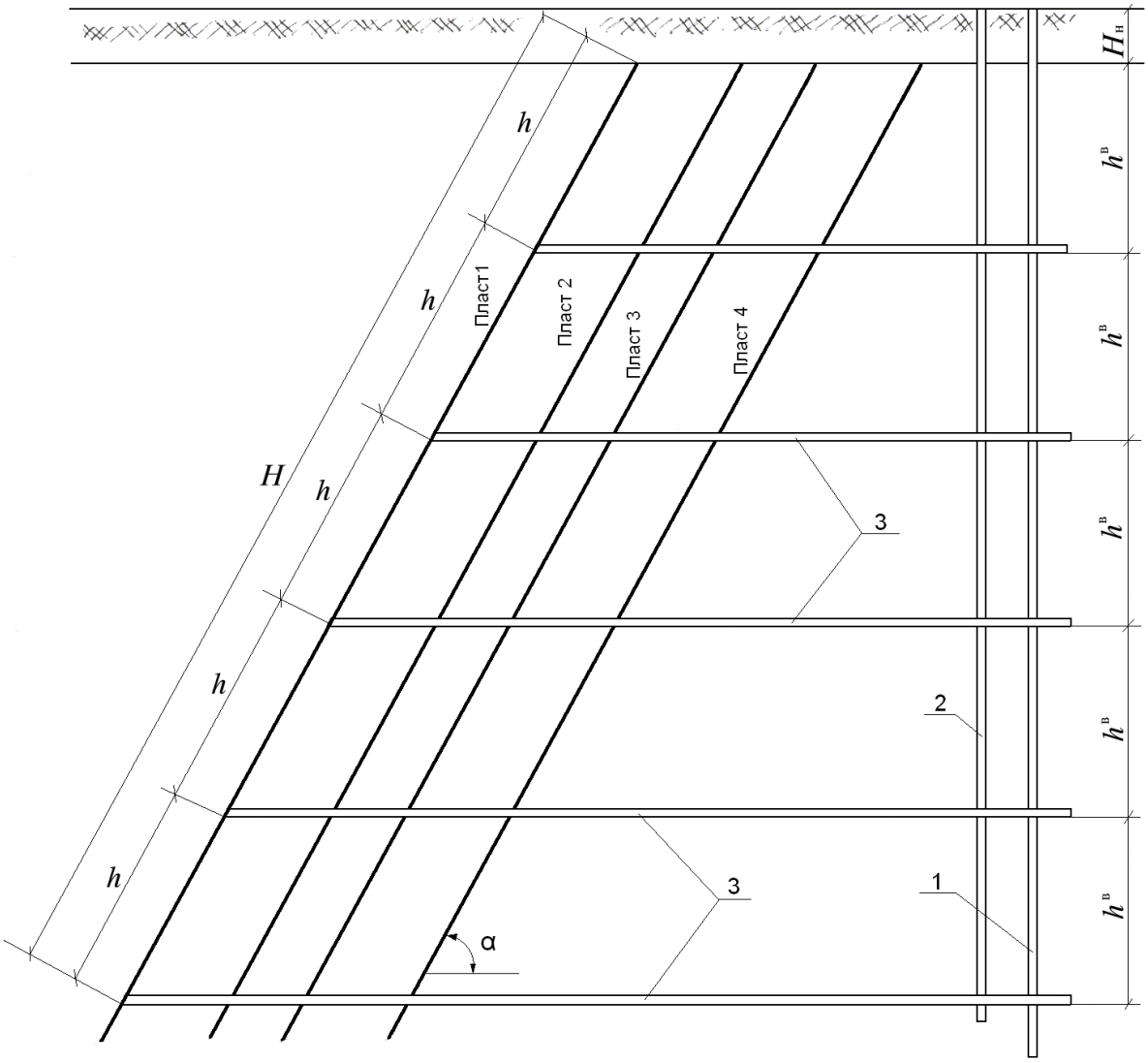


Рис. 5. Расчетная схема к примеру 4 (вертикальная схема вскрытия)

Решение:

Опишем расходы на сооружение околоствольных дворов в двух вариантах.

Вариант 1. Конструкция околоствольных дворов и запасы, которые они обслуживают, одинаковы на всех этажах.

В этом случае достаточно определить стоимость одного околоствольного двора и отнести ее на запасы одного этажа:

$$C^{\text{пр}}_{\text{окд.}} = \frac{K_{\text{окд.}}}{z_{\text{э}}} = \frac{k'_{\text{окд}} V_{\text{окд}}}{n_{\text{пл}} Sh \sum\limits_{i=1} m_i \gamma_i C^{\text{шп}}_{\text{изв}}},$$

где $K_{\text{окд.}}$ - общая стоимость сооружения околоствольного двора, руб.;

$z_{\text{э}}$ - промышленные запасы этажа, т;

$k'_{\text{окд}}$ - стоимость сооружения 1 м^3 ствола, руб./м^3;

$V_{\text{окд}}$ - объем околоствольного двора, м^3.

Вариант 2. Стоимость сооружения околоствольных дворов на этажах и наклонные высоты этажей различны. В этом случае удельные расходы на сооружение околоствольных дворов определятся как отношение суммы стоимостей дворов всех этажей к промышленным запасам всего шахтного поля:

$$C^{\text{пр}}_{\text{окд.}} = \frac{\sum\limits_{j=1}^{n_{\text{э}}} K_{\text{окд.}\,j}}{\sum\limits_{j=1}^{n_{\text{э}}} z_{\text{э}j}} = \frac{\sum\limits_{j=1}^{n_{\text{э}}} k'_{\text{окд}j} \cdot V_{\text{окд}j}}{S \cdot \sum\limits_{i=1}^{n_{\text{пл}}} m_i \gamma \; C^{\text{шп}}_{\text{изв}} \sum\limits_{j=1}^{n_{\text{э}}} h_j},$$

Контрольная работа 2

Моделирование расходов на поддержание выработок

Сущность моделирования заключается в том, чтобы увязать величину критерия (а в нашем случае это удельные эксплуатационные расходы) с параметрами шахтного поля или отдельных частей его через длину выработки, время ее поддержания и запасы, которые обслуживает данная выработка, т.е.

$$C_i^{\text{под}} = f(\ell_i, t_i, z_i), \qquad (6.25)$$

где $C_i^{\text{под}}$ - удельные расходы на поддержание *i*-й выработки, руб./т;

ℓ_i - поддерживаемая длина *i*-й выработки, м;

t_i - срок поддержания *i*-й выработки, лет;

z_i - промышленные запасы угля, которые обслуживает данная выработка, т.

В общем случае эта зависимость описывается соотношением

$$C_i^{\text{под}} = \frac{r_i \cdot \ell_i \cdot t_i}{z_i}, \qquad (6.26)$$

где r_i - стоимость поддержания 1 м выработки в течение одного года, руб./м.год (определяется по стоимостным параметрам).

В практике моделирования расходов на поддержание выработок встречаются четыре ситуации:

а) выработка поддерживается по всей своей длине в течение всего срока существования, т.е. до ее погашения (ликвидации);

б) длина выработки за время ее поддержания меняется плавно (уменьшается или увеличивается);

в) длина выработки меняется равными отрезками (уменьшается или увеличивается);

г) длина выработки меняется равными отрезками (уменьшается или увеличивается) через равные промежутки времени.

Описание расходов на поддержание выработок постоянной длины

Это наиболее простой случай. В данной ситуации достаточно в выражении (6.26) длину выработки, срок ее службы и запасы, которые данная выработка обслуживает, выразить через параметры шахтного поля. Дать готовые решения на все случаи жизни не представляется возможным. Процесс моде-

лирования является творческим и требует анализа каждой конкретной ситуации. Здесь же в качестве иллюстрации рассмотрим несколько примеров.

Примеры

Пример 5. Составить математическую модель расходов на поддержание капитального квершлага в соответствии с расчетной схемой (рис. 6.6). Квершлаг проводится во время строительства шахты, служит весь срок «жизни» шахты и обслуживает все запасы шахтного поля.

На рис. 6.6 цифрами обозначено:

1 - главный ствол;

2 - вспомогательный ствол;

3 - капитальный ствол;

4 - откаточные штреки.

Буквенные обозначения:

H – наклонная высота шахтного поля, м;

$H_{бр}$ *– наклонная высота бремсберговой части шахтного поля;*

$H_{ук}$ *– наклонная высота уклонной части шахтного поля.*

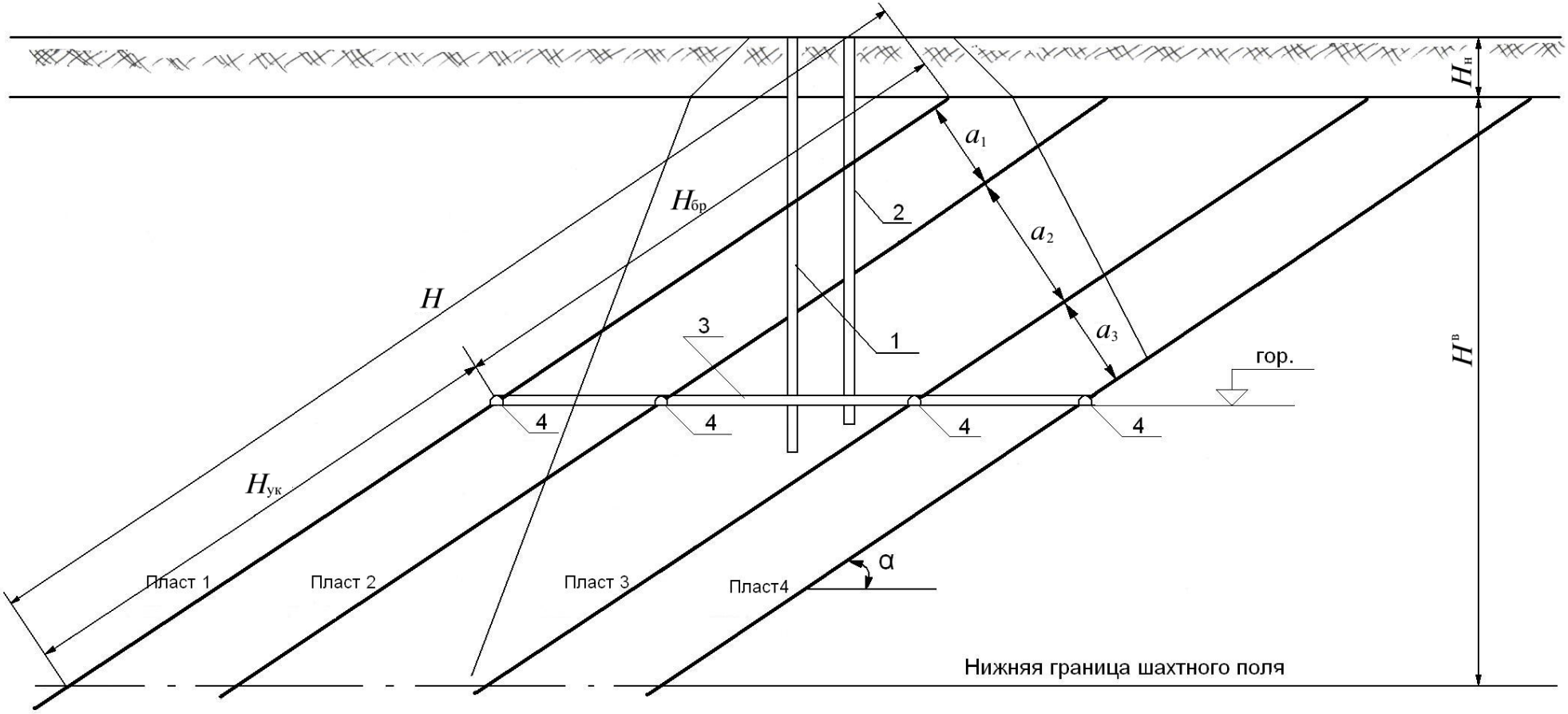


Рис. 6.6. Расчетная схема к примеру 5 (вертикальная схема вскрытия шахтного поля)

Решение:

1. Поддерживаемая длина квершлага

$$L_{\text{кв}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{\sin\alpha},$$

где a_1, a_2, a_3 - расстояние между пластами по нормали, м;

α - угол падения пластов, град.

2. Срок службы квершлага равен сроку службы шахты и может быть определен из выражения

$$T_{\text{кв}} = T_{\text{ш}} = \frac{z_{\text{ш}}}{A_{\text{ш}}^{\text{г}}},$$

где $T_{\text{кв}}, T_{\text{ш}}$ - срок службы, соответственно квершлага, шахты, лет;

$z_{\text{ш}}$ - промышленные запасы угля в шахтном поле, т;

$A_{\text{ш}}^{\text{г}}$ - годовая производительность шахты, т/год.

3. Удельные затраты на поддержание капитального квершлага составят:

$$C_{\text{к.кв}}^{\text{под}} = \frac{r_{\text{к.кв}} \cdot L_{\text{кв}} \cdot T_{\text{кв}}}{z_{\text{ш}}} = \frac{r_{\text{к.кв}} \cdot \frac{a_1 + a_2 + a_3}{\sin\alpha} \cdot \frac{z_{\text{ш}}}{A_{\text{ш}}^{\text{г}}}}{z_{\text{ш}}} = \frac{r_{\text{к.кв}} \cdot (a_1 + a_2 + a_3)}{A_{\text{ш}}^{\text{г}} \cdot \sin\alpha}. \qquad (6.27)$$

Пример 6. Составить математическую модель расходов на поддержание вертикальных стволов шахты (главного и вспомогательного). Стволы также проводятся во время строительства шахты и в дальнейшем не углубляются (рис. 6.6.)

Решение:

1. Длина стволов составит:

а) главного $H_{\text{гл.ств}} = H_{\text{н}} + \frac{H_{\text{бр}}}{\sin\alpha} + H_{\text{зум}}^{\text{гл.ств}}$;

б) вспомогательного $H_{\text{в.ств}} = H_{\text{н}} + \frac{H_{\text{бр}}}{\sin\alpha} + H_{\text{зум}}^{\text{в.ств}}$.

2. Срок службы обоих стволов равен сроку службы шахты:

$$T_{\text{ств}} = \frac{z_{\text{ш}}}{A_{\text{ш}}^{\text{г}}}.$$

3.Удельные расходы на поддержание стволов составят:

а) главного $$C^{\text{под}}_{\text{гл.ст}} = \frac{r_{\text{гл.ств}}(H_{\text{н}} + \frac{H_{\text{бр}}}{\sin\alpha} + H^{\text{гл.ств}}_{\text{зум}})}{A^{\text{г}}_{\text{ш}}}; \qquad (6.28)$$

б) вспомогательного $$C^{\text{под}}_{\text{в.ст}} = \frac{r_{\text{в.ств}}(H_{\text{н}} + \frac{H_{\text{бр}}}{\sin\alpha} + H^{\text{в.ств}}_{\text{зум}})}{A^{\text{г}}_{\text{ш}}}. \qquad (6.29)$$

Описание расходов на поддержание выработок, длина которых плавно меняется

В некоторых случаях длина выработки плавно увеличивается, например при ее проходке. Или плавно укорачивается, например промежуточные штреки по мере подвигания очистного забоя.

В подобных ситуациях математическая модель расходов на поддержание выработки будет иметь вид:

$$C^{\text{под}}_{i} = \int_{\ell_1}^{\ell_2} \frac{r_i \ell_i t_i}{z_i} dt. \qquad (6.30)$$

Рассмотрим несколько примеров.

Примеры

Пример 7. Составить математические модели расходов на поддержание промежуточных штреков однокрылого выемочного поля в соответствии с расчетной схемой (рис. 6.7).

Выемочные столбы отрабатываются последовательно по одному в нисходящем порядке без оставления целиков между промежуточными штреками с их сохранением и повторным использованием. Для целей проветривания тупиковой части штреков на границе выемочного поля проводится вентиляционная печь и вентиляционный шурф.

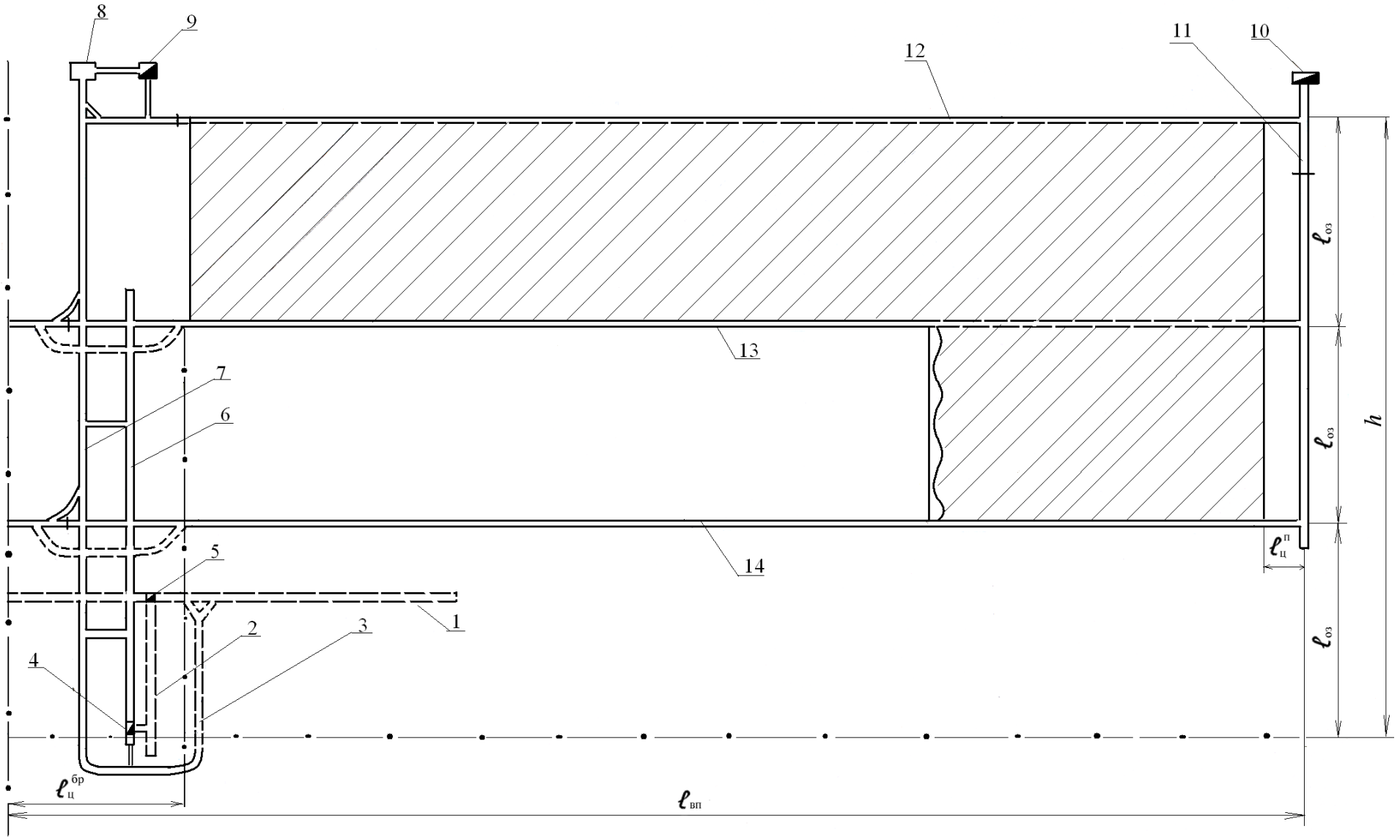


Рис. 6.7. Расчетная схема к примеру 7 (план однокрылого выемочного поля)

На расчетной схеме (рис. 6.7) обозначено:

1 - полевой откаточный штрек;

2 - участковый конвейерный квершлаг;

3 - участковый рельсовый квершлаг;

4 - бункер-гезенк между бремсбергом и участковым конвейерным квершлагом;

5 - бункер-гезенк между квершлагом и откаточным штреком;

6 - бремсберг;

7 - ходок при бремсберге;

8 - камера лебедки;

9 - участковый шурф;

10 - шурф на фланге выемочного поля;

11 - вентиляционная печь;

12 - промежуточный вентиляционный штрек верхней лавы (на схеме показан момент, когда этот штрек погашен);

13 - промежуточный вентиляционный штрек средней лавы (бывший конвейерный штрек верхней лавы);

14 - промежуточный конвейерный штрек средней лавы (в дальнейшем, при отработке нижележащего столба он будет выполнять роль вентиляционного).

Решение:

С целью иллюстрации методики составления модулей опишем расходы на поддержание каждого промежуточного штрека в отдельности, а затем составим общую математическую модель расходов на поддержание всех штреков в выемочном поле. Последнее более правильно, т.к. в модели учитываются все расходы, отнесенные ко всем запасам выемочного поля. Для упрощения математических моделей размера целиков у бремсбергов $\ell_{ц}^{бр}$ и вентиляционной печи $\ell_{ц}^{п}$ не учитываются.

1. Стоимость поддержания вентиляционного штрека верхней лавы составит:

$$C_{в.штр}^{под} = \frac{r_{в.штр}^{м\text{-}м} \cdot \frac{\ell_{вп}}{2} \cdot t_{пр} + r_{в.штр}^{м\text{-}м} \cdot \frac{\ell_{вп}}{2} \cdot t_{ов}}{z_{ст}}, \qquad (6.31)$$

где $r_{в.штр}^{м\text{-}м}$ - стоимость поддержания 1 м вентиляционного штрека в течение 1 года в условиях, когда он находится в массиве пласта с каждой стороны, руб./м год;

$t_{пр}$ - срок проходки штрека, лет;

$t_{ов}$ - длительность отработки (очистной выемки) столба, лет.

Длительность проходки штрека может быть выражена через скорость проходки:

$$t_{\text{пр}} = \frac{\ell_{\text{вп}}}{v_{\text{пр}}^{\text{г}}},$$

где $v_{\text{пр}}^{\text{г}}$ - годовая скорость проходки штрека (может быть принята на основании опыта или рекомендаций), м/год.

Длительность отработки выемочного столба может быть выражена либо через скорость подвигания очистного забоя, либо через скорость отработки запасов столба:

$$t_{\text{ов}} = \frac{\ell_{\text{вп}}}{v_{\text{оз}}^{\text{г}}}$$

либо

$$t_{\text{ов}} = \frac{z_{\text{ст}}}{A_{\text{оз}}^{\text{г}}},$$

где $v_{\text{оз}}^{\text{г}}$ - годовая скорость подвигания очистного забоя, м/год;

$A_{\text{оз}}^{\text{г}}$ - годовая производительность очистного забоя, т/год;

$z_{\text{ст}}$ – промышленные запасы угля в выемочном столбе, т .

В данном примере длительность отработки выемочного столба выразим через скорость подвигания очистного забоя, длительность проведения штрека – через скорость его проходки, а запасы выемочного столба - через его размеры, тогда выражение (6.31) примет вид:

$$C_{\text{в.штр}}^{\text{под}} = \frac{r_{\text{в.штр}}^{\text{м-м}} \cdot \frac{\ell_{\text{вп}}}{2} \cdot \frac{\ell_{\text{вп}}}{\vartheta_{\text{пр}}^{\text{г}}} + r_{\text{в.штр}}^{\text{м-м}} \cdot \frac{\ell_{\text{вп}}}{2} \cdot \frac{\ell_{\text{вп}}}{\vartheta_{\text{оз}}^{\text{г}}}}{\ell_{\text{вп}} \cdot \ell_{\text{оз}} \cdot m \cdot \gamma \cdot C_{\text{изв}}^{\text{оз}}} = \frac{r_{\text{в.штр}}^{\text{м-м}} \cdot \ell_{\text{вп}}}{2\vartheta_{\text{пр}}^{\text{г}} \cdot \ell_{\text{оз}} \cdot m \cdot \gamma \cdot C_{\text{изв}}^{\text{оз}}} +$$

$$+ \frac{r_{\text{в.штр}}^{\text{м-м}} \cdot \ell_{\text{вп}}}{2\vartheta_{\text{оз}}^{\text{г}} \cdot \ell_{\text{оз}} \cdot m \cdot \gamma \cdot C_{\text{изв}}^{\text{оз}}} = \frac{r_{\text{в.штр}}^{\text{м-м}} \cdot \ell_{\text{вп}}}{2\ell_{\text{оз}} \cdot m \cdot \gamma \cdot C_{\text{изв}}^{\text{оз}}} \cdot \left(\frac{1}{\vartheta_{\text{пр}}^{\text{г}}} + \frac{1}{\vartheta_{\text{оз}}^{\text{г}}}\right) \qquad (6.32)$$

2. Стоимость поддержания конвейерного штрека верхней лавы.

Весь срок существования штрека можно разделить на три периода условий поддержания

1-й период - поддержание штрека во время его проведения. В это время его длина плавно увеличивается от нуля до $\ell_{\text{вп}}$, средняя поддерживаемая длина будет равна $\frac{\ell_{\text{вп}}}{2}$. Весь период штрек будет находиться в массиве пласта и расходы на его поддержание составят:

$$R_{\text{к.штр}}^{\text{под(1)}} = r_{\text{в.штр}}^{\text{м-м}} \cdot \frac{\ell_{\text{вп}}}{2} \cdot \frac{\ell_{\text{вп}}}{\vartheta_{\text{пр}}^{\Gamma}} \quad ,$$

где $R_{\text{к.штр}}^{\text{под(1)}}$ - абсолютная величина расходов на поддержание конвейерного штрека за первый период, руб.

2–й период - поддержание штрека за время отработки запасов выемочного столба. В этот период длина штрека не меняется, т.к. он сохраняется для отработки смежного ниже лежащего столба, когда он будет выполнять роль вентиляционного. Но условия поддержания меняются. Впереди очистного забоя он будет находиться в массиве пласта, а позади очистного забоя у него с одной стороны останется массив пласта, а с другой – выработанное пространство. Поддерживаемая длина штрека в условиях массив-массив будет плавно сокращаться от $\ell_{\text{вп}}$ до нуля, а в условиях массив-выработанное пространство будет плавно увеличиваться от нуля до $\ell_{\text{вп}}$. Общие расходы на поддержание штрека за 2-й период составят:

$$R_{\text{к.штр}}^{\text{под(2)}} = r_{\text{к.штр}}^{\text{м-м}} \cdot \frac{\ell_{\text{вп}}}{2} \cdot \frac{\ell_{\text{вп}}}{\vartheta_{\text{оз}}^{\Gamma}} + r_{\text{к.штр}}^{\text{м-в}} \cdot \frac{\ell_{\text{вп}}}{2} \cdot \frac{\ell_{\text{вп}}}{\vartheta_{\text{оз}}^{\Gamma}} = \frac{\ell_{\text{вп}}^{2}}{2\vartheta_{\text{оз}}^{\Gamma}} (r_{\text{к.штр}}^{\text{м-м}} + r_{\text{к.штр}}^{\text{м-в}}) ,$$

где $R_{\text{к.штр}}^{\text{под(2)}}$ - абсолютная величина расходов на поддержание конвейерного штрека за второй период, руб.

3-й период - поддержание штрека за время отработки запасов смежного ниже лежащего выемочного столба. В этот период он будет выполнять роль вентиляционного штрека, его поддерживаемая длина будет меняться от $\ell_{\text{вп}}$ до нуля. Весь период он будет находиться в условиях массив-выработанное пространство. Общие расходы на его поддержание за 3-й период составят:

$$R_{\text{к.штр}}^{\text{под(3)}} = r_{\text{к..штр}}^{\text{м-м}} \cdot \frac{\ell_{\text{вп}}}{2} \cdot \frac{\ell_{\text{вп}}}{\vartheta_{\text{оз}}^{\Gamma}},$$

где $R_{\text{к.штр}}^{\text{под(3)}}$ - абсолютная величина расходов на поддержание конвейерного штрека за третий период, руб.

Теперь можем записать удельные расходы на поддержание конвейерного штрека:

$$C^{\text{под}}_{\text{к.штр}} = \frac{R^{\text{под}(1)}_{\text{к.штр}} + R^{\text{под}(2)}_{\text{к.штр}} + R^{\text{под}(3)}_{\text{к.штр}}}{z_{\text{ст}}} =$$

$$\frac{r^{\text{м-м}}_{\text{в.штр}} \cdot \frac{\ell^2_{\text{вп}}}{2 \cdot \vartheta^{\Gamma}_{\text{пр}}} + \frac{\ell^2_{\text{вп}}}{2 \cdot \vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}} (r^{\text{м-м}}_{\text{в.штр}} + r^{\text{м-в}}_{\text{в.штр}}) + r^{\text{м-в}}_{\text{в.штр}} \cdot \frac{\ell^2_{\text{вп}}}{2 \cdot \vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}}}{\ell_{\text{вп}} \cdot \ell_{\text{оз}} \cdot m \cdot \gamma \cdot C^{\text{оз}}_{\text{изв}}} = \tag{6.33}$$

$$= \frac{\ell_{\text{вп}} (\frac{r^{\text{м-м}}_{\text{в.штр}}}{\vartheta^{\Gamma}_{\text{пр}}} + \frac{r^{\text{м-м}}_{\text{в.штр}}}{\vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}} + \frac{2r^{\text{м-в}}_{\text{в.штр}}}{\vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}})}{2\ell_{\text{оз}} \cdot m \cdot \gamma \cdot C^{\text{оз}}_{\text{изв}}}$$

Подобным образом опишутся расходы на поддержание всех конвейерных штреков, кроме последнего, который не будет поддерживаться и выполнять роль вентиляционного.

3. Стоимость поддержания последнего конвейерного штрека запишется:

$$C^{\text{под}}_{\text{к.штр.п}} = \frac{r_{\text{к.штр}} \cdot \ell_{\text{вп}} (\frac{1}{\vartheta^{\Gamma}_{\text{пр}}} + \frac{1}{\vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}})}{2\ell_{\text{оз}} \cdot m \cdot \gamma \cdot C^{\text{оз}}_{\text{изв}}} \quad . \tag{6.34}$$

Пример 8. Для тех же условий, что и в примере 7 (рис. 6.7), составить математическую модель расходов на поддержание промежуточных штреков, проводимых в выемочном поле, но в качестве критерия принять не удельные затраты по каждому выемочному столбу, а затраты отнесенные ко всем запасам выемочного поля.

Решение:

К решению поставленной задачи подойдем следующим образом: опишем абсолютную величину расходов на поддержание всех штреков и эти суммарные расходы разделим на промышленные запасы выемочного поля. Из предыдущего примера мы поняли, что абсолютная величина расходов на поддержание промежуточных штреков описывается идентично, исключение составляют только расходы на поддержание вентиляционного штрека первого (сверху) выемочного столба (подэтажа и конвейерного штрека последнего (самого нижнего) выемочного столба.

Итак:

1. Абсолютные расходы на поддержание вентиляционного штрека первого подэтажа составят (см. выражение (6.32)):

$$R^{\text{под}}_{\text{в.штр.(в)}} = \frac{r^{\text{м-м}}_{\text{в.штр}} \cdot \ell^2_{\text{вп}}}{2\vartheta^{\Gamma}_{\text{пр}}} + \frac{r^{\text{м-м}}_{\text{в.штр}} \cdot \ell^2_{\text{вп}}}{2\vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}}, \qquad (6.35)$$

где $R^{\text{под}}_{\text{в.штр.(в)}}$ - абсолютные расходы на поддержание вентиляционного штрека верхней лавы, руб.;

2. Абсолютные расходы на поддержание конвейерного штрека нижней лавы (см. выражение (6.34)) запишутся:

$$R^{\text{под}}_{\text{к.штр.(н)}} = \frac{r^{\text{м-м}}_{\text{к.штр}} \cdot \ell^2_{\text{вп}}}{2\vartheta^{\Gamma}_{\text{пр}}} + \frac{r^{\text{м-м}}_{\text{к.штр}} \cdot \ell^2_{\text{вп}}}{2\vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}}, \qquad (6.36)$$

где $R^{\text{под}}_{\text{к.штр.(н)}}$ - абсолютные расходы на поддержание конвейерного штрека нижней лавы, руб.;

3. Абсолютные расходы на поддержание всех остальных промежуточных штреков в выемочном поле (а их количество в общем случае равно ($n_{\text{пэ}}$ – 1)) составит:

$$\sum_{j=0}^{n_{\text{пэ}}-1} R_j = (n_{\text{пэ}} - 1)\left(\frac{r^{\text{м-м}}_{\text{пр.штр}} \cdot \ell^2_{\text{вп}}}{2\vartheta^{\Gamma}_{\text{пр}}} + \frac{r^{\text{м-м}}_{\text{пр.штр}} \cdot \ell^2_{\text{вп}}}{2\vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}} + \frac{2 \cdot r^{\text{м-м}}_{\text{пр.штр}} \cdot \ell^2_{\text{вп}}}{2\vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}}\right), \qquad (6.37)$$

Примечание. В выражении (6.37) не делается разницы между конвейерными и вентиляционными штреками, так как каждый из этих промежуточных штреков один срок служит как конвейерный, а второй срок как вентиляционный.

Далее суммируем абсолютные расходы на поддержание промежуточных штреков, полученную сумму делим на запасы выемочного поля и получаем удельные расходы на поддержание промежуточных штреков (удельные относительно всех запасов выемочного поля, а не каждого столба):

$$C^{\text{под}}_{\text{пр.штр}} = \ell_{\text{вп}}\left(\frac{\frac{r^{\text{м-м}}}{\vartheta^{\Gamma}_{\text{пр}}} + \frac{r^{\text{м–м}}}{\vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}} + \frac{2r^{\text{м–в}}}{\vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}}}{2\ell_{\text{оз}} \cdot m \cdot \gamma \cdot C^{\text{оз}}_{\text{изв}}} + \frac{\frac{r^{\text{м-м}}}{\vartheta^{\Gamma}_{\text{пр}}} + \frac{r^{\text{м–м}}}{\vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}} - \frac{2r^{\text{м–в}}}{\vartheta^{\Gamma}_{\text{оз}}}}{2\ell_{\text{оз}} \cdot n_{\text{пэ}} \cdot m \cdot \gamma \cdot C^{\text{оз}}_{\text{изв}}}\right). \qquad (6.38)$$

Моделирование расходов на поддержание выработок, длина которых меняется равными отрезками

Встречаются ситуации, когда поддерживаемая длина выработки либо увеличивается, либо уменьшается не плавно, а какими-то отрезками равной длины.

Удельные расходы на поддержание таких выработок определяются как сумма абсолютных величин расходов на поддержание всех частей выработки, отнесенная к промышленным запасам угля, которые обслуживает данная выработка:

$$C_i^{\text{под}} = \frac{R_{1i} + R_{2i} + ... + R_{ni}}{z_i}, \qquad (6.39)$$

где $R_{1i} + R_{2i} + ... + R_{ni}$ - абсолютные величины расходов на поддержание 1-й, 2-й,…, *n*-й части *i*-й выработки, руб.;

z_i – промышленные запасы угля, которые обслуживаются *i*-й выработкой, т;

n – число отрезков *i*-й выработки.

Рассмотрим эту ситуацию на примерах.

Пример 9. Составить математическую модель расходов на поддержание панельного уклона в соответствии с расчетной схемой, приведенной на рис. 6.8.

Панель отрабатывается по схеме лава-ярус в нисходящем порядке. При этом первоначально уклон проводится только на один ярус, по мере отработки запасов угля в пределах яруса производится углубка уклона. Данная последовательность углубки и отработки реализуется до полной отработки запасов панели. Конечно, такой порядок отработки запасов панели ведет к некоторой напряженности управления горными работами, но позволяет минимизировать первоначальные затраты на проходку выработок.

На расчетной схеме (рис. 6.8) обозначено:

1 – панельный откаточный штрек (полевой);
2 – панельный конвейерный квершлаг;
3 – панельный конвейерный квершлаг;
4 – панельный рельсовый квершлаг;
5 – панельный уклон;
6 – ходок при панельном уклоне;
7 – вентиляционная печь;
8 – вентиляционный квершлаг;
9 – разрезные печи (монтажные камеры);
10 - камера лебедки;
11 – бункер-гезенк на откаточном штреке;
12 – бункер-гезенк на уклоне;
13 – ярусные штреки.

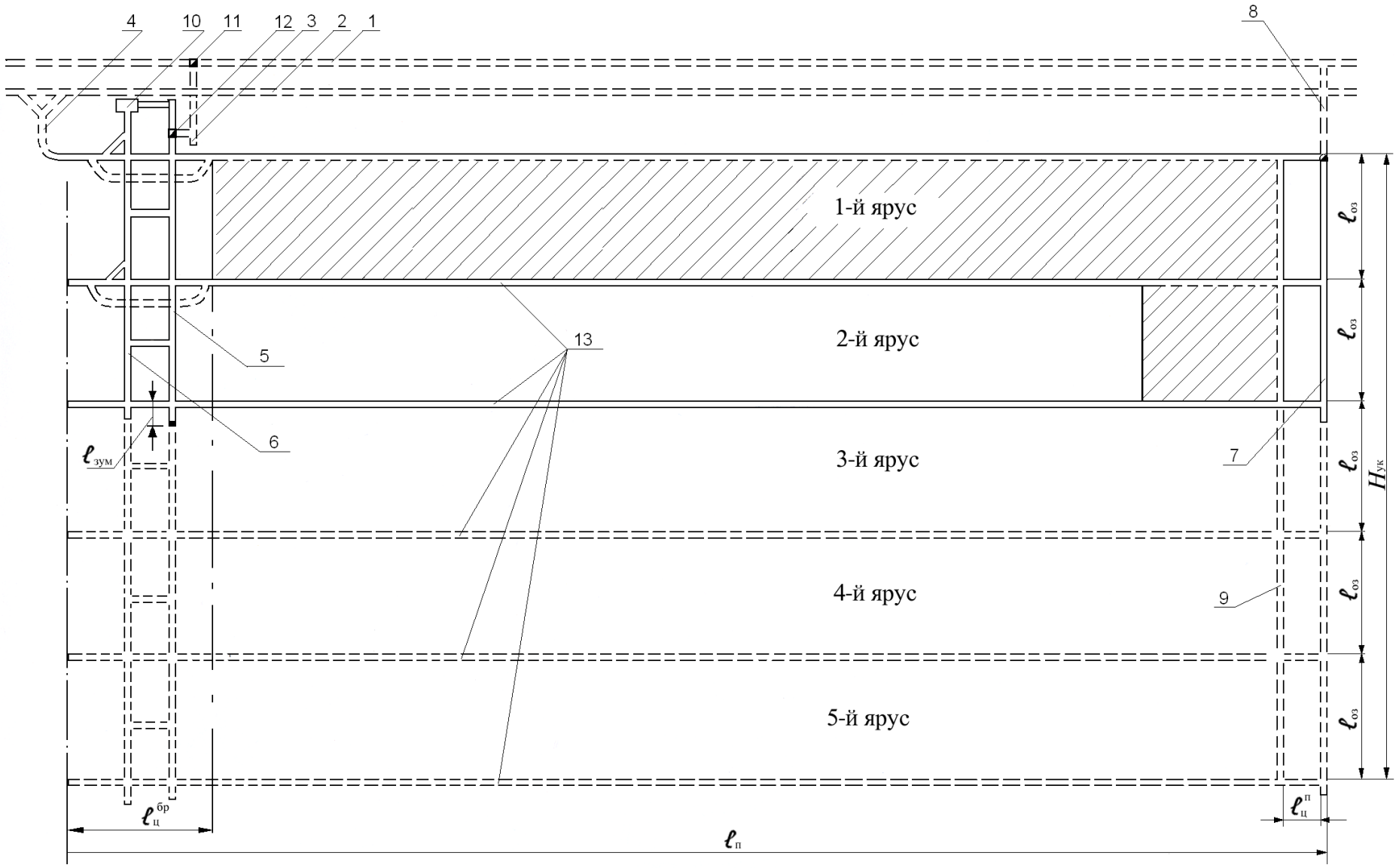


Рис. 6.8. Расчетная схема к примеру 9 (план уклонной панели)

Так как отработка запасов ярусов ведется с повторным использованием ярусных штреков, то первоначально они служат как конвейерные, а впоследствии как вентиляционные, т.е. их назначение меняется. Поэтому мы не будем делить их на конвейерные и вентиляционные, а обозначим просто как ярусные.

Решение:

1. Запишем абсолютную величину расходов на поддержание уклона за время отработки запасов первого яруса:

$$R_{\text{ук}}^{\text{под}(1)} = r_{\text{ук}}(\ell_{\text{оз}} + \ell_{\text{зум}})\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\text{г}}} \quad . \tag{6.40}$$

2. Запишем расходы на поддержание уклона за время отработки запасов второго яруса:

$$R_{\text{ук}}^{\text{под}(2)} = r_{\text{ук}} \cdot (2\ell_{\text{оз}} + \ell_{\text{зум}}) \cdot \frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\text{г}}} . \tag{6.41}$$

Подобным образом можно записать абсолютные расходы на поддержание уклона за время отработки каждого последующего яруса.

3. Запишем расходы на поддержание уклона за период отработки последнего яруса (в общем случае число отрабатываемых ярусов $n_{\text{я}}$):

$$R_{\text{ук}}^{\text{под}(n_{\text{я}})} = r_{\text{ук}}(n_{\text{я}}\ell_{\text{оз}} + \ell_{\text{зум}})\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\text{г}}} \quad . \tag{6.42}$$

Буквенные обозначения в формулах (6.40), (6.41) и (6.42):

$R_{\text{ук}}^{\text{под}(1)}$, $R_{\text{ук}}^{\text{под}(2)}$, $R_{\text{ук}}^{\text{под}(n_{\text{я}})}$ - абсолютная величина расходов на поддержание уклона за время отработки запасов, соответственно, первого, второго , $n_{\text{я}}$ -го яруса, руб.;

$r_{\text{ук}}$ - стоимость поддержания 1 м уклона в течение одного года, руб./м.год;

$\ell_{\text{оз}}$ - длина очистного забоя, м;

$\ell_{\text{зум}}$ - длина зумпферовой части уклона, м;

$z_{\text{я}}$ - промышленные запасы угля яруса, т;

$A_{\text{оз}}^{\text{г}}$ - годовая производительность очистного забоя, т/год.

4. Запишем суммарные абсолютные расходы на поддержание уклона за весь срок его службы. При этом для большей наглядности выполняемых действий в выражениях (6.40), (6.41) и (6.42) раскроем скобки.

$$
\begin{aligned}
R_{\text{ук}}^{\text{под}(1)} &= r_{\text{ук}}\ell_{\text{оз}}\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\Gamma}} + r_{\text{ук}}\ell_{\text{зум}}\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\Gamma}} \\
R_{\text{ук}}^{\text{под}(2)} &= r_{\text{ук}}2\ell_{\text{оз}}\frac{z_{\text{я}}}{\text{A}_{\text{оз}}^{\Gamma}} + r_{\text{ук}}\ell_{\text{зум}}\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\Gamma}} \\
+ \quad & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
R_{\text{ук}}^{\text{под}(\text{n}_{\text{я}})} &= r_{\text{ук}}n_{\text{я}}\ell_{\text{оз}}\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\Gamma}} + r_{\text{ук}}\ell_{\text{зум}}\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\Gamma}} \\
\hline
R_{\text{ук}}^{\text{под}} &= r_{\text{ук}}\ell_{\text{оз}}\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\Gamma}}(1+2+\ldots+n_{\text{я}}) + r_{\text{ук}}\ell_{\text{зум}}\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\Gamma}}n_{\text{я}}.
\end{aligned}
\qquad (6.43)
$$

В выражении (6.43) последовательность (1 + 2 + …+ $n_{\text{я}}$) не что иное как арифметическая последовательность. Используя формулу суммы членов арифметической последовательности, выражение (6.43) примет вид:

$$
R_{\text{ук}}^{\text{под}(n_{\text{я}})} = r_{\text{ук}}\ell_{\text{оз}}\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\Gamma}}\frac{(1+n_{\text{я}})n_{\text{я}}}{2} + r_{\text{ук}}\ell_{\text{зум}}\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\Gamma}}n_{\text{я}}. \qquad (6.44)
$$

5. Общие абсолютные расходы на поддержание уклона ($R_{\text{ук}}^{\text{под}(n_{\text{я}})}$) разделим на запасы панели и получим:

$$
C_{\text{ук}}^{\text{под}} = \frac{r_{\text{ук}}\ell_{\text{оз}}\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\Gamma}}\cdot\frac{(1+n_{\text{я}})n_{\text{я}}}{2} + r_{\text{ук}}\ell_{\text{зум}}\frac{z_{\text{я}}}{A_{\text{оз}}^{\Gamma}}n_{\text{я}}}{z_{\text{я}}n_{\text{я}}} = \frac{r_{\text{ук}}}{A_{\text{оз}}^{\Gamma}}\left(\ell_{\text{оз}}\frac{1+n_{\text{я}}}{2} + \ell_{\text{зум}}\right). \qquad (6.45)
$$

Моделирование расходов на поддержание горных выработок, длина которых меняется произвольными отрезками

В подобных ситуациях моделирование удельных расходов на поддержание горных выработок сводится к определению суммарных расходов на поддержание всех частей выработки и делению этой суммы на запасы, которые обслуживает данная выработка:

$$
C_i^{\text{под}} = \frac{r_i\sum_{j=1}^{k}\ell_{ij}t_{ij}}{\sum_{j=1}^{k}z_j}, \qquad (6.46)
$$

где $C_i^{\text{под}}$ - удельные затраты на поддержание *i*-й выработки, руб./т;

r_i - стоимость поддержания 1 м i-й выработки в течение 1 года, руб./м.год;

ℓ_{ij} - длина j-го участка i-й выработки, м;

t_{ij} - срок поддержания j-го участка i-й выработки, лет;

z_j - запасы угля, которые обслуживает j-й участок выработки, т.

Контрольная работа 3

Моделирование расходов на транспорт грузов по горным выработкам

Расходы на транспорт грузов определяют либо прямым счетом (путем составления калькуляции), либо по стоимостным параметрам. Расчеты по стоимостным параметрам более грубые, усредненные, но требуют меньше времени и усилий. При составлении математических моделей обычно пользуются стоимостными параметрами.

Транспортные стоимостные параметры составлены таким образом, что стоимость складывается из двух частей:

а) расходы, не зависящие от длины транспортирования;

б) расходы, пропорциональные длине транспортирования.

Расходы на транспорт в общем виде записываются:

$$C_i^{\text{тр}} = q_{1i} + q_{2i} L_{\text{тр}}, \qquad (6.47)$$

где $C_i^{\text{тр}}$ - стоимость транспортирования груза по *i*-й выработке, отнесенная на 1 т добычи угля, руб./т;

q_{1i} - часть транспортных расходов на транспорт грузов по *i*-й выработке руб./т;

q_{2i} - расходы на транспорт грузов по *i*-й выработке, приходящиеся на единицу длины транспортирования, руб./т.м (км);

L - длина транспортирования груза по *i*-ой выработке, м (км).

Транспортные стоимостные параметры (раздел 5) составлены так, что расходы на перемещение вспомогательных материалов, оборудования и доставку людей отнесены к 1 т добычи угля на участке, который обслуживает данный транспорт, т.е. значения параметров q_1 и q_2 отнесены не на конкретный груз, а на 1 т добываемого угля.

При моделировании транспортных расходов могут встретиться следующие ситуации:

а) длина транспортирования грузов не меняется за весь срок службы выработки;

б) длина транспортирования плавно увеличивается (или уменьшается) от l_1 до l_2;

в) длина транспортирования периодически увеличивается (или уменьшается) на равные отрезки;

г) длина транспортирования увеличивается (или уменьшается) произвольными отрезками.

Сущность моделирования транспортных расходов сводится к выражению длины транспортирования через оптимизируемые (искомые) параметры шахтного поля или каких-либо частей его.

Моделирование расходов на транспорт грузов по выработкам постоянной длины

Моделирование транспортных расходов по выработкам постоянной длины достаточно простое и особых пояснений не требуется. Сущность такого моделирования будет ясна из нижеприведенных примеров.

Примеры

Пример 10. Описать расходы на подъем угля по главному стволу для условий панельного способа подготовки шахтного поля согласно ранее рассматриваемой расчетной схеме (рис. 6.6).

Решение:

В данном случае глубина ствола не меняется за весь срок службы шахты и удельные затраты на подъем угля составят:

$$q_{\text{гл.ст}}^{\text{под}} = q_{1\text{ггл.ст}} + q_{2\text{ггл.ст}} H_{\text{под}} = \\ = q_{1\text{ггл.ст}} + q_{2\text{ггл.ст}} (H_{\text{зум}} + H_{\text{бр}} \sin\alpha + H_{\text{н}} + H_{\text{пп}}), \quad (6.48)$$

где $q_{\text{гл.ст}}^{\text{под}}$ - удельные затраты на подъем угля по главному стволу, руб./т;

$q_{1\text{ггл.ст}}$, $q_{2\text{ггл.ст}}$ - соответствующие транспортные параметры;

$H_{\text{зум}}$ - высота подъема угля по зумпферовой части ствола (от загрузочного устройства до уровня околоствольного двора, м;

$H_{\text{бр}}$ - наклонная высота бремсберговой части шахтного поля, м;

α - угол падения пластов, град.;

$H_{\text{н}}$ - мощность наносов в районе главного ствола, м;

$H_{\text{пп}}$ - высота переподъема скипа на копре над уровнем дневной поверхности в работе главного ствола, м.

Пример 11. Описать расходы на транспорт угля ленточным конвейером по капитальному уклону для условий: наклонная высота уклонной части шахтного поля $H_{\text{ук}}$, м; угол падения пластов α, град.; угол наклона уклона отличается от угла падения пластов и равен $\alpha_{\text{ук}}$.

Расчетную схему к данному примеру предлагается вычертить самостоятельно.

Решение:

Удельные расходы на подъем угля ленточными конвейерами по капитальному уклону составит:

$$q_{\text{ук}}^{\text{тр}} = q_{1\,\text{ук}} + q_{2\ \text{ук}} \cdot L_{\text{ук}}, \tag{6.49}$$

где $L_{\text{ук}}$ - длина уклона, м.

Длина уклона равна:

$$L_{\text{ук}} = \frac{H_{\text{ук}} \sin\alpha}{\sin\alpha_{\text{ук}}}, \tag{6.50}$$

Тогда удельные расходы на транспорт угля по капитальному уклону составят:

$$q_{\text{ук}}^{\text{тр}} = q_{1\,\text{ук}} + q_{2\,\text{ук}} \cdot \frac{H_{\text{ук}} \sin\alpha}{\sin\alpha_{\text{ук}}}. \tag{6.51}$$

Моделирование расходов на транспорт грузов, когда длина транспортирования плавно меняется

На практике такая ситуация встречается достаточно часто, например при транспортировании угля по промежуточному конвейерному штреку, когда во время отработки выемочного столба очистной забой все время подвигается.

Математическая модель на транспорт грузов в таких ситуациях будет иметь вид:

$$q_i^{\text{тр}} = q_{1i} + q_{2i} \int_{l_1}^{\ell_2} \ell_i,\ t,\ dt. \tag{6.52}$$

Рассмотрим такую ситуацию на примерах.

Примеры

Пример 12. Описать расходы на транспорт угля по промежуточному конвейерному штреку в соответствии с расчетной схемой, приведенной на рис. 6.7.

Решение:

Если (с целью упрощения модели) считать, что $\ell_{\text{ц}}^{\text{бр}} = 0$ и $\ell_{\text{ц}}^{\text{п}} = 0$, то расходы на транспорт угля по конвейерному штреку можно описать выражением

$$q_{\text{к.штр}}^{\text{тр}} = q_{1\text{к.штр}} + q_{2\text{к.штр}} \frac{\ell_{\text{вп}}}{2}. \tag{6.53}$$

Пример 13. Составить модель расходов на транспорт угля по выработке, оконтуривающей выемочный столб при отработке его по падению. Длина столба равна длине бремсберговой части шахтного поля.

Расчетную схему вычертить самостоятельно.

Решение:

Удельные затраты на транспорт угля по конвейерной выработке, если пренебречь размером целика над откаточным штреком, запишутся:

$$q_{к.в}^{тр} = q_{1\,к.в} + q_{2\,к.в}\frac{H_{\text{бр}}}{2}. \qquad (6.54)$$

Моделирование расходов на транспорт грузов, когда длина транспортирования меняется равными отрезками

Встречаются ситуации, когда некоторая часть груза транспортируется на какое-то фиксированное расстояние, а затем это расстояние увеличивается (или уменьшается) на какой-то отрезок длины и другая часть груза транспортируется на это (измененное) фиксированное расстояние. Такие изменения могут происходить неоднократно, но соблюдается условие равенства отрезков, на которые происходит изменение длины транспортирования.

Удельные расходы на транспорт грузов в таких случаях определяются как отношение абсолютной величины расходов на транспорт всего объема грузов к общей величине этих грузов:

$$q_i^{\text{тр}} = \frac{Q_i^{\text{тр}(1)} + Q_i^{\text{тр}(2)} + \ldots + Q_i^{\text{тр}(n)}}{z_i}, \qquad (6.55)$$

где $Q_i^{\text{тр}(2)}$ - абсолютная величина расходов на транспорт *j*-го объема груза по *i*-й выработке, руб.;

z_i - общий объем груза (угля), перевозимого по *i*-й выработке, т.

Рассмотрим примеры.

Примеры

Пример 14. Составить математическую модель расходов на транспорт угля по панельному бремсбергу в соответствии с расчетной схемой, приведенной на рис. 6.4. Затраты выразить через параметры панели.

Решение:

1. Запишем расходы на транспорт запасов угля первого яруса:

$$Q_{\text{бр}}^{\text{тр}(1)} = \left(q_{1\ \text{бр}} + q_{2\ \text{бр}}\ell_{\text{оз}}(n_{\text{я}} - 1)\right)z_{\text{я}}. \qquad (6.56)$$

2. Расходы на транспорт запасов угля 2-го яруса:

$$Q_{\text{бр}}^{\text{тр}(2)} = \left(q_{1\ \text{бр}} + q_{2\ \text{бр}} \ell_{\text{оз}} (n_{\text{я}} - 2) \right) z_{\text{я}} . \qquad (6.57)$$

Аналогичным образом записываются расходы на транспорт запасов угля 3-го, 4-го и последующих ярусов.

3. Расходы на транспорт запасов угля (самого нижнего) яруса составят:

$$Q_{\text{бр}}^{\text{тр}(n_{\text{я}})} = \left(q_{1\ \text{бр}} + q_{2\ \text{бр}} \ell_{\text{оз}} (n_{\text{я}} - n_{\text{я}}) \right) z_{\text{я}} . \qquad (6.58)$$

В формулах (6.56), (6.57) и (6.58) обозначено:

$Q_{\text{бр}}^{\text{тр}(j)}$ - абсолютная величина расходов на транспорт запасов угля j-го яруса, руб.;

$q_{1\ \text{бр}}$, $q_{2\ \text{бр}}$ - стоимостные параметры;

$n_{\text{я}}$ - количество ярусов в панели;

$z_{\text{я}}$ – промышленные запасы угля на ярусе, т.

4. Сумма расходов на транспорт угля по бремсбергу

$$\begin{aligned}
Q_{\text{бр}}^{\text{тр}(1)} &= q_{1\ \text{бр}} z_{\text{я}} + q_{2\ \text{бр}} \ell_{\text{оз}} z_{\text{я}} (n_{\text{я}} - 1) \\
Q_{\text{бр}}^{\text{тр}(2)} &= q_{1\ \text{бр}} z_{\text{я}} + q_{2\ \text{бр}} \ell_{\text{оз}} z_{\text{я}} (n_{\text{я}} - 1) \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
Q_{\text{бр}}^{\text{тр}(\text{n}_{\text{я}})} &= q_{1\ \text{бр}} z_{\text{я}} + q_{2\ \text{бр}} \ell_{\text{оз}} z_{\text{я}} (n_{\text{я}} - n_{\text{я}}) \\
\hline
Q_{\text{бр}}^{\text{тр}} &= q_{1\ \text{бр}} z_{\text{я}} n_{\text{я}} + q_{2\ \text{бр}} \ell_{\text{оз}} z_{\text{я}} \frac{(n_{\text{я}} - 1) n_{\text{я}}}{2} .
\end{aligned}$$

5. Удельные расходы на транспорт угля по бремсбергу составят:

$$q_{\text{бр}}^{\text{тр}} = \frac{q_{1\text{бр}} z_{\text{я}} n_{\text{я}} + q_{2\ \text{бр}} \ell_{\text{оз}} z_{\text{я}} \dfrac{(n_{\text{я}} - 1) n_{\text{я}}}{2}}{z_{\text{я}} n_{\text{я}}} = q_{1\text{бр}} + q_{2\ \text{бр}} \ell_{\text{оз}} \frac{(n_{\text{я}} - 1)}{2} . \qquad (6.59)$$

Пример 15. Составить математическую модель расходов на подъем угля ленточными конвейерами по панельному уклону в соответствии с расчетной схемой, приведенной на рис. 6.8. Расходы выразить через параметры панели.

Решение:

Расходы на транспорт угля по панельному уклону описываются зависимостью

$$q_{\text{ук}}^{\text{тр}} = q_{1\ \text{ук}} + q_{2\ \text{ук}} \ell_{\text{оз}} \frac{n_{\text{я}} + 1}{2}. \qquad (6.60)$$

Предлагаем читателям проверить правильность полученного результата.

Контрольная работа 4

Моделирование расходов в очистном забое

Расходы в очистном забое определяют по основным статьям: заработная плата с начислениями и доплатами, материалы и инструменты, амортизация машин и оборудования, электроэнергия.

Моделирование расходов на заработную плату в очистном забое

Размер заработной платы рабочих, занятых в очистном забое, определяется системой оплаты, уровнем тарифным ставок и количеством работающих.

Систему оплаты труда и размеры тарифных ставок обычно принимают действующими на момент составления модели и решения задачи.

Количество людей, занятых в очистном забое, зависит от применяемой техники и технологии добычных работ и организации труда. При этом некоторое число рабочих не зависит от длины лавы (машинист комбайна, гроз по управлению крепью, гроз на сопряжениях и т.п.), другая часть занятых в забое зависит от его длины (дежурные слесари, слесари ремонтно-подготовительной смены, такелажники и т.п.).

В первом приближении можно допустить, что зависимость величины расходов на заработную плату линейна и непрерывна, тогда удельные затраты на заработную плату могут быть записаны:

$$C_{\text{оз}}^{\text{з.п}} = \frac{\left(\text{R}_{\text{оз}}^{\text{з.п}'} + R_{\text{оз}}^{\text{з.п}''} \ell_{\text{оз}} \right) f_{\text{д}}}{A_{\text{оз}}^{\text{сут}}}, \qquad (6.61)$$

где $C_{\text{оз}}^{\text{з.п}}$ - удельные расходы на заработную плату по очистному забою, руб./т;

$R_{\text{оз}}^{\text{з.п}'}$ - часть суточной заработной платы, размер которой не зависит от длины очистного забоя, руб.;

$R_{\text{оз}}^{\text{з.п}''}$ - размер суточной заработной платы приходящейся на 1 м длины забоя, руб./м;

$\ell_{\text{оз}}$ - длина очистного забоя, м;

$f_{\text{д}}$ - коэффициент, учитывающий доплаты;

$A_{\text{оз}}^{\text{сут}}$ - суточная производительность очистного забоя, т.

Размеры значений $R_{\text{оз}}^{\text{з.п}'}$ и $R_{\text{оз}}^{\text{з.п}''}$ можно определить следующим образом.

Подставим расходы на заработную плату по очистному забою при какой-то фиксированной длине лавы (например, $\ell_{оз1}=100$м), затем проделаем то же самое при другой фиксированной длине (например, $\ell_{оз2}=200$м).

Далее запишем систему уравнений:

$$\left.\begin{aligned} R_{оз}^{з.п}(\ell_{оз1}) &= R_{оз}^{з.п'} + R_{оз}^{з.п''}\ell_{оз1} \\ R_{оз}^{з.п}(\ell_{оз2}) &= R_{оз}^{з.п'} + R_{оз}^{з.п''}\ell_{оз2} \end{aligned}\right\}. \qquad (6.62)$$

Из системы уравнений (6.62) находим значения $R_{оз}^{з.п'}$ и $R_{оз}^{з.п''}$.

Моделирование расходов на материалы и инструменты

Стоимость материалов и инструментов, расходуемых в очистном забое определяется из выражения:

$$C_{оз}^{ми} = \frac{\left(R_{оз}^{ми'} + R_{оз}^{ми''}\ell_{оз}\right)f_{ош}}{A_{оз}^{сут}}, \qquad (6.63)$$

где $C_{оз}^{ми}$ - удельные расходы на материалы и инструменты, расходуемые в очистном забое, руб./т;

$R_{оз}^{ми'}$ - суточные расходы на материалы и инструменты, величина которых не зависит от длины очистного забоя, руб.;

$R_{оз}^{ми''}$ - суточные расходы на материалы и инструменты, приходящиеся на 1 м лавы, руб./м;

$f_{ош}$ - коэффициент, учитывающий общешахтные расходы.

К материалам, расход которых не зависит от длины лавы, относятся: крепежные материалы, расходуемые на сопряжениях лавы со штреками; смазочные материалы для комбайна и редуктора главного конвейера, масло для гидросистемы комбайна и т.п.

К материалам, расход которых пропорционален длине очистного забоя относятся: масло (эмульсия) для гидросистемы крепи; крепежные материалы, расходуемые в линейной части лавы; режущие зубки исполнительных органов и т.п.

Величина $R_{оз}^{ми'}$ и $R_{оз}^{ми''}$ определяются прямым счетом для каждой конкретной техники и технологии ведения очистных работ.

Моделирование расходов на амортизацию машин и

оборудования

Амортизационные отчисления оборудования очистного забоя определяются из выражения

$$C_{\text{оз}}^{\text{а}} = \frac{\left(\text{R}_{\text{оз}}^{\text{а}\,\prime} + R_{\text{оз}}^{\text{а}\,\prime\prime} \ell_{\text{оз}} \right) f_{\text{н}}}{A_{\text{оз}}^{\text{сут}}}, \qquad (6.64)$$

где $C_{\text{оз}}^{\text{а}}$ - удельные амортизационные отчисления на машины и оборудование очистного забоя, руб./т;

$\text{R}_{\text{оз}}^{\text{а}\,\prime}$ - часть суточных амортизационных отчислений, размер который не зависит от длины очистного забоя, руб.;

$R_{\text{оз}}^{\text{а}\,\prime\prime}$ - суточные амортизационные отчисления, приходящиеся на 1 м длины забоя, руб./м;

$f_{\text{н}}$ - коэффициент, учитывающий наличие оборудования.

Размер суточных амортизационных отчислений, не зависящих от длины очистного забоя может быть определен по формуле

$$R_{\text{оз}}^{\text{а}\,\prime} = \frac{\sum_{i=1}^{\kappa} \text{Ц}_i' \cdot f_{\text{ош}} \cdot N_i}{100 \cdot n_{\text{р.д}}}, \qquad (6.65)$$

где $\text{Ц}_i'$ - заводская (каталоисная) цена i-го оборудования, количество которого не зависит от длины очистного забоя, руб.;

$f_{\text{ош}i}$ - коэффициент, учитывающий общешахтные расходы, связанные с транспортом, хранением и монтажом i-го оборудования;

N_i - годовая норма амортизации i-го оборудования, %;

$n_{\text{р.д}}$ - число дней в году работы очистного забоя по добыче угля.

Величина суточных амортизационных отчислений, приходящихся на 1 м длины очистного забоя, определяется по формуле

$$R_{\text{оз}}^{\text{а}\,\prime} = \frac{\sum_{i=1}^{\kappa} \text{Ц}_i' \cdot f_{\text{ош}i} \cdot N_i}{100 \cdot n_{\text{р.д}}}, \qquad (6.66)$$

где $\text{Ц}_i'$ - цена i-го вида оборудования, приходящаяся на 1 м длины лавы, руб./м.

К машинам и оборудованию, количество которых постоянно при любой длине очистного забоя, относятся: выемочная машина (комбайн), крепи сопряжений, приводная и натяжная головки конвейера, маслостанция, электрооборудование (энергопоезд) и т.п.

Значения $R_{оз}^{а\prime}$ и $R_{оз}^{а\prime\prime}$ можно определить прямым счетом по заводским ценам на машины и оборудование при какой-то фиксированной длине поставки, найти цену комплекса при другой фиксированной длине и методом линейной аппроксимации найти значения $R_{оз}^{а\prime}$ и $R_{оз}^{а\prime\prime}$.

Моделирование расходов на электроэнергию

Стоимость активной электроэнергии, расходуемой в очистном забое, определяется по величине ее расчетного расхода и тарифу за 1 кВт/ч.

Плата за установленную мощность потребителей определяется по величине 30 минутного максимума в целом по шахте. Часть этой платы, приходящаяся на очистной забой, учитывается коэффициентом общешахтных расходов.

Общая стоимость электроэнергии, расходуемой в очистном забое, определяется из выражения:

$$C_{оз}^{э} = \frac{\left(R_{оз}^{э\prime} + R_{оз}^{э\prime\prime}\ell_{оз}\right)f_{ош}}{A_{оз}^{сут}}, \qquad (6.67)$$

где $C_{оз}^{э}$- удельные затраты на электроэнергию, расходуемую в очистном забое, руб./т;

$R_{оз}^{э\prime}$ - стоимость суточного потребления электроэнергии, величина которой не зависит от длины лавы, руб.;

$R_{оз}^{э\prime\prime}$ - суточная стоимость электроэнергии, приходящаяся на 1 м длины очистного забоя, руб./м;

$f_{ош}$ - общешахтные расходы, связанные с электроснабжением очистного забоя.

Литература

1. Важенин Л. А. Учебное пособие по дисциплине Б1.В.02 «Моделирование объектов горного производства» для студентов специальности 21.05.04 – «Горное дело» специализации «Подземная разработка пластовых месторождений». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007.- 364 с.

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный

горный университет»

А. М. Вандышев

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта для студентов очного обучения специальности 21.05.04 Горное дело специализации «Подземная разработка пластовых месторождений»

Екатеринбург
2019

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный

горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-технологического
факультета

«_19_» _апреля_____ 2019 г.
Председатель комиссии

_____Н.В. Колчина
(подпись)

А. М. Вандышев

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта для студентов очного обучения специальности 21.05.04 Горное дело специализации «Подземная разработка пластовых месторождений»

Издание УГГУ г. Екатеринбург, 2019

УДК 622.268.6
В 17

Рецензент: Гусманов Ф. Ф., канд. техн. наук, доцент кафедры ГД (ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»)

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры горного дела и рекомендовано для издания в УГГУ. 17 апреля 2019 (протокол № 7-18/19)

Вандышев А. М.

В 17 УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД: учебно-методическое пособие / А.М. Вандышев; ФГБОУ ВО «УГГУ». - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. - 30 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 21.05.04. Горное дело специализации «Подземная разработка пластовых месторождений».

В пособии изложено содержание разделов пояснительной записки и перечислены чертежи, выполнение которых предусматривается программой. Приведены теоретические основы по решению вопросов управления состоянием массива пород и список рекомендуемой литературы.

©Уральский государственный горный университет, 2019
©Вандышев А. М., 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5
1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 6
1.1. Пояснительная записка 6
1.1.1. Введение 6
1.1.2. Краткая горно-геологическая характеристика шахтного поля 6
1.1.3. Выбор и обоснование технологической схемы разработки пласта . 6
1.1.4. Выбор и обоснование способов и параметров управления свойствами и состоянием массива пород 7
1.1.5. Технология выполнения работ по управлению состоянием массива пород 8
1.2. Чертежи 8
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ 8
2.1. Краткая горногеологическая характеристика шахтного поля 8
2.2. Выбор и обоснование технологической схемы разработки пласта 9
2.3 Выбор и обоснование способов и их параметров управления свойствами и состоянием массива пород. 13
2.2.4. Технология выполнения работ по управлению состоянием массива пород 24
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ 25
3.1. Структурная колонка целевого пласта и вмещающих пород 25
3.2. План выемочного поля (панели) 25
3.3. Разрезы очистного забоя 26
3.4. Расчетная схема определения нагрузок на крепь очистного забоя .. 26
3.5. Чертежи, отражающие принятые в проекте решения по управлению состоянием массива пород 26
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА 28
ПРИЛОЖЕНИЕ 29

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект по дисциплине «Управление состоянием массива горных пород» выполняется в соответствии с учебным планом подготовки специалистов по направлению 21.05.04 Горное дело специализации «Подземная разработка пластовых месторождений».

Основная цель выполнения данного проекта заключается в систематизации знаний о процессах, происходящих в массиве при производстве горных работ и способах активного управления свойствами массива горных пород в целях обеспечения максимальной безопасности при высоких технико-экономических показателях угледобычи и полноты использования недр.

Курсовой проект выполняется на базе геологических материалов, собранных студентом во время производственной практики. В отдельных случаях проект может выполняться для горно-геологических условий, заданных руководителем проекта.

В виду широкого разнообразия горно-геологических условий разработки угольных месторождений для обеспечения безопасности ведения горных работ и повышения технико-экономических показателей возможен достаточно широкий круг способов и технологических схем управления состоянием массива горных пород. Поэтому содержание разделов курсового проекта может быть весьма разнообразным. Однако в каждом случае целесообразность принятых в проекте решений должна обосновываться расчетами и технологическими требованиями с учетом конкретного строения и свойств пород угленосной толщи и технологии ведения работ.

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и чертежей.

1.1. Пояснительная записка

Основная часть пояснительной записки состоит из введения и 4 разделов. Наименование разделов и их основное содержание приведено ниже.

1.1.1. Введение

Сущность вопросов, решаемых в курсовом проекте. Связь принятых решений с основными направлениями научно-технического прогресса в области подземной разработки угольных месторождений. Использование в курсовом проекте достижений отечественной и зарубежной науки в области управления состоянием массива горных пород.

1.1.2. Краткая горно-геологическая характеристика шахтного поля

Общая структура месторождения. Угленосность. Характеристика угольных пластов и вмещающих пород. Газоносность. Степень опасности пластов угля по горным ударам и внезапным выбросам.

1.1.3. Выбор и обоснование технологической схемы разработки пласта

Подготовка пластов и порядок их отработки, система разработки целевого пласта, механизация очистных и подготовительных работ. Транспорт угля и вспомогательных материалов. Схема проветривания выемочного участка. Управление горным давлением в очистном забое. Оценка нагрузочных свойств пород кровли. Крепь сопряжений и подготовительных выработок.

Установление необходимости работ по дегазации.

1.1.4. Выбор и обоснование способов и параметров управления свойствами и состоянием массива пород

При необходимости предварительного разупрочнения тяжелой кровли с учетом проектируемых условий производится выбор одного из следующих способов разупрочнения: передовое торпедирование, гидромикроторпедирование, принудительное обрушение кровли взрыванием скважинных или шпуровых зарядов, взрывогидрообработка. Схемы расположения скважин. Параметры заложения скважин и зарядов. Конструкции торпед, торпедозарядов и монозарядов.

При наличии ложной кровли над пластом угля осуществляется обоснование способа упрочнения неустойчивых пород (нагнетание смол и магнезиальных вяжущих веществ, анкерование, оставление защитной пачки угля и др.). Схемы расположения шпуров или скважин. Параметры нагнетания. При необходимости дегазации на выемочном участке производится выбор способа дегазации (дегазация подготовительными выработками и скважинами, гидравлический разрыв пласта через скважины, отсос газа из выработанного пространства, обработка пласта химически активными веществами и др.). Схемы и параметры заложения скважин для дегазации. Параметры работ по дегазации.

При необходимости выполнения работ по предупреждению газодинамических проявлений горного давления производится выбор одного из следующих способов: опережающая отработка защитных пластов, увлажнение угольного массива, обработка массива пород поверхностно активными веществами, бурение разгрузочных скважин, камуфлетное взрывание, щелевая разгрузка, виброобработка угольного массива. Схема и параметры выбранного способа предупреждения горных ударов и внезапных выбросов.

1.1.5. Технология выполнения работ по управлению состоянием массива пород

Оборудование. Состав работ по управлению состоянием массива горных пород, их содержание и последовательность выполнения. Требования техники безопасности при выполнении работ по управлению состоянием массива горных пород.

1.2. Чертежи

Программой предусматриваются выполнение следующих чертежей:

- план выемочного поля (панели) с полным развитием очистных и подготовительных работ и указанием основных параметров;
- структурная колонка пластов угля и вмещающих пород;
- наиболее характерные разрезы очистного забоя;
- расчетная схема определения нагрузок на крепь очистного забоя.

Графическая часть должна содержать также чертежи, отражающие принятые в проекте решения по управлению состоянием массива горных пород - схемы к определению размеров защищенной зоны, схемы заложения скважин и расположения оборудования, схемы, поясняющие технологию работ по управлению состоянием массива пород.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

2.1. Краткая горно-геологическая характеристика шахтного поля

Горно-геологические условия месторождения оказывают главное влияние на выбор безопасной и эффективной технологии разработки угольных пластов. Поэтому необходимо представить достаточно подробную характеристику горно-геологических условий разработки пласта или пластов, указанных в задании на проектирование.

2.2. Выбор и обоснование технологической схемы разработки пласта

Технологическая схема разработки целевого пласта принимается с учетом горно-геологических условий. При этом необходимо ориентироваться на «Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах» /1/, разработанные институтом горного дела имени А.А. Скочинского.

При выборе типа механизированной крепи необходимо учитывать нагрузочные свойства пород кровли. Приближенная оценка нагрузочных свойств кровли может быть произведена по расчетным схемам, приведенным на рис. 2.1. Ожидаемые внешние активные нагрузки сравниваются с номинальным сопротивлением крепи. Последнее при сравнении уменьшается на 20 % с учетом неизбежного разброса уровня настройки предохранительных клапанов и снижения уровня настройки с течением времени /2/.

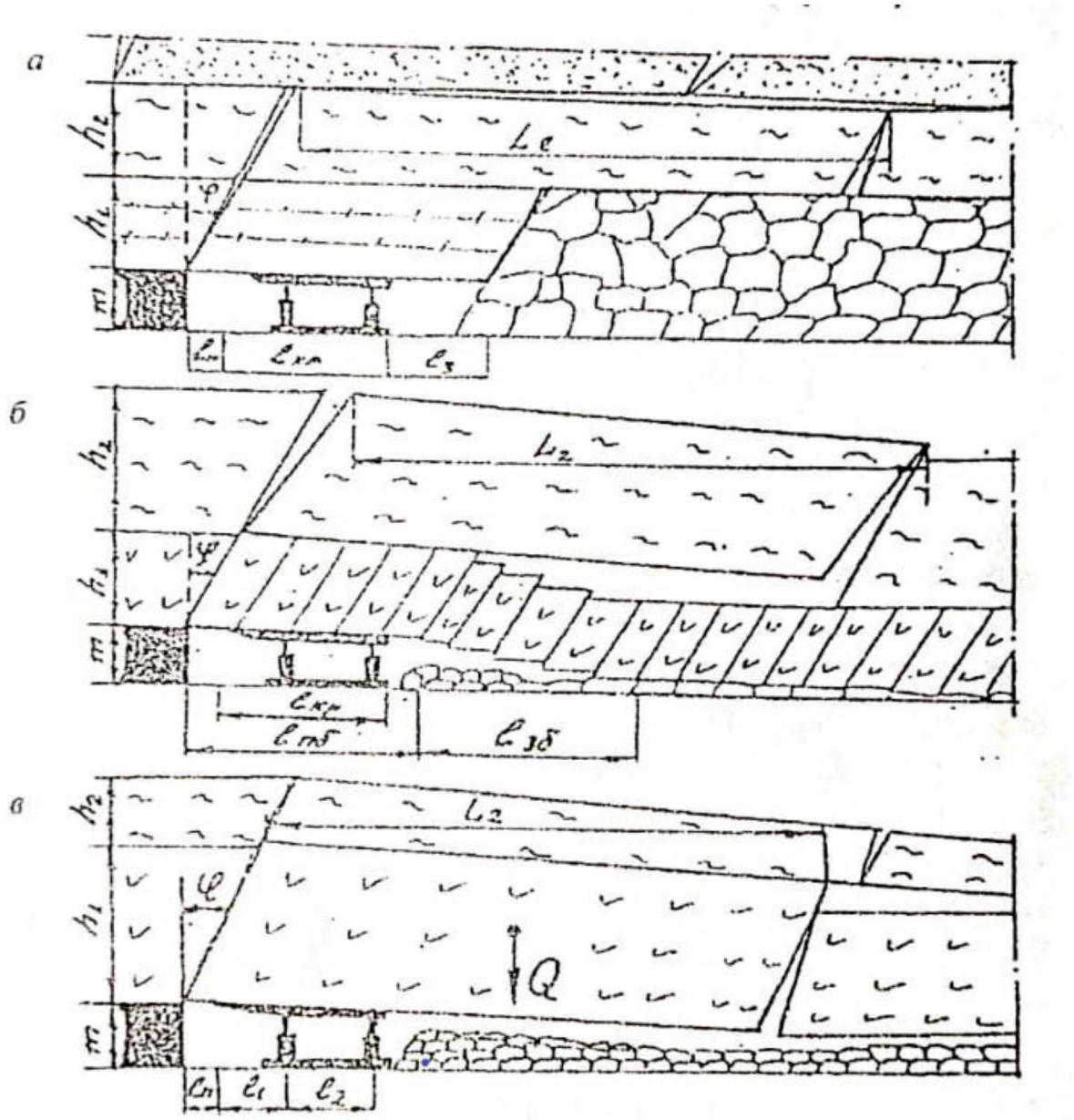


Рис. 2.1. Схемы расчета ожидаемых нагрузок на крепь при залегании

а - легкообрушающихся пород; *б* - пород, обрушающихся мелкими блоками; *в* - труднообрушающихся пород

При наличии над угольным пластом пачки легкообрушающихся слоев полностью $h_{лп}$ и толщине нижнего слоя основной кровли h_2 (см. рис. 2.1а) сравнение удельной ожидаемой нагрузки q с номинальным удельным сопротивлением крепи $P_{нс}$ можно произвести по формуле

$$q = q_1 + q_2 = \frac{\gamma_1 \cdot h_{лс} \cdot (l_п + l_{кр} + l_з)}{l_{кр}} + B \cdot \frac{\gamma_2 \cdot h_2 \cdot L_2}{l_{кр}} > 0{,}8 \cdot P_{нс} \qquad (2.1)$$

где q_1 - нагрузка от легкообрушающихся слоев кровли, Мпа;

q_2 - нагрузка от основной кровли, Мпа;

γ_1 и γ_2 - объемный вес пород соответственно легкообрушающихся и основной кровли, МН/м^3, $\gamma =$ до 25 МН/м^3;

$l_{\text{п}}$ - расстояние от забоя до крепи, равное шагу передвижки, м;

$l_{\text{кр}}$ - длина секции крепи, м;

l_3 - максимальная длина зависающей консоли кровли (принимается от 0,5 до 0,5$\cdot l_{\text{кр}}$), м;

L_2 - шаг вторичного обрушения основной кровли, м. Эта величина принимается по опытным данным или определяется по формуле

$$\text{L}_2 = \sqrt{\frac{\delta_p \cdot h_2}{3 \cdot \gamma \cdot cos\alpha}} \quad . \qquad (2.2)$$

где δ_p - предел прочности пород основной кровли на разрыв, Мпа; δ_p=(0,1-0,3) $\delta_{\text{сж}}$;

h_2 - мощность пород основной кровли, м;

α - угол падения пласта, град;

В - коэффициент, зависящий от $\text{C}_2 = \frac{\text{L}_2}{h_2}$.

При изменении C_2 от 0,5 до 2 и более В принимает значения от 0,75 до 0,3.

Если левая часть неравенства будет больше правой, то повышенные нагрузки могут быть в пределах всего выемочного столба. Если левая часть будет меньше правой, то необходимо произвести расчет для первичного обрушения. Для этого в формуле (2.1) вместо L_2 надо принять половину шага первичного обрушения $\frac{\text{L}_2}{2}$. Шаг первичного обрушения может быть определен по формуле

$$L_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot \delta_p \cdot h_2}{\gamma_2 \cdot cos\alpha}}\ , \qquad (2.3)$$

Если при этом левая часть будет больше правой, то повышенные нагрузки ожидаются только при первичных обрушениях.

При залегании над угольным пластом мощного слоя породы, разрушающегося на блоки (рис. 2.1б) при $C_1 = \frac{l_б}{h_1} < 1$, расчет следует производить по формуле

$$q = \frac{\gamma_1 \cdot h_1}{l_{кр}} \cdot (0{,}75 \cdot l_{пб}) + B \cdot \frac{\gamma_2 \cdot h_2 \cdot L_2}{l_{кр}} > 0{,}8 \cdot P_{нс}\ , \qquad (2.4)$$

где B - коэффициент, зависящий от соотношения длины и высоты блока, при изменении C_1 от 1 до 2 и более B - 0,3-0,5;

$l_{пб}$ - суммарная длина поддерживаемых крепью блоков, м;

$l_{зб}$ - суммарная длина зависающих за крепью блоков, м.

При залегании непосредственно над угольным пластом трудно-обрушаемого слоя породы, разламывающегося на крупные блоки (рис. 2.1в) расчет ожидаемой нагрузки производится по формуле

$$q = B \cdot \frac{\gamma_2 \cdot h_2 \cdot L_2}{l_{кр}} > 0{,}8 \cdot P_{нс}\ . \qquad (2.5)$$

Коэффициент B принимается 0,75 при $1 < C_1 < 12$ и 0,5 при $C_2 > 2$.

Необходимость проведения работ по дегазации при разработке целевого пласта устанавливается на основании сравнения нагрузки на очистной забой, принятой в соответствии с «Прогрессивными технологическими схемами» и рассчитанной по газовому фактору.

Критерием необходимости проведения дегазации является также превышение метанообильности выработок J ($м^3/с$) над метанообильностью $J_г$ ($м^3/с$), которая может быть снижена до допустимых пределов средствами вентиляции (без дегазации):

$$J > J_p = 0{,}6 \cdot V_{max} \cdot S \cdot C, \qquad (2.6)$$

где V_{max} - допустимая по правилам безопасности скорость движения воздуха, м/с;

S - максимальная площадь сечения, свободная для прохода воздуха, м^2;

C - допустимая по правилам безопасности максимальная концентрация метана в исходящей струе воздуха.

Требуемый коэффициент эффективности дегазации ($К_т$) определяется по формуле

$$К_т = 1 - \frac{Q}{Q_n}, \quad (2.7)$$

где Q - нагрузка на очистной забой, допустимая по условиям проветривания без дегазации, т/сут;

Q_n - планируемая (нормативная) нагрузка на очистной забой, т/сут.

Значения возможных коэффициентов эффективности дегазации приведены в пункте 2.3.

Необходимость в проведении других мероприятий, связанных с управлением состоянием массива горных пород, обусловлена горногеологическими условиями или заданием.

Необходимость предварительного разупрочнения обусловливается нагрузочными свойствами пород кровли (см. п. 2.2)

2.3. Выбор и обоснование способов и их параметров управления свойствами и состоянием массива пород.

На подработанных выемочных участках пласта с труднообрушаемой кровлей можно обойтись и без разупрочнения, если

$$M<8{,}6 \cdot m + 33{,}4,$$

где M - мощность междупластья, м;

m - вынимаемая мощность подрабатывающего пласта, м.

Схемы построения разупрочненных зон на подрабатываемом пласте приведены на рис. 2.2.

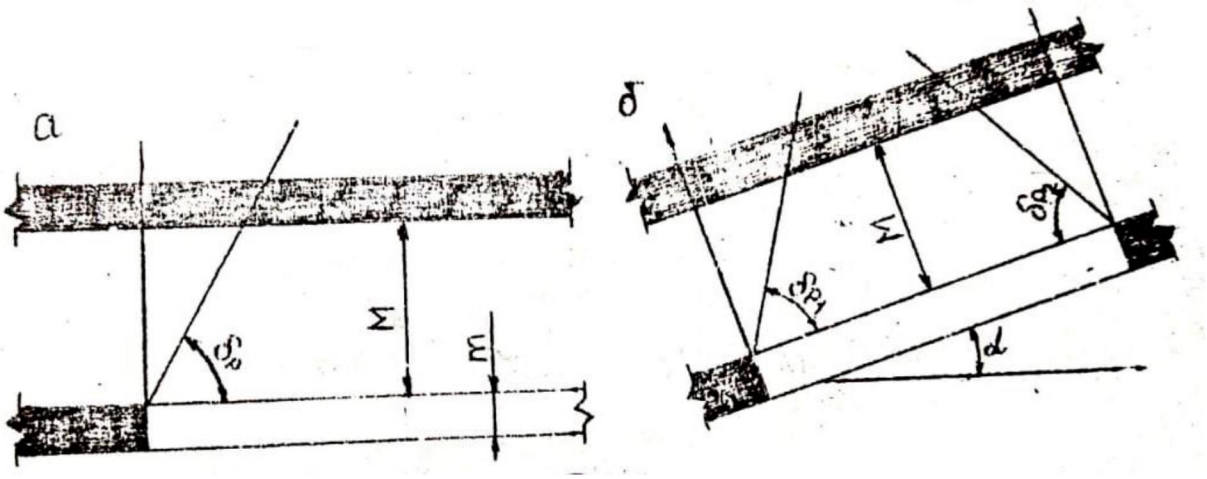


Рис. 2.2. Схема разупрочнений зоны на подрабатываемом пласте:

а - по простиранию; *б* - по падению

Значения углов разупрочнения приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Угол падения пласта, градус	δ_P	δ_{P1}	δ_{P2}
0	72	72	53
10	69	74	
20	65	78	
30	62	81	
50	50	83	

Способ передового торпедирования может применяться при любой мощности и прочности труднообрушающихся пород. Этот способ рекомендуется также для охраны повторно используемых подготовительных выработок. Запрещается его применять непосредственно в зонах с раскрытыми трещинами и перемятыми породами.

Способ гидромикроторпедирования можно использовать при любой мощности труднообрушающихся пород и мощности, при всех категориях шахт по газу и пыли.

Способ принудительного обрушения для первичной посадки кровли путем взрывания скважинных зарядов следует применять только на шахтах неопасных по газу и пыли.

Способ принудительного обрушения кровли путем взрывания шпуровых зарядов следует применять в случаях, когда труднообрушающиеся породы имеют небольшую мощность (до 10 м) и залегают непосредственно над угольным пластом или отделены от него легкообрушающимися породами мощностью до 1 м.

Способ взрывогидрообработки рекомендуется применять при малых размерах выемочных участков при прочности труднообрушающихся пород 50-60Мпа.

Схемы расположения скважин или шпуров для разупрочнения труднообрушающихся пород кровли и параметры их заложения принимаются в соответствии с рекомендациями, изложенными в работах /2, 3/.

Для предотвращения вывалообразований при наличии ложной кровли выполняются различные технические мероприятия - нагнетание химических связующих составов, химическое анкерование, упрочнение пород полиуретаном и магнезиальными скрепляющими составами, оставление угольных пачек.

Выбор технологических схем укрепления массива пород и способов нагнетания растворов в каждом случае определяется горногеологическими условиями и горнотехническими факторами.

Следует учитывать, что наибольших эффект достигается при опережающем упрочнении пород кровли и сопряжений лав со штреками. Основные схемы расположения инъекционных скважин (шпуров) для укрепления пород приведены на рис. 2.3.

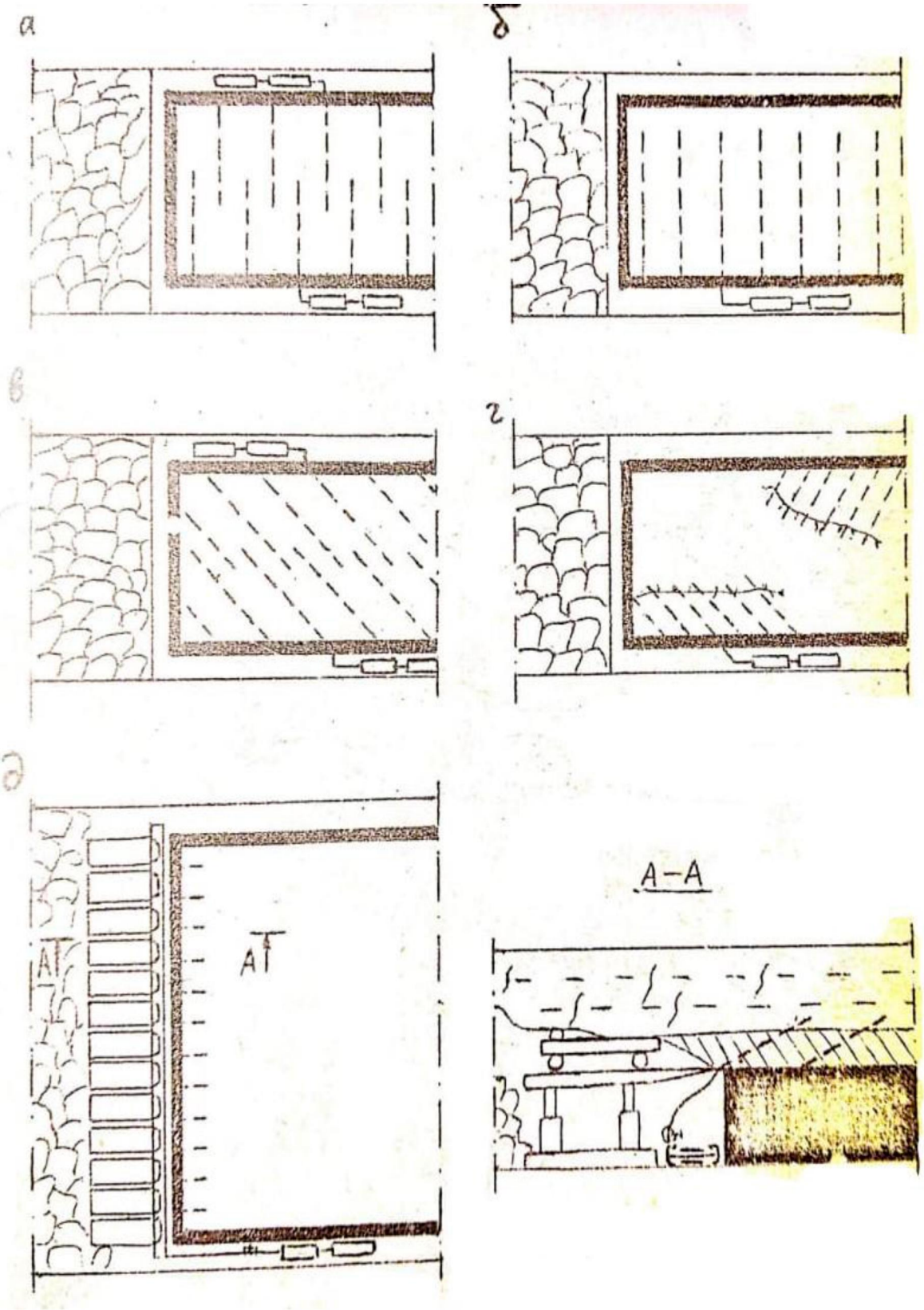


Рис. 2.3. Схемы расположения инъекционных скважин (шпуров) для укрепления пород

В зависимости от объема нагнетания, времени гелеобразования и твердения растворов для упрочнения массива применяются следующие способы нагнетания:

- первый способ, при котором все компоненты (смола, катализатор и отвердитель) перемешиваются в одной емкости до начала нагнетания;

- второй способ, когда компоненты перемешиваются в процессе нагнетания.

Первый способ применяется при небольших объемах нагнетания. Второй способ более универсален и надежен /4, 5/.

Давление при нагнетании не должно разрушать укрепляемый массив. Значения его рекомендуется определять по формуле

$$P = \frac{0{,}01 \cdot n_э \cdot R^2}{2 \cdot K_р \cdot t}, \qquad (2.8)$$

где P - давление при нагнетании раствора, МПа;

$n_э$ - эффективная пористость, $n_э = (0{,}70 \div 1{,}38) \cdot 100$;

R - средний радиус увлажнения, $R = \sqrt{R_1 \cdot R_2}$,

R_1 и R_2 - радиусы распространения смолы по напластованию и вкрест напластованию пород, м. Значения R_1 и R_2 рекомендуется принимать /3/ соответственно в пределах 1,6-3,0 м и 1,0-1,4 м.

$K_р$ - коэффициент фильтрации;

t - время нагнетания, мин.

Максимальное давление нагнетания в трещиноватые породы составляет 2,5-4,5 МПа.

Общий расход раствора смолы на один шпур (скважину) определяется из выражения

$$Q = \pi \cdot R \cdot l \cdot q_1, \qquad (2.9)$$

где l - длина участка фильтрации, м;

q_1 - удельный расход раствора,

$q_1 = 5{,}4 \div 10{,}6$ л/м^3 .

Для обеспечения нормальных условий работы очистных забоев по *фактору газообильности* выработок необходимо добиться того, чтобы фактический коэффициент эффективности дегазации был равен требуемому его значению или превышал его, т.е. $К_{эф} \geq К_т$

При делегации нескольких источников выделения метана коэффициент $К_{эф}$ может быть представлен в виде сумы соответствующих коэффициентов по источникам метановыделения.

Значения возможных коэффициентов эффективности дегазации приведен в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Значения коэффициентов эффективности дегазации

Метод воздействия на угленосную толщу	Способ дегазации	Среднее значение
1	2	3
	Сближенные пласты	
Подработка толщи	Скважинами, пробуренными из выработок на сближенный пласт:	
	при сохранении этих выработок	0,4-0,8
	при погашении выработок	0,2-0,5
	скважин с поверхности	0,4-0,7
	Газосборными выработками или скважинами	0,4-0,75
Надработка толщи	Скважинами из выработок	0,3-0,5
	Газосборными выработками или скважинами	0,4-0,5
	Разрабатываемые пласты	
Разгрузка пласта скважинами и выработками	Подготовительными выработками или скважинами из полевых выработок	0,2-0,3
	При проведении выработок	0,3-0,7
	Скважинами, пробуренными из очистного забоя или из подготовительных выработок в зоне влияния очистного забоя	0,2-0,3
	Скважинами, пробуренными из подгото-вительных выработок вблизи очистного забоя при подработке или надработке сближенным пластом	0,3-0,4

Продолжение табл. 2.2

1	2	3
Дегазация в сочетании с гидроразрывом	Гидравлический разрыв пласта через скважины, пробуренные из выработок	0,5-0,6
	Выработанное пространство	
	Отсос газа из выработанного пространства действующих участков: при прямом порядке отработки	0,2
	при обратном порядке отработки с использованием газопровода	0,2-0,3
	тоже при использовании эжекторов и вентиляторов	0,3-0,7
	Скважинами, пробуренными над куполами обрушения	0,25-0,4
	Скважинами, пробуренными с поверхности	0,4-0,6
	Отсос газа из старых выработанных пространств скважинами, пробуренными из выработок	0,3-0,6

Для обеспечения требуемой эффективности дегазации необходимо выбрать соответствующие ее параметры.

Если дегазация разрабатываемого пласта осуществляется скважинами, пробуренными из подготовительных выработок, то продолжительность дегазации в пределах отдельного блока составит

$$t_1 = t_0 + (i+1) \cdot [L_{бл}(\frac{1}{V_{оч}} \pm \frac{1}{V_б})], \qquad (2.10)$$

где t_0 - время дегазации от начала очистных работ, сутки.

При столбовых системах разработки $t_0 = 180$ суток, при сплошных системах $t_0 = 1 - \frac{L_y}{V_{оч}}$;

L_y - протяженность обуренной скважинами части пласта, и (принимается равной опережению откачным штреком забоя лавы);

i - порядковый номер блока. Отчет блоков производится от разрезной печи в направлении подвигания лавы $i = \frac{L_{ву}}{L_{бл}}$;

$L_{ву}$ - длина выемочного участка по простиранию, м;

$L_{бл}$ - длина блока, м (принимается в пределах 100-150 м);

$V_{оч}$ - скорость подвигания очистных работ, м/сут;

$V_{б}$ - скорость подвигания фронта буровых работ, м/сут.

В формуле (2.10) знак минус принимается при совпадении направлений подвигания очистных и фронта дегазационных работ, знак плюс - в случае, когда эти направления противоположны.

Расстояние между скважинами в каждом блоке определяется по формуле

$$R_i = \frac{K_В \cdot Z \cdot l_0 \cdot m_q \cdot \frac{q_0}{d} \cdot l_n \cdot (\alpha \cdot t_i + 1)}{H_{эт} \cdot m_в \cdot \gamma \cdot K_i \cdot q_{пл}}, \qquad (2.11)$$

где $K_в$ - коэффициент влияния разрежения в скважине, $K_в = 1{,}0 \div 2{,}2$;

Z - коэффициент, характеризующий неравномерность выделений газа из пласта в отдельные скважины, $Z = 0{,}75$;

$l_с$ - длина скважины, м. Для столбовой системы разработки при нисходящих скважинах $l_с = l_л$, при восходящих скважинах $l_с = l_л - (10 \div 15)$м.

Для сплошной системы разработки $l_с = l_л + (10 \div 15)$м;

$l_л$ - длина лавы, м;

m_q - дегазируемая мощность угольных пачек пласта, м;

q_0 - начальное удельное метановыделение в скважину, м^3/(м^2·сут). Для Донецкого бассейна принимается равным 0,4-1,75; для Кузнецкого и Карагандинского 0,16-0,6; для Печорского и других бассейнов 0,45-1,5;

d - коэффициент, характеризующий способность пласта к газоотдаче в дегазационные скважины, сут$^{-1}$. Для Донецкого бассейна

принимается равным 0,003-0,45, для Кузнецкого и Карагандинского 0,005-0,011, для Печорского и других бассейнов 0,006-0,023;

t_i - продолжительность дегазации пласта скважинами в *i* - блоке, сут;

$H_{эт}$ - высота этажа (подэтажа), дегазируемая скважинами, м;

$m_в$ - мощность угольных пачек, отдающих газ в призабойное пространство лавы, м;

γ - средняя плотность угля, т/м^3.

При производстве дегазации разрабатываемого пласта скважинами, пробуренными из подготовительных выработок с гидроразрывом, радиус влияния скважин гидроразрыва определяется по формуле:

$$R_г = \frac{q'_0 \cdot B_г \cdot t_i}{2 \cdot H_{эт} \cdot \gamma \cdot [m_в \cdot q_{пл} \cdot K_i + x_q(m_п - m_1)]}, \qquad (2.12)$$

где q'_0 - среднее метановыделение из одной скважины гидроразрыва за первый месяц каптажа, м^3/сут; (принимается равным от 200 до 700 м^3/сут);

$B_г$ - коэффициент, учитывающий изменение метановыделения из скважин виброразрыва в зависимости от продолжительности дегазации, $B_г$=0,74-1,45;

m_1 - мощность вынимаемых пачек первого слоя, м;

$m_п$ - мощность угольных пачек, м;

x_q - снижение остаточной газоносности оставленных слоев пласта (после выемки первого слоя) за счет дегазации скважинами, м^3/т (определяется по табл. 2.3).

Если $R_г$<50 м, то дегазация осуществляется только при помощи скважин гидроразрыва, в случае $R_г$>50 м, необходимо предусматривать бурение пластовых скважин между скважинами гидроразрыва.

Объем необходимой рабочей жидкости при гидроразрыве пластов рассчитывается по формуле

$$Q = (0{,}001 \div 0{,}02) \cdot m_{п} \cdot R_{г}^{2}, \qquad (2.13)$$

Таблица 2.3

Величины остаточной газоносности после выемки первого слоя мощного пласта

m_n-m_i, м	Значения x_q (м^3/т)				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7
2	0,2	0,5	0,8	1,1	1,4
3	0,3	0,7	1,1	1,6	2,3
4	0,4	0,8	1,4	2,1	2,8
5	0,5	1,0	1,7	2,5	3,4
6	0,6	1,2	2,0	2,8	3,8

Другие возможные способы дегазации, схемы расположения скважин и их параметры приведены в работах /6, 7/.

Разработка пластов опасных по внезапным выбросам и горным ударам должна производиться с учетом требований соответствующих инструкций /6, 7/.

Вскрытие пластов опасных по газодинамическим проявлениям горного давления должно производиться выработками, проводимыми по породам или неопасным пластам.

Полевые штреки и участковые квершлаги рекомендуется проводить в разгруженной зоне позади очистного забоя защитного пласта. При этом необходимо обеспечить возможность отработки пластов без оставления в выработанном пространстве целиков или выступающих участков угольного пласта.

Преимущественно должны применяться системы разработки, предусматривающие проведение минимального количества передовых

выработок. При этом бремсберги или уклоны должны проводиться, как правило, по породам или по неопасному пласту угля.

Основным и наиболее надежным из региональных мероприятий по предотвращению горных ударов и внезапных выбросов является опережающая отработка защитных пластов /7/.

Эффективность защитного действия оценивается двумя показателями:

показателем степени защитного действия, который определяется по формуле

$$К = 1{,}67 - 0{,}67 \cdot \frac{h}{s}, \qquad (2.14)$$

где h - мощность междупластья, м;

s - параметр дальности действия защитной зоны, м.

При К>1 пласт располагается в пределах защитной зоны, имеет полную защиту и может разрабатываться как неопасный.

При 0<К<1 пласт располагается за пределами защитной зоны, но в пределах зоны разгрузки с неполным эффектом защиты. В этом случае должен производиться контроль эффективности защитного действия или дополнительные мероприятия по снижению удaро- или выбросоопасности.

При К<0 эффект защиты отсутствует.

Показателем защитного действия по длине очистного забоя

$$П = \frac{l_з}{l_{оз}} \cdot 100\ \%, \qquad (2.15)$$

где $l_з$ - длина защищенной части очистного забоя, м;

$l_{оз}$ - длина очистного забоя, м.

Приведение горных выработок в неудароопасное состояние осуществляется путем создания в краевой части пласта защитной зоны n, размер которой определяется по формуле:

$$n = 2{,}2 \cdot m \cdot 1{,}2, \qquad (2.16)$$

где n - ширина защитной зоны, м;

m - мощность вынимаемого пласта, m - 0,5-4,0 м.

Защитная зона обеспечивается бурением скважин большого диаметра, камуфлетным взрыванием или комбинацией этих способов, а также нагнетанием воды в пласт. Схемы расположения скважин и параметры того или иного способа выбирают в соответствии с принятой технологией горных работ /3/.

К числу региональных способов по предотвращению выбросоопасности помимо опережающей отработки защитных пластов также относятся взрывание зарядов большой мощности в специальных скважинах, в горных выработках, гидравлическое расчленение угольных пластов через скважины с поверхности, физико-химическая обработка угольного массива, низконапорное увлажнение и дегазация пластов через длинные скважины.

Из локальных способов предотвращения внезапных выбросов наиболее эффективными являются следующие: низконапорное увлажнение пласта через скважины, пробуренные из забоя; нагнетание воды в пласт в режиме рыхления; применение разгрузочно-дегазационных скважин; гидроотжим угольного пласта; торпедирование угольного массива и образование опережающих полостей. Параметры способов следует принимать в соответствии с рекомендациями, изложенных в работах /2, 3/.

2.4. Технология выполнения работ по управлению состоянием массива пород

В данном разделе производится выбор оборудования и описание состава работ по каждому мероприятию, предусмотренном в проекте по управлению состоянием массива горных пород. Приводятся требования по

технике безопасности, соблюдение которых необходимо при выполнении данных работ.

Характеристики буровых станков, насосов и герметизаторов, используемых при выполнении работ по управлению состоянием массива, приведены в Приложении.

При описании технологии работ по управлению состоянием массива пород следует использовать материалы производственной практики, отражающие опыт работ по изменению свойств массива пород, литературные источники /2, 3, 4/ и другие издания периодической печати.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ

Графическая часть, помимо эскизов и схем, включенных в записку, выполняется на листе ватмана форматом А1 с соблюдением правил технического черчения и действующих ГОСТов.

3.1. Структурная колонка целевого пласта и вмещающих пород

Структурная колонка целевого пласта и вмещающих пород выполняются в масштабе 1:50. При этом условные обозначения пород должны соответствовать требованиями ГОСТ 2.857-75. Слева указывается средняя мощность породных слоев, справа - средняя мощность угольных пачек.

3.2. План выемочного поля (панели)

На плане выемочного поля (панели) показываются все горные выработки на какой-то промежуточный момент отработки поля (панели), **целики** угля, геологические нарушения, схемы расстановки оборудования, транспорта, проветривания и другая необходимая информация.

На плане могут быть показаны схемы расположения скважин при воздействии на пласт с целью изменения его свойств.

Масштаб плана выемочного пола (панели) принимается с учетом наглядности изображения. Рекомендуются масштабы: 1:1000; 1:2000; 1:5000.

3.3. Разрезы очистного забоя

Вычерчивают наиболее характерные поперечные разрезы очистного забоя - положения забоя перед и после посадки кровли.

На разрезах показывают положение крепи, машин и оборудования; наносят все необходимые размеры.

Рекомендуемые масштабы: 1:50, 1:100.

3.4. Расчетная схема определения нагрузок на крепь очистного забоя

Вычерчивают поперечный разрез очистного забоя с указанием толщи пород ложной, непосредственной кровли и характера их обрушения.

Рекомендуемые масштабы: 1:50, 1:100.

3.5. Чертежи, отражающие принятые в проекте решения по управлению состоянием массива пород

Схемы по определению размеров защищенной зоны в сечении, перпендикулярном к направлению очистных работ и в сечении, совпадающим с направлением очистных работ, должны содержать все условные обозначения, используемые в расчетах. На схемах следует указать контуры и основные параметры защищенной зоны.

Рекомендуемые масштабы: 1:100, 1:200, 1:500.

Схемы расположения скважин и шпуров, принятые для управления состоянием массива пород, должны содержать основные параметры (длина, расстояние между скважинами, угол разворота скважин и др.). Для более полной информации необходимо показать параметры заложения скважин на поперечном или продольном разрезах.

Рекомендуемые масштабы: 1:500, 1:1000, 1:2000.

Схемы, необходимые для пояснения технологии работ по управлению состоянием массива пород, могут выполняться с учетом наглядности изображения и удобства расположения на листе.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. Часть 1. Технологические схемы. - М.: ИГД им. А. А. Скочинского, 1979. - 333 с.

2. Инструкция по выбору способов и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. - Л., 1991. - 132 с.

3. Вандышев А. М., Валиев Н. Г. Управление состоянием массива горных пород. Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2016. - 199 с.

4. Васильев В. В., Волков В.Т., Левченко В. И. Физико-химическое упрочнение горных пород на шахтах: Обзор информ. / ЦНИЭИ уголь. -М., 1985. - 56 с.

5. Васильев В.В. Полимерные композиции в горном деле. - М.: Наука, 1986. - 294 с.

6. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля (породы) и газа (РД-05-350-00). Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах: сборник документов. М.: Гос. предприятие «НТС по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2000, - 314 с.

7. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, опасные по горным ударам (РД05-328-99). Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах: сборник документов. М.: Гос. предприятие «НТС по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2000, - 119 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ

Таблица П. 1

Буровые станки и установки для бурения разгрузочных скважин для разупрочнения

Наименование станка	Диаметр скважины, мм	Глубина бурения, м	Угол наклона, градус
Б-15 с	250-300	до 30	0-30
Старт	250-300	до 30	0-30
ЛБС-4	300-500	30-60	0-54
СБГ-200	60	до 200	0-90
БИК-2	85-300	120	45-90
СВГ-1М	70, 100, 120, 240	300	0-90
ИКР-100М	105	80	0-90

Характеристики насосов для нагнетания жидкости приведены в табл. П. 2.

Таблица П. 2

Насосы для нагнетания

Насосная установка	Производительность, л/мин	Максимальное давление воды, МПа
ГБ-354	100	30
УНВ-2	30	20
НВУ-30	30	30
УГН-1	45-90	30
УН-35	35	30

Характеристика герметизаторов, используемых при гидрообработке массива пород, приведены в табл. П. 3.

Таблица П. 3

Герметизаторы

Тип герметизатора	Диаметр скважины (шпура), мм	Глубина герметизации, м	Рабочее давление, МПа
ГТ-45	45	15	20
ГТ-65	65	15	20
ГАС-45	45	10	15
ГАС-60	60	10	15
ГАС-100	100	10	15
Фирмы «Хелтер»	100	5	60

Учебное издание

Александр Михайлович Вандышев

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта для студентов очного обучения специальности 21.05.04 Горное дело специализации «Подземная разработка пластовых месторождений»

Редактор Л.В. Устьянцева

Компьютерная верстка И.В. Раснянская

Подписано в печать 02.02.2019 г. Формат 60x84 1/16 Бумага писчая

Печать на ризографе Гарнитура Times New Roman Печ. л. 1,9.

Уч.-изд. л. 1,92

Тираж 50. Заказ 169.

Издательство УГГУ

620144 г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета

в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

А. М. Вандышев

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Учебно-методическое пособие

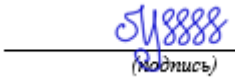
по выполнению практических работ по дисциплине
«Управление состоянием массива горных пород»
для студентов специальности 21.05.04 Горное дело
специализаций «Подземная разработка пластовых месторождений» и
«Технологическая безопасность и горноспасательное дело»

Екатеринбург
2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Одобрено
Методической комиссией
горно-технологического факультета
« 25 » 09 2019 г.
Председатель комиссии



Колчина Н. В.

А. М. Вандышев

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Учебно-методическое пособие

по выполнению практических работ по дисциплине
«Управление состоянием массива горных пород»
для студентов специальности 21.05.04 Горное дело
специализаций «Подземная разработка пластовых месторождений» и
«Технологическая безопасность и горноспасательное дело»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

УДК 622.268.6
В 17

Рецензент: Гусманов Ф. Ф., канд. техн. наук, доцент кафедры ГД
(ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»)

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры горного дела 19 сентября 2019 (протокол № 1-2019/2020) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Вандышев А. М.

В 17 УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД: учебно-методическое пособие / А. М. Вандышев; ФГБОУ ВО «УГГУ». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 76 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 21.05.04 Горное дело специализаций «Подземная разработка пластовых месторождений» и «Технологическая безопасность и горноспасательное дело».

В работе изложены теоретические основы, методические указания и задания по практическим работам, предусмотренным рабочей программой дисциплины, «Управление состоянием массива горных пород» по специальности 21.05.04 Горное дело специализаций «Подземная разработка пластовых месторождений» и «Технологическая безопасность и горноспасательное дело».

© Уральский государственный
горный университет, 2019
© Вандышев А. М., 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение ……

1.Практическая работа № 1. ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД КРОВЛИ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ 3

2. Практическая работа № 2. НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВА ПОРОД ПРИ ВЕДЕНИИ ОЧИСТНЫХ.. 13

3. Практическая работа № 3. УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД НАДРАБОТКОЙ-ПОДРАБОТКОЙ …..... 22

4. Практическая работа № 4. УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ …….. 31

5. Практическая работа № 5. УПРАВЛЕНИЕ ТРУДНООБРУШАЕМЫМИ ПОРОДАМИ КРОВЛИ ПРИ ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКЕ …… 45

6. Практическая работа № 6. ВЫБОР СПОСОБА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УПРОЧНЕНИЯ НЕУСТОЙЧИВОЙ КРОВЛИ..... 55

7. Практическая работа № 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ПОСТРОЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЗОН ПРИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ …… 64

ВВЕДЕНИЕ

Развитие подземной добычи угля неизбежно связано с возрастанием глубины разработки и усложнением горно-геологических условий. С ростом глубины разработки повышается горное давление и газоносность угольных пластов. Повышение горного давления приводит к деформации пород вокруг выработок и горным ударам. Повышение газоносности угля и пород сопровождается загазовыванием выработок и внезапными выбросами газа, угля и пород.

Количественные проявления геомеханических и газодинамических процессов зависят не только от природных условий, но и в значительной степени от способов и параметров ведения горных работ. В зависимости от технологии ведения горных работ изменяется механическое состояние окружающих горные выработки пород, т. е. изменяя технологию и технологические параметры ведения работ, можно управлять геомеханическими и газодинамическими процессами, происходящими в массивах пород.

В сложных горно-геологических условиях и на больших глубинах управление состоянием массива горных пород является неотъемлемой частью технологии подземной разработки месторождений полезных ископаемых. На современном этапе без знания закономерностей формирования и проявлений горного давления, теории и практики управления состоянием массива горных пород не представляется возможным обеспечивать максимальную безопасность и высокие технико-экономические показатели подземной угледобычи.

В настоящем пособии изложены теоретические основы практических работ по дисциплине «Управление состоянием массива горных пород», выполняемых в соответствии с учебным планом студентами очного и заочного обучения специальности 21.05.04 «Горное дело» специализаций «Подземная

разработка пластовых месторождений» и «Технологическая безопасность и горноспасательное дело». В нем также приводятся варианты заданий, порядок выполнения работ, вопросы для самопроверки и список рекомендуемой литературы.

Пособие может быть использовано для самостоятельной работы по дисциплине, выполнении курсового проекта и выпускной квалификационной работы.

Практическая работа № 1

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД КРОВЛИ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ

Цель работы – закрепить теоретические знания по оценке свойств массива горных пород, определяющих его поведение при ведении очистных работ.

Теоретические основы выполнения работы. Конкретные условия образования и залегания горных пород придают им те структурно-механические особенности, которые предопределяют своеобразие развития процессов, происходящих в массиве пород при ведении горных работ. Однако при этом следует иметь в виду, что характер развития этих процессов в значительной мере зависит от параметров и технологии ведения горных работ. Один и тот же массив горных пород будет различно себя вести при отработке длинными и короткими забоями, различных способах управления кровлей, различных скоростях подвигания очистного забоя и т. д.

Свойства массива горных пород, определяющие его поведение при воздействии горных работ, называют *технологическими*. Основными из них являются: устойчивость, обрушаемость и управляемость. Сочетания различных технологических свойств массива горных пород весьма многообразны и предопределяют выбор технологии горных работ и их эффективность.

Свойство горных пород образовывать устойчивые обнажения при ведении горных работ называют *устойчивостью*. Устойчивым считается такое состояние обнаженного незакрепленного участка массива пород, при котором в течение необходимого по условиям производства времени не происходит обрушения или сползания пород, а смещение обнаженной поверхности или ее части не выходит за допустимые пределы. По устойчивости породы кровли делятся на четыре типа (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Типизация непосредственной кровли по устойчивости

№ типа	Тип кровли	Технологические признаки	Состав и характеристика пород кровли
1	2	3	4
1	Устойчивая	Обнажение за исполнительным органом комбайна вдоль всего забоя сохраняет устойчивость в течение 2 часов и более. При односторонней схеме работы комбайна допускается закрепление обнажения после холостого хода	Алевролиты, песчанистые, сланцы, песчаники и известняки. Толщина слоев более 0,5 м; $\sigma_{сж} > 60$ МПа
2	Средней устойчивости	Обнажение за исполнительным органом комбайна длиной 20 м сохраняет устойчивость более 0,5 часа. Возможно образование обнажений длиной более 20 м, вплоть до полной длины забоя с кратковременным и случайным сохранением устойчивости	Плотные глины, аргиллиты, алевролиты, песчаники, известняки. Толщина слоев от 0,2 до 0,5 м, $\sigma_{сж} = 30 - 60$ МПа
3	Неустойчивая	Обрушается при обнажении длиной более 5 м. Обнажения длиной от 5 до 20 м сохраняют устойчивость 5-30 мин. Постоянная или временная крепь должна устанавливаться сразу за исполнительным органом комбайна или с отставанием не более 5 м	Тонкослоистые аргиллиты, глинистые сланцы. Толщина слоев менее 0,3 м. $\sigma_{сж} = 20 - 40$ МПа

1	2	3	4
4	Весьма неустойчивая	Обрушается за исполнительным органом комбайна или с отставанием до 5 м. Обнажения за исполнительным органом комбайна длиной 5 м могут сохранять устойчивость только кратковременно и случайно. Отработка тонких пластов возможна с обрушением неустойчивых слоев вместе с углем, с оставлением защитной угольной пачки или с предварительным упрочнением кровли	Пески, углистые и глинистые аргиллиты или сланцы, а также другие породы в зонах тектонических нарушений. Толщина слоев менее 0,2 м, $\sigma_{сж} < 20$ МПа

Обрушаемостью кровли называется способность отдельных слоев или совокупности слоев пород кровли разрушаться над поддерживаемым пространством и обрушаться за его пределами. Обрушаемость количественно оценивают размерами блоков (кусков), на которые разрушаются слои пород, шагом первых (предельных пролетов при отходе от целиков) и последующих обрушений.

Обрушаемость совокупности слоев пород, слагающих кровлю до высоты, примерно равной десятикратной вынимаемой мощности угольного пласта, обуславливает нагрузочные свойства кровли, т. е. величину внешней активной нагрузки, которая должна быть уравновешена крепями для предотвращения их зажатия, частичных и полных завалов очистных забоев. Нагрузочные свойства кровли зависят от мощности легкообрушающихся пород, залегающих непосредственно над угольным пластом, от мощности и шага обрушения пород основной кровли.

С учетом обрушаемости разработана типизация пород кровли по нагрузочным свойствам.

По *нагрузочным* свойствам кровля делится на три типа:

1 – легкая, 2 – средняя, 3 – тяжелая (табл. 1.2). Основным критерием разделения кровли на типы по нагрузочным свойствам является отношение суммарной мощности пачки слоев легкообрушающихся пород $h_{\text{л. о}}$ к вынимаемой мощности угольного пласта m.

Таблица 1.2

Типизация кровли по нагрузочным свойствам

№ типа кровли	Тип кровли	Технологические признаки	Геолого-петрографические признаки (состав, строение, мощность, прочность)
1	2	3	4
1	Легкая	Обрушается вслед за подвиганием крепи с зависанием не более 2 м, периодические осадки не проявляются	Сравнительно однородная кровля: тонкослоистые слабые аргиллиты, алевролиты, глины или пески общей мощностью более (7-6) m. Толщина слоев до 0,3 м, $\sigma_{\text{сж}} < 40$ МПа.
2	Средняя	Обрушение с зависанием до 2-6 м, периодические осадки без динамических явлений	1. Сравнительно однородные по составу, строению и прочности слои аргиллитов, алевролитов и глинистых сланцев общей мощностью (7-6) m. Толщина слоев от 0,3 до 1,9 м, $\sigma_{\text{сж}}$ = 20 до 80 МПа. 2. На высоту от (3-4) m до (6-7) m залегают слабые, сравнительно однородные по составу, строению и прочности аргиллиты, алевролиты, глинистые или песчаные сланцы, $\sigma_{\text{сж}} < 80$ МПа.
		Периодические осадки не проявляются; породы в выработанном пространстве плавно опускаются	3. При мощности пласта менее 1 м в кровле залегает слой известняка или песчаника мощностью более (1,5-2,0) m, $\sigma_{\text{сж}} > 80$ МПа.

Продолжение табл. 1.2

1	2	3	4
3	Тяжелая	Зависание пород за крепью 2-6 м и более, обрушение крупноблочное, периодические осадки сопровождаются динамическими явлениями, усиленным давлением на крепь. Нижние слои не зависают или зависают не более 2-6 м, обрушение мелкоступенчатое, периодические осадки вышележащих слоев сопровождаются динамическими явлениями	1. Непосредственно над пластом угля залегает слой или пачка слоев прочных алевролитов, песчаников или известняков общей мощностью (2-6) m. Толщина слоев более 1,5 м, $\sigma_{сж} > 80$ МПа 2. На высоту (3-4) m и менее залегают слабые тонкослоистые аргиллиты, алевролиты, углистые или глинистые сланцы. Толщина слоев менее 0,2 м, $\sigma_{сж} < 40$ МПа Выше залегают прочные алевролиты, песчаники или известняки мощностью более 2 м. Толщина слоев более 1,5 м, $\sigma_{сж} > 80$ МПа 3. Над угольным пластом залегает слой плотной глины мощностью более (1,5-2,0) m. Выше залегают пески или слабые глины

Деление кровель на типы по нагрузочным свойствам рекомендуется производить, исходя из следующих условий:

Легкая – при $h_{л.о} / m \geq (6\text{-}7)$; средняя – при $(6\text{-}7) > h_{л.о} / m \geq (3\text{-}4)$; тяжелая – при $h_{л.о} / m < (3\text{-}4)$.

Типизация кровель по нагрузочным свойствам предназначается для осуществления единого подхода к определению необходимого сопротивления которое должно быть создано крепями для предотвращения их зажатия, частичных и полных завалов лав.

Под *управляемостью* понимается свойство кровли подвергаться воздействию комплекса практических мероприятий, предотвращающих выпаде-

ние (высыпание) пород в поддерживаемое пространство, зажатие или разрушение крепей, частичные или полные завалы лав. Управляемость зависит от сочетания устойчивости и нагрузочных свойств кровли.

По управляемости кровли делят на три класса: 1 – легкоуправляемые; 2 – среднеуправляемые; 3 – трудноуправляемые. К легкоуправляемым относятся кровли, сочетающие первый тип по устойчивости с первым типом по нагрузочным свойствам. К среднеуправляемым относят кровли, сочетающие второй тип по устойчивости с первым и вторым типом по нагрузочным свойствам, а также второй тип по нагрузочным свойствам с первым типом по устойчивости. К трудноуправляемым относят неустойчивые и весьма неустойчивые кровли в сочетании со всеми типами по нагрузочным свойствам и тяжелые кровли в сечетании со всеми типами по устойчивости.

Совокупность классов по управляемости, включающая все сочетания типов кровли по устойчивости и по нагрузочным свойствам, положена в основу единой отраслевой классификации кровли угольных пластов (табл. 1.3).

В первой строке табл. 1.3 указаны номера и наименование классов кровли по управляемости. Во второй строке приведен полный индекс кровли, где первая цифра обозначает номер класса кровли по управляемости, вторая – номер типа кровли по устойчивости, третья – номер типа кровли по нагрузочным свойствам.

Из табл. 1.3 видно, что к классу 2 отнесена среднеуправляемая кровля с тремя сочетаниями типов по устойчивости и нагрузочным свойствам: 2.2.1 – среднеустойчивая (2) и легкая (1); 2.1.2 – устойчивая (1) и средняя (2); 2.2.2 – среднеустойчивая (2) и средняя (2).

Трудноуправляемая кровля (класс 3) имеет восемь сочетаний типов по устойчивости и нагрузочным свойствам. Первые четыре полных индекса трудноуправляемой кровли показывают, что трудоемкость управления такими кровлями обусловлена наличием неустойчивой и весьма неустойчивой кровли (цифры 3 и 4). По нагрузочным свойствам эти кровли легкие и средние,на что указывают третьи цифры 1 и 2.

Таблица 1.3

Единая классификация кровель угольных пластов

Класс активной кровли по управляемости	1. Легко управляемая	2. Среднеуправляемая			3. Трудноуправляемая					
Полный индекс активной кровли	I.I.I	2.2.1	2.1.2	2.2.2	3.3.1 3.3.2	3.4.1 3.4.2	3.1.3	3.2.3	3.3.3	3.4.3
Тип непосредственной кровли	1. Устойчивая	2. Среднеустойчивая	1. Устойчивая	2. Среднеустойчивая	3. Неустойчивая	4. Весьма неустойчивая	1. Устойчивая	2. Среднеустойчивая	3. Неустойчивая	4. Весьма неустойчивая
Тип основной кровли по нагрузочным свойствам	1. Легкая		2. Средняя		1. Легкая 2. Средняя		3. Тяжелая			

Пятый и шестой полные индексы показывают, что трудность управления такими кровлями обусловлена большими внешними нагрузками, которые могут испытывать крепи (третья цифра 3), а нижние слои кровли устойчивые и среднеустойчивые.

Седьмой и восьмой полные индексы показывают, что трудность управления такими кровлями обусловлена неустойчивостью нижних слоев (вторые цифры 3 и 4) и большими внешними нагрузками (третья цифра 3). Такая кровля является наиболее трудноуправляемой, так как кровля создает большие активные нагрузки на крепь, а неустойчивые нижние слои, обыгрывая ее, не позволяют развивать крепью необходимое сопротивление.

Порядок выполнения работы. После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы производится для заданных горно-геологических условий (табл. 1.4) оценка пород кровли по устойчивости и нагрузочным свойствам. На основании этого устанавливается полный индекс активной кровли и ее класс по управляемости. Выбирается способ управления кровлей и делается вывод о необходимости выполнения дополнительных мероприятий по приведению ее в управляемое состояние.

Таблица 1.4

Варианты заданий

№ варианта	Исходные данные						
	мощность пласта, м	мощность пород ложной кровли, м	мощность пород непосредственной кровли, м	толщина слоев непосредственной кровли, м	прочность на сжатие пород непосредственной кровли, МПа	мощность пород основной кровли, м	прочность на сжатие пород основной кровли, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,5	-	5,2	0,4	28	12	90
2	2,1	0,4	12,5	0,7	34	9,2	120
3	1,8	0,3	8,5	0,9	40	12,8	60

1	2	3	4	5	6	7	8
4	2,8	-	7,5	0,5	35	7,8	85
5	3,2	0,6	12,5	0,6	38	14,2	65
6	4,0	-	14,0	0,5	42	11,5	75
7	2,7	0,8	13,5	0,4	33	14,5	85
8	3,5	0,5	12,8	0,6	35	8,7	65
9	3,2	-	7,5	0,4	29	13,2	92
10	2,4	0,3	10,1	0,4	31	10,5	68
11	3,3	0,8	15,1	0,5	32	12,1	78
12	4,2	0,4	18,3	0,3	27	15,3	105
13	1,8	-	6,2	0,4	3,5	12,8	92
14	2,3	-	7,1	0,2	24	10,2	84
15	3,5	0,7	15,2	0,3	28	13,4	72
16	5,0	-	12,8	0,4	32	15,8	92
17	1,9	0,3	6,3	0,3	31	9,2	84
18	2,5	-	8,1	0,2	22	12,8	110
19	2,8	0,5	15,2	0,3	27	15,4	87
20	3,4	0,2	10,5	0,4	34	11,8	75
21	2,1	-	6,5	0,2	25	13,8	85
22	2,7	0,3	8,4	0,3	32	9,5	71
23	3,8	-	10,5	0,3	38	16,5	102
24	4,2	0,4	20,1	0,4	31	14,2	74
25	2,3	0,5	7,1	0,3	28	11,7	97

Вопросы для самопроверки

1. На какие классы разделяются породы непосредственной кровли по устойчивости?

2. Какие технологические признаки заложены в классификации пород кровли по устойчивости?

3. На какие классы разделяются породы кровли по нагрузочным свойствам?

4. Какие технологические признаки заложены в классификации пород кровли по нагрузочным свойствам?

5. На какие классы разделяются породы кровли по управляемости?

6. Что представляет собой единая классификация кровель угольных пластов?

Рекомендуемая литература

1. Вандышев А. М., Валиев Н. Г. Управление состоянием массива горных пород: Учебное пособие. – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2016. – 199 с.

2. Временные указания по управлению горным давлением в очистных забоях на пластах мощностью до 3,5 м с углом падения до 35°. – Л., 1982. – 136 с. (М-во угольной промышленности СССР, Изд-во Всесоюз. науч.-исслед. ин-т горной геомех. и маркш. дела).

Практическая работа № 2

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВА ПОРОД ПРИ ВЕДЕНИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Цель работы – закрепить теоретические знания о напряженно-деформированном состоянии массива пород при ведении очистных работ и овладение методикой определения параметров опорного горного давления в зоне очистной выработки.

Теоретические основы выполнения работы. Отработка угольного пласта вызывает деформации пород кровли и почвы. В породах кровли при больших размерах выработанного пространства происходит упругое восстановление, беспорядочное обрушение, расслоение, трещинообразование, связное перемещение и другие сложные процессы.

От степени изученности процессов и параметров сдвижения, а также деформаций горных пород, развивающихся при ведении очистных работ, во многом зависит эффективность решения целого ряда вопросов по управлению состоянием массива горных пород: управление горным давлением и расчет крепей, профилактика горных ударов и внезапных выбросов, выбор способов охраны и места заложения выработок, отработка пластов угля под водоемами и т.п.

Общая картина сдвижения толщи пород при ведении очистных работ может быть представлена следующим образом. Процесс сдвижения горных пород начинается с прогиба слоев, расположенных непосредственно над выработкой, и обычно сопровождается вывалами пород из кровли. Развитие сдвижения подработанной толщи происходит в виде последовательного отделения нижележащих слоев от вышележащих и прогиба их по нормали к напластованию подобно плитам и балкам, защемленным по контуру.

Под влиянием горных работ в движение приходят также и породы почвы, испытывающие поднятие. Поднятие пород почвы и выдавливание их

в сторону выработанного пространства объясняется снятием с нее нагрузки от вышележащих пород и перераспределением горного давления.

Одновременно со сдвижением горных пород происходит перераспределение напряжений в массиве, окружающем выработку, с образованием зон повышенного (опорного) и пониженного (разгрузки) давления.

В подработанной и надработанной толще пород, в которых происходят указанные выше процессы, выделяют область влияния очистной выработки *А Л Б И З М Ж* (рис. 2.1).

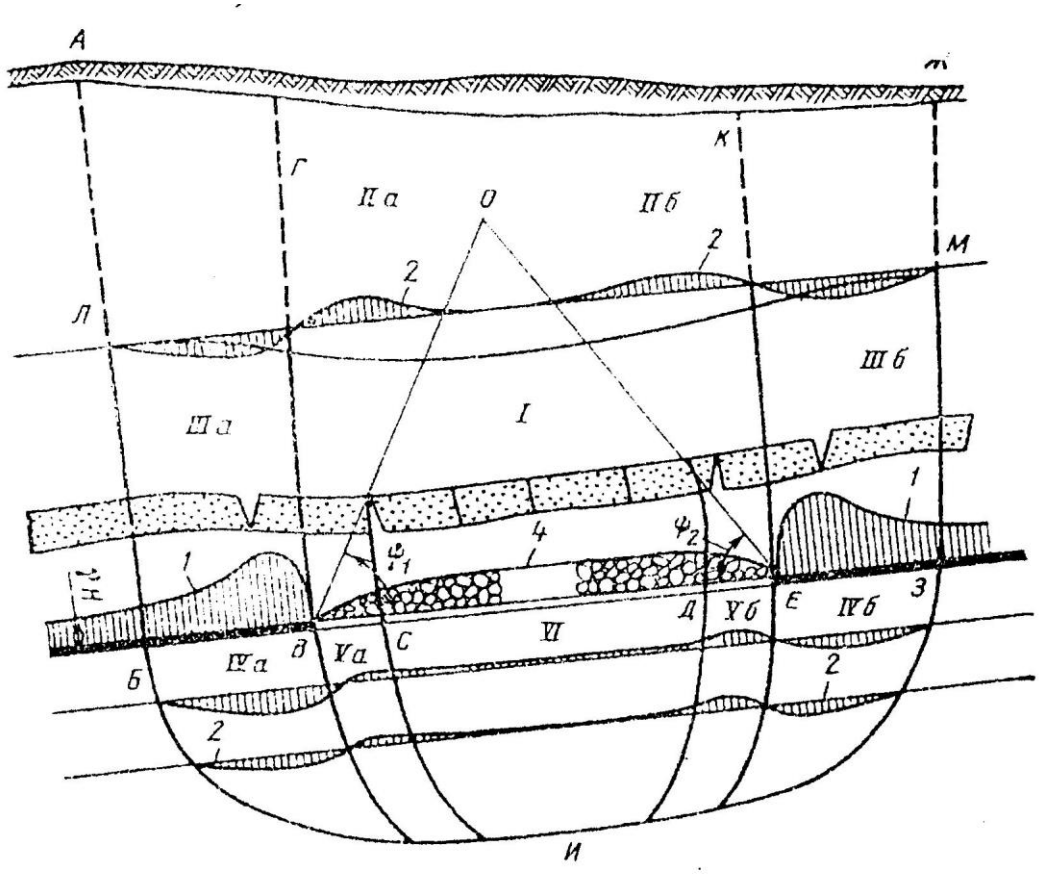


Рис. 2.1.Схема сдвижения массива пород при очистной выемке

Зона полного сдвижения I состоит из зоны обрушения кровли 4, прогиба с нарушением сплошности слоев в виде трещин и плавного прогиба без нарушения сплошности пород. В зоне обрушения несвязное сдвижение отдельных кусков и блоков породы периодически повторяется по мере подвигания очистного забоя. Высота этой зоны, как правило, не превышает 4 – 6 кратной мощности вынимаемого пласта. Над зоной обрушения толща пород

высотой, равной 10 – 20 –кратной мощности пласта, подвергается трещинообразованию. Вышерасположенные слои пород прогибаются в основном без разрыва сплошности.

В зоне полных сдвижений породы получают опору на почве вынимаемого пласта, а вышележащие породы зависают над выработанным пространством и создают зону повышенных напряжений.

Часть массива пород в пределах области влияния очистной выработки, в которой напряжения больше, чем в нетронутом массиве, называется зоной *опорного давления*. Протяженность зоны опорного давления зависит от глубины разработки, размеров выработки, мощности и угла падения пласта и других факторов.

Зоны опорного давления *III а* и *III б* распространяются от границ сдвижения подработанного массива *ЛБ* и *МЗ* до линий *ВГ* и *ЕК*, проведенных через границы выработки. Между зонами полных сдвижений и опорного давления расположены зоны наибольшего прогиба пород *II а* и *II б*.

В породах почвы пласта образуются зоны опорного давления *IV а* и *IV б* неравномерных поднятий *V а* и *V б* и разгрузки *VI*.

Проявления опорного давления играют основную роль в возникновении горных ударов, внезапных выбросов, определяют устойчивость любых горных выработок, вызывают пучение пород, разрушения горных выработок, снижают безопасность работ при подземной угледобыче и т. д. Поэтому естественно, что для правильного решения вопросов управления состоянием массива пород знание закономерностей и параметров проявления опорного горного давления играет исключительно важную роль.

В распределении опорного давления выделяется ряд пространственных зон, которые удобнее изучать раздельно в плоскости пласта и в сечениях по простиранию и падению.

Общий характер распространения опорного давления в плоскости пласта показан на рис. 2.2. По ориентировке относительно очистного забоя в

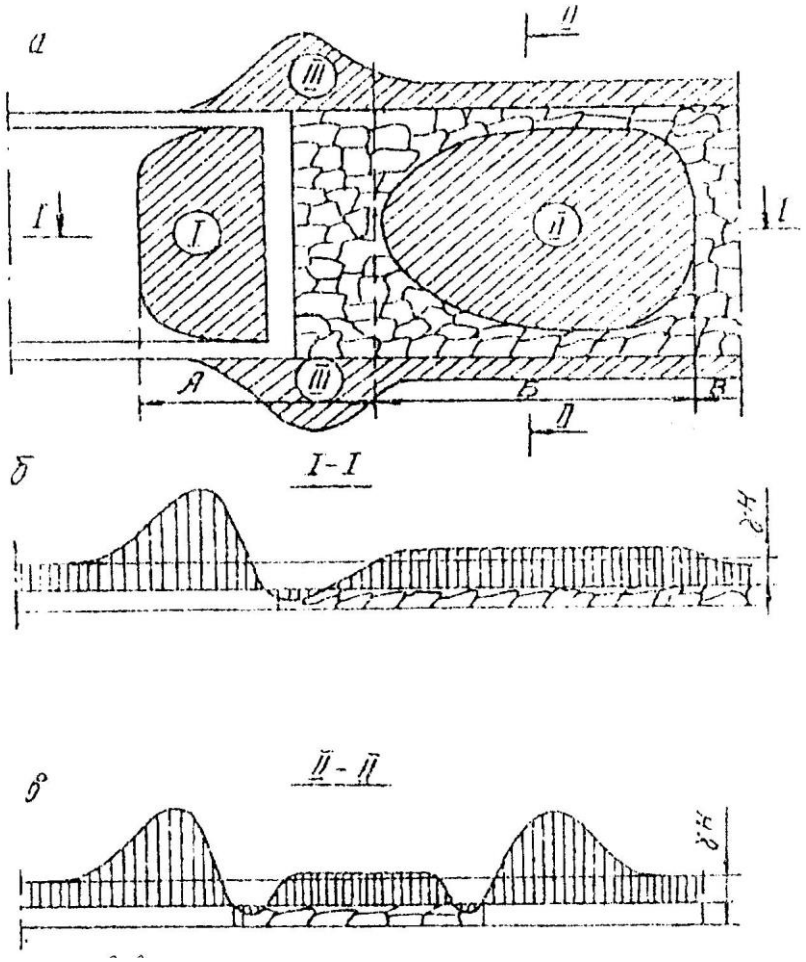


Рис. 2.2. Распределение опорного горного давления в окрестности очистной выработки:

I – передняя зона опорного горного давления; *II* – задняя зона опорного горного давления; *III* – боковые зоны опорного горного давления;

А – зона динамического опорного давления; Б – зона затухания динамического горного давления; В – зона статического опорного давления

плоскости пласта выделяют следующие зоны опорного горного давления: 1 – переднюю; II – заднюю; III – боковые (по падению и восстанию); по характеру изменений опорного давления – зону динамических проявлений опорного давления А, затухания динамических проявлений Б и статического опорного давления В.

В пределах самих зон опорного давления наблюдается известная дифференциация. Так, в передней зоне (рис. 2.3) выделяются следующие подзоны: $L_н$ – пониженных сравнительно с γH напряжениями; $L_п$ - повышенных

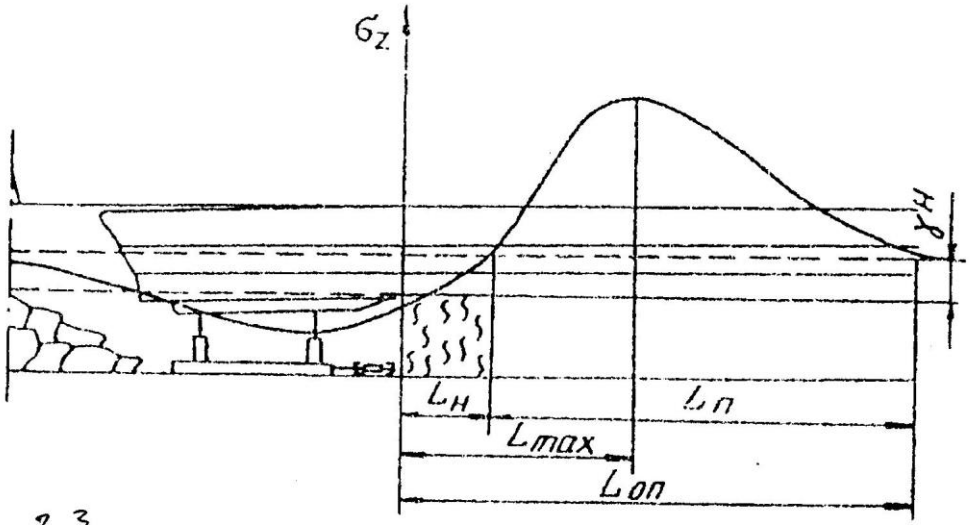


Рис. 2.3.Распределение опорного давления впереди очистного забоя

напряжений. Аналогичный характер распределения напряжений наблюдается и в боковых зонах.

Многочисленность влияющих факторов и преобладание тех или других в различных условиях определяют резкие колебания параметров опорного давления. Протяженность зоны опорного давления впереди лавы колеблется в пределах от 20 до 250 м, а максимальные значения его в 1,3-4,0 раза превышают вес столба покрывающих пород, т. е. $P_{\text{оп}} = (1{,}30 \div 4{,}00)\gamma H$.

С достаточной для практики точностью основные параметры опорного давления могут быть определены по следующим формулам:

$$L_{\text{оп}} = \frac{aH\ cos\ \alpha}{f^b}\ ; \tag{2.1}$$

$$L_{max} = 0{,}32L_{\text{оп}};\ \ L_{\text{н}} = 0{,}13L_{\text{оп}}\ , \tag{2.2}$$

где $L_{\text{оп}}$ – общая протяженность зоны опорного давления, м;

L_{max} – местоположение максимума напряжений относительно краевой части пласта, м;

$L_{\text{н}}$ – размер области пониженных напряжений, м;

H – глубина разработки, м;

a – угол падения пласта, градус;

$f_{\text{п}}$ – коэффициент крепости пород кровли по шкале проф. М. М. Протодъяконова;

a и b – коэффициенты, зависящие от коэффициента β, характеризующего степень зависания пород кровли в выработанном пространстве:

$$\beta = \frac{h_{\text{ок}}}{h_{\text{нк}} + m}, \tag{2.3}$$

где $h_{\text{ок}}$, $h_{\text{нк}}$ – мощность соответственно пород основной и непосредственной кровли, м;

m – мощность вынимаемого пласта, м.

Значения коэффициентов a и b в зависимости от β приведены в табл.2.1.

Таблица 2.1

Значения коэффициентов *a* и *b*

$\beta = h_{\text{ок}}/(h_{\text{нк}} + m)$	0	2	4	6	8	10
a	0,16	0,23	0,29	0,36	0,40	0,44
b	0,62	0,60	0,58	0,56	0,52	0,50

Размер зоны остаточного (статического) опорного давления позади забоя лавы ориентировочно составляет $L_{\text{оод}} \backsimeq 2L_{\text{оп}}$.

Ширина боковых зон опорного давления составляет $(0{,}4 \div 0{,}6)L_{\text{оп}}$. С учетом этого определяется и местоположение максимума напряжений и размер области пониженных напряжений в боковых зонах.

За пределами зоны динамического опорного давления (на расстоянии 120-180 м и более) параметры опорного давления в боковых зонах определяются с учетом фактора времени, т.е. полученные параметры умножить на коэффициент P_t , который определяется по формуле

$$P_t = \frac{t}{0{,}78t + 0{,}28}, \qquad (2.4)$$

где t – продолжительность воздействия опорного давления на угольный пласт, месс.

Со временем наблюдается увеличение зоны пониженных напряжений, перемещение вглубь массива максимума напряжений и его снижение.

Порядок выполнения работы. Используя изложенный алгоритм решения задачи определяются параметры опорного давления по простиранию и падению пласта для заданных условий (табл. 2.2), в масштабе изображаются схемы распределения опорного давления с указанием рассчитанных величин его зон. Далее делается анализ влияния глубины разработки (H) и угла (α) падения пласта на размер зоны опорного давления ($L_{\text{оп}}$), т. е. $L_{\text{оп}} = f(H, \alpha)$ и строятся графики их взаимосвязи.

Таблица 2.2

Варианты заданий

№ варианта	Исходные данные						
	глубина разработки H, м	мощность пласта m, м	угол падения пласта *a*, град	коэффициент крепости пород кровли *f*	мощность пород непосредственной кровли $h_{нк}$, м	мощность пород основной кровли $h_{ок}$, м	продолжительность воздействия опорного давления на пласт t, мес.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	300	2,2	15	3,0	7,5	28,2	6
2	400	2,5	25	3,5	9,0	34,0	8
3	380	1,8	12	2,8	4,6	30,0	10
4	600	2,0	18	4,0	8,5	25,5	8
5	540	3,0	20	4,2	10,2	18,5	7
6	360	2,7	27	3,0	11,5	19,0	8
7	450	2,4	30	3,3	10,8	22,0	12

1	2	3	4	5	6	7	8
8	520	3,2	21	5,0	12,0	21,5	10
9	650	3,5	14	3,7	14,0	32,5	9
10	410	2,1	15	3,3	7,2	28,3	6
11	550	3,4	22	3,5	8,3	19,3	7
12	480	2,3	17	4,3	8,8	22,5	6
13	530	2,7	27	3,4	10,2	26,0	8
14	380	2,0	14	2,9	12,0	32,0	10
15	610	2,2	20	4,0	9,3	22,5	9
16	560	3,4	22	4,1	8,0	23,5	7
17	390	2,9	29	5,0	13,0	29,5	6
18	470	2,6	32	3,6	12,2	20,5	8
19	540	3,4	23	3,8	11,3	32,5	9
20	680	3,7	16	2,8	12,8	33,5	10
21	430	2,3	17	4,2	13,0	34,5	6
22	590	3,5	19	3,9	8,0	30,3	7
23	500	2,5	24	3,2	8,1	31,5	7
24	560	2,9	20	3,4	9,0	22,8	6
25	330	3,0	30	3,1	10,5	24,5	8

Вопросы для самопроверки

1. Назовите формы деформирования пород при очистной выемке.
2. Назовите причины возникновения опорного горного давления в окрестности горных выработок.
3. Изобразите схему распределения опорного давления в плоскости разрабатываемого пласта.
4. Какие основные факторы влияют на параметры зон опорного давления?
5. Изменяются ли параметры зон остаточного опорного горного давления во времени?

6. Каковы значения максимального коэффициента концентрации напряжений в зоне опорного горного давления?

7. Для чего необходимо знание параметров опорного горного давления?

Рекомендуемая литература

1. Вандышев А. М., Валиев Н. Г. Управление состоянием массива горных пород: Учебное пособие. – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2016. – 199 с.

2. Вандышев А. М., Феклистов Ю. Г. Геомеханика при подземной разработке месторождений осадочного типа. Практикум по дисциплине геомеханика. – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2006. – 136 с.

Практическая работа № 3

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД НАДРАБОТКОЙ – ПОДРАБОТКОЙ

Цель работы – закрепление теоретических знаний о напряженно-деформированном состоянии в массиве горных пород при разработке свиты сближенных пластов и привитие инженерных навыков по расчету параметров опережения очистных работ на одном пласте к ведению горных работ на другом.

Теоретические основы выполнения работы. Подавляющее большинство угольных месторождений представлено свитами пластов. Если разработка одного из пластов свиты оказывает влияние на разработку других, то такие пласты называют сближенными. Эффективная и безопасная отработка сближенных пластов требует обоснования порядка и очередности их выемки. В этом случае важно установить влияние разработки одного из пластов свиты на напряженно-деформированное состояние массива пород остальных, в дальнейшем также вовлекаемых в разработку.

Породы, расположенные выше плоскости очистной выработки, называются подработанными, а расположенные ниже плоскости отрабатываемого пласта – надработанными.

Общая схема надработки представлена в среднем сечении по простиранию на рис. 3.1 *а*, а в сечении по падению – позади задней зоны опорного давления – на рис. 3.1 *б*.

Интенсивность деформаций надрабатываемого пласта зависит от мощности междупластья и свойств пород. Рассеивание напряжений идет тем быстрее, чем ниже модуль упругости пород междупластья, а величина дополнительных напряжений обратно пропорциональна мощности междупластья. По этим причинам эффективность надработки ограничивается в данных условиях некоторым предельным значением мощности междупластья М.

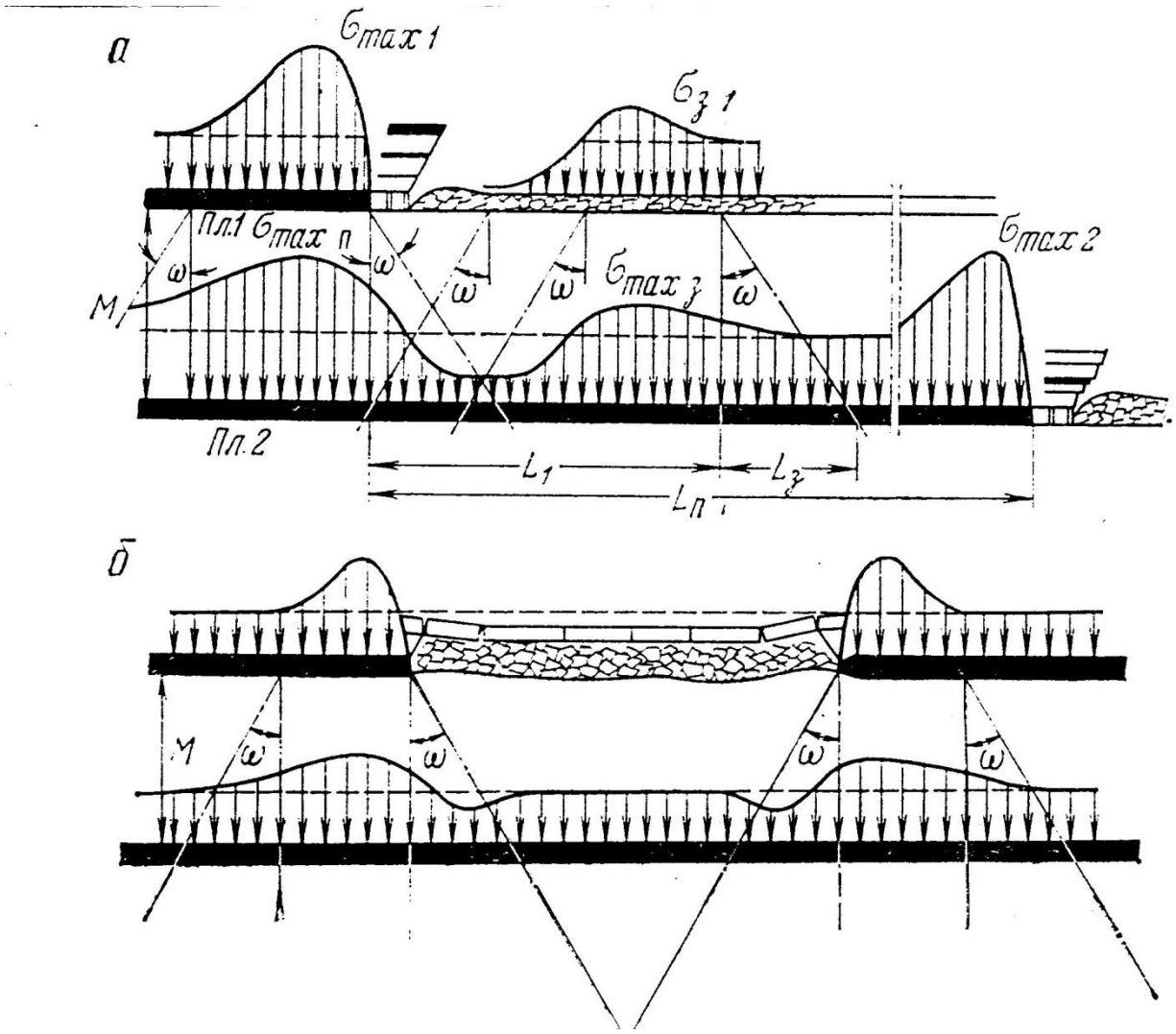


Рис. 3.1. Схема надработки пласта:
а – в среднем сечении лавы; *б* – в сечении по падению

Величина M_{max} определяется на основании практических данных для типовых междупластий. В ряде бассейнов величина $M_{max} \leq 70 – 90$ м.

При условии $M_{max} \geq M$ надрабатываемый пласт подвергается сложному процессу нагружения и разгрузки на площади, превосходящей по своим размерам отрабатываемую площадь вынимаемого пласта. При достаточно большом опережении $L_п$ в направлении по простиранию надрабатываемый пласт испытывает попеременные сжатие и разгрузку от двух волн напряжений – переднего и заднего опорных давлений надрабатывающего пласта, параметры которых имеют свою динамику.

Надработка приводит к уменьшению начальной мощности надрабатываемого пласта. В зависимости от свойств надрабатываемого пласта и передаваемых на него опорных давлений и их перепадов может происходить или уплотнение надрабатываемого пласта, следовательно, его упрочнение, или же, наоборот, его частичное разрушение (разрыхление).

Перемежаемость зон нагружения по простиранию и падению создает благоприятные условия для газоотдачи надрабатываемого пласта. При трещиноватых породах газ в значительной степени может дренироваться. Действие опорных давлений во многих случаях может приводить к частичному разрушению того или иного числа слоев междупластья, повышая в целом его газопроницаемость.

Таким образом, в определенных условиях надработка может существенно менять агрегатное состояние надрабатываемого пласта и свойства пород междупластья, в частности, их трещиноватость и газопроницаемость.

При надработке пластов может происходить надработка различных выработок: штреков, бремсбергов, гезенков и др. При попадании этих выработок в зоны влияния опорных давлений надрабатывающего пласта (или пластов) они могут испытывать повышенные давления и разрушения.

Таким образом, надработка пластов и выработок можежт иметь разное значение: она может облегчать или затруднять разработку нижних пластов и влиять на устойчивость пройденных по ним выработок.

Весьма существенным является вопрос о величине опережения очистных забоев пластов при надработке. Во многих случаях выемка надработанного пласта наиболее благоприятна, если забой нижнего пласта находится на достаточном удалении от задней зоны опорного давления верхнего пласта. В этом случае минимально допустимое отставание забоя

$$l_{\text{п}} \geq L_1 + L_{\text{з}}. \qquad (3.1)$$

где $L_з$ - запас; $L_з$ = 30 – 40 м.

Введение запаса объясняется необходимостью учета возможной неувязки скоростей подвигания очистных работ по этим пластам, аварийных простоев забоев и др.

Для определения отставания забоев надрабатываемого пласта предлагается формула

$$L_п = Mctg\omega + L_з\,, \tag{3.2}$$

где M - мощность пород междупластья, м;

ω - угол сдвижения пород (по простиранию), град.

Минимальное опережение забоев

$$L_{min} \geq L_з\,. \tag{3.3}$$

Однако, это условие практически трудно выполнить, так как оно требует весьма четкой увязки скоростей подвигания очистных работ на обоих пластах. При небольших нарушениях ритмичности очистных работ любого пласта очистной забой нижнего пласта будет попадать в неблагоприятные условия. Надработка пластов применяется для предварительной дегазации, снижения прочности крепких углей и пород, опасности внезапных выбросов угля и газа, горных ударов и других нежелательных явлений на нижележащих пластах угля.

При восходящем порядке отработки пластов, т. е. *при подработке* расположенные в покрывающей толще, неизбежно испытывают влияние нижнего, разрабатываемого первым.

Интенсивность этого влияния является функцией ряда факторов: мощности подрабатывающего пласта, мощности и свойств его непосредст-

венной кровли, мощности и пределов прочности на изгиб его основной кровли и др. При прочих равных условиях, интенсивность влияния выемки нижнего пласта на верхний определяется мощностью междупластья, индивидуальной для каждых конкретных условий. Первоочередная выемка нижнего пласта оказывает существенной влияние на последующую выемку верхнего.

Подработка может быть однократной и многократной, если подрабатывающими являются не один, а несколько пластов.

В зависимости от конкретных условий подработка может оказывать на подрабатываемый пласт и полезное, и вредное, а иногда и смешанное влияние. При подработке верхний пласт может попадать в разные зоны: интенсивного дробления, изгиба и др.

Подработка пластов предусматривается при отработке свиты ударо и выбросоопасных пластов.

Схема подработки одного пласта другим для среднего сечения лавы представлена на рис. 3.2.

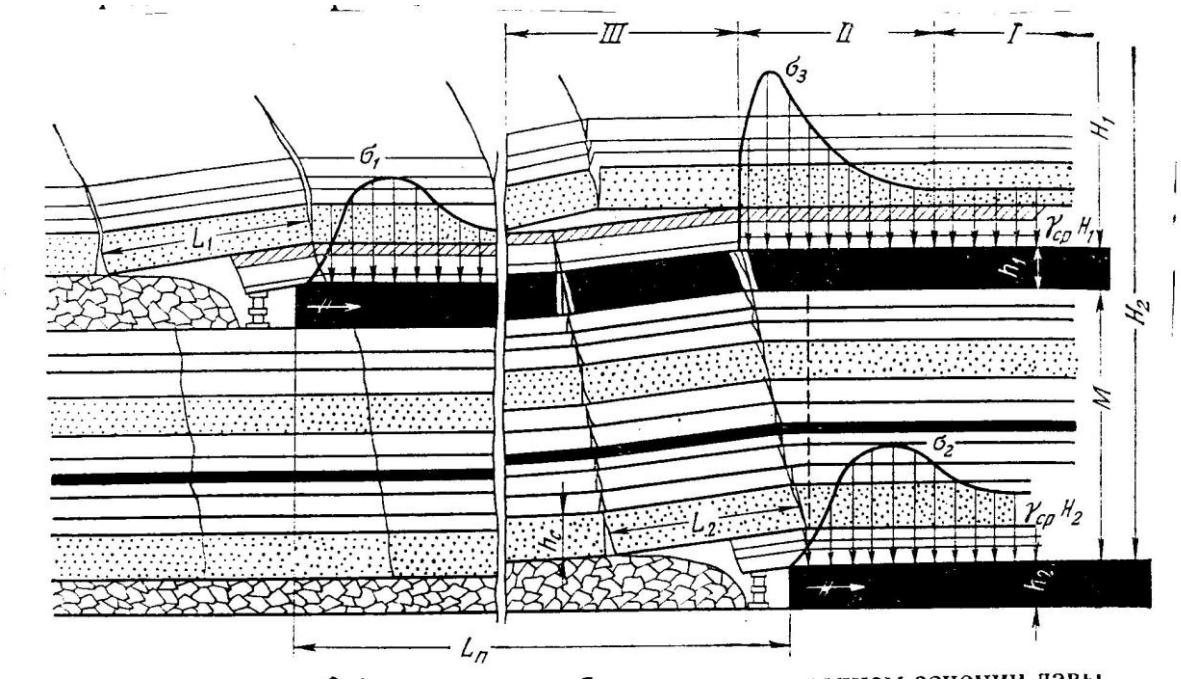


Рис. 3.2. Схема подработки пласта в среднем сечении лавы

В зоне I пласт находится в условиях естественного напряженного состояния.

Попадая в зону опорного давления (см. рис. 3.2), подрабатываемый пласт испытывает нагружение.

В зоне разломов и опусканий пород (зона III) пласт испытывает резкую разгрузку, большие деформации, разломы и опускания.

В задней зоне опорного давления, вблизи задних границ разломов, за зоной III, нагрузки на пласт возрастают.

На достаточном удалении пласт попадает в зону практически полных перемещений, где вертикальные напряжения близки к первоначальным, т. е. $\sigma_z \to \gamma_{\text{ср}} H$.

В результате сложного режима нагружений и разломов пласта и пород междупластья при подработке происходит частичный дренаж газа, осушение пласта и пород, сглаживание пиковых нагрузок на крепь лавы при последующей выемке верхнего пласта.

Совокупность этих явлений при их достаточной интенсивности приводит к тому, что пласты, бывшие опасными по горным ударам и внезапным выбросам, после их подработки становятся неопасными.

Определение минимальной мощности пород междупластья, при которой исключается подработка пластов, производится по формуле

$$M_{min} \geq \eta \frac{h_{\text{в}} - h_{\text{с}}}{K_{\text{ср}} - 1}. \qquad (3.4)$$

где η - коэффициент запаса, η = 5 – 7;

$h_{\text{в}}$ – вынимаемая мощность подрабатывающего пласта, м;

$h_{\text{с}}$ – предел свободного опускания основной кровли, $h_{\text{с}}$ = (0,1 – 0,5) м;

$K_{ср}$ – средний коэффициент разрыхления непосредственной кровли подрабатывающего пласта, $K_{ср}$ = 1,25 – 1,30.

При работе с полным обрушением кровли наибольший эффект подработки для предотвращения газодинамических проявлений горного давления достигается при расстоянии между пластами *M* равным 12 – 15 м.

Величину *M* обычно увязывают с длиной шага обрушения ведущего слоя L_2 (см. рис. 3.2) соотношением $L_п$ / 3L_2. Обычно $L_п$ > 3L_2 , а минимальное время опережения подрабатываемого забоя подрабатывающим ($t_{оп}$, мес.) определяется делением $L_п$ на скорость подвигания очистного забоя ($V_{о.\ з.}$, мес.), т. е.

$$t_{оп} = \frac{L_п}{V_{о.з}} . \qquad (3.5)$$

Величина $t_{оп}$ должна быть не менее 1,5 – 3 мес.

Шаг обрушения L_2 определяется по формуле

$$L_2 = 0{,}35\sqrt{\sigma_{сж} \cdot h_с} + 8 , \qquad (3.6)$$

где $\sigma_{сж}$ – прочность пород основной кровли на сжатие, МПа;

$h_с$ – мощность нижнего слоя основной кровли, м.

Подработка сближенных пластов является наиболее эффективным способом предотвращения горных ударов и внезапных выбросов.

Порядок выполнения работы. После ознакомления с теоретическими основами для заданных условий (табл. 3.1) производится определение допустимых расстояний между смежными очистными забоями на сближенных угольных пластах при надработке или подработке. В определенном масштабе дается графическая интерпретация схем надработки или подработки пластов в среднем сечении лавы по простиранию с указанием определенных параметров.

Таблица 3.1

Варианты заданий

№ п/п	Мощность пластов, м		Угол падения пласта, град.	Расстояние между пластами, м	Угол сдвижения пород, град	Скорость подвигания очистного забоя, м/мес	Мощность слоя основной кровли,	Прочность на сжатие пород основной кровли, $\sigma_{сж}$., МПа
	надрабатывающего	подрабатывающего						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2,5	-	15	30	65	-	-	-
2	-	3,2	20	35	52	120	8	65
3	-	1,8	12	22	60	150	10	70
4	1,8	-	18	38	65	-	-	-
5	3,2	-	30	40	57	-	-	-
6	-	2,5	18	45	60	200	5	130
7	4,2	-	15	35	62	-	-	-
8	3,6	-	25	48	67	-	-	-
9	1,5	-	12	25	55	-	-	-
10	-	2,2	18	35	58	140	6	120
11	-	3,5	12	52	68	100	5	130
12	2,6	-	20	42	72	-	-	-
13	3,0	-	17	34	60	-	-	-
14	5,0	-	12	56	55	-	-	-
15	3,8	-	15	58	72	-	-	-
16	-	4,3	17	45	56	180	9	95
17	-	4,8	25	60	62	150	11	80
18	-	1,5	13	38	54	220	14	75
19	2,2	-	12	43	57	-	-	-
20	4,5	-	20	52	62	-	-	-
21	5,5	-	20	64	58	-	-	-
22	-	2,7	30	43	66	120	-	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9
23	-	4,1	20	65	63	80	10	105
24	2,7	-	15	34	52	-	-	-
25	3,1	-	20	42	64	-	-	-

Вопросы для самопроверки

1. Какие пласты называют сближенными?
2. Что понимается под надработкой пластов?
3. Что понимается под подработкой пластов?
4. Каково значение предварительной надработки (подработки) при разработке пластов, опасных по горным ударам или внезапным выбросам?
5. Влияет ли мощность междупластья на параметры опережения забоев при надработке (подработке)?

Рекомендуемая литература

1. Вандышев А. М., Валиев Н. Г. Управление состоянием массива горных пород: Учебное пособие. – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2016. – 199 с.
2. Борисов А. А. Механика горных пород и массивов. М.: Недра, 1980. – 360 с.

Практическая работа № 4

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Цель работы – закрепление теоретических знаний о способах управления горным давлением в подготовительных выработках и привитие инженерных навыков по расчету их крепи при различных способах охраны.

Теоретические основы выполнения работы. Большое разнообразие горно-геологических и горнотехнических условий обуславливает многообразие способов управления состоянием массива горных пород в подготовительных выработках, применяемых с целью обеспечения их устойчивости.

Классификация способов управления горным давлением в подготовительных выработках приведена на рис. 4.1. Способы обеспечения устойчивости подготовительных выработок подразделяются на активные и пассивные. К фиктивным способам относятся способы, предусматривающие мероприятия по упрочнению пород и изменению их напряженного состояния. Пассивные способы включают крепление горных выработок путем установки крепей различного типа, выбор места расположения выработок, оставление угольных целиков и др. Мероприятия по управлению горным давлением в подготовительных выработках, приведенные на рис. 4.1. Могут применяться отдельно или в разных сочетаниях.

Сохранение достаточного размера площади поперечного сечения выработки и нужной ее формы в большинстве случаев достигается установкой крепи с определенными параметрами. Для выбора крепи подготовительных выработок используется величина ожидаемых смещений пород за весь период их существования. Этот показатель наиболее полно отражает характерные проявления горного давления в выработках.

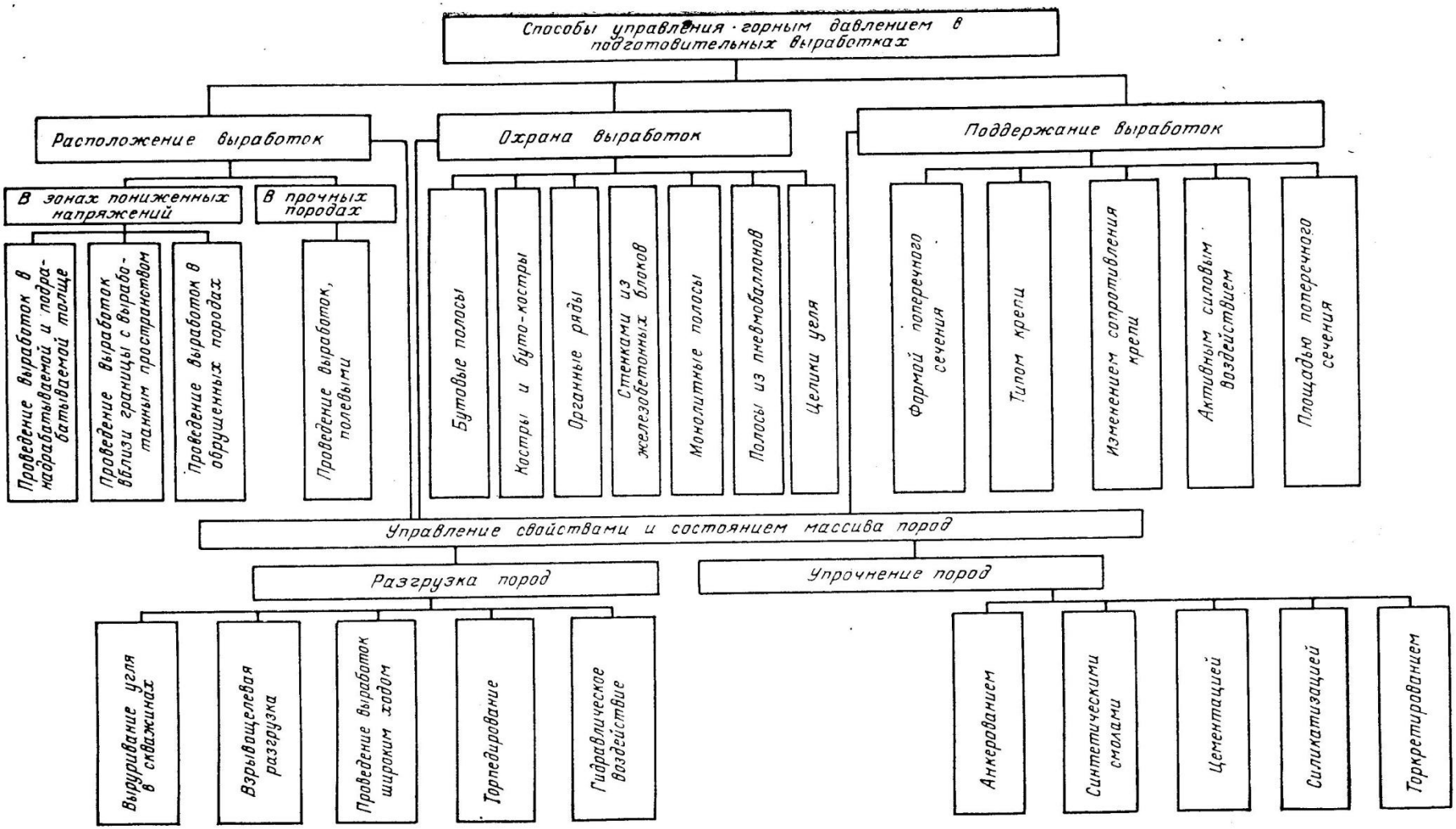


Рис 4.1. Классификация способов управления горным давлением в подготовительных выработок

Срок существования выработок в зависимости от расположения их по отношению к очистному забою, как правило, разбивается на отдельные периоды поддержания, для которых характерно своеобразие развития смещений пород. Например, для конвейерного штрека, погашаемого вслед за

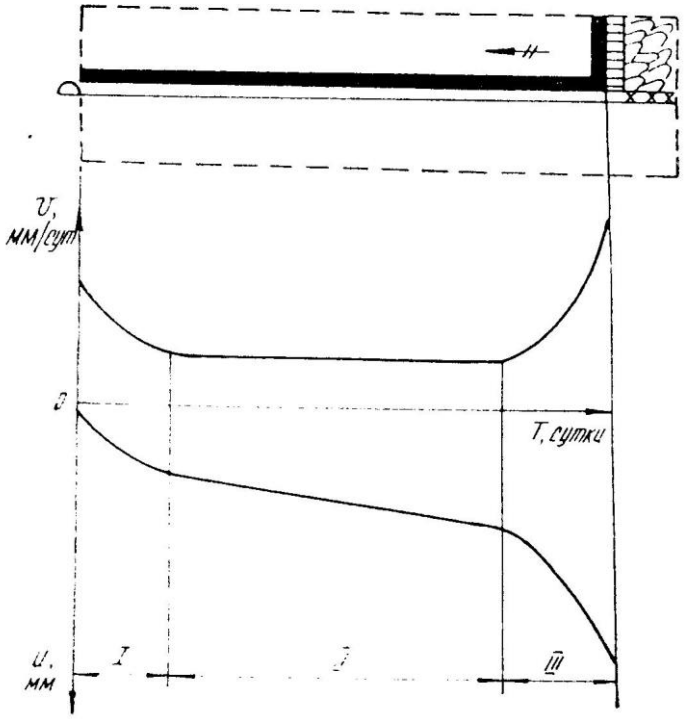


Рис. 4.2. Характер изменения скорости (v, мм/сут) и величины (U, мм) смещений пород в конвейерном штреке, погашаемом вслед за лавой

подвиганием очистного забоя, выделяются следующие периоды: I – период поддержания штрека в зоне влияния проходческого забоя; II – период поддержания штрека вне влияния проходческого забоя и опорного давления действующей лавы; III – период поддержания штрека в зоне действия опорного горного давления (рис. 4.2).

Из большого числа встречающихся в практике вариантов и поддержания выработок наиболее часто применяются следующие способы:

1) Проведение и охрана выработок в массиве угля с погашением их за очистным забоем (рис. 4.3);

2) Проведение и охрана выработок вприсечку к выработанному пространству (4.4).

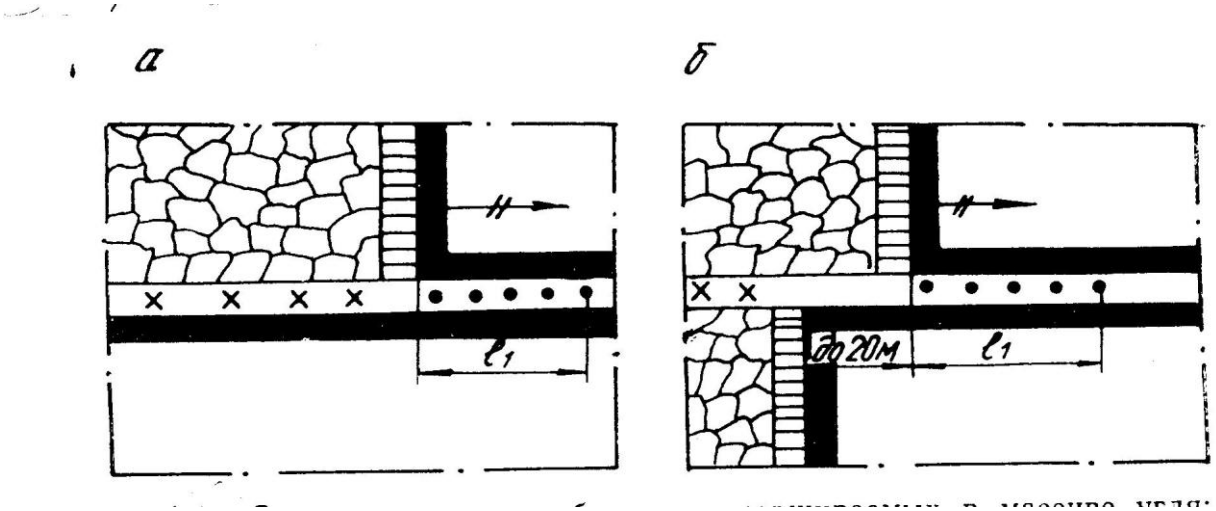


Рис. 4.3. Схемы охраны выработок, поддерживаемых в массиве угля:

а – в зоне опорного давления одиночного забоя, *б* – в зоне опорного давления спаренных очистных забоев

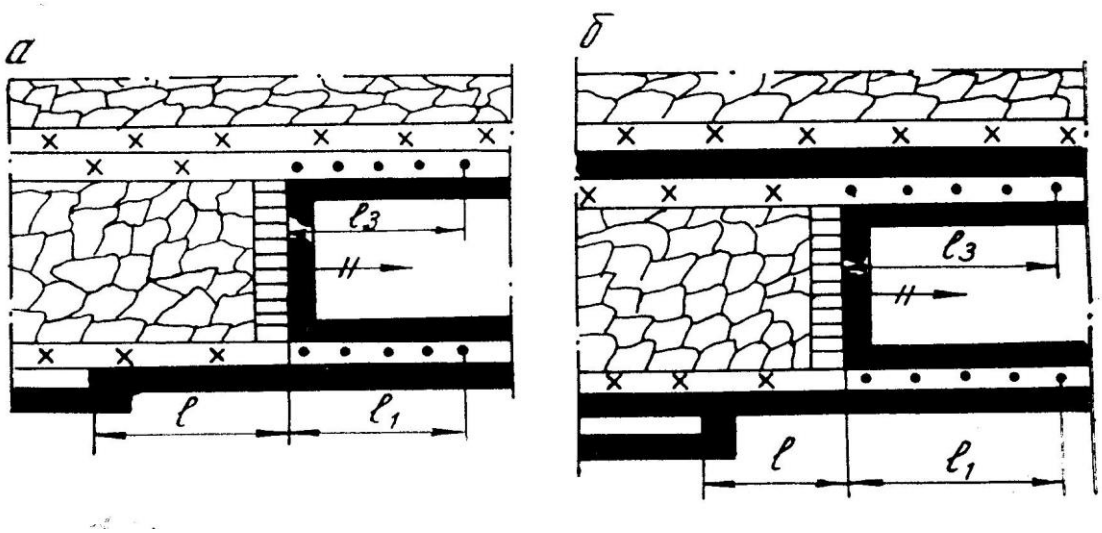


Рис. 4.4. Схемы проведения выработок вприсечку к выработанному пространству:

а – без оставления полосы угля; *б* – с оставлением полосы угля шириной 2 – 4 м

Определение смещений пород и выбор средств поддержания выработок

Выработки, погашаемые за очистным забоем

При отработке тонких и средней мощности пластов смещения пород кровли и почвы в выработках, погашаемых вслед за очистным забоем, определяются по формулам:

для выработки одиночной лавы (рис. 4.3, а)

$$U_{\text{общ}} = \left(k_{\text{пр}} \cdot U_{\text{пр}} + v_{\text{о}} t_{\text{о}} + k_{\text{кр}} U_1\right) k_s \,, \qquad (4.1)$$

для средней выработки спаренных лав (рис. 4.3, б)

$$U_{\text{общ}} = \left(k_{\text{пр}} \cdot U_{\text{пр}} + v_{\text{о}} t_{\text{о}} + k_{\text{кр}} \cdot 1{,}3\, U_1\right) k_s \,, \qquad (4.2)$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий способ проведения выработок, принимаемый при буровзрывном способе проходки равным 1.

При комбайновом способе значения его принимаются в пределах

$0{,}6 - 0{,}8 \quad \frac{H_{\text{р}}}{R_{\text{с}}} < 16 \qquad k_{\text{пр}} = 0{,}6 \qquad$ при $\frac{H_{\text{р}}}{R_{\text{с}}} = 16 - 20 \qquad k_{\text{пр}} = 0{,}8$

при $\frac{H_{\text{р}}}{R_{\text{с}}} = 20 - 25 \qquad k_{\text{пр}} = 1{,}0;$

$U_{\text{пр}}$ – смещения пород (мм) под влиянием проведения выработки, принимаемые по графику (рис. 4.5);

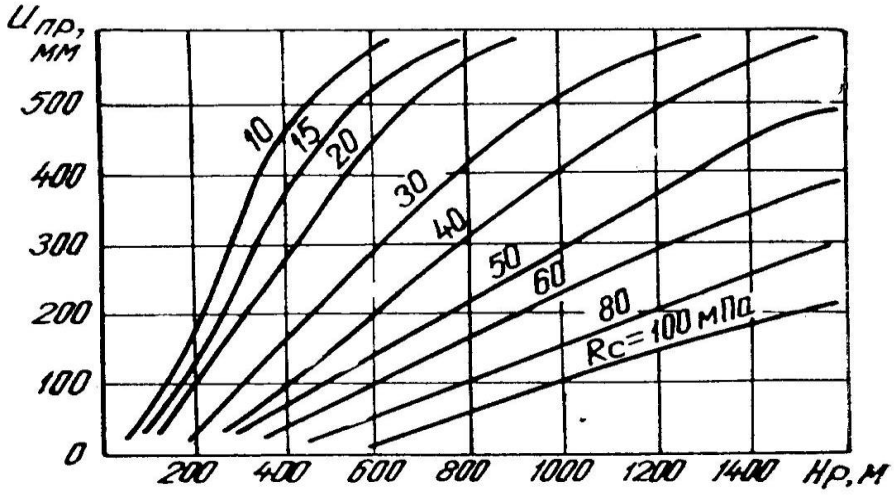


Рис. 4.5. Смещение пород $U_{\text{пр}}$ в выработках в зоне влияния проходческого забоя

$v_{\text{о}}$ – средняя скорость смещений пород (мм/мес.) в выработках вне зоны влияния очистных работ, принимаемая по графику (рис. 4.6);

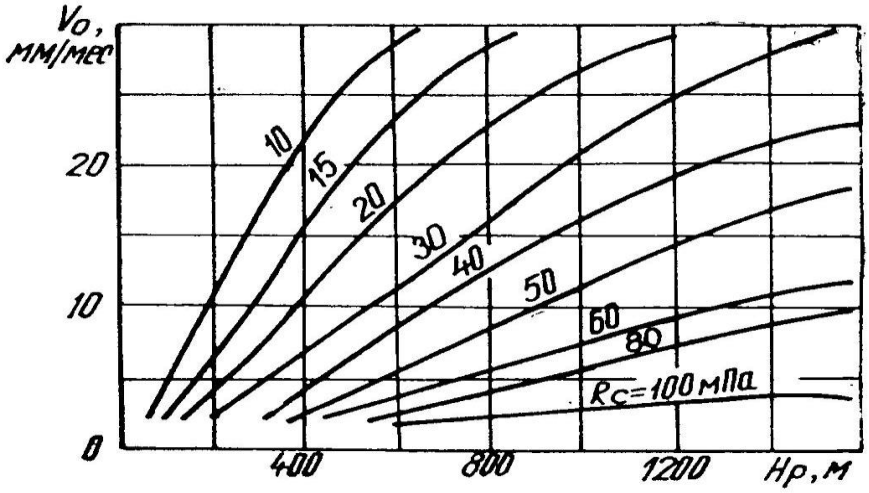


Рис. 4.6. Скорость смещения пород v_0 в выработках вне зоны влияния очистных и подготовительных забоев

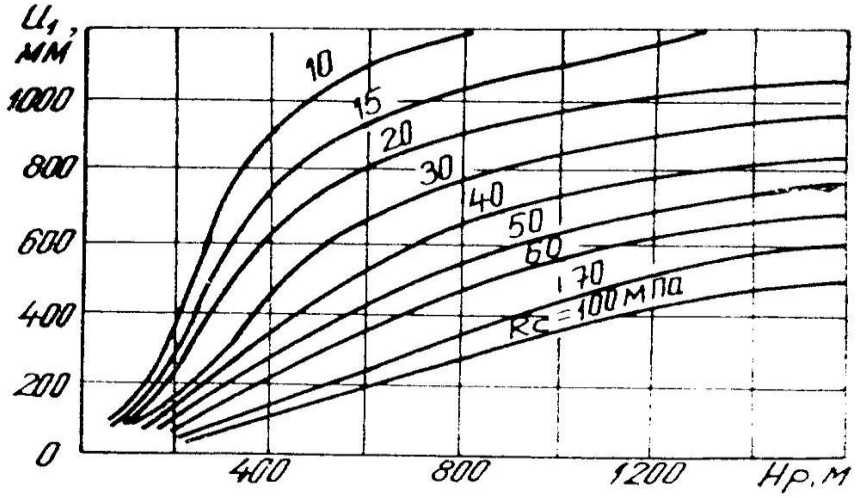


Рис. 4.7. Смещения пород в зоне временного опорного давления очистного забоя

t_0 – время поддержания выработки (мес.) вне зоны влияния очистного забоя;

U_1 – смещения пород (мм) в зоне временного опорного давления очистного забоя, определяемые по графику (рис. 4.7);

$k_{кр}$ – коэффициент, учитывающий влияние класса кровли по обрушаемости.

При легкообрушающейся кровле $k_{кр}$ = 0,8; при среднеобрушающейся $k_{кр}$ = 1,0; при труднообрушающейся $k_{кр}$ = 1,2; k_s – коэффициент влияния площади сечения выработки в свету (S, м^2), определяемый по формуле

$$k_s = 0{,}5 + 0{,}05S. \qquad (4.3)$$

Разделение смещений $U_{общ}$ на смещения пород кровли $k_{кр}$ и почвы $U_п$ производится по формулам:

$$U_{кр} = U_{общ}k_к\,; \qquad U_п = U_{общ}(1 - k_к), \qquad (4.4)$$

где $k_к$ – коэффициент, характеризующий долю смещений пород кровли в общих смещениях пород и выработках, определяемых по графикам (рис. 4.8).

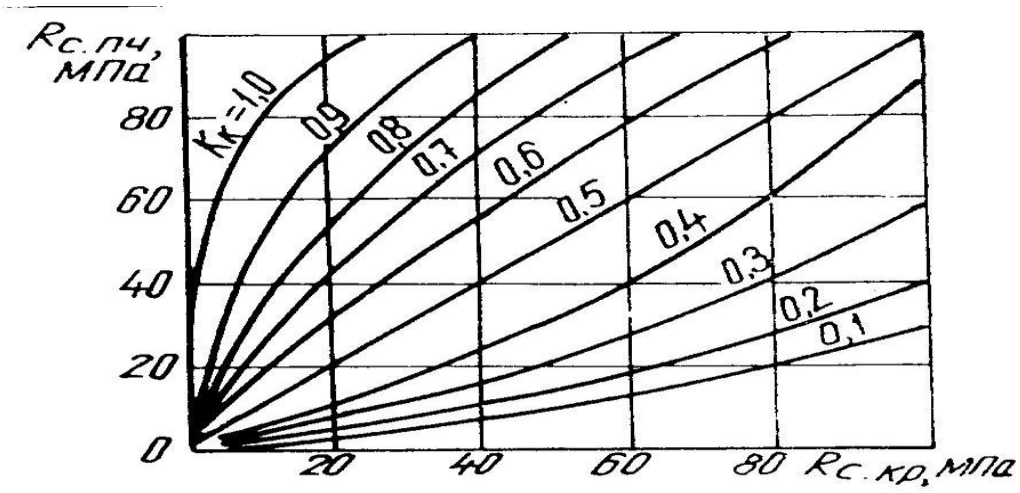


Рис. 4.8. График для определения значений коэффициента $k_к$

Боковые смещения пород можно ориентировочно принимать равными 0,6 $U_{общ}$.

Расчет смещений пород в выработках, проводимых вприсечку к выработанному пространству

При проведении выработок вприсечку к выработанному пространству на пластах пологого и наклонного залегания наиболее распространены две схемы (рис. 4.4).

Смещения пород кровли и почвы в присечных выработках определяются по формуле

$$U_{\text{общ}} = \left(U'_{\text{пр}} + v'_o t_o + U'_1 k_{\text{кр}}\right) k_s \,, \qquad (4.5)$$

где $U'_{\text{пр}}$ – смещения пород (мм) при проведении выработки вприсечку к выработанному пространству в типовых условиях (4.9);

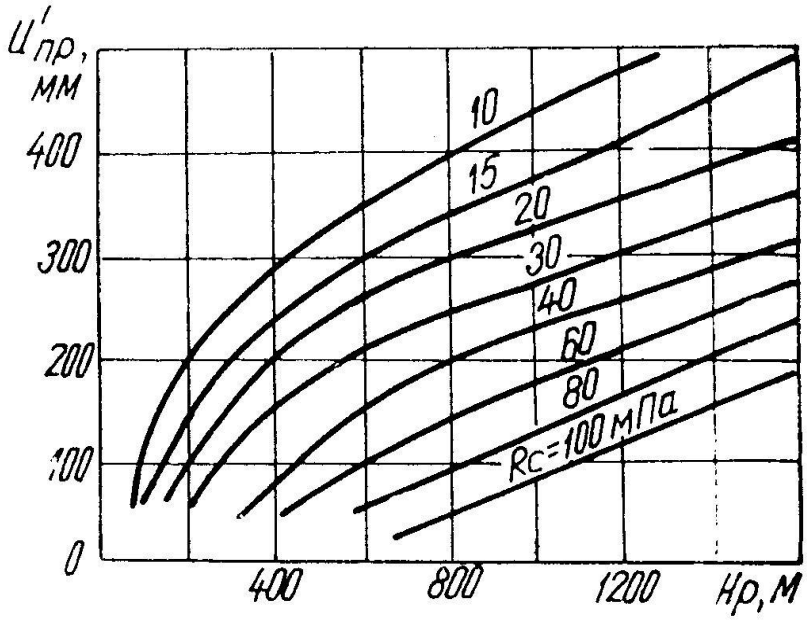


Рис. 4.9. Смещения пород в зоне влияния проходческого забоя

v'_o – средняя скорость смещения пород (мм/мес.) в присечной выработке за период t_o (рис. 4.10);

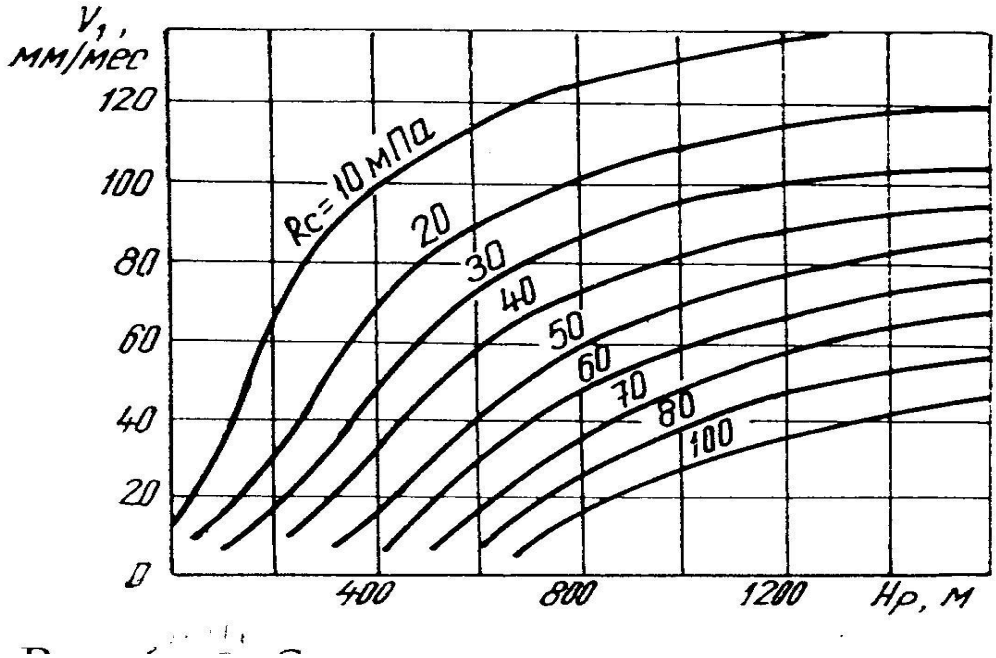


Рис. 4.10. Скорость смещения пород вне зоны влияния очистных работ в присечных выработках

t_o – период времени (мес.) поддержания присечной выработки до начала отработки очистного забоя;

U_1' – смещения пород (мм) в присечной выработке в зоне влияния временного опорного давления очистного забоя (рис. 4.11).

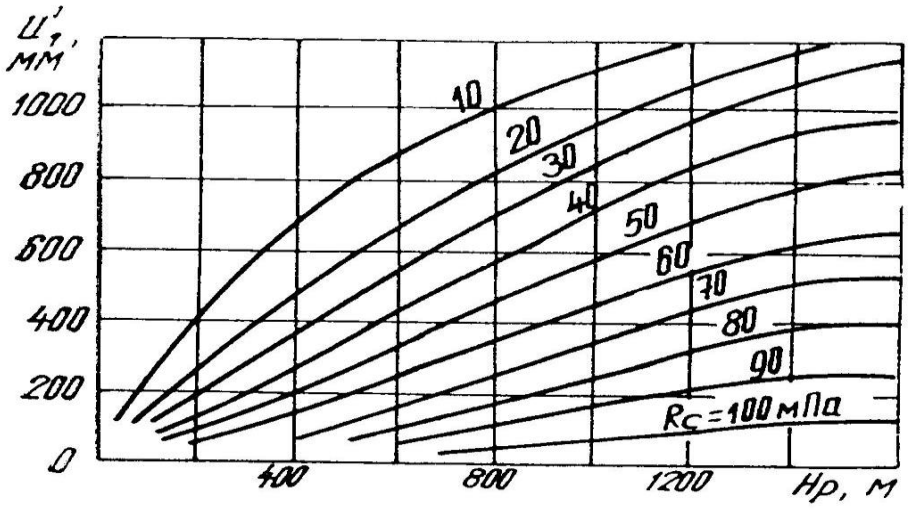


Рис. 4.11. Смещения пород в зоне влияния очистного забоя в присечных выработках

В соответствии с методикой ВНИМИ, расчетная нагрузка на 1 м выработки (Р, КПа) со стороны кровли и почвы определяется по формуле

$$P = k_{\text{пр}} b P^{\text{н}}, \tag{4.6}$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий способ проведения выработок, принимаемый при буровзрывном способе равным 1. При комбайновом способе проведения выработок значения $k_{\text{пр}}$ принимаются в пределах 0,6 – 0,8;

b – ширина выработки в проходке, м;

$P^{\text{н}}$ – нормативная нагрузка (КПа), определяемая по графикам рис. 4.12. в зависимости от смещения пород и ширины выработки в проходке.

При ширине выработки менее 4 м и более 6 м нормативную нагрузку принимают как для выработок с шириной соответственно 4 и 6 м.

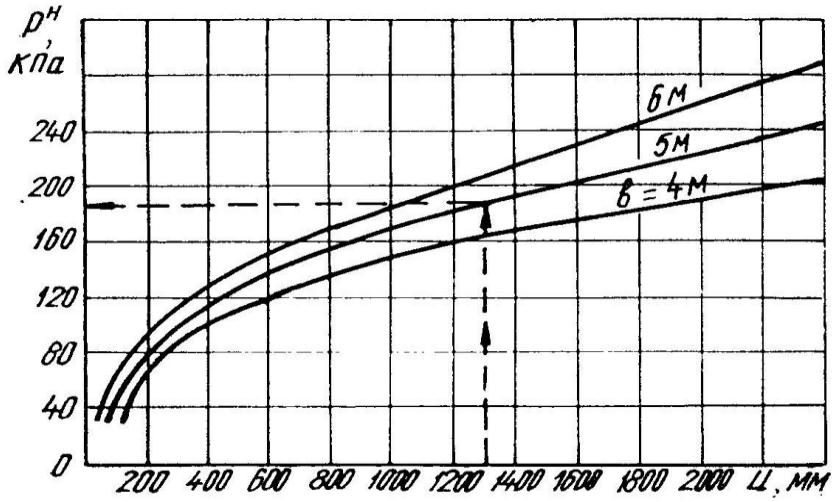


Рис. 4.12. Графики для определения нормативной нагрузки на крепь

Расчетная нагрузка со стороны боков определяется по формуле

$$P = k_{\text{пр}} h P^{\text{н}}, \qquad (4.7)$$

где h – высота выработки, м.

Тип крепи выбирается с учетом ожидаемых смещений пород, ширины или площади поперечного сечения выработки и величины податливости и несущей способности крепи. В табл. 4.1 даны основные параметры получивших наиболее широкое распространение видов металлических рамных крепей.

Таблица 4.1

Параметры металлических податливых крепей

Тип крепи	Обозначение	Площадь поперечного сечения выработки в ходке, м^2	Ширина выработки в проходке, м	Тип спецпрофиля	Сопротивление крепи в податливом режиме N_s, кН	Максимальная податливость, мм	
						вертикальная	горизонтальная
1	2	3	4	5	6	7	8
Металлическая податливая арочная трехзвеньевая	КМП-А3	До 10 10-15 15-20	3,2-3,8 4,1-4,7 5,3-5,9	СВП-17 СВП-22 СВП-27	140 160 175	300 300 300	- - -
Металлическая податливая арочная четырехзвеньевая	КМП-А4	14-17 17-20	4,7-5,3 5,3-5,9	СВП-22 СВП-27	200 215	400 400	300 300
Металлическая податливая арочная пятизвеньевая	КМП-А5	10-11 11-14 14-16 16-21	3,8-4,0 4,0-4,7 4,7-5,0 5,0-6,2	СВП-19 СВП-22 СВП-27 СВП-33	145 160 180 200	600 600 600 600	- - - -

1	2	3	4	5	6	7	8
Металличе-ская подат-ливая коль-цевая четы-рехзвенье-вая	КМП-К4	6-10 10-12	2,8-3,8 3,8-4,1	СВП-17 СВП-22	140 160	300 300	300 300
Металличе-ская подат-ливая тра-пециевид-ная (прямо-угольная)	КМП-Т(П)	До 8 8-10 10-12 12-15	Не более 3	СВП-17 СВП-22 СВП-27 СВП-27	200 200 300 400	600 700 700 700	- - - -

Плотность установки рам крепи на 1 м длины выработки (n) находится из условия

$$n > \frac{P}{N_s}, \tag{4.8}$$

где N_s – несущая способность рамы крепи, КПа.

Паспортную плотность установки крепи принимают по ближайшему большему значению n в соответствии с табл. 4.2.

Таблица 4.2

Плотность установки крепи

Основная рамная крепь		Анкерная крепь		Крепь усиления	
плотность установки n, рам/м	$k_{\text{ос}}$	плотность установки анкеров, анк/м^2	$k_{\text{анк}}$	плотность установки стоек n_1, ст/м	$k_{\text{ус}}$
1	2	3	4	5	6
1,0	1,0	-	1,0	-	1,0
1,25	0,9	0,8	0,9	0,5	0,9
1,5	0,85	1,0	0,8	0,8	0,8
1,75	0,78	1,25	0,7	1,0	0,7
2,0	0,7	1,35	0,65	1,25	0,65

1	2	3	4	5	6
2,25	0,65	1,5	0,6	1,5	0,62
2,5	0,6	1,75	0,55	1,75	0,61
2,75	0,55	2,0	0,5	2,0	0,6
3,0	0,5	-	-	2,5	0,55
-	-	-	-	3,0	0,5

Податливость крепи выработок выбирают с учетом ожидаемых смещений пород кровли. Если плотность установки крепи меньше 1 рамы/м, то конструктивную податливость крепи ($U_{\text{кон}}$) принимают больше или равной величине ожидаемых смещений пород кровли в случае несоответствия этого условия и при применении дополнительной анкерной крепи или крепи усиления податливость крепи может приниматься менее ожидаемых смещений пород кровли. Однако при этом должно выполняться следующее условие:

$$U_{\text{кон}} \geq k_{\text{ос}} k_{\text{анк}} k_{\text{ус}} k_{\text{д}} \cdot \sum U \ , \qquad (4.8)$$

где $k_{\text{ос}}, k_{\text{анк}}, k_{\text{ус}}$ – коэффициенты, зависящие от плотности установки крепи (см. табл. 4.2);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент, зависящий от применения дополнительных мероприятий по повышению устойчивости выработки. Например, при разгрузке массива пород скважинами большого диаметра $k_{\text{д}}$ = 0,5.

Порядок выполнения работы. После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы производится для заданных условий (табл. 4.3) расчет смещений пород в подготовительной выработке и нагрузки на 1 крепь. Затем с учетом этих показателей выбирается тип крепи и плотность ее установки и обосновывается необходимость применения дополнительных

мероприятий по повышению устойчивости выработки. Эскизно изображается паспорт крепления выработки.

Таблица 4.3

Варианты заданий

№ п/п	Расчетная прочность пород R_c, МПа	Глубина расположения выработки	*Класс пород кровли по обрушаемости	**Способ охраны и поддержания выработки	Время поддержания выработки вне влияния очистных работ, t_o/мес.	Площадь поперечного сечения выработки S, м^2
1	2	3	4	5	6	7
1	40	350	2	1	6,0	8,0
2	50	500	3		8,0	12,0
3	30	250	1	2	7,0	7,5
4	60	400	2	1	10,0	12,0
5	75	600	3	2	12,0	10,0
6	80	480	3	2	6,8	15,0
7	25	300	1	2	7,3	6,0
8	55	380	2	1	9,5	9,5
9	45	400	2	1	6,5	7,5
10	90	700	1		8,2	12,0
11	80	620	2	2	10,5	15,2
12	50	800	2	1	8,5	16,0
13	72	460	3	2	6,2	9,5
14	95	750	3	2	7,7	12,5
15	35	420	1	1	5,8	7,2
16	62	530	2	1	8,3	10,5
17	58	470	2	2	10,2	9,8
18	82	580	3	1	7,5	13,5
19	70	620	2	2	6,7	9,5
20	40	470	1	2	8,4	9,2

1	2	3	4	5	6	7
21	68	650	2	1	12,5	8,0
22	85	760	3	2	6,1	12,5
23	38	410	1	1	7,5	8,5
24	95	650	3	2	8,2	13,5
25	80	740	3	1	6,7	11,2

* 1 – легкообрушающиеся; 2 – среднеобрушающиеся;

3 – труднообрушающиеся

** 1 – в массиве угля с погашением вслед за лавой;

2 – вприсечку к выработанному пространству с погашением вслед за лавой

Вопросы для самопроверки

1. На какие группы разделяются способы обеспечения устойчивости подготовительных выработок?
2. Какова сущность активных способов обеспечения устойчивости подготовительных выработок?
3. Какие способы обеспечения устойчивости подготовительных выработок относятся к пассивным?
4. Какой показатель используется при выборе крепи?
5. Перечислите периоды поддержания подготовительной выработки (конвейерного штрека), погашаемой вслед за подвиганием очистного забоя.
6. При определении смещений пород учитываются ли смещения во время проходки выработки?

Рекомендуемая литература

1. Вандышев А. М. , Валиев Н. Г. Управление состоянием массива горных пород: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 199 с.
2. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – Л.: ВНИМИ, 1985. – 222 с.

Практическая работа № 5

УПРАВЛЕНИЕ ТРУДНООБРУШАЕМЫМИ ПОРОДАМИ КРОВЛИ ПРИ ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКЕ

Цель работы – изучение технологических методов разупрочнения пород при отработке угольных пластов с труднообрушающимися кровлями.

Теоретические основы выполнения работы. Признаками трудной обрушаемости пород кровли в очистных забоях являются: высокая прочность пород кровли ($\sigma_{сж} > 80$ МПа); зависание слоев пород за крепью на больших площадях; значительный шаг первичного ($L_1 = 25 - 120$ м) и вторичного обрушения ($L_2 = 10 - 60$ м); большие размеры элементов, на которые разрушаются слои пород; проявление сильных звуковых эффектов и воздушных ударов.

Одним из основных определяющих факторов в проявлении интенсивности и тяжести осадок основной кровли является величина отношения $h_{нк}$ и $m_в$ ($h_{нк}$ – мощность пород непосредственной кровли, м; $m_в$ – мощность вынимаемого пласта, м). При соотношении $h_{нк}/m_в \leq 3 \div 4$ породы кровли по нагрузочным свойствам относятся к тяжелым, т. е. являются трудноуправляемыми.

Для отнесения кровель к числу подлежащих разупрочнению следует дать оценку нагрузочных свойств пород кровли. При этом ожидаемые внешние активные нагрузки сравниваются с номинальным сопротивлением конкретной крепи. Последняя при сравнении уменьшается на 20 % с учетом неизбежного разброса уровня настройки предохранительных клапанов и снижения уровня настройки с течением времени.

На рис. 5.1 приведена расчетная схема, для которой с некоторым приближением можно дать оценку нагрузочных свойств пород кровли.

При наличии над угольным пластом пачки легкообрушающихся слоев мощностью h_1 и толщине нижнего слоя основной кровли h_2 (рис. 5.1)

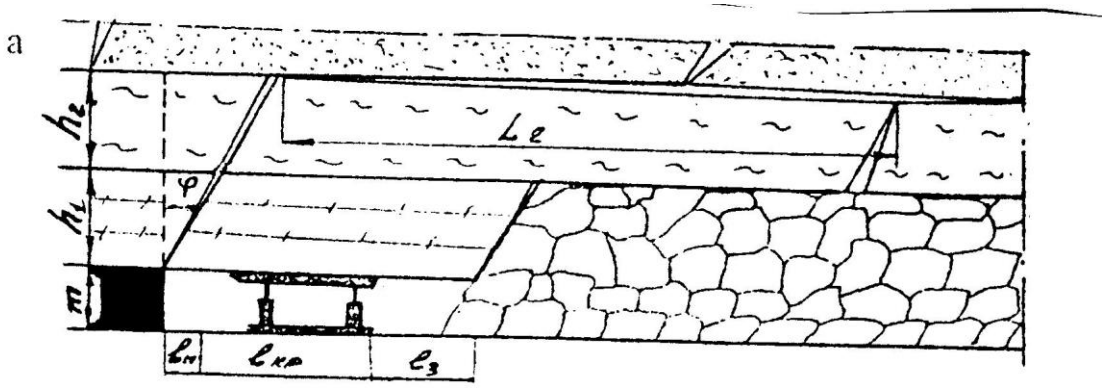


Рис. 5.1. Схема для расчета ожидаемой нагрузки на крепь

сравнение удельной ожидаемой активной нагрузки Q с номинальным удельным сопротивлением крепи $P_{нс}$ производится по формуле

$$Q = q_1 + q_2 = \frac{\gamma_1 \cdot h_1 \cdot (l_n + l_{кр} + l_з)}{l_{кр}} + B\frac{\gamma_2 \cdot h_2 \cdot L_2}{l_{кр}} \geq 0{,}8P_{нс}, \qquad (5.1)$$

где q_1 – нагрузка от непосредственной кровли, МПа;

q_2 – нагрузка от основной кровли, МПа;

γ_1, γ_2 – объемный вес пород непосредственной и основной кровли соответственно, МН/м^3;

l_n – расстояние от забоя до крепи, равное шагу передвижки, м;

$l_{кр}$ – длина секции крепи, м;

$l_з$ – максимальная длина зависающей консоли непосредственной кровли, м; в большинстве случаев $l_з$ = (0,5 ÷ 1,5) м;

L_2 – шаг вторичного обрушения основной кровли, м; принимать по опытным данным или определять по формуле

$$L_2 = 0{,}35\left(\sqrt{\sigma^{о}_{сж} h_2} + 8\right), \qquad (5.2)$$

где $\sigma^{о}_{сж}$ – предел прочности на одноосное сжатие пород основной кровли, МПа;

В – коэффициент, зависящий от $C_2 = \frac{L_2^0}{h_2}$ (см. табл. 5.1).

Таблица 5.1

Значения коэффициента *B*

C_2	< 1	$1 < C_2 < 2$	$C_2 < 2; \frac{h_1}{m} < 2$	$C_2 < 2; \frac{h_1}{m} < 2$
B	0,75	0,5	0,5	0,3

Формулой (5.1) можно пользоваться при $\frac{h_1}{m} < 3{,}5$. Если левая часть неравенства будет больше правой, то повышенные нагрузки могут быть в пределах всего выемочного столба. Если левая часть будет меньше правой, то необходимо произвести расчет для первичного обрушения. Для этого в формуле (5.1) вместо L_2 надо принять половину шага первичного обрушения. Если при $\frac{L_1}{2}$ левая часть будет больше правой, то повышенные нагрузки ожидаются только при первичных обрушениях. Шаг первичного обрушения можно принимать по опытным данным или определять по формуле

$$L_1 = 1{,}06\left(\sqrt{\sigma_{\text{сж}}^{\text{о}} h_2} + 8\right). \qquad (5.3)$$

При невозможности обеспечения работоспособности механизированной крепи необходимо осуществлять различные мероприятия по приведению труднообрушаемых кровель в управляемое состояние. Наиболее универсальным из них является передовое торпедирование. Сущность способа – локальное ослабление прочных пород основной кровли впереди очистного забоя по длине или участку выемочного поля путем взрывания зарядов взрывчатых веществ (ВВ) в длинных скважинах.

Схемы расположения и параметры заложения скважин. Для снижения интенсивности и тяжести проявления первичных осадок основной кровли применяются различные схемы. Наибольшее применение получили перпендикулярные и наклонные схемы.

При перпендикулярных одно- и двухъярусных схемах с отсечными скважинами (рис. 5.2, а) скважины 1 пробуриваются из монтажной камеры на длину, превышающую естественный шаг обрушения основной кровли. Расстояние между скважинами и от крайних скважин до оконтуривающих выработок

a = 20-30 м

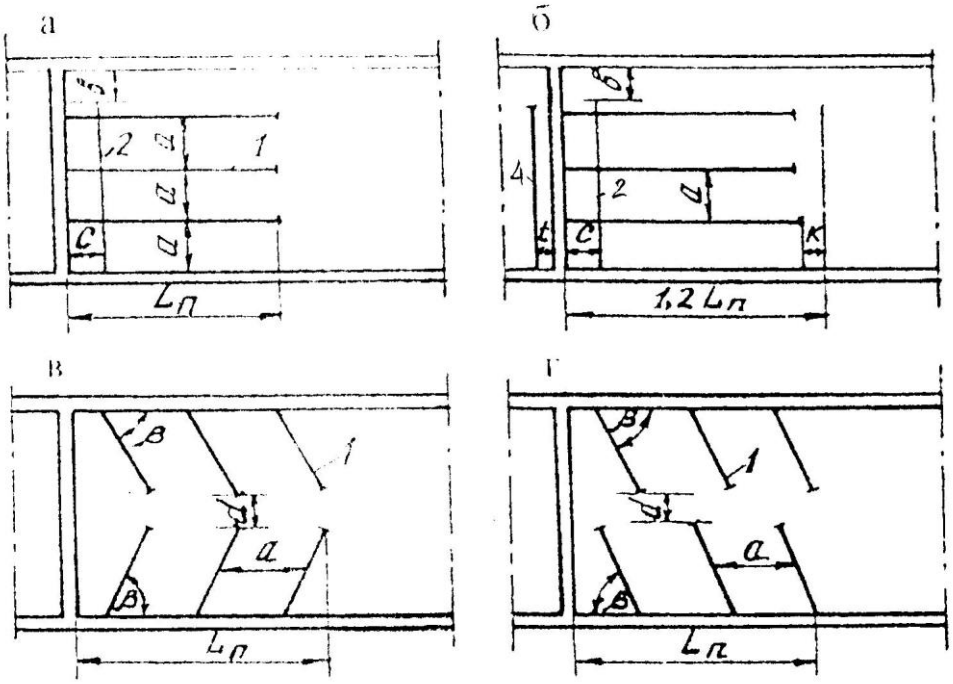


Рис. 5.2. Схемы расположения скважин для снижения интенсивности первичных осадок кровли:
а, б – перпендикулярные; *в, г* - наклонные

При углах падения пластов более 18° и при использовании механизированных крепей оградительно-поддерживающего типа при любых величинах рабочего сопротивления закладываются отсечные скважины 2 и скважины 4 на расстоянии t = 2-3 м от монтажной камеры (см. рис. 5.2, б). Отсечные скважины 4 в задней заделке следует закладывать двухъярусными, а скважины 2 – впереди монтажной камеры – одноярусными.

При разработке пластов с труднообрушающейся кровлей широко применяются наклонная (диагональная) одно- и двухсторонняя схемы (рис. 5.2, в). При длине очистного забоя до 120 м применяется односторонняя схе-

ма, а при большей длине – двухсторонняя. Расстояние между забоями встречных скважин составляет d = 10-15 м.

Наклонная схема реализуется бурением основных скважин *1* из прилегающих выработок под углом разворота β = 50-60°. Угол разворота скважин выбирается из расчета обеспечения эффективного воздействия на раскрытие естественных трещин энергией взрыва. Разворот может быть на забой и на массив. Помимо этого схема выполняется с встречно-параллельным расположением скважин (рис. 5.2, г). Расстояние между скважинами принимается равным a = 15-20 м. При кровлях, представленных мощной толщей монолитных пород, скважины закладывают в два яруса.

Схемы расположения скважин передового торпедирования при установившемся режиме обрушения основной кровли представлены на рис. 5.3. Они подобны применяемым схемам при первичной посадке кровли.

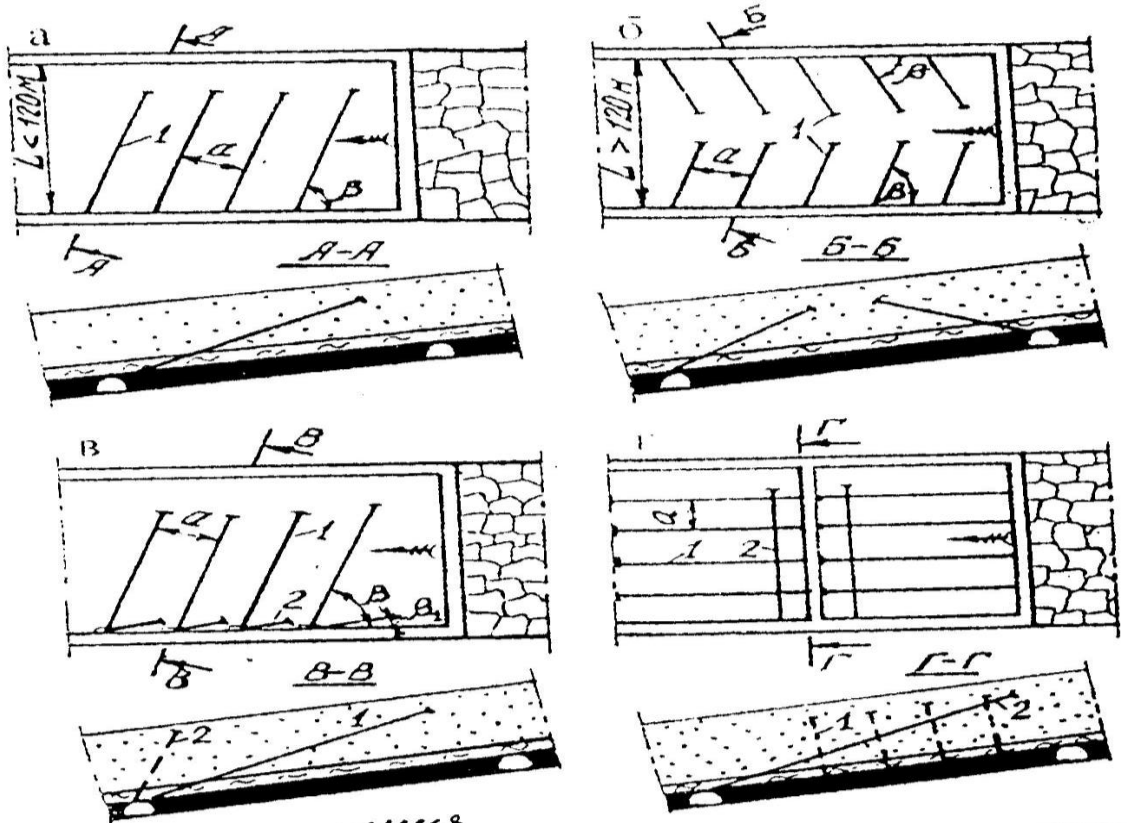


Рис. 5.3. Схемы расположения скважин передового торпедирования при вторичных осадках кровли:
а – диагональная односторонняя; б – диагональная двухсторонняя;
в – диагональная односторонняя с отсечными скважинами; г - перпендикулярная

Схемы с отсечными скважинами рекомендуются как профилактическое мероприятие при бесцеликовых способах охраны подготовительных выработок.

Эффективное разупрочнение достигается путем выбора рациональных параметров заложения скважин и размещения в них зарядов взрывчатого вещества.

Рекомендации по определению высоты заложения верхнего торца заряда $h_{вт}$ в зоне первичной и вторичной осадки приведены в табл. 5.2 и на рис. 5.4. При этом приняты следующие условные обозначения: $h_{ок}$ – мощность пород основной кровли, м; $h_{нк}$ – мощность пород непосредственной кровли, м; $h_{нс}$, $h_{вс}$ – мощность соответственно нижнего и верхнего слоев основной кровли, м.

Таблица 5.2

Рекомендации по определению высоты заложения верхнего торца заряда ВВ

Характеристика основной кровли	Значения $h_{вт}$ в зоне первичной и вторичной осадки
Нерасслаивающаяся, монолитная на всю мощность – 12-15 м	$h_{вт}^{I} = h_{нк} + (0{,}6 \dots 0{,}8)h_{ск}$ $h_{вт}^{II} = h_{нк} + (0{,}6 \dots 0{,}8)h_{ок}$
Разделена ослабленным контактом приблизительно на два одинаковых по мощности слоя	$h_{вт}^{I} = h_{нк} + (0{,}2 \dots 0{,}3)h_{ок}$ $h_{вт}^{II} = h_{нк} + 0{,}5h_{вс}$
Нижний слой, выделяемый ослабленным контактом, имеет большую мощность, чем верхний	$h_{вт}^{I} = h_{нк} + (0{,}6 \dots 0{,}8)h_{нс}$ $h_{вт}^{II} = h_{нк} + h_{ок}$
Нижний слой имеет меньшую мощность, чем верхний	$h_{вт}^{I} = h_{нк} + 0{,}5h_{вс}$
Обрушение верхнего слоя происходит после обрушения нижнего	$h_{вт}^{II} = h_{нк} + (0{,}5 \dots 0{,}7)h_{вс}$

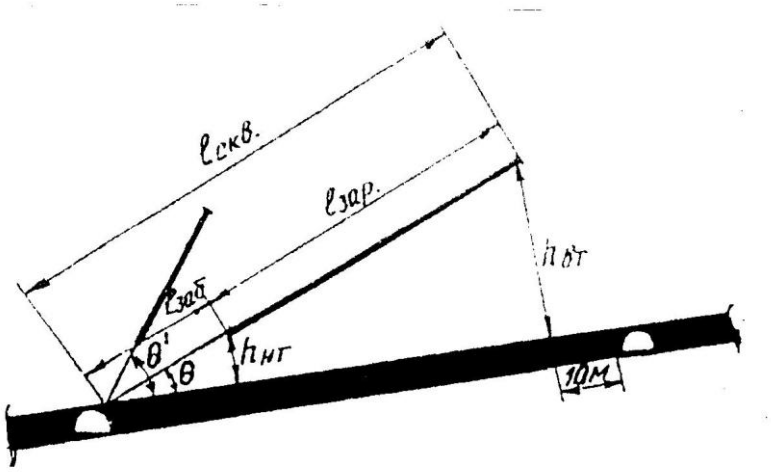


Рис. 5.4. Параметры заложения скважин:
$l_{скв}$ – длина скважины; $l_{зар}$ – длина заряда; $l_{заб}$ – длина забойки;
$h_{нт}$ – высота заложения нижнего торца заряда; $h_{вт}$ – то же верхнего торца заряда;
θ - угол возвышения скважины

В случае отсутствия сведений о положении ослабленных контактов высоту заложения верхнего торца в зоне первичной посадки принимают 12-15 м, а в зоне вторичной осадки – 15-20 м.

Длина скважин при односторонней схеме их расположения принимается такой, чтобы расстояние от проекции верхнего торца на пласт до подготовительной выработки было не более 10 м. При двухсторонней схеме расположения скважин длину их принимают такой, чтобы расстояние между торцами зарядов встречных скважин было 5-10 м.

При двухъярусной схеме заложения скважин длину скважины второго яруса принимают такой, чтобы проекция ее верхнего торца заряда совпадала с проекцией нижнего торца заряда скважины первого яруса (см. рис. 5.4).

Диаметр скважины должен быть на 25 мм больше диаметра торпедо-заряда (монозаряда).

Масса заряда в скважине $Q_з$, кг определяется длиной заряжаемой части скважины $l_{зар}$, м и удельной массой ВВ q, кг/м

$$Q_{зар} = l_{зар} q, \qquad (5.4)$$

Удельная масса заряда

$$q = 0{,}025\pi d^2\Delta\,, \qquad (5.5)$$

где d - диаметр заряда, см;

Δ - плотность ВВ в заряде, г/см^3.

Масса заряда $Q_з$ не должна быть более 300 кг на шахтах, опасных по газу и пыли. Для шахт, неопасных по газу и пыли, масса скважинного заряда не ограничивается.

Порядок выполнения работы. После ознакомления с теоретическими положениями выполнения работы для заданных горно-геологических и горнотехнических условий (табл. 5.3) производится предварительный выбор типа гидрофицированной крепи и оценка нагрузочных свойств пород кровли. При этом оценка нагрузочных свойств пород кровли производится первоначально для установившегося режима обрушения основной кровли, а при необходимости и при первичной посадке кровли. Далее производится выбор схемы расположения скважин и определение параметров их заложения. Схемы и параметры заложения скважин вычерчиваются в соответствующем масштабе.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы признаки труднообрушающихся кровель?
2. В чем заключается сущность передового торпедирования?
3. Какие схемы расположения скважин передового торпедирования применяются при первичных обрушениях пород кровли?
4. Какие схемы расположения скважин передового торпедирования применяются при установившемся режиме обрушения основной кровли?
5. Когда применяются односторонние и двухсторонние схемы заложения скважин передового торпедирования?
6. Каковы возможные условия применения передового торпедирования?

Таблица 5.3

Варианты заданий

№ п/п	Мощность пласта, m, м	Угол падения пласта, a, град	Длина очистного забоя, $l_{оз}$, м	Непосредственная кровля		Основная кровля		
				мощность, $h_{нк}$, м	прочность на сжатие, $\sigma_{сж}$, МПа	мощность, $h_{ок}$	толщина слоев, м	прочность на сжатие, $\sigma_{сж}$, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,8	12	150	5,2	28	12,0	1 сл. – 3,0 2 сл. – 9,0	65
2	3,3	18	115	10,0	32	10,5	1 сл. – 7,0 2 сл. – 3,5	82
3	4,2	25	180	12,5	30	15,0	15,0	95
4	2,2	15	160	7,2	35	8,5	1 сл. – 3,5 2 сл. – 5,0	87
5	3,0	35	110	8,0	26	12,0	12,0	74
6	3,8	20	200	12,5	30	18,0	1 сл. – 12,0 2 сл. – 6,0	68
7	2,1	16	220	5,2	34	14,0	1 сл. – 6,0 2 сл. – 8,0	92
8	3,5	22	10	10,2	28	12,0	1 сл. – 6,0 2 сл. – 6,0	89
9	2,6	18	170	6,8	32	12,8	1 сл. – 8,8 2 сл. – 4,0	120
10	4,5	15	200	13,5	33	16,2	1 сл. – 6,2 2 сл. – 8,0	85
11	2,4	25	180	7,5	36	8,5	8,5	110
12	3,0	20	250	10,8	30	14,0	1 сл. – 8,0 2 сл. – 6,0	120
13	2,7	12	220	8,2	35	12,4	1 сл. – 4,4 2 сл. – 8,0	75
14	3,7	15	160	10,5	32	15,5	1 сл. – 8,5 2 сл. – 7,0	102

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	2,8	20	115	9,2	28	14,5	1 сл. – 8,5 2 сл. – 6,0	108
16	5,2	18	130	16,0	36	18,0	1 сл. – 8,0 2 сл. – 10,0	95
17	3,3	26	250	10,5	30	12,4	1 сл. – 6,2 2 сл. – 6,2	108
18	2,8	20	110	6,2	34	12,0	1 сл. – 6,0 2 сл. – 6,0	105
19	2,5	30	175	7,8	24	15,5	1 сл. – 8,5 2 сл. – 7,0	72
20	1,5	18	300	5,2	38	16,0	16,0	94
21	3,1	14	280	10,0	30	10,8	1 сл. – 6,8 2 сл. – 4,0	77
22	2,8	22	160	8,4	32	12,5	1 сл. – 7,5 2 сл. – 5,0	88
23	5,0	12	118	15,5	36	17,2	1 сл. – 10,2 2 сл. – 7,0	75
24	3,5	17	140	11,8	27	10,8	10,8	82
25	3,8	25	170	12,1	36	12,4	1 сл. – 5,0 2 сл. – 7,4	90

Рекомендуемая литература

1. Инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. – Л.: Изд. ВНИМИ, 1991. – 102 с.

2. Вандышев А. М. , Валиев Н. Г. Управление состоянием массива горных пород: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 199 с.

Практическая работа № 6

ВЫБОР СПОСОБА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УПРОЧНЕНИЯ НЕУСТОЙЧИВОЙ КРОВЛИ

Цель работы – привить навыки в выборе способов упрочнения неустойчивых кровель при ведении очистных работ и определении их параметров.

Теоретические основы выполнения работы. Одним из основных технологических свойств горных пород, определяющих эффективность и безопасность очистных работ, является их устойчивость. По устойчивости породы кровли делятся на четыре типа (табл. 6.1).

При кровлях 3 и 4 типа ведение очистных работ в значительной степени осложняется из-за вывалов неустойчивых пород кровли. Это приводит в свою очередь к простоям очистной техники, дополнительным трудозатратам, снижению производительности труда, ухудшению условий и безопасности труда. В таких условиях применение традиционных видов крепи очистных выработок оказывается недостаточным.

При неустойчивой и весьма неустойчивой кровле рекомендуется применять специальные меры по предотвращению обрушений пород:

1. Выемка неустойчивых слоев вместе с углем.
2. Затяжка кровли досками или металлической сеткой.
3. Уменьшение ширины захвата комбайна.
4. Управление начальным распором.
5. Передвижение крепи с подпором кровли или без потерь контакта с ней.
6. Оставление защитной пачки угля.
7. Нагнетание химических растворов.
8. Анкерование.

При весьма неустойчивой кровле и крупности кусков обрушенных пород до 10 см применяют способы 1 или 6.

Ограничивающим фактором выемки неустойчивых слоев вместе с углем является снижение качества горной массы.

При оставлении защитной пачки угля толщина ее принимается: при прочности ($\sigma_{сж}$) нижних слоев кровли до 15 МПа – 0,3÷0,4 м; при $\sigma_{сж}$ = 15÷25 МПа – 0,2÷0,3 м; при $\sigma_{сж}$ = 25÷35 МПА – 0,1÷0,2 м.

При неустойчивой кровле и крупности кусков обрушенных пород 10-30 см рекомендуется применять химическое нагнетание, позволяющее добиваться увеличения механической прочности слабых пород, превращения разрушенных пород в связанные и увеличения относительной плотности массива пород.

Таблица 6.1

Типизация непосредственной кровли по устойчивости

Номер типа	Тип кровли	Технологические признаки	Состав и характеристика пород кровли
1	2	3	4
1	Устойчивая	Обнажение за исполнительным органом комбайна вдоль всего забоя сохраняет устойчивость в течение 2 часов и более. При односторонней схеме работы комбайна допускается закрепление обнажения после холостого хода	Алевролиты, песчанистые сланцы, песчаники и известняки. Толщина слоев более 0,5 м. Прочность при сжатии более 60 МПа
2	Средней устойчивости	Обнажение за исполнительным органом комбайна длиной 20 м сохраняет устойчивость более 0,5 часа. Возможно образование обнажений длиной более 20 м вплоть до полной длины забоя с кратковременным и случайным сохранением устойчивости	Плотные глины, аргиллиты, алевролиты, песчаники, известняки. Толщина слоев от 0,2 до 0,5 м. Прочность при сжатии от 30 до 60 МПа

1	2	3	4
3	Неустойчивая	Обрушается при обнажении длиной более 5 м. Обнажения длиной от 5 до 20 м сохраняют устойчивость 5-30 мин. Постоянная или временная крепь должна устанавливаться сразу за исполнительным органом комбайна или с отставанием не более 5 м.	Тонкослоистые аргиллиты, глинистые сланцы. Толщина слоев менее 0,3 м. Прочность при сжатии от 20 до 40 МПа
4	Весьма неустойчивая	Обрушается за исполнительным органом комбайна или отставанием до 5 м. Обнажения за исполнительным органом комбайна длиной 5 м могут сохранять устойчивость только кратковременно и случайно. Отработка тонких пластов возможна с обрушением неустойчивых слоев вместе с углем, с оставлением защитной угольной пачки или с предварительным упрочнением кровли	Пески, углистые и глинистые аргиллиты или сланцы, а также другие породы в зонах тектонических нарушений. Толщина сдоев менее 0,2 м. Прочность при сжатии менее 20 МПа

Достоинством химических связующих составов является возможность регулирования времени начала отверждения в широких пределах путем изменения количества компонента – отвердителя, что особенно важно при упрочнении обводненных горных пород.

Упрочнение пород нагнетанием скрепляющих составов основано на создании двухкомпонентных растворов химических композиций, соединение и перемешивание которых приводит к образованию отвержденного вещества с высокой адгезией к горным породам и другими физико-химическими и механическими свойствами, отвечающими требованиям горного производства. Подача жидких компонентов скрепляющего состава в упрочняемые породы осуществляется при помощи специального оборудования, включающего

насосные (нагнетательные) установки, магистральные высоконапорные шланги, соединительную и запорно-смесительную арматуру.

К настоящему времени разработано большое количество скрепляющих составов для упрочнения неустойчивых пород. Достаточно широко применяются составы на основе карбамидных, фенольных, фенолформальдегидных, акриловых, полиэфирных и эпоксидных смол, полиуретановых и органо-минеральных соединений, магнезиальных и цементных вяжущих.

Общая схема технологии упрочнения пород кровли очистного забоя нагнетанием химических скрепляющих составов приведена на рис. 6.1.

Мощность упрочняемого слоя h, м определяется по формуле

$$h \geq \frac{1}{B}\sqrt{\frac{0{,}6R \cdot \gamma \cdot h_{\text{нк}} \cdot l}{\sigma_{\text{сж}}}}\,, \qquad (6.1)$$

где B – ширина упрочняемой полосы, м;

R – радиус распространения состава, м; R = 1,5 ÷ 2,5 м;

γ – объемный вес пород, 2,5 т/м^3;

$h_{\text{нк}}$ – мощность неустойчивой непосредственной кровли, м;

l – пролет обрушения, м;

$\sigma_{\text{сж}}$ – прочность пород на сжатие, МПа.

Ширина упрочняемой полосы B, м определяется по формуле

$$B = t \cdot V + K\,, \qquad (6.2)$$

где t – время работы лавы в упрочненной зоне, сут.;

V – суточное подвигание забоя, м;

K – величина перекрытия зон упрочнения, K = 0,5 ÷ 0,7 м.

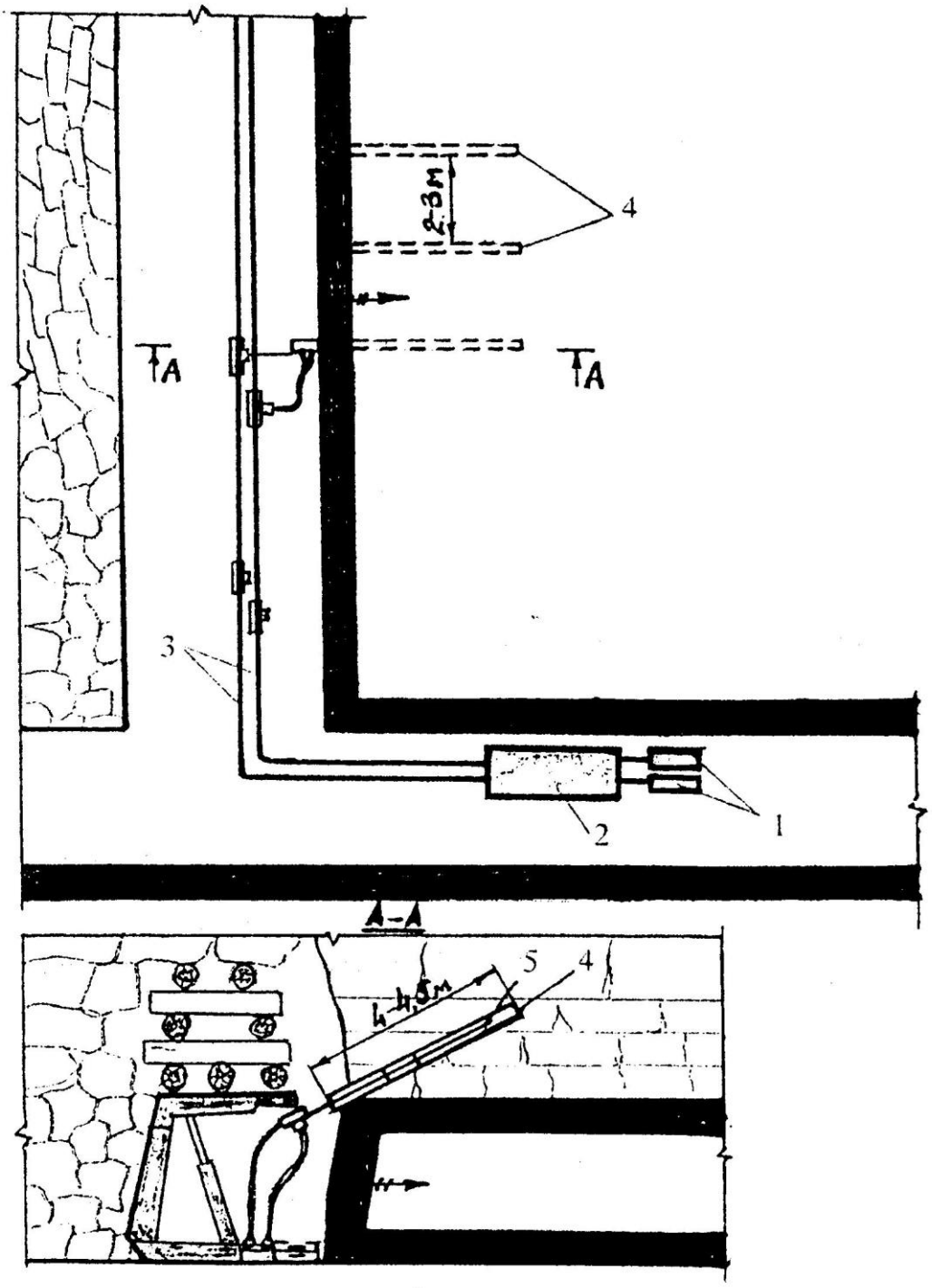


Рис. 6.1. Общая схема технологии упрочнения пород кровли очистного забоя нагнетанием скрепляющих составов:

1 – емкости с компонентами состава; 2 – нагнетательная установка;
3 – высоконапорные рукава подачи состава; 4 – шпуры; 5 – загрузочное устройство

С учетом изложенного глубина бурения шпуров $l_{ш}$, м определяется по формуле

$$l_{ш} = \frac{t \cdot V + K}{\cos a}. \qquad (6.3)$$

Выбор технологических схем укрепления массива пород и способов нагнетания растворов в каждом случае определяется горно-геологическими условиями и горнотехническими факторами.

Упрочнение пород с помощью анкерной крепи осуществляется несколькими способами: путем создания породной балки и подвешивания слабых пород к более прочным. Закрепление анкера соответственно может осуществляться по всей его длине или в донной части шпура.

Способ химического анкерования заключается в армировании неустойчивых пород жесткими (стальными, стеклопластиковыми и деревянными) стержнями, по всей длине шпура закрепляемыми твердеющими химическими составами. На рис. 6.2 приведена схема упрочнения неустойчивых пород кровли в очистных забоях при высоте полостей более и менее 1 м. Длина металлических стержней соответственно составляет до 2,5 м и 1,8 м. Шаг установки анкеров по длине очистного забоя колеблется в пределах 0,5-1,0 м. Угол наклона их к напластованию изменяется от 0 до 30°. В местах, где высота обрушения пород превышает 1,2 м, анкеры должны устанавливаться в 2 яруса.

Порядок выполнения работы. После ознакомления с теоретическими основами для заданных вариантов (табл. 6.2) производится выбор способа обеспечения устойчивости пород кровли и определяются основные его параметры. В масштабе вычерчивается технологическая схема очистных работ и разрезы, поясняющие схему и параметры способа упрочнения пород кровли.

При упрочнении пород кровли растворами смол делается анализ взаимосвязи $h = f(l, h_{нк})$ и $B = f(V)$, строятся соответствующие графики.

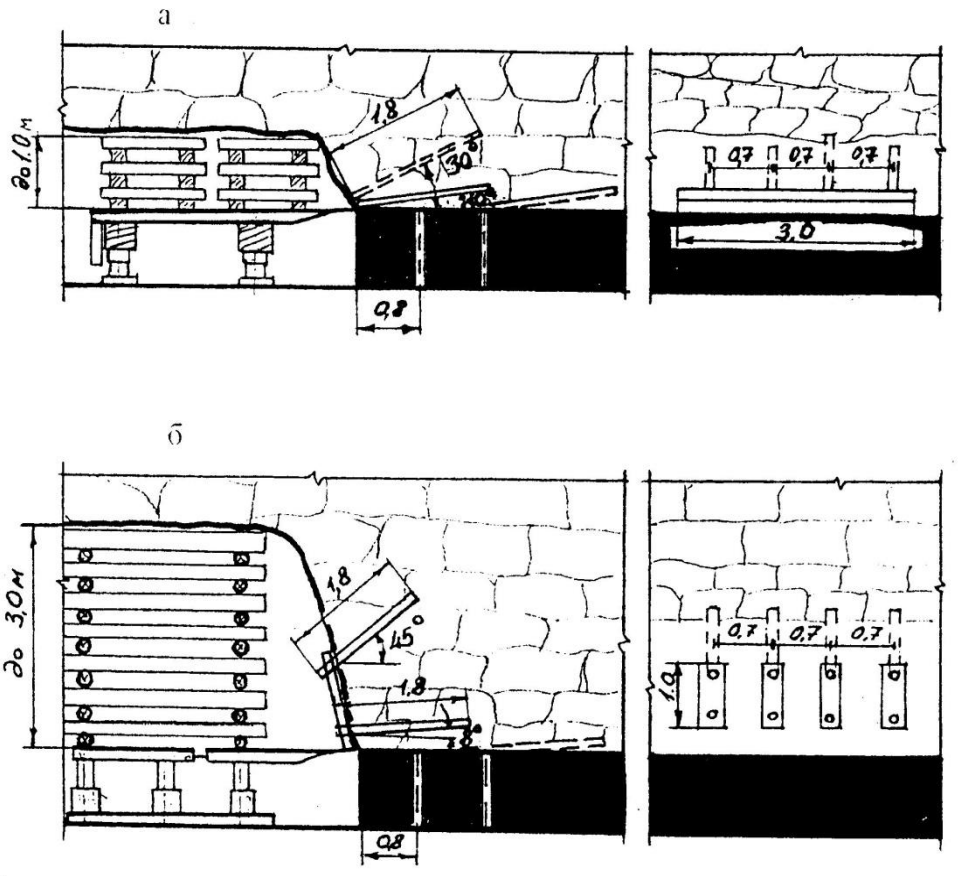


Рис. 6.2. Схема сталеполимерного анкерования кровли в лаве при высоте вывалов до 1 м (а) и свыше 1 м (б)

Таблица 6.2

Варианты заданий

№ п/п	Исходные данные					
	Мощность неустойчивых пород кровли $h_{нк}$, м	Прочность пород на сжатие $\sigma_{сж}$, МПа	Пролет обрушения пород l, м	Суточное подвигание забоя V, м/сут	Время работы лавы в упрочненной зоне t, сут	Размер кусков обрушенных пород B, см
1	2	3	4	5	6	7
1	0,8	20	0,7	2,0	0,40	10-20
2	1,2	15	0,6	1,2	0,50	5-10
3	0,6	18	0,5	2,5	0,30	20-30
4	1,5	25	1,2	3,0	0,31	10-15
5	1,0	30	1,5	3,5	0,24	30-40

1	2	3	4	5	6	7
6	2,0	22	1,3	2,4	0,31	10-20
7	1,8	27	1,4	3,2	0,33	20-30
8	0,5	32	2,5	4,5	0,28	5-10
9	1,1	35	2,7	4,8	0,23	30-50
10	1,3	17	0,8	3,6	0,31	20-30
11	2,2	24	1,3	5,5	0,27	10-20
12	0,9	27	1,6	4,2	0,26	20-30
13	1,4	37	3,5	6,7	0,21	10-15
14	2,4	31	3,2	5,0	0,24	10-20
15	0,7	26	2,7	8,2	0,18	20-30
16	1,6	12	0,6	4,2	0,30	15-20
17	1,2	20	1,2	7,3	0,27	25-30
18	0,4	17	0,8	5,4	0,29	30-40
19	0,7	21	0,9	9,0	0,12	15-20
20	1,3	28	1,3	9,6	0,10	20-25
21	0,8	32	2,8	7,2	0,22	25-30
22	1,5	24	1,8	6,1	0,25	15-20
23	0,6	30	2,2	5,4	0,22	20-30
24	1,3	27	1,9	4,8	0,27	15-25
25	0,8	23	1,5	6,7	0,24	10-20

Вопросы для самопроверки

1. На какие типы разделяется непосредственная кровля по устойчивости?
2. Чем характеризуется четвертый тип кровли?
3. Почему выемка неустойчивых слоев кровли вместе с углем применяется в исключительных случаях?
4. Каким способам обеспечения устойчивости пород отдается предпочтение при весьма неустойчивой кровле?

5. При каких условиях рекомендуется применять нагнетание химических растворов?

6. Можно ли применять опережающее упрочнение пород кровли?

7. Какими способами возможно упрочнение пород с помощью анкерной крепи?

Рекомендуемая литература

1. Временные указания по управлению горным давлением в очистных забоях на пластах мощностью до 3,5 м с углом падения до 35°. – Л., 1982, 136 с. (м-во угольной промышленности СССР, Изд-во Всесоюзн. науч.-исслед. ин-т горной геомех. и маркш. дела).

2. Вандышев А. М., Валиев Н. Г. Управление состоянием массива горных пород : учебное пособие – Екатеринбург; Изд-во УГГУ, 2016. – 199 с.

Практическая работа № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ПОСТРОЕНИЕ ЗАЩИЩЕННЫХ ЗОН ПРИ ОЧИСТНЫХ РАБОТАХ

Цель работы – закрепить теоретические знания, освоить методику расчета параметров и построения границ защитного действия опережающей отработки защитных пластов при разработке свит угольных пластов, включающих пласты, склонные к газодинамических явлениям.

Теоретические основы выполнения работы. Основным и наиболее надежным из региональных мероприятий по предотвращению горных ударов и внезапных выбросов является опережающая отработка защитных пластов. Сущность ее состоит в следующем. Залежи, пласт или слой полезного ископаемого, опасный по горным ударам или внезапным выбросам, предварительно подрабатывают или же надрабатывают другим пластом. В процессе подработки (надработки) в определенных частях массива горных пород в результате сдвижения пород возникают зоны разгрузки. т. е. зоны пониженных напряжений, что делает разработку удароопасного или выбросоопасного пласта в пределах этих зон безопасной. Пласт или слой, отрабатываемой первоначально, называют зашитным, а пласт или слой, опасный по горным ударам или внезапным выбросам, отрабатываемый вслед за защитным - защищаемым или подзащитным. В выбросоопасных пластах, слоях или залежах наряду с разгрузкой от напряжений при отработке защитного пласта (слоя) в результате разрыхления сдвигающихся пород и образования в них трещин, кроме того, происходит дегазация, вследствие чего снижается газонасыщенность и давление газа, что также способствует устранению опасности внезапных выбросов.

Однако защитные пласты могут использоваться значительно шире. Проведение горных выработок в разгруженной зоне резко улучшают их

устойчивость и снижает тем самым затраты на их поддержание. Подработка или надработка участка смежного пласта в районе какой-либо выработки может обеспечить разгрузку этого участка от повышенного давления на весь срок службы выработки. При определенном соотношении очистных работ на смежных пластах прочность угля в краевой части пласта может значительно изменяться по сравнению с прочностью угля на участке пласта, расположенного вне зоны влияния очистной выработки: повышаться, если очистной забой располагается в разгруженной (надработанной) зоне, или понижаться, если забой лавы находится в зоне опорного давления от очистных работ на смежном (защитном) пласте в подработанной зоне. Это может быть использовано для облегчения выемки угля.

В зависимости от цели, которая должна быть достигнута в результате применения опережающей отработки защитных пластов, определяются условия их эффективного использования. При этом весьма важное значение имеют правильный расчет границ защитного действия и построение их на разрезах по простиранию и вкрест простирания пластов.

Эффективность защитного действия пласта зависит от расстояния между опасным и защитным пластом, величины опережения описанных работ на защитном пласте, угла падения пластов, мощности защитного пласта, расположения защитного пласта по отношению к опасному (в кровле или почве), состава пород междупластья, размеров выработанного пространства на защитном пласте, напряженного состояния нетронутого горными работами массива горных пород. При значительном опережении работ на защитном пласте напряжения на защищаемых пластах могут восстановиться до первоначальных значений, а при малом опережении работы на защищаемых пластах могут попасть в зону влияния опорного давления, формирующуюся впереди забоя на защитном пласте. Поэтому регламентируются как максимальное, так и минимальное возможное опережение горных работ на пластах и свите. Эффективность защиты зависит также от фактора времени.

Пласты в свите могут разрабатываться в нисходящем, восходящем и комбинированном порядке (рис. 7.1).

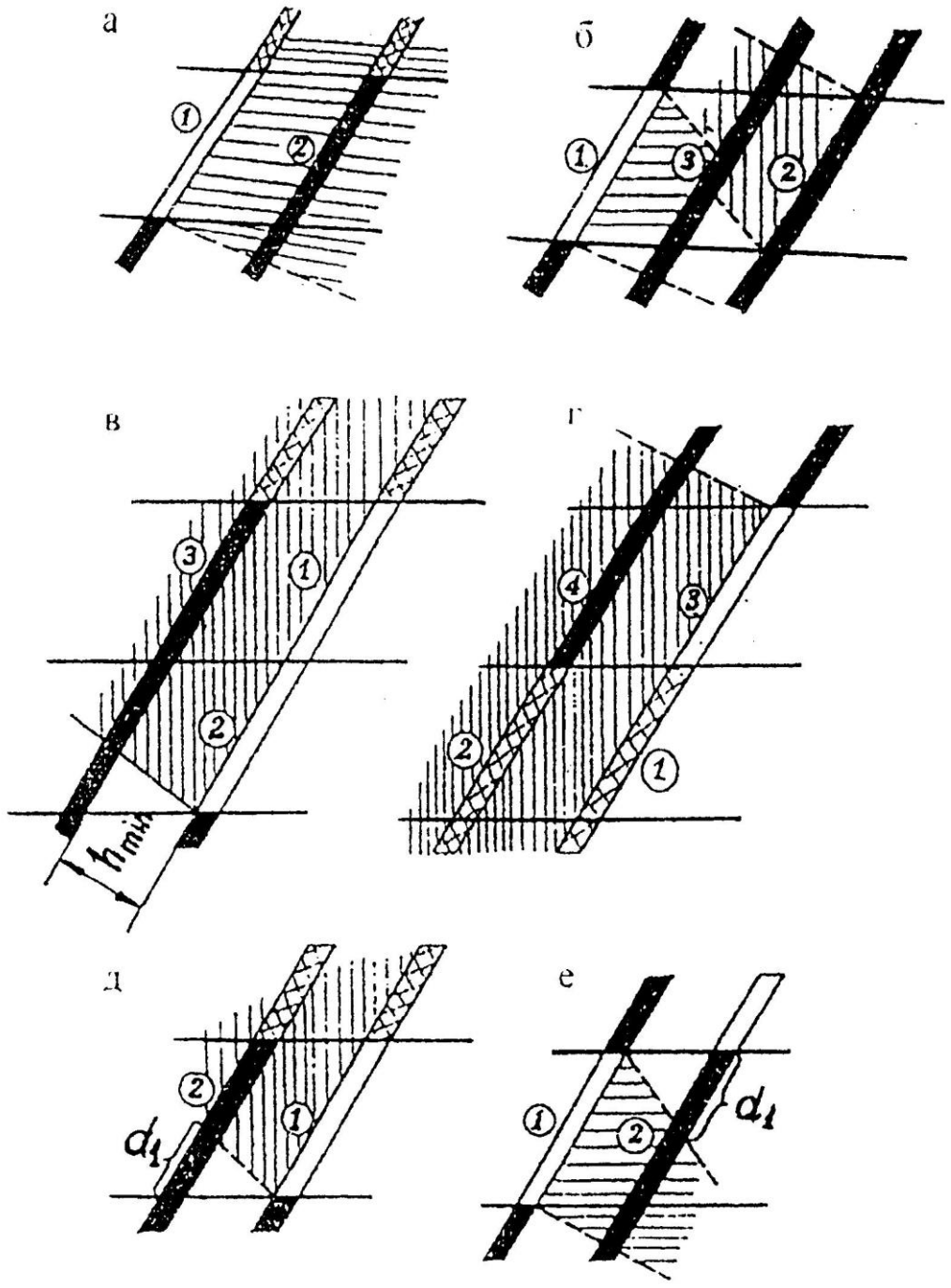


Рис. 7.1. Основные схемы использования защитных пластов:
а – надработка; б – надработка и подработка; в – подработка; г – восходящая отработка;
d_1 – незащищенный участок при подработке (d) и надработке (е);
1, 2, 3, 4 – порядок отработки пластов и этажей;
▭ - очистная выработка на защитном пласте;
▨ - выработанное пространство на отработанных горизонтах

имеют правильный расчет границ защитного действия и построение их на разрезах по простиранию и вкрест простирания пластов.

Защита склонного к выбросам угля и газа и горным ударам пласта в пределах всего этажа обеспечивается в следующих случаях:

- надработкой при условии, что защитный пласт отработан и на вышележащем горизонте (см. рис. 7.1, а);

- двойной защитой (см. рис. 7.1, б);

- подработкой при условии, что защитный пласт отрабатывается с опережением на один и более этажей (см. рис. 7.1, в);

- восходящим порядком отработки этажей и пластов (см. рис. 7.1, г).

В остальных случаях защита опасного пласта на всю высоту этажа не обеспечивается (см. рис. 7.1, д, е). Участки d_1 характеризуются повышенной опасностью по внезапным выбросам и горным ударам.

Отработка защитного пласта должна производиться без оставления целиков в выработанном пространстве.

При малых мощностях междупластий техническая возможность применения подработки опасного пласта при различных способах управления кровлей на подрабатывающем пласте определяется из условий:

$$h_1 \geq k \cdot m \cdot \cos a, \qquad (7.1)$$

где h_1 – минимально допустимая мощность междупластья, м;

m – мощность защитного пласта (слоя), м;

a – угол падения, градус;

k – коэффициент, учитывающий геологические и горнотехнические условия разработки защитного пласта (k = 4 при разработке тонких и средней мощности пластов, k = 8 при разработке мощного пласта щитовой системой с обрушением кровли при интенсивном перепуске

пород с вышележащего горизонта, k = 10 при разработке мощного пласта длинными столбами по простиранию или щитовой системой с обрушением при затруднительном перепуске пород с вышележащего горизонта).

Для построения границ защищенных зон, которое производится в соответствии со схемой, представленной на рис. 7.2, используют следующие исходные данные:

- глубина разработки защитного пласта *H*, м;
- вынимаемая мощность защитного пласта *m*, м;
- принятый способ управления кровлей на защитном пласте;
- угол падения пласта *a*, градус;
- процентное содержание песчаников в составе междупластья η;
- размеры очистной выработки защитного пласта *a, b*, м;

a – по падению, *b* – по простиранию (см. рис. 7.2).

Схема (см. рис. 7.2, в) может быть преобразована для случая столбов по восстанию (при пологом залегании) путем замены угла δ_4 углом δ_3, угла φ_1 углом φ_2 и размера L_1 размером L_2.

Под глубиной разработки понимается расстояние от дневной поверхности до нижней границы очистной выработки защитного пласта.

В приведенной схеме (см. рис. 7.2) предполагается управление кровлей на защитном пласте полным обрушением или закладкой выработанного пространства по всей площади. Способ управления кровлей учитывается эффективной мощностью $m_{эф}$ защитного пласта: при полном обрушении $m_{эф} = m$; в случае применения закладки выработанного пространства значение $m_{эф}$, определяется по формуле

$$m_{эф} = (0{,}1 + K_у)\, m\,, \qquad (7.2)$$

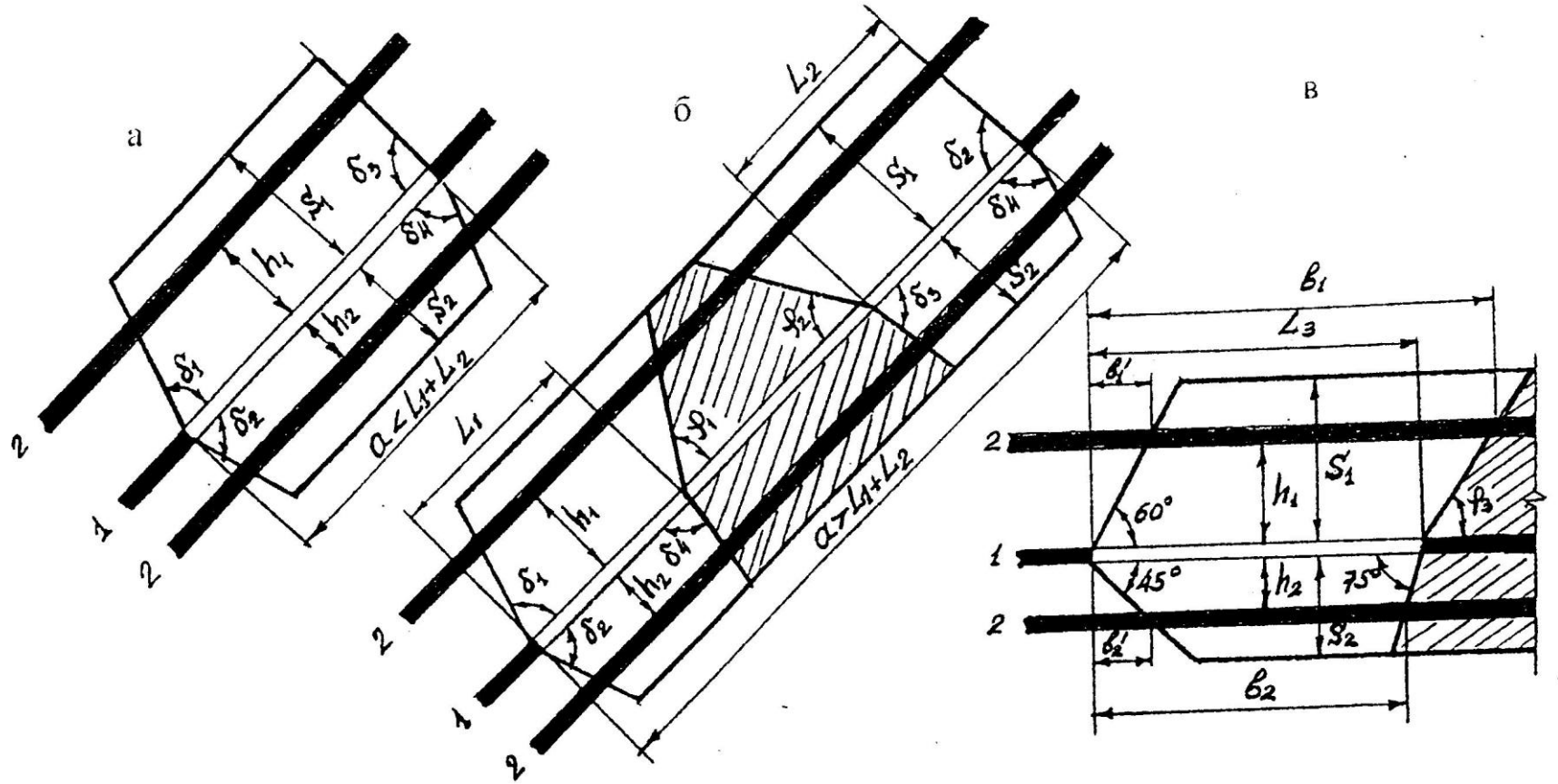


Рис. 7.2. Схема построения защищенной зоны при отработке защитного пласта столбами по простиранию:

а -сечение вкрест протирания при $a < L_1+L_2$; б – то же при $a > L_1+L_2$; в- сечение по простиранию ;1- защитный пласт; 2- защищаемый пласт;

□ -защищенная зона; ▨- область восстановления опасных нагрузок (подзона I)

где $K_у$ – коэффициент, учитывающий усадку закладочного материала

($K_у$ = 0,2 при гидравлической закладке, $K_у$ = 0,35 при других видах закладки).

При последовательной отработке этажей по простиранию без оставления соответственно межэтажных или межлавных целиков, а также при оставлении целиков размером менее 0,1l (l – протяженность зоны опорного давления) – за величину a принимают суммарную ширину выработанного пространства по падению. Размер зоны опорного горного давления определяется по графику (рис. 7.3).

Если размер целика больше 0,1l (на мощных пластах – 8 м), то за величину $a = b$ принимают, соответственно, ширину выработанного пространства по падению, ограниченную с одной стороны целиком, а с другой – угольным массивом.

Размеры защищенной зоны в кровлю S_1 и в почву S_2 (см. рис. 7.2) определяются по формулам:

$$S_1 = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot S_1^I ; \tag{7.3}$$

$$S_2 = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot S_2^I , \tag{7.4}$$

где β_1 – коэффициент, учитывающий значение $m_{эф}$;

$\beta_1 = m_{эф} / m_о$, но не более 1;

$m_о$ – критическое значение мощности защитного пласта, определяемое по номограмме рис. 7.4;

a – наименьший размер выработки a, м. Если $a > 0{,}3H$, то при определении $m_о$ принимают $a = 0{,}3H$, но не более 250м;

β_2 – коэффициент, учитываюший процентное содержание песчаников в составе междупластья η:

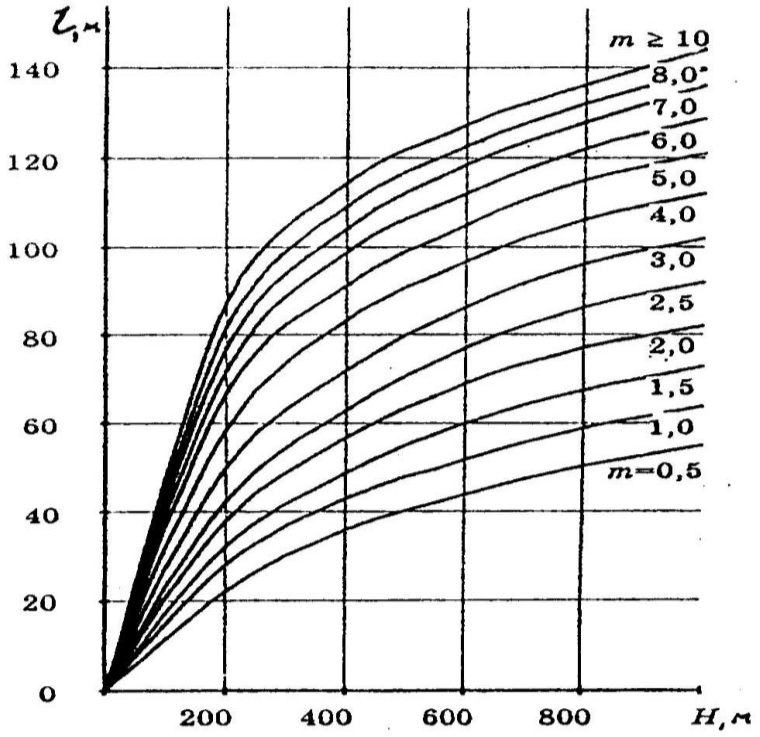


Рис. 7.3. График для определения зоны опорного давления:
H – глубина разработки, м; *m* – мощность пласта, м

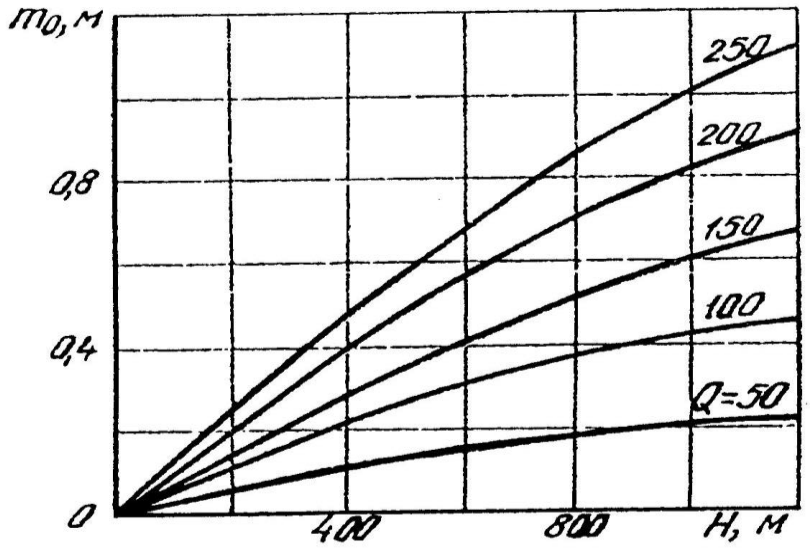


Рис. 7.4. Номограмма для определения критической
мощности защитного пласта

$$\beta_2 = 1 - 0{,}4\frac{\eta}{100}\,. \qquad (7.5)$$

Значения S_1^I и S_2^I берут из табл 7.1.

Таблица 7.1

Значения защищенных зон без учета мощности пласта и состава пород между пластов

Глубина ведения работ, м	Размеры S_1^I, м								Размеры S_2^I, м						
	наименьший размер выработки a, м								наименьший размер выработки B, м						
	50	75	100	125	150	175	200	250	50	75	100	125	150	200	250
300	70	100	125	148	172	190	205	220	62	74	84	92	97	100	102
400	58	85	112	134	155	170	182	194	44	56	64	73	79	82	84
500	50	75	100	120	142	154	164	174	32	43	54	62	69	73	75
600	45	67	90	109	126	138	146	155	27	38	48	56	61	66	68
800	33	54	73	90	103	117	127	135	23	32	40	45	50	55	56
1000	27	41	57	71	88	100	114	122	20	28	35	40	45	49	50
1200	24	37	50	63	80	92	104	133	18	25	31	36	41	44	45

Если $h_1 < S_1$ при подработке или $h_2 < S_2$ при надработке, то необходимо завершить построение защищенной зоны со стороны границ выработанного пространства и выделить участки, характеризующие восстановлением опасных нагрузок, как это показано на рис. 7.2. Для этого используют углы защиты δ_i (i = 1, 2, 3, 4) и углы давления φ_i (i = 1, 2, 3), значения которых в функции от угла падения a приведены в табл. 7.2.

Область восстановления опасных нагрузок на схемах б и в (см. рис.7.2) образуется лишь при одновременном соблюдении двух условий:
$a \geq L_1 + L_2$. $b \geq L_3$.

Таблица 7.2

Изменение углов защиты и давления от угла падения пласта

Угол падения, град	Угол защиты, град.				Угол давления, град.		
	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	φ_1	φ_2	φ_3
0	80	80	75	75	64	64	64
10	77	83	75	75	62	63	63
20	73	87	75	75	60	60	61
30	69	90	77	70	59	59	59
40	65	90	80	70	58	56	57
50	70	90	80	70	56	54	55
60	72	90	80	70	54	54	53
70	72	90	80	72	54	48	52
80	73	90	78	75	54	46	50
90	76	80	75	80	54	43	48

Параметры L_{i} , (i = 1, 2, 3), используемые для построения зоны восстановления опасных нагрузок защищенной зоны в кровле и почве определяются по номограмме (рис. 7.5).

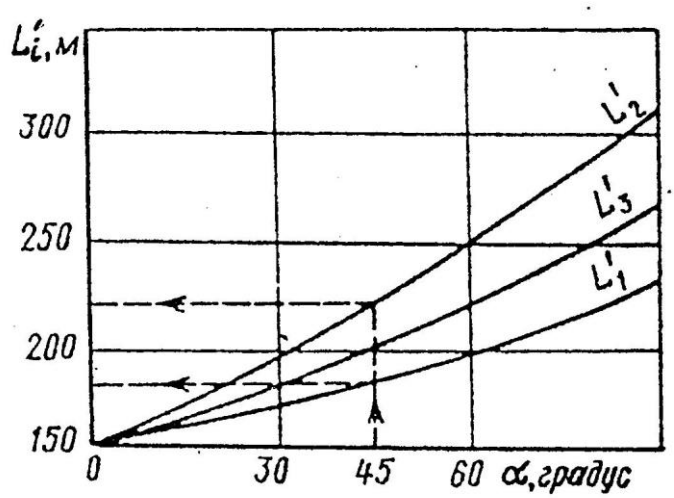


Рис. 7.5. Номограмма для определения величин L_i^I (i = 1, 2, 3)

Например, при угле падения a = 45° значения L_1= 185 м , L_2^I = 220 м и L_3^I = 200 м.

Величины допустимых опережений (минимального и максимального) очистным забоем защитного пласта горных работ на защищаемом пласте (см. рис. 7.2) приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Величины допустимых опережений

Условия разработки	Величина допустимого опережения
Минимальное опережение:	
при подработке	$b_1^I = 0{,}6h_1$
при надработке	$b_2^I = h_2$
Максимальное опережение:	
при надработке	b_1 – не ограничено
при подработке	b_2 – не ограничено
Горные работы в пределах подзоны I:	
при надработке	$b_1 < L_3 + h_1 ctg\varphi$
при подработке	$b_2 < L_3 - 0{,}3h_2$

Примечания: 1. В таблице даны максимальные опережения при ведении очистных работ по простиранию.

1. Масимальные опережения следует определять при отходе очистного забоя от разрезной печи на расстояние более $2L_3$.

Таблица 7.4

Варианты заданий

№ п/п	Исходные данные							
	Количество пластов в свите	Мощность защитного пласта	Угол падения пластов a , град	Расстояние между пластами h_l , м	Номер защитного пласта	Глубина разработки Н, м	Наклонная высота этажа (яруса), м	Содержание песчаников в породах междупластья, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	1,5	15	25, 35	2	300	120	50
2	4	1,8	20	15, 25, 20	3	350	150	60
3	2	2,0	25	40	2	400	170	70
4	3	2,5	25	35, 20	2	450	140	55
5	4	2,5	30	15, 25, 30	3	500	160	65
6	5	3,0	35	20, 25, 10, 30	3	550	130	75
7	4	2,7	30	30, 15, 25	2	600	200	70
8	3	2,2	20	10, 25	2	650	180	80
9	4	2,0	12	20, 15, 40	3	700	160	75
10	4	3,2	15	30, 20, 50	2	650	14	70
11	3	3,5	18	60, 35	2	600	120	65
12	3	4,0	24	45, 50	2	500	130	60
13	2	3,0	32	35	1	550	150	55
14	4	4,2	25	40, 25, 40	3	650	170	70
15	3	5,0	35	60, 35	2	700	150	75
16	5	4,5	22	30, 10, 20, 25	3	450	160	80
17	4	2,5	27	50, 30, 40	2	400	140	60
18	4	3,7	30	45, 50, 35	3	500	190	65
19	3	1,7	32	35, 25	2	800	180	70
20	233	3,2	14	45, 35	2	900	170	80

1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	4	2,5	24	10, 40, 25	3	850	150	75
22	3	3,8	32	35, 50	2	750	160	50
23	3	4,1	18	60, 45	2	700	170	55
24	4	5,2	15	50, 20, 30	3	600	180	60
25	3	3,7	25	45, 50	2	550	150	65

Порядок выполнения работы. После ознакомления с теоретическим основами работы для заданных условий (табл. 4) производятся расчеты по определению параметров защищенной зоны в кровле и почве целевого пласта. Далее в принятом масштабе вычерчивается защищенная зона на разрезах вкрест простирания и по простиранию. При этом указываются численные значения рассчитанных параметров.

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под защитной выемкой?
2. В чем состоит сущность защитного действия первоочередной отработки целевого пласта?
3. Какие горно-геологические факторы влияют на эффективность защитного действия?
4. Как влияет на параметры защитного действия способ управления кровлей при отработке целевого пласта?
5. Учитываются ли размеры выработанного пространства при определении параметров защищенной зоны?

Рекомендуемая литература

1. Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах. Серия 05. Выпуск 2. / Государственное предприятие «НТС по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», - 2000. – 314 с.
2. Вандышев А. М., Валиев Н. Г. Управление состоянием массива горных пород : учебное пособие – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2016. – 199 с.

Учебное издание

Александр Михайлович Вандышев

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Учебно-методическое пособие
по выполнению практических работ по дисциплине
«Управление состоянием массива горных пород» для студентов
специальности 21.05.04 Горное дело специализаций
«Подземная разработка пластовых месторождений» и
«Технологическая безопасность и горно-спасательное дело»

Редактор Устьянцева Л.В.
Компьютерная верстка Реснянской И.В.

Подписано в печать 2019 г.
Бумага писчая. Формат 60x84 $^{1}/_{16}$
Гарнитура Times New Roman Печать на ризографе.
Печ. л. Уч.-изд.л. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1. В. 03 УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
Подземная разработка пластовых месторождений

форма обучения: очная

Автор: Вандышев А.М., доцент, к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры

Горного дела
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Валиев Н.Г.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 17.04.2019
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
Горно-технологического факультета

(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Колчина Н.В.
(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 5
Подготовка к выполнению и написанию курсового проекта 6
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 6

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.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсового проекта;

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к выполнению практико-ориентированного задания;
- 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 в комплекте оценочных по дисциплине и могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, 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 выполнению и написанию курсового проекта

Курсовой 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 курсового 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 выполнению курсовому проекту:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсового проекта;
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсового проекта;
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсового проекта.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсового проекта приведена в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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 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»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация
Подземная разработка пластовых месторождений

квалификация выпускника: **специалист**

Автор: Ядранский Д.Н., доцент, д.э.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Экономики и менеджмента	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Мочалова Л.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 17.04.2019	Протокол № 1 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ…….……...…….6

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ…….9

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ……..…11

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА …….…….……15

ПОДГОТОВКА К ДИСКУССИИ…….…….……....20

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ……..…..…23

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ……...…25

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……..33

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

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

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

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – 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 «*Организация и планирование горных работ*» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче *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 «*Организация и планирование горных работ*» являются:

- повторение материала лекций;

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. подготовка доклада, подготовка к дискуссии, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);

- подготовка реферата;

- подготовка к экзамену.

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

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА НА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

История развития науки об организации производства.

Предмет, метод, цели, задачи и содержание курса.

Понятие, цели и задачи курса.

Предмет, метод и содержание курса.

Взаимосвязь курса с другими дисциплинами.

Промышленное предприятие как сложная производственная система.

Предприятие как объект организации производства.

Состав и классификация отраслей и предприятий.

Тема 2. ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НВА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Производственный процесс и общие принципы его организации.

Понятие о производственном процессе.

Основные принципы организации производственных процессов.

Типы производства и их технико-экономические характеристики.

Организации производственного процесса во времени.

Производственный цикл изготовления изделия.

Расчет длительности производственного цикла простого процесса.

Расчет длительности производственного цикла сложного процесса.

Организация производственного процесса в пространстве.

Производственная структура горного предприятия.

Формы концентрации, специализации, кооперирования и комбинирования организации производства.

Формы специализации основных цехов горного предприятия.

Производственная структура основных цехов горного предприятия.

Непоточные методы организации производства.

Поточные методы организации производства.

Организация автоматизированного производства.

Тема 3. ОРГАНИЗАЦИЯ И НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА НА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Организация труда на горном предприятии.

Сущность, задачи и содержание научной организации труда

Формы разделения и кооперации труда на горном предприятии.

Бригадные формы организации труда на горного предприятиях.

Аттестация рабочих мест по условиям труда.

Организация технического нормирования труда на горном предприятии.

Сущность, содержание и задачи технического нормирования труда.

Функции нормирования труда.

Состав и классификация затрат рабочего времени.

Виды и расчет норм труда.

Тема 4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ И ОРГАНИЗАЦИЯ РИТМИЧНОЙ РАБОТЫ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Производственная мощность горного предприятия.

Понятие о производственной мощности горного предприятия и определяющие, ее факторы.

Методы расчета производственной мощности горного предприятия.

Особенности расчета производственной мощности по группам оборудования и производственным площадям.

Показатели и пути улучшения использования производственной площади.

Ритмичность работы горного предприятия.

Понятие «ритмичность производства» и способы ее определения.

Сущность, задачи и содержание оперативно-производственного планирования.

Виды систем оперативно-производственного планирования.

Особенности оперативно-календарного планирования в различных типах производства.

Особенности производственного деспетчирования в различных типах производства.

Тема 5. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ И ОСВОЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ

Система создания и освоения ново техники.

Жизненный цикл новой техники, его сущность и структура.

Инновационная деятельность в системе СОНТ.

Роль инновационной деятельности в системе СОНТ.

Организация научно-исследовательских работ.

Организация опытно-конструкторских работ.

Роль и место патентной и научно-технической информации при выполнении НИР и ОКР и других стадий СОНТ.

Организация конструкторской подготовки производства.

Задачи, стадии и этапы КПП.

Организация чертежного хозяйства на горном предприятии. Технико-экономическое обоснование на стадии КПП

Организация технологической подготовки производства.

Организация освоения производства новой техники.

Планирование производства СОНТ и управление ими.

Тема 6. ИНФРАСТРУКТУРА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ И ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Организация инструментального хозяйства горного предприятия.

Значение, задачи и структура инструментального хозяйства горного предприятия.

Сущность и содержание системы планово-предупредительных ремонтов. Ремонтные нормативы системы ППР.

Планирование ремонта оборудования и работы ремонтно-механического цеха.

Организация выполнения ремонтных работ

Организация энергетического хозяйства горного предприятия.

Организация транспортного хозяйства горного предприятия.

Организация складского хозяйства горного предприятия.

Организация технического контроля и управления качеством продукции.

Организация материально-технического обеспечения горного предприятия.

Роль, структура и задачи органов МТО. Нормативная база МТО.

ТЕМА 7. СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Проектирование и совершенствование организации производства.

Факторы проектирования организации производства.

Сущность, задачи и методы организационного проектирования.

Состав и содержание организационного проектирования.

Участники организационного проектирования.

Основные организационные резервы развития производства.

Организация труда на рабочих местах.

Оценка предложений по совершенствованию организации производства на рабочем месте.

Совершенствование организации производства.

Опыт организации производства на горного предприятиях машиностроения.

Зарубежный опыт организации производства.

Система Kanban в организации производства.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА НА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Предприятие
Промышленное предприятие
Производственная система.
Предприятие как объект организации производства.
Состав и классификация отраслей и предприятий.

Тема 2. ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Производственный процесс
Принципы его организации.
Типы производства.
Производственный цикл изготовления изделия.
Производственная структура горного предприятия.
Концентрация
Специализация
Кооперирование и комбинирование
Поточные методы организации производства.
Однопредметная непрерывно-поточная линия.

Тема 3. ОРГАНИЗАЦИЯ И НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА НА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Научная организация труда
Разделение и кооперации труда
Бригада
Многостаночное обслуживание.
Режим труда и отдыха
Аттестация рабочих мест.
Техническое нормирование труда на горном предприятии.

Тема 4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ И ОРГАНИЗАЦИЯ РИТМИЧНОЙ РАБОТЫ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Производственная мощность горного предприятия.
Ритмичность работы горного предприятия.
Ритмичность производства.
Оперативно-производственное планирование.
Системы оперативно-производственного планирования.

Тема 5. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ И ОСВОЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ

Новая техника
Жизненный цикл новой техники, его сущность и структура.
СОНТ – система освоения новый техники
Техническая и информационная подготовка в системе СОНТ.
Научно-исследовательские работы
Опытно-конструкторские работы.
Конструкторская подготовка производства.
Планирование производства СОНТ

Тема 6. ИНФРАСТРУКТУРА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ И ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Инструментальное хозяйство

Ремонтные нормативы системы ППР.

Система ППР

Энергетическое хозяйство горного предприятия.

Транспортное хозяйство горного предприятия.

Складское хозяйство горного предприятия.

Технический контроль качества продукции

Управление качеством продукции.

Материально-техническое обеспечение горного предприятия.

ТЕМА 7. СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Проектирование организации производства

Совершенствование организации производства.

Организационные резервы развития производства.

Организация труда на рабочих местах.

Рабочее место

Специализированные рабочие места.

Система Kanban в организации производства.

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а

сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять

изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте

могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА

Одной из форм текущего контроля является доклад, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада является обязательной для обучающихся, если доклад презентацией указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут. Как правило, предполагает подготовку презентации.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обусловливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;

• подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;

• подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;

• создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;

• просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;

- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ДИСКУССИИ

Дискуссия - практическое занятие, в основе его заложены несколько различных точек зрения на один и тот же вопрос, в результате обсуждения которых участники приходят к приемлемым для каждого из них позициям и решениям. Современный образовательный метод по сути своей является «проблемно-ориентированным подходом к обучению и позволяет сфокусировать внимание студентов на анализе и разрешении какой-либо конкретной проблемной ситуации**.**

Цель дискуссии - раскрыть широкий спектр мнений по выбранной для обсуждения проблеме с разных точек зрения, обсудить неясные и спорные моменты, связанные с данной проблемой, и достичь консенсуса, то есть всестороннее глубокое рассмотрение актуальной проблемы путем ее свободного группового обсуждения.

Неотъемлемые составляющие дискуссии - это:

1. неразрешённый вопрос;

2. равноправное участие представителей всех заинтересованных сторон;

3. выработка приемлемых для всех участников решений по обсуждаемому вопросу.

При проведении дискуссии для достижения положительного результата и создания деловой атмосферы необходимо:

- предусмотреть оптимальное количество участников;
- обеспечить работу технических средств для аудио- и видеозаписи;
- установить регламент выступлений;
- обеспечить соответствующее оформление аудитории.

Методика организации и проведения дискуссии

Обычно выделяют три этапа в организации и проведении «круглого стола»: подготовительный, дискуссионный и завершающий. Для каждого этапа студент должен быть соответствующим образом подготовлен:

1. *Подготовительный этап*:

- выбор проблемы (проблема должна быть острой, актуальной, имеющей различные пути решения). Выбранная для обсуждения проблема может носить междисциплинарный характер, она должна представлять практический интерес для аудитории с точки зрения развития профессиональных компетенций. Тема заранее студенту известна. Тему задает преподаватель;

- подбор модератора (модератор руководит дискуссией, поэтому должен на высоком уровне владеть искусством создания доверительной атмосферы и поддержания дискуссии, а также методом наращивания информации). Студент может быть модератором при должной подготовке и помощи со стороны преподавателя;

- подбор дискутантов;

- подготовка сценария (проведение дискуссии по заранее спланированному сценарию позволяет избежать спонтанности и хаотичности в дискуссии). Сценарий также заранее студенту известен, так как его

выполнение на занятии предполагает дополнительную самостоятельную подготовку вне аудитории.

Сценарий предполагает:

- определение понятийного аппарата (тезауруса);

- краткую содержательную вступительную речь модератора, в которой объявляется тема и спектр затрагиваемых в ее рамках проблем, контекст желаемого обсуждения;

- перечень вопросов дискуссионного характера (до 15 формулировок);

- разработку «домашних заготовок» ответов, подчас противоречивых и неординарных с использованием репрезентативной выборки информации;

- заключительную речь модератора;

- оснащение помещения стандартным оборудованием (аудио - видеотехникой), а также мультимедийными средствами с целью поддержания деловой и творческой атмосферы;

- консультирование участников (позволяет выработать у большинства участников определенные убеждения, которые в дальнейшем будут ими отстаиваться);

- подготовка необходимых материалов (на бумажном или электронном носителях): это могут быть статистические данные, материалы экспресс-опроса, проведенного анализа имеющейся информации с целью обеспечения участников дискуссии.

2. Дискуссионный этап:

- выступление модератора, в котором дается определение проблем и понятийного аппарата (тезауруса), устанавливается регламент, правила общей технологии занятия в форме дискуссии и информирование об общих правилах коммуникации.

К общим правилам коммуникации относятся рекомендации:

- избегай общих фраз;

- ориентируйся на цель (задачу);

- умей слушать;

- будь активен в беседе;

- будь краток;

- осуществляй конструктивную критику;

- не допускай оскорбительных замечаний в адрес собеседника;

- проведение «информационной атаки»: участники высказываются в определенном порядке, оперируя убедительными фактами, иллюстрирующими современное состояние проблемы;

- выступление дискутантов и выявления существующих мнений на поставленные вопросы, акцентирования внимания на оригинальные идеи. С целью поддержания остроты дискуссии рекомендуется формулировать дополнительные вопросы;

- ответы на дискуссионные вопросы;

- подведение модератором мини-итогов по выступлениям и дискуссии: формулирование основных выводов о причинах и характере разногласий по

исследуемой проблеме, способах их преодоления, о системе мер решения данной проблемы.

3. Завершающий этап:

- подведение заключительных итогов ведущим;
- выработка рекомендаций или решений;
- установление общих результатов дискуссии.

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.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

Задача 1.1. Построить графики циклов при последовательном и параллельно-последовательном видах движения. Проверить правильность графического построения аналитическими расчетами длительности цикла при следующих условиях: величина партии деталей 180 шт., величина передаточной партии 30 шт. Нормы времени по операциям даны в таблице:

№ операции	1	2	3	4	5	6	7
Норма времени в мин.	4,6	9,9	3,1	11,4	3,0	6,8	1,0

На каждой операции работа выполняется на одном станке; среднее межоперационное время на каждую передаточную партию 60 мин.; работа производится в две смены. Расчет и построение графиков выполнить в рабочих днях.

Задача 1.2. Построить цикловой график при параллельном виде движения партии деталей. Проверить правильность графического построения аналитическим расчетом длительности цикла при следующих условиях: размер партии деталей – 200 шт.; размер передаточной партии – 20 шт. Нормы времени по операциям даны в таблице:

№ операции	1	2	3	4	5	6
Норма времени, мин.	1,7	2,1	0,9	4,3	2,8	0,7

На каждой операции работа выполняется на одном станке; среднее межоперационное время на каждую передаточную партию – 2 мин. Работа производится в две смены.

Определить как измениться длительность цикла, если передаточную партию сократить до 10 шт. Длительность цикла выразить в рабочих днях.

Задача 1.3. Определить аналитически и графически длительность цикла при параллельно-последовательном движении партии деталей при следующих условиях: величина партии деталей – 1000 шт.; величина передаточной партии – 200 шт.; нормы времени по операциям даны в таблице:

№ операции	1	2	3	4	5	6
Норма времени, мин.	0,5	1,0	1,5	0,8	1,4	1,0

На каждой операции работа выполняется на одном станке; среднее межоперационное время на каждую передаточную партию – 60 мин.; работа производится в две смены. Длительность цикла выразить в рабочих днях.

Задача 1.4. Определить длительность технологического и производственного циклов обработки партии деталей при разных видах движения, построить графики процесса обработки партии деталей при следующих исходных данных: величина партии деталей = 12шт.; величина транспортной партии = 6шт.; среднее межоперационное время = 2мин; режим работы – двухсменный; продолжительность рабочей смены = 8час.; время на естественные процессы = 35 мин. Технологический процесс обработки представлен в таблице:

№ операции	Наименование операции	Количество единиц оборудования, шт.	Норма времени, мин.
1	Токарная	1	4,0

2	Фрезерная	1	1,5
3	Шлифовальная	2	6,0

Задача 1.5. Построить графики движения партии деталей и рассчитать длительность технологического цикла при различных видах движений, если известно, что партия деталей состоит из 3 шт., размер транспортной партии – 1шт., каждая операция выполняется на одном станке, технологический процесс обработки включает 5 операций, продолжительность которых дана в таблице:

№ операции	1	2	3	4	5
Норма времени, час.	2,0	1,0	3,0	2,0	2,5

Задача 1.6. Определить аналитически и графически длительность цикла при последовательном и паралльно-последовательном движении партии деталей при следующих условиях: величина партии деталей – 800 шт.; величина передаточной партии – 80 шт.; нормы времени по операциям даны в таблице:

№ операции	1	2	3	4	5	6	7
Норма времени, мин.	3,0	6,9	2,0	3,6	8,0	1,8	1,1

На каждой операции работа выполняется на одном станке; межоперационное время на каждую передаточную партию – 60 мин.; работа ведется в две смены. Длительность цикла выразить в рабочих днях.

Задача 1.7. Определить аналитически длительность цикла в рабочих днях при параллельном движении партии деталей при следующих условиях: размер партии деталей – 180 шт.; размер передаточной партии – 2шт. Нормы времени по операциям даны в таблице:

№ операции	1	2	3	4	5	6	7
Норма времени, мин.	3,9	4,0	4,4	3,9	3,8	4,2	4,2

На каждой операции работа выполняется на одном станке; суммарное межоперационное время на обработку всей партии – 5 часов; работа производится в две смены.

Задача 1. 8.

Определить длительность технологического и производственного цикла в часах при следующих условиях: партия деталей из 30 шт. обрабатывается последовательно; среднее межоперационное время – 15 мин.; технологический процесс обработки дан в таблице:

№ операции	1	2	3	4	5	6	7
Норма времени, мин.	3	7	5	6	2	3	6
Число станков на операции	1	2	1	2	1	1	2

Как измениться технологический цикл, если размер партии удвоить?

Как измениться длительность производственного цикла, если операция № 2 будет разделена на две: на трехминутную и четырехминутную, каждая из которых выполняется на одном станке?

Задача 1.9. На производственном участке обрабатываются детали в количестве 400 шт. Обработка ведется параллельно-последовательно; запуск деталей в производство осу-

ществляется партиями по 40 шт. Технологический процесс обработки представлен в таблице:

№ операции	1	2	3	4	5
Норма времени, мин.	31,5	16,4	2,0	12,6	4,0
Число станков на операции	3	2	1	2	2

Определить:

1) длительность обработки всего количества деталей (технологический цикл);

2) производственный цикл изготовления первой партии деталей;

3) изменение производственного цикла первой партии деталей, если на операции № 2 вместо двух станков использовать три и уменьшить партию запуска деталей до 20 шт.

Задача 1.10. На производственном участке обрабатываются детали в количестве 100 шт. Технологический процесс обработки дан в таблице:

№ операции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Трудоемкость обработки, мин.	21,0	3,0	4,0	15,0	8,0	8,0	14,0	3,0	2,0	11,0
Число станков на операции	3	1	1	2	1	1	2	1	1	2

Участок работает в две смены среднее межоперационное время при параллельно-последовательном движении – 30 мин., а при параллельном движении партии – 3 мин.

Определить:

длительность технологического цикла обработки всей партии при параллельном и параллельно-последовательном движении деталей при поштучной передаче;

длительность производственного цикла обработки всей партии и первой штуки при параллельном и параллельно-последовательном движении.

Задача 1.11. Определить продолжительность обработки партии деталей при последовательном, параллельном и параллельно-последовательном видах движения. Размер партии- 36 шт.; детали с операции на операцию передаются поштучно.

Технологический процесс обработки дан в таблице:

№ операции	1	2	3	4	5	6
Трудоемкость обработки, мин.	5,0	4,0	6,0	8,0	3,0	5,0

Определить, как измениться продолжительность обработки, если уменьшить нормы времени:

А) на операцию № 3 на 5 минут, оставив остальные неизменными;

Б) на операцию № 4 на 5 минут, оставив остальные неизменными.

Задача 1.12. Определить продолжительность обработки партии деталей при параллельно-последовательном виде движения и установить, при какой последовательности операций она будет наименьшей. Величина партии – 400 шт.; величина передаточной партии – 50 шт.; нормы времени на операции даны в таблице:

№ операции	1	2	3	4	5	6
Норма времени, мин.	11,2	7,1	5,4	12,9	2,7	2,4

Задача 1.13. Число деталей в партии – 12шт.; размер транспортной партии – 1шт. Вид движения партии деталей – последовательный. Технологический процесс обработки

деталей состоит из шести операций, длительность обработки на каждой операции представлена в таблице:

№ опер.	1	2	3	4	5	6
Норма времени, мин.	4,0	6,0	6,0	2,0	5,0	3,0

Каждая операция выполняется на одном станке. Определить, как измениться продолжительность технологического цикла обработки деталей, если последовательный вид движения заменить на параллельно-последовательный.

Задача 1.14. Партия из 300 деталей обрабатывается при параллельно-последовательном виде движения. Транспортная партия состоит из 30 деталей. Технологический процесс обработки представлен в таблице:

№ опер.	1	2	3	4	5	6	7
Норма времени, мин.	4,0	5,0	7,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Количество станков. шт.	1	1	1	1	1	1	1

В результате улучшения технологии производства длительность третьей операции сократилась на 3 мин, седьмой – на 2мин. Определить, как измениться длительность технологического цикла обработки партии деталей.

Задача 2.1 Длинна конвейера – 1,5м. Диаметр приводного и натяжного барабанов – 0,4 м каждый. Технологический процесс сборки блока представлен в таблице:

№опер.	1	2	3	4	5	6	7	8
Трудоемкость операций, мин.	3,6	7,2	5,4	9,0	1,8	5.4	3,6	7,2

Программа выпуска за сутки – 500 блоков. Режим работы поточной линии – двухсменный по 8 часов. Регламентируемые перерывы на отдых – 30 мин в смену.

Определить такт потока. Число рабочих мест на операциях и на всей линии; длину рабочей части поточной линии и длину замкнутой ленты конвейера; скорость движения конвейера; величину заделов и длительность технологического цикла сборки блока на конвейере.

Задача 2.2. На конвейере собирают изделие «А». Сменная программа линии – 34 шт.; трудоемкость сборки – 5час. 25 мин.; шаг конвейера – 1,6м; регламентированные перерывы на отдых – 7%; рабочие места располагаются с одной стороны конвейера.

Определить такт линии; число рабочих мест; скорость движения конвейера.

Задача 2.3. Рассчитать такт поточной сборки узла прибора, скорость движения конвейера и количество рабочих мест при следующих исходных данных: выпуск узлов – 100 шт. в час; потери времени в связи с остановкой конвейера для отдыха рабочих – 6% длительности смены; длина рабочей зоны – 1м; трудоемкость изготовления прибора – 14,1 мин. с учетом коэффициента выполнения норм.

Задача 2.4. Рассчитать такт поточной линии сборки изделия «В», скорость движения конвейера и длительность цикла сборки при следующих условиях: выпуск изделий – 12 шт. в час; работа ведется в две смены без перерывов; сборка осуществляется без снятия изделия с непрерывно движущегося конвейера; длина изделия, поставленного на конвейер –

300мм, расстояние между изделиями на конвейере – 700мм; число рабочих мест на конвейере – 16; величина транспортного задела между смежными рабочими местами – 1 изделие.

Задача 2.5. Сборка радиоприемников осуществляется на конвейере. Определить такт линии, количество рабочих мест, скорость движения конвейера и производственный цикл при следующих условиях: производственная программа линии составляет 6 радиоприемников в час; трудоемкость сборки –4,4 часа; длина рабочей зоны 1,4 м; потери времени в связи с остановкой конвейера для отдыха рабочих – 6%; межоперационный задел – 1 шт.

Задача 2.6. На рабочем конвейере собирают коробки передач. Суточная программа запуска линии – 365 шт.; режим работы – две смены; регламентированные перерывы – 30 мин. в смену. Трудоемкость сборочных операций дана в таблице:

№ операции	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Трудоемкость сборки, мин.	2,5	7,4	2,3	2,6	5,0	7,45	5,1	5,0	1,3

Определить такт линии; число рабочих мест на линии; шаг и скорость движения конвейера; продолжительность цикла сборки.

Задача 2.7. Определить количество рабочих и оборудования на поточной линии механической обработки крышки корпуса прибора, рассчитать коэффициенты загрузки рабочих и оборудования, построить графики регламента работы линии и изменения оборотных заделов при следующих условиях: такт выпуска крышки корпуса прибора – 1мин.; коэффициент выполнения норм – 1,1; нормы времени в мин.:

№ операции	1	2	3	4	5	6	7
Норма времени	2,1	1,7	2,4	0,95	0,9	0,6	0,4

Задача 2.8. На однопредметной прерыной поточной линии обрабатывается кронштейн. Технологический процесс обработки представлен в таблице:

№ операции	Наименование операции	Норма времени, мин.
1	Токарная	1,9
2	Сверлильная	1,1
3	Фрезерная	2,1
4	Шлифовальная	1,3

Определить такт линии, число рабочих мест и их загрузку, количество рабочих-операторов; составить график регламентации работы рабочих мест и рабочих-операторов; рассчитать величину межоперационных оборотных заделов.

Задача 2.9. Сборка изделия производится на поточной линии, оснащенной рабочим конвейером пульсирующего действия. Длительность технологического цикла сборки изделия на конвейере – 36мин. Скорость движения конвейера – 6м\мин. Время транспортировки изделия с одного рабочего места на другое в 5 раз меньше времени выполнения каждой операции. Шаг конвейера – 1,8м. радиус приводного и натяжного барабанов – по 0,3 м каждый. Режим работы поточной линии – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8часов. Регламентированные перерывы на отдых – 30мин\смену. Определить такт поточной линии, число рабочих мест на линии, длину рабочей части конвейера и всей замкнутой ленты, программу выпуска изделий в сутки.

Задача 2.10. Длительность технологического цикла сборки изделия на поточной линии, оснащенной рабочим пульсирующим конвейером, составляет 80 мин. Число рабочих мест на линии – 20. Длительность выполнения каждой операции на рабочем месте – 3,5мин. Режим работы линии – двухсменный по 8час. Регламентированные перерывы на отдых составляют 30 мин в смену.

Определить такт потока, число рабочих мест на линии, длину рабочей части и всей замкнутой ленты конвейера, выпуск изделий за сутки.

Задача 3.1. Определить комплексные норму времени в чел.-ч и норму выработки в $м^2$ готового дощатого пола, настилаемого в комнате размером 4х5 м при следующих условиях: доски шириной 10 см настилаются по длине комнаты; острожка досок производится с одной стороны при норме времени 0,01 чел.-ч на 1 пог. м; поперечное перепиливание (торцовка) каждой доски с двух сторон при норме времени 0,005 чел.-ч на перепил; настилка пола с пригонкой досок и простружкой провесов - 0,4 чел.-ч на 1 $м^2$ пола; нарезка по размеру и установка готовых плинтусов - 0,05 чел.-ч на 1 пог. м плинтуса. Продолжительность рабочего дня 8ч.

Задача 3.2. Рассчитать месячную норму (наряд-задание) для сквозной комплексной бригады, обслуживающей роторный экскаватор, режим работы непрерывный трехсменный без выходных и праздничных дней по скользящему графику, часовая производительность 1250 $м^3$/ч, понижающий коэффициент на трудность разработки грунта 0,85, чистая работа в смену 6,8 ч, число календарных дней в месяце 31, планируемое число смен на планово-предупредительный ремонт 4, ремонт выполняет бригада.

Задача 3.3. На лесоучастке работает погрузочный кран. Его сменная производительность на погрузке древесины 250 $м^3$. Определить необходимую норму численности рабочих на заготовке, разгрузке, штабелевке леса и численность шоферов лесовозных машин, чтобы обеспечить бесперебойную работу всей комплексной заготовительно-транспортной бригады. Сменные нормы на заготовке леса 7,5 $м^3$, на перевозке автолесовозами — 50 $м^3$, на разгрузке и штабелевке — 25 $м^3$. Кран обслуживается тремя рабочими.

Задача 3.4. Машинно-автоматическое время одного станка 17 мин, время занятости рабочего 5 мин. Рассчитать нормы многостаночного обслуживания для двух вариантов: а) при полном использовании оборудования в условиях неполного использования свободного времени станочника; б) при полном использовании рабочего времени станочника и минимальных перерывах в работе оборудования. Определить время цикла, простои станков и рабочего в том и другом вариантах и выбрать оптимальный вариант, обеспечивающий наибольшую производительность труда.

Задача 3.5. При индивидуальной организации труда операторов, обслуживающих пульты управления аппаратурных систем, оперативное время составляет 400 мин в смену, в том числе время активного наблюдения 310, а время пассивного наблюдения — 90 мин на каждом пульте. Число пультов в корпусе 18. Рассчитать оптимальную бригадную норму численности с учетом того, что совпадения в нагрузке могут уменьшить время пассивного наблюдения на 25 %.

Задача 3.6. Исследованиями установлены следующие соотношения между нормами выработки и выходом годных деталей на быстродействующем прессе с ножным управлением:

Показатель	*Замеры*					
	1	2	3	4	5	6
Часовая норма выработки,	90	95	100	105	110	115
Выход годных деталей, %	99	97	98	92	86	81

Определить оптимальную норму, при которой достигалась бы наиболее высокая часовая выработка годной продукции.

Задача 3.7. По материалам массовой фотографии рабочего времени, проведенной по методу моментных наблюдений, установлен следующий баланс затрат сменного времени (в мин):

		Расчеты	По норме	Резервы
– подготовительно-заключительное время	80	5,7%	46,2 (1400+28+112)	33,8
– оперативное время	1400			
– время на обслуживание рабочего места	75	5,4%	28	47
– время на отдых и личные надобности	185	13%	112	73
– простои по орг.-тех. причинам	160			160
– простои в связи с нарушениями дисциплины	100			100
–				413,8/см

Рассчитать максимально возможный рост производительности труда при устранении всех потерь и лишних по сравнению с нормативами затрат времени, а также возможное увеличение выпуска продукции и плановой прибыли, если на участке 80 рабочих, плановая выработка каждого из них 650000 руб. в год, затраты на рубль товарной продукции 93 коп., а нормативы времени следующие: ПЗ - 3 % сменного времени, ОТЛ - 8 % оперативного времени, ОБС - 2 % оперативного времени.

Задача 3.8. В цехе, где 180 рабочих, проведены мероприятия по улучшению использования рабочего времени. Это позволило сократить потери с 16 до 7 % сменного времени. Принято решение: за счет возможного роста производительности труда не увеличивать выпуск продукции, а сократить часть рабочих. Рассчитать экономическую эффективность мероприятий, если среднегодовая заработная плата одного рабочего составляет 21600 руб., отчисления на социальное страхование - 14 %, увеличение текущих затрат - на 50 тыс. руб., капитальные затраты на приобретение и монтаж нового оборудования – 130 тыс. руб. ($E_н$ = 0,15).

Задача 3.9. Рассчитать длительность ремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периодов легкого токарно-револьверного станка, выпущенного в 1980г. и работающего в условиях механического цеха крупносерийного производства. Станок 7-ой категории сложности ремонта, работает в две смены. Построить график ремонтов и осмотров станка, учитывая, что он установлен в сентябре 1980г.

Задача 3.10. Определить длительность ремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периодов крупного гидравлического пресса 28-й категории сложности ремонта, работающего в условиях единичного производства. Построить график ремонтов и осмотров пресса на текущий год, если известно, что последний капитальный ремонт проводился в апреле предыдущего года. Пресс работает в три смены.

Задача 3.11. Длительность межремонтного цикла составляет 9 лет. Структура межремонтного цикла включает, кроме одного капитального ремонта, два средних и ряд малых ремонтов и периодических осмотров. Длительность межремонтного периода составляет один год, а время между осмотрами оборудования – 6 мес. Определить число малых ремонтов и осмотров.

Задача 3.4. Рассчитать длительность ремонтного цикла и межремонтного периода литейного конвейера 10-й категории сложности ремонта, работающего в условиях массово-

го производства в три смены. Конвейер вступил в эксплуатацию в ноябре предыдущего года.

Задача 3.12. На горном предприятии насчитывается 520 единиц технологического оборудования. Средняя ремонтная сложность единицы оборудования составляет 13,7р.е. Структура межремонтного цикла включает один капитальный ремонт, три средних и четыре малых ремонтов и ряд периодических осмотров. Длительность межремонтного периода – 1год, а межосмотрового периода – 3 мес. Годовой эффективный фонд времени одного рабочего-ремонтника – 1830 час. Нормы времени для выполнения ремонтных работ приведены в таблице:

Вид ремонта	Слесарные работы	Станочные работы	Прочие работы	Всего
Осмотр	0,75	0,1	-	0,85
Малый	4,0	2,0	0,1	6,1
Средний	16,0	7,0	0,5	23,5
Капитальный	23,0	10,0	2,0	35,0

Определить число осмотров, суммарное число ремонтных единиц, трудоемкость ремонтных работ по видам, численность ремонтных рабочих, если слесари выполняют нормы выработки на 130%, станочники – на 140%,а прочие рабочие работают повременно.

Задача 3.13. На заводе установлено 650 единиц оборудования. Средняя ремонтная сложность единицы оборудования – 11,3р.е. Станки легкие и средние. Условия работы нормальные. Тип производства – серийный. Род обрабатываемого материала – конструкционные стали. Структура межремонтного цикла установленного оборудования имеет вид:

$К_1 – О_1 – М_1 – О_2 – М_2 - О_3 – С_1 – О_4 – М_3 - О_5 – М_4 – О_6 – К_2.$

Годовой эффективный фонд времени работы одного ремонтного рабочего – 1835час. Годовой эффективный фонд времени работы станка – 1800час. Режим работы – двухсменный. Нормы обслуживания на одного рабочего в смену по межремонтному обслуживанию составляют для станочников –1650р.е., для слесарей –500р.е., для прочих рабочих –3000р.е. Нормы времени для выполнения ремонтных работ на оборудовании взять из таблицы задачи 3.6.

Определить длительность межремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периодов, объем ремонтных и межремонтных работ, численность рабочих по видам для выполнения ремонтных работ и межремонтного обслуживания.

Задача 3.14. Составить график ремонта оборудования на год для группы станков производственного участка механического цеха и определить объем станочных и слесарных работ в часах по месяцам.

Исходные данные:

Перечень оборудования, дата и вид ремонта в отчетном году даны в таблице:

Инвентарный №	Вид оборудования	Модель	Вид последнего ремонта	Дата последнего ремонта
61	Токарный станок	1615М	$М_2$	IX
63	Токарный станок	1А62	$С_1$	V
64	Токарный станок	1А62	$М_2$	VII
73	Токарно-револьверный автомат	1136	К	XI
78	Токарно-револьверный автомат	1136	$М_4$	X

110	Фрезерный станок	681Г	M_1	VI
111	Фрезерный станок	610М	M_2	VIII
113	Вертикально-сверлильный станок	2125	C_2	VII
115	Зубодолбежный станок	512	M_2	XII

Потери времени на ремонт – 3,0%
Коэффициент загрузки оборудования – 0,94
Режим работы – 2 смены

Задача 3.15. Рассчитать годовой объем работ в ремонтно-механическом цехе по капитальному ремонту оборудования, если согласно графикам ремонта в данном году проводятся следующие ремонты:

Категория сложности ремонта	6	8	10	12	22	32	54
Количество ремонтов в планируемом году	15	5	18	20	3	2	1

Определить число рабочих ремонтно-механического цеха, необходимых для выполнения этих работ, если реальный годовой фонд времени одного рабочего равен 1740 часов.

Задача 3.16. На участке установлено 16 токарно-револьверных станков одной модели. Длительность межремонтного периода составляет 9 мес. В структуре межремонтного цикла, кроме капитального ремонта имеются два средних и пять малых ремонтов. При среднем и капитальном ремонтах на станке заменяют по две втулки. Длительность цикла изготовления двух втулок – 2мес.

Определить длительность межремонтного цикла.

Задача 4.1. Определить норму расхода и годовой расход спиральных сверл из быстрорежущей стали диаметром 30 мм. Норма износа сверл 30 часов; годовая программа деталей, обрабатываемых сверлами, 60 000 шт.; машинное время обработки одной детали 1,5 мин.

Задача 4.2. Определить норму износа и годовой расход гладких специальных скоб. Величина допустимого износа измерителя - 5 мк; количество промеров на 1 мк износа - 250; коэффициент ремонта – 3; коэффициент преждевременного выхода из строя – 0,08; годовая программа деталей, проверяемых измерителем - 140 000 шт.; количество измерений на одну деталь – 5; выборочность контроля – 0,1.

Задача 4.3. Определить максимальный запас резцов в ЦИС завода при месячном их расходе – 250 шт.; страховом запасе в ЦИС – 25 шт. ; периодичность пополнения запаса – 2 мес.

Задача 4.4. Определить годовую потребность завода в спиральных сверлах диаметром 18 мм. Годовой расход сверл – 1500 шт.; необходимый оборотный фонд на планируемый год – 800 шт.; фактический запас сверл на 1 октября текущего года – 400 шт.; на 1 декабря ожидается поступление партии сверл в размере 300 шт.

Задача 4.5. Определить запасы токарных резцов на рабочих местах участка механического цеха. Стойкость резцов – 2 часа; число рабочих мест, одновременно применяющих данные резцы - 3; количество резцов, одновременно применяемых на каждом многорезцовом станке – 6; резервный запас резцов на каждом рабочем месте – 2; периодичность смены резцов на рабочих местах – 4 часа.

Задача 4.6. На автоматической обработки удлинителя картера коробки передач стойкость сверла рассчитана на 200 шт. обрабатываемых деталей; количество возможных переточек сверла = 10. Определить норму расхода сверл на 1000 деталей и годовой их расход при выпуске 200 000 деталей в год.

Задача 4.7. Определить оборотный фонд инструмента в связи с переточкой, если время нахождения инструмента в переточке составляет 12 часов. Периодичность смены инструмента – 3 часа. На операции работают четыре станка с одновременной работой трех резцов.

Задача 4.8. Производственная программа цеха 2000 изделий в год; в каждом изделии 10 деталей обрабатывается режущим инструментом со следующей характеристикой:

Инструменты	Длина рабочей части в мм	Толщина слоя, снимаемого при переточке, в мм	Стойкость инструмента в час.	Машинное время обработки одной детали в час.
Обдирочные прямые резцы	35	2,5	1,3	4,0
Расточные изогнутые резцы	25	4,0	0,5	3,0
Сверла	32	5,0	0,35	2,5

Определить потребность цеха в инструментах для выполнения программы.

Задача 5.1. Суточный грузооборот двух цехов составляет 14 тонн. Маршрут пробега автокара двусторонний. Средняя скорость движения автокара по маршруту – 60м\мин. Грузоподъемность автокара – 1тонна. Расстояние между цехами –300 м. Время погрузки-разгрузки автокара в первом цехе – 16мин, во втором – 18мин. Коэффициент использования грузоподъемности автокара –0,8; коэффициент использования времени работы автокара-0,85. Режим работы автокара – двухсменный.

Определить необходимое количество автокаров и число рейсов, совершаемых ими за сутки.

Задача 5.2. Ежедневный завоз из центрального склада завода 10 т металлов в пять цехов производится автокаром грузоподъемностью 1 т. Кольцевой маршрут с затухающим грузопотоком составляет 1000м. Скорость движения электрокара – 40 м\мин. Время погрузки каждого электрокара на складе – 10 мин, разгрузки в каждом цехе – 5 мин (в среднем). Склад работает в одну смену. Коэффициент использования времени работы – 0,85; средний коэффициент использования номинальной грузоподъемности – 0,8.

Определить необходимое количество электрокаров, средний коэффициент их загрузки и число рейсов за смену.

Задача 5.3. Доставка деталей из литейного, механообрабатывающего и термического цехов в сборочный цех осуществляется электрокаром номинальной грузоподъемности 1т. Суточный грузооборот – 15т. Кольцевой маршрут движения с возрастающим грузопотоком составляет 1200 м. Скорость движения электрокара – 40м\мин. Погрузка в каждом цехе в среднем составляет 5 мин, а разгрузка в сборочном цехе – 15 мин. Режим работы цехов – двухсменный. Коэффициент использования номинальной грузоподъемности – 0,8, коэффициент использования времени работы электрокара – 0,85.

Определить необходимое количество транспортных средств, коэффициент их загрузки и число рейсов за сутки.

Задача 5.4. Электромостовой кран механосборочного цеха за смену транспортирует 28 изделий. На погрузку и разгрузку одного изделия требуется 10 мин. Кран движется со скоростью 30м\мин. Протяженность трассы крана – 80 м. Коэффициент использования фонда времени работы крана –0,9. Продолжительность рабочей смены –8час. (принять электрокран = электрокару).

Определить необходимое количество кранов и коэффициент их загрузки.

Задача 5.5. Суточный выпуск деталей на механическом участке составляет 80 шт. Каждая деталь транспортируется электромостовым краном на расстояние 75 м. Скорость движения крана – 40м\мин. На каждую деталь массой 30 кг при ее погрузке и разгрузке производится по 4 операции, каждая длительностью по 3 мин. Режим работы участка – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8час. Время, затрачиваемое на плановые ремонты, составляет 15%.

Определить время, затрачиваемое на один рейс крана и число кранов.

Задача 5.6. На горном предприятии ежемесячные межцеховые перевозки осуществляются согласно шахматной ведомости:

Получатель / Отправитель	Склад №1	Склад №2	Цех №1	Цех №2	Цех №3	Склад отходов	ИТОГО
Склад №1	-	-	5100	6000	1300	-	12400
Склад №2	-	-	-	-	-	-	-
Цех №1	-	-	-	4000	-	1000	5000
Цех №2	-	-	-	-	9000	500	9500
Цех №3	-	10 000	-	-	-	300	10300
Склад отходов	-	-	-	-	-	-	-
ИТОГО	-	10 000	5100	10 000	10 300	1800	37 200

Число рабочих дней в месяце –22. Режим работы – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8час. Транспортировка грузов из цеха №1 в цех №2 и из цеха №2 в цех №3 осуществляется на автокарах грузоподъемностью 2 т при коэффициенте использования грузоподъемности 0,8. Грузовой рейс автокара длится в среднем 28 мин. Транспортировка всех остальных грузов производится на автомашинах грузоподъемностью 5т при коэффициенте использования – 0,9. Грузовой рейс автомашины длится в среднем 23 мин.

Определить необходимое число автомашин и автокаров, число рейсов за сутки и массу груза, перевозимого за сутки тем и другим транспортом.

Задача 5.7. Сменный грузооборот механического и термического цехов составляет 10т. Маршрут движения электрокаров между цехами – маятниковый двусторонний. Расстояние между цехами –600м. Грузоподъемность электрокара – 1 т, скорость его движения – 40м\мин. Погрузка деталей в каждом цехе требует 10 мин, а разгрузка – 6мин. Продолжительность смены – 8час. Коэффициент использования грузоподъемности – 0,8, коэффициент использования фонда времени –0,9.

Определить необходимое количество электрокаров, коэффициент их загрузки и число рейсов каждого электрокара за смену.

Задача 5.8. Центральный инструментальный склад завода каждые два дня снабжает инструментом шесть цехов завода. Завоз инструментов суммарной массой 2 т производится на электрокарах, грузоподъемность каждого из которых –1 т. Маршрут движения –

кольцевой с затухающим грузопотоком протяженностью 1500м. Скорость движения электрокаров – 50м\мин. На сортировку и погрузку инструмента уходит 6 мин. Коэффициент использования грузоподъемности электрокара –0,7; коэффициент использования фонда времени работы электрокаров –0,85. Режим работы склада – односменный.

Определить необходимое количество электрокаров, коэффициент их загрузки и число рейсов.

Задача 6.1. По механическому цеху мощность установленного оборудования – 448,2 кВт; средний коэффициент полезного действия электромоторов – 0,9; средний коэффициент загрузки оборудования – 0,8 средний коэффициент одновременной работы оборудования – 0,7; коэффициент полезного действия питающей электросети – 0,96. Режим работы цеха – двухсменный по 8 час. Потери времени на плановые ремонты составляют 5%. Определить экономию силовой электроэнергии по цеху за год.

Задача 6.2. Определить потребность в осветительной электроэнергии для механического цеха, если в нем установлено 50 люминесцентных светильников, средняя мощность каждого из которых 100 Вт. Время горения светильников в сутки – 15час. Коэффициент одновременного горения светильников – 0,75. Число рабочих дней в месяце –22.

Задача 6.3. Определить расход пара на отопление здания механического цеха, имеющего объем – 8000 $м^3$. Норма расхода пара – 0,5 ккал\час на 1$м^3$ объема здания. Средняя наружная температура за отопительный период – 5^0С. Внутренняя температура в здании цеха за отопительный период поддерживается на уровне - +18^0С. отопительный период – 200 дней.

Задача 6.4. Определить потребность цеха в сжатом воздухе за месяц, если он используется на 35 станках. Среднечасовой расход сжатого воздуха на одном станке – 10 $м^3$. Коэффициент утечки сжатого воздуха – 1,5. Коэффициент использования станков во времени – 0,85, а по мощности – 0,75. Режим работы оборудования цеха – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8час. Число рабочих дней в месяце – 21. Потери времени на плановые ремонты составляют 6%.

Задача 6.5. Определить расход воды на приготовление охлаждающей эмульсии для металлорежущего инструмента за год по механическому цеху. Вода употребляется на 40 станках, средний часовой расход которой на один станок составляет 1,3л. Средний коэффициент загрузки станков –0,8. Режим работы цеха – двухсменный. Продолжительность рабочей смены –8час. Число рабочих дней в году – 255. Потери времени на плановые ремонты – 5%.

Задача 6.6. Определить потребность в осветительной электроэнергии инструментального цеха, если в нем установлено 10 люминесцентных светильников, средняя мощность каждого из которых 100 Вт. Время горения светильников в сутки – 17час. Коэффициент одновременного горения светильников –0,75. Число рабочих дней в месяце –22.

Задача 6.7. Мощность установленного оборудования в механическом цехе – 470,5 кВт; коэффициент полезного действия электромоторов –0,9; коэффициент загрузки оборудования – 0,85; коэффициент одновременной работы оборудования –0,75; коэффициент полезного действия питающей электросети –0,96. Режим работы цеха –двухсменный по 8час. Число рабочих дней в году –254. Потери времени на плановый ремонт- 5%. Определить годовую потребность цеха в силовой электроэнергии.

Задача 6.8. Определить расход пара на отопление здания заготовительного цеха. Объем здания – 8700м^3. Норма расхода пара –0,5 ккал\час на 1 м^3 объема здания. Средняя наружная температура за отопительный период = -7^{0}С. Внутренняя температура в здании цеха = +15^{0}С. Продолжительность отопительного сезона –200 дней.

Задача 6.9. Определить потребность участка в сжатом воздухе, если он используется на 12 станках, Среднечасовой расход сжатого воздуха на одном станке – 10 м^3. Коэффициент использования станков во времени –0,8, а по мощности –0,75. Режим работы оборудования – двухсменный. Продолжительность рабочей смены - 8 часов. Число рабочих дней в месяце – 21. Потери времени на плановый ремонт –6%.

Задача 7.1. Завод потребляет в год 60 т листового свинца (плотность 11,4 кг\дм^2), который поступает на завод через каждые 2 месяца. Гарантийный запас свинца – 20 дней. Склад работает 255 дней в году. Листы свинца хранятся на полочных стеллажах 1,8х1,5м и высотой 2м. Коэффициент заполнения стеллажей по объему – 0,5. допустимая масса груза на 1 м^2 площади пола – 2 тонны.

Определить необходимую общую площадь склада, если коэффициент ее использования равен 0,7.

Задача 7.2. Годовой расход черных металлов на заводе составляет 500 тонн. Металл поступает периодически в течение года шесть раз. Страховой запас равен 15 дням. Склад работает 260 дней в году. Хранение металла на складе – напольное. Допустимая масса груза на 1 м^2 площади пола – 2 тонны.

Определить необходимую общую площадь склада, если коэффициент ее использования равен 0,7.

Задача 7.3. Токарные резцы хранятся на инструментальном складе в клеточных стеллажах. Размеры двухстороннего стеллажа 1,2х4м, высота – 2м. Годовой расход резцов достигает 100 тыс.шт. Средние размеры токарного резца 30х30мм длиной 250мм при плотности стали 8 г\см^3. Инструмент поступает ежеквартально партиями со специализированного завода. Страховой запас – 20дней. Коэффициент заполнения стеллажей по объему равен 0,3. Вспомогательная площадь составляет 50% общей площади склада. Склад работает 250 дней в году. Допустимая масса груза на 1 м^2 площади пола – 2тонны.

Определить необходимую складскую площадь для хранения токарных резцов.

Задача 7.4. Годовой расход листовой стали на заводе составляет 380 тонн. Сталь поступает на завод ежеквартально партиями и хранится на центральном складе. Страховой запас предусмотрен в размере 15-дневной потребности. Стальные листы плотностью 7,8 кг\дм^3 хранятся на полочных стеллажах размером 1,8х1,5м, высотой 2м. Объем стеллажей используется на 655.

Определить расчетное и принятое количество стеллажей, если склад работает 260 дней в году, а допустимая нагрузка на 1 м^2 пола составляет 2 тонны.

Задача 7.5. В центральном инструментальном складе строгальные резцы хранятся на клеточных двухсторонних стеллажах размером 1,2х4м и высотой 1,8м. Средние размеры резца – 35х35мм, длина –300мм. Плотность материала резца – 7,8 г\см^3. Годовой расход резцов - 50 тыс.шт. Инструментальный склад снабжается резцами ежеквартально. Гарантийный запас инструмента составляет 15 дней. Коэффициент заполнения стеллажей по объему – 0,4. Склад работает 260 дней в году. Допустимая масса груза на 1 м^2 площади пола – 1,8 тонны.

Определить необходимую площадь для хранения строгальных резцов, если вспомогательные площади составляют 40% общей площади.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ

Определить норму времени на изготовление изделия А и норму выработки за смену. За 8-часовую смену изготовлено 22 изделия, а норма выработки выполнена на 110%.

Решение:

Норма выработки представляет собой установленный объем работы (количество единиц продукции), которую один или группа работников (в частности, бригада) соответствующей квалификации обязаны выполнить (изготовить, перевезти и т. д.) в единицу рабочего времени в определенных организационно-технических и природно-климатических условиях. Измеряется в натуральных единицах и является величиной обратно пропорциональной норме времени.

Норма выработки в данном случае рассчитывается, исходя из того, что фактически изготовлено 22 изделия, а норма при этом перевыполнена на 10%, т.е., как сказано в условии, выполнена на 110%. Следовательно, норма выработки за смену составляет:

Нвыр=22/1,10=20 изделий.

Норма времени – регламентированная величина затрат рабочего времени, установленная для изготовления единицы продукции, выполнения конкретной работы (ее части) одним или группой работников (бригадой) соответствующей квалификации в определенных организационно-технических и природно-климатических условиях.

Норма времени на изготовление изделия А рассчитывается, исходя из того, что в течение смены длительностью 8 часов по норме должно быть изготовлено 20 изделий. Следовательно, норма времени на изготовление изделия А составляет:

Нвр=8*60/20=24 мин.

Вывод: норма времени на изготовление изделия А составляет 24 мин., а норма выработки за смену – 20 изделий.

Задача (расчет нормы времени и нормы выработки)

Рассчитать размер нормы штучного (Тшт) и штучно-калькуляционного (Тшк) времени и норму выработки (Нв) в условиях серийного типа производства, если оперативное время – 12 мин., норматив времени на отдых – 4% от оперативного времени, а норматив времени на обслуживание рабочего времени – 6%, подготовительно-заключительное время – 20 мин., количество деталей в партии – 40 шт.

Решение:

Норма штучного времени рассчитывается по формуле:

Тшт=Топ*(1+К/100),

где Топ=12 мин. – оперативное время;

К=4+6=10% – норматив времени на отдых, личные надобности и обслуживание рабочего места.

Тшт=12*(1+10/100)=13,2 мин.

Норма штучно-калькуляционного времени рассчитывается по формуле:

Тшк=Тшт+Тпз/n,

где Тпз - время на подготовительно-заключительную работу;

n – количество деталей в партии.

Тшк=13,2+20/40=13,7 мин.

Норма выработки за 8-часовую смену составляет (480 мин.):

Нв=480/13,7=35 шт.

Таким образом, норма штучного времени составляет 13,2 мин., норма штучно-калькуляционного времени – 13,7 мин., норма выработки – 35 изделий за смену.

Задача (расчет нормы нагрузки на нормировщика)

Рассчитать норму нагрузки (по численности рабочих-сдельщиков) для нормировщика производственных цехов, если общая трудоемкость функции нормирования составляет 1040 чел.-часов, численность рабочих-сдельщиков – 1200 чел., фонд рабочего времени за месяц – 173 часов. По норме нагрузки определить необходимую численность нормировщиков.

Решение:

Зная общую трудоемкость функции нормирования (1040 чел.-часов) и фонд рабочего времени нормировщика в течение месяца составляет 173 часа, определяем необходимое число нормировщиков:

Чн=1040/173=6 человек.

Эта 6 нормировщиков должны выполнять свои функции относительно 1200 рабочих-сдельщиков. Следовательно, норма нагрузки на одного нормировщика по численности рабочих-сдельщиков составляет:

Нн=1200/6=200 рабочих-сдельщиков на одного нормировщика.

Задача о непрерывном хронометраже операций

При непрерывном хронометраже операции в карте записано следующее текущее время (с.): 15, 40, 54, 69, 93, 137, 184. Определить продолжительность каждого из семи элементов и всей операции в целом.

Решение:

Продолжительность всей операции в целом составляет 184 с.

Продолжительность 1-го элемента операции составляет: 15-0=15 с.

Продолжительность 2-го элемента операции составляет: 40-15=25 с.

Продолжительность 3-го элемента операции составляет: 54-40=14 с.

Продолжительность 4-го элемента операции составляет: 69-54=15 с.

Продолжительность 5-го элемента операции составляет: 93-69=24 с.

Продолжительность 6-го элемента операции составляет: 137-93=44 с.

Продолжительность 7-го элемента операции составляет: 184-137=47 с.

Осуществляем проверку:

15+25+14+15+24+44+47=184 с.

Задача на расчет комплексной нормы выработки

Рассчитать комплексную норму времени и аккордное задание для бригады численностью в 10 чел. при следующих объемах работ и пооперационных нормах времени (табл.). Продолжительность рабочего дня – 8 часов. Плановый процент выполнения норм выработки – 109. Срок выполнения задания определить в рабочих днях.

Исходные данные:

Операция	Единица измерения	Объем работ	Норма времени на единицу, чел.-час.
Подготовка рабочего места	чел.-час.	10	1,00
Разгрузка материалов и комплектующих изделий вручную	т	150	0,59
Подготовка металлоконструкций к монтажу	т	140	0,95
Монтаж металлоконструкций	т	140	2,40
Электродуговая сварка	пог. м	1500	0,25
Окраска металлоконструкций	кв. м	20	0,35
Уборка приспособлений и отходов	чел.-час.	6	1,00

Решение:

Комплексные нормы времени рассчитываются на единицу конечной продукции или работы путем суммирования поэлементных норм на операции, входящие в комплекс. Они служат основой для планирования и стимулирования бригадного труда при его оплате за конечный результат.

Расчет комплексной нормы производится в форме таблицы-калькуляции:

Операция	Единица измерения	Объем работ	Норма времени на единицу, чел.-час.	Норма времени на конечный измеритель, чел.-час.
Подготовка рабочего места	чел.-час.	10	1,00	10,0
Разгрузка материалов и комплектующих изделий вручную	т	150	0,59	88,5
Подготовка металлоконструкций к монтажу	т	140	0,95	133,0
Монтаж металлоконструкций	т	140	2,40	336,0
Электродуговая сварка	пог. м	1500	0,25	375,0
Окраска металлоконструкций	кв. м	20	0,35	7,0
Уборка приспособлений и отходов	чел.-час.	6	1,00	6,0
Итого				955,5

Комплексная нормы времени (КНВ) для бригады численностью 10 человек составляет: 955,5/10=95,55 часов.

Аккордное задание для бригады – монтаж и окраска металлоконструкций общей трудоемкостью 955,5 чел.-часов.

Срок выполнения аккордного задания рассчитывается по формуле:

Т=КНВ/(Трд*Квып),

где Трд – продолжительность рабочего дня;

Квып – коэффициент выполнения норм выработки.

Т=95,55/(8*1,09)=11 дней.

Задача на расчет нормы обслуживания

Норма обслуживания наладчика автоматического оборудования – 12 единиц в смену. Определить плановую среднесписочную численность наладчиков на горном предприятии с работой в 2 смены, номинальным фондом рабочего времени - 260 смен, реальным – 232 смены в год. Число единиц обслуживаемого оборудования – 360 единиц.

Решение:

Норма численности при обслуживании одним работником нескольких единиц оборудования рассчитывается по формуле:

а) в смену:

Нчсм=М/Нобсл=360/12=30 чел.,

где М – количество единиц обслуживаемого оборудования;

Нобсл – норма обслуживания;

б) на сутки:

Нчсут=М*Ксм/Нобсл=360*2/12=60 чел.,

Ксм – коэффициент сменности работы оборудования (число смены работы в течение суток);

в) плановая (списочная):

Нчсп=(М/Нобсл)*(Фн/Фр)=(360/12)*(260/232)=34 чел.,

Фн и Фр – номинальный и реальный фонд рабочего времени на одного работника в год по плану.

Задача на расчет нормы численности мастеров

Определить численность мастеров на участках цеха машиностроительного завода на основе следующих данных:

Численность рабочих в базовом году на заготовительном участке – 50 чел.

Численность рабочих в базовом году на участке механической обработки – 110 чел.

Численность рабочих в базовом году на складском участке – 85 чел.

Рост объема производства в текущем году – 20.

Рост производительности труда в текущем году – 5.

Норма управляемости на заготовительном участке – 28 чел.

Норма управляемости на участке механической обработки – 25 чел.

Норма управляемости на сборочном участке – 19 чел.

Решение:

Рассчитываем численность рабочих в текущем году на каждом участке, исходя из того, что их численность в базовом году должна быть скорректирована на уровень роста объема производства и уровень роста производительности труда. При этом рост объема производства способствует увеличению численности рабочих, а рост производительности труда – ее сокращению.

Таким образом, ***численность рабочих*** в текущем году составляет:

на заготовительном участке:

Чз=50*1,20/1,05=58 чел.;

на участке механической обработки:

Чм=110*1,20/1,05=126 чел.;

на сборочном участке:

Чс=85*1,20/1,05=98 чел.

Нома управляемости показывает количество рабочих, которые могут находиться в подчинении одного мастера. Исходя из приведенных в условии норм управляемости в разрезе цехов, соответственно определяем ***численность мастеров***:

на заготовительном участке:

Мз=58/28=2 чел.;

на участке механической обработки:

Мм=126/25=5 чел.;

на сборочном участке:

Мс=98/19=5 чел.

Рассчитанная численность работников округлена до ближайшего целого числа.

Общая численность мастеров в цехах машиностроительного завода составляет:

М=Мз+Мм+Мс=2+5+5=12 чел.

Задача на расчет стойкости хроноряда и расчет нормы времени

После проведения и обработки хронометражных наблюдений за обработкой детали на строгальном станке получены следующие хроноряда (в минутах):

- установка заготовок вручную - 0,7; 1,2; 0,9; 2,6; 0,8; 1,6;
- управление станком (пуск) - 0,2; 0,3; 0,4; 0,25; 0,7; 0,3;
- строганная обработка - 3,5; 4,1; 3,8; 4,4; 3,7;
- остановка станка и снятие заготовки - 0,5; 0,6; 0,4; 0,5; 0,7; 0,4

Нормативные коэффициенты устойчивости: для 1-го хроноряда - 3,0, для 2-го хроноряда - 2,0, для 3-го хроноряда - 2,5, для 4-го хроноряда - 2,0

Определить коэффициент устойчивости хроноряда, при необходимости пренебречь экстремальными значениями; рассчитать норму оперативного времени на всю операцию

Решение:

1 Определяем коэффициент устойчивости для 1-го хроноряда

(при Кнорм = 3,0):

$$K_{ст}^{1}=\frac{\max}{\min}=\frac{2,5}{0,7}=3,6>K_{норм}.$$

Поскольку значение коэффициента выше норматива, тогда упускаем tmax и получаем:

$$K_{ст}^{1}=\frac{1,6}{0,7}=2,3<3.$$

Итак, хроноряд устойчив

2 Рассчитываем норму оперативного времени на установку заготовки вручную

$$\overline{t_1}=\frac{0,7+1,2+0,9+0,8+1,6}{6}=1,04\ \text{хв.}$$

3 Определяем коэффициент устойчивости для 2-го хроноряда (при Кнорм = 2,0)

$$K_{ст}^{2}=\frac{0,7}{0,2}=3,5>K_{норм}.$$

Как и в первом случае, значение коэффициента выше норматива требует устранения t, тогда:

$$K_{ст}^{2}=\frac{0,4}{0,2}=2=K_{норм}.$$

Итак, хроноряд устойчив

4 Рассчитываем норму оперативного времени на управление станком:

$$\overline{t_2}=\frac{0,2+0,3+0,4+0,25+0,3}{6}=0,29\ \text{хв.}$$

5 Определяем коэффициент устойчивости для 3-го хроноряда (при Кнорм = 2,5):

$$K_{ст}^{3}=\frac{4,4}{3,5}=1,3>K_{норм}.$$

Итак, хроноряд устойчив

6 Рассчитываем норму оперативного времени на строганых обработку:

$$\overline{t_3}=\frac{3,5+4,1+3,8+3,6+4,4+3,7}{6}=3,85\ \text{хв.}$$

7 Определяем коэффициент устойчивости для 4-го хроноряда (при Кнорм = 2,0):

$$K_{ст}^{4}=\frac{0,7}{0,4}=1,8>K_{норм}.$$

Итак, хроноряд устойчив

8 Рассчитываем норму оперативного времени на строганых обработку:

$$\overline{t_4}=\frac{0,5+0,6+0,4+0,5+0,7+0,4}{6}=0,52\ \text{хв.}$$

9 Рассчитываем норму оперативного времени на всю операцию в целом:

$$H_{оп.ч}=\sum\overline{t}=1,04+0,29+3,85+0,52=5,7\ \text{хв.}$$

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *экзамену* по дисциплине «*Организация и планирование горных работ*» 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 «*Организация и планирование горных работ*».

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 *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 *экзамене* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *экзамену* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
«Подземная разработка пластовых месторождений»

квалификация выпускника: **специалист**

Автор: Перегон И.В., Дроздова И.В.

Одобрена на заседании кафедры

Экономики и менеджмента
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 04.03.2019
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)

Екатеринбург
2019

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для студентов специалистов по направлению подготовки 21.05.04 – «Горное дело» при организации самостоятельной работы по дисциплине «Анализ хозяйственной деятельности предприятия» в рамках подготовки и защиты контрольной работы.

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки контрольной работы в виде реферата, требования к его оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

Общая характеристика реферата

Написание реферата практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью реферата студент может глубже постигать наиболее сложные проблемы дисциплины, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

В «Толковом словаре русского языка» дается следующее определение: «**реферат** – краткое изложение содержания книги, статьи, исследования, а также доклад с таким изложением».

Различают два вида реферата:

- *репродуктивный* – воспроизводит содержание первичного текста в форме реферата-конспекта или реферата-резюме. В реферате-конспекте содержится фактическая информация в обобщённом виде, иллюстрированный материал, различные сведения о методах исследования, результатах исследования и возможностях их применения. В реферате-резюме содержатся только основные положения данной темы;
- *продуктивный* – содержит творческое или критическое осмысление реферируемого источника и оформляются в форме реферата-доклада или реферата-обзора. В реферате-докладе, наряду с анализом информации первоисточника, дается объективная оценка проблемы, и он имеет развёрнутый характер. Реферат-обзор составляется на основе нескольких источников и в нем сопоставляются различные точки зрения по исследуемой проблеме.

Студент для изложения материала должен выбрать продуктивный вид реферата.

Выбор темы реферата

Студенту предоставляется право выбора темы реферата из рекомендованного преподавателем дисциплины списка. Выбор темы должен быть осознанным и обоснованным с точки зрения познавательных интересов автора, а также полноты освещения темы в имеющейся научной литературе.

Если интересующая тема отсутствует в рекомендованном списке, то по согласованию с преподавателем студенту предоставляется право самостоятельно предложить тему реферата, раскрывающую содержание изучаемой дисциплины. Тема не должна быть слишком общей и глобальной, так как небольшой объем работы (до 20-25 страниц без учёта приложений) не позволит раскрыть ее.

Начинать знакомство с избранной темой лучше всего с чтения обобщающих работ по данной проблеме, постепенно переходя к узкоспециальной литературе. При этом

следует сразу же составлять библиографические выходные данные используемых источников (автор, название, место и год издания, издательство, страницы).

На основе анализа прочитанного и просмотренного материала по данной теме следует составить тезисы по основным смысловым блокам, с пометками, собственными суждениями и оценками. Предварительно подобранный в литературных источниках материал может превышать необходимый объем реферата.

Формулирование цели и составление плана реферата

Выбрав тему реферата и изучив литературу, необходимо сформулировать цель работы и составить план реферата.

Цель – это осознаваемый образ предвосхищаемого результата. Возможно, формулировка цели в ходе работы будет меняться, но изначально следует ее обозначить, чтобы ориентироваться на нее в ходе исследования. Формулирование цели реферата рекомендуется осуществлять при помощи глаголов: исследовать, изучить, проанализировать, систематизировать, осветить, изложить (представления, сведения), создать, рассмотреть, обобщить и т. д.

Определяясь с целью дальнейшей работы, параллельно необходимо думать над составлением плана, при этом четко соотносить цель и план работы. Правильно построенный план помогает систематизировать материал и обеспечить последовательность его изложения.

Наиболее традиционной является следующая **структура реферата**:

Титульный лист.

Оглавление (план, содержание).

Введение.

1. (полное наименование главы).
   1.1. (полное название параграфа, пункта);
   1.2. (полное название параграфа, пункта).
2. (полное наименование главы).
   2.1. (полное название параграфа, пункта);
   2.2. (полное название параграфа, пункта).

Заключение (выводы).

} Основная часть

Библиография (список использованной литературы).

Приложения (по усмотрению автора).

Титульный лист оформляется в соответствии с Приложением.

Оглавление (план, содержание) включает названия всех глав и параграфов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие их начало в тексте реферата.

Введение. В этой части реферата обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цель и задачи работы, указываются используемые материалы и дается их краткая характеристика с точки зрения полноты освещения избранной темы. Объем введения не должен превышать 1-1,5 страницы.

Основная часть реферата может быть представлена двумя или тремя главами, которые могут включать 2-3 параграфа (пункта).

Здесь достаточно полно и логично излагаются главные положения в используемых источниках, раскрываются все пункты плана с сохранением связи между ними и последовательности перехода от одного к другому.

Автор должен следить за тем, чтобы изложение материала точно соответствовало цели и названию главы (параграфа). Материал в реферате рекомендуется излагать своими словами, не допуская дословного переписывания из литературных источников. В тексте обязательны ссылки на первоисточники, т. е. на тех авторов, у которых взят данный материал в виде мысли, идеи, вывода, числовых данных, таблиц, графиков, иллюстраций и пр.

Работа должна быть написана грамотным литературным языком. Сокращение слов в тексте не допускается, кроме общеизвестных сокращений и аббревиатуры. Каждый раздел рекомендуется заканчивать кратким выводом.

Заключение (выводы). В этой части обобщается изложенный в основной части материал, формулируются общие выводы, указывается, что нового лично для себя вынес автор реферата из работы над ним. Выводы делаются с учетом опубликованных в литературе различных точек зрения по проблеме, рассматриваемой в реферате, сопоставления их и личного мнения автора реферата. Заключение по объему не должно превышать 1,5-2 страниц.

Библиография (список использованной литературы) – здесь указывается реально использованная для написания реферата литература, периодические издания и электронные источники информации. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

Приложения могут включать графики, таблицы, расчеты.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Общие требования к оформлению реферата

Рефераты, как правило, требуют изучения и анализа значительного объема статистического материала, формул, графиков и т. п. В силу этого особое значение приобретает правильное оформление результатов проделанной работы.

Текст реферата должен быть подготовлен в печатном виде. Исправления и помарки не допускаются. Текст работы оформляется на листах формата А4, на одной стороне листа, с полями: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, правое – 15 мм и нижнее – 25 мм. При компьютерном наборе шрифт должен быть таким: тип шрифта Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5.

Рекомендуемый объем реферата – не менее 20 страниц. Титульный лист реферата оформляется студентом по образцу, данному в приложении 1.

Текст реферата должен быть разбит на разделы: главы, параграфы и т. д. Очередной раздел нужно начинать с нового листа.

Все страницы реферата должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится.

Таблицы

Таблицы по содержанию делятся на аналитические и неаналитические. Аналитические таблицы являются результатом обработки и анализа цифровых показателей. Как правило, после таких таблиц делается обобщение, которое вводится в текст словами: «таблица позволяет сделать вывод о том, что…», «таблица позволяет заключить, что…» и т. п.

В неаналитических таблицах обычно помещаются необработанные статистические данные, необходимые лишь для информации и констатации фактов.

Таблицы размещают после первого упоминания о них в тексте таким образом, чтобы их можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Каждая таблица должна иметь нумерационный и тематический заголовок. Тематический заголовок располагается по центру таблицы, после нумерационного, размещённого в правой стороне листа и включающего надпись «Таблица» с указанием арабскими цифрами номера таблицы. Нумерация таблиц сквозная в пределах каждой главы. Номер таблицы состоит из двух цифр: первая указывает на номер главы, вторая – на номер таблицы в главе по порядку (например: «Таблица 2.2» – это значит, что представленная таблица вторая во второй главе).

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе количество десятичных знаков должно быть одинаковым. Если данные отсутствуют, то в графах ставят знак тире. Округление числовых значений величин до первого, второго и т. д. десятичного знака для различных значений одного и того же наименования показателя должно быть одинаковым.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу, при этом заголовок таблицы помещают только над ее первой частью, а над переносимой частью пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы». Если в работе несколько таблиц, то после слов «Продолжение» или «Окончание» указывают номер таблицы, а само слово «таблица» пишут сокращенно, например: «Продолжение табл. 1.1», «Окончание табл. 1.1».

На все таблицы в тексте реферата должны быть даны ссылки с указанием их порядкового номера, например: «…в табл. 2.2».

Формулы

Формулы – это комбинации математических знаков, выражающие какие-либо предложения.

Формулы, приводимые в реферате, должны быть наглядными, а обозначения, применяемые в них, соответствовать стандартам.

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой, в той последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента дается с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия после него.

Формулы и уравнения следует выделять из текста свободными строками. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знака (+), минус (–), умножения (х) и деления (:).

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах всей курсовой работы (реферата) или главы. В пределах реферата используют нумерацию формул одинарную, в пределах главы – двойную. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

В тексте ссылки на формулы приводятся с указанием их порядковых номеров, например: «…в формуле (2.2)» (второй формуле второй главы).

Иллюстрации

Иллюстрации позволяют наглядно представить явление или предмет такими, какими мы их зрительно воспринимаем, но без лишних деталей и подробностей.

Основными видами иллюстраций являются схемы, диаграммы и графики.

Схема – это изображение, передающее обычно с помощью условных обозначений и без соблюдения масштаба основную идею какого-либо устройства, предмета, сооружения или процесса и показывающее взаимосвязь их главных элементов.

Диаграмма – один из способов изображения зависимости между величинами. Наибольшее распространение получили линейные, столбиковые и секторные диаграммы.

Для построения линейных диаграмм используется координатное поле. По горизонтальной оси в изображенном масштабе откладывается время или факториальные признаки, на вертикальной – показатели на определенный момент (период) времени или размеры результативного независимого признака. Вершины ординат соединяются отрезками – в результате получается ломаная линия.

На столбиковых диаграммах данные изображаются в виде прямоугольников (столбиков) одинаковой ширины, расположенных вертикально или горизонтально. Длина (высота) прямоугольников пропорциональна изображенным ими величинам.

Секторная диаграмма представляет собой круг, разделенный на секторы, величины которых пропорциональны величинам частей изображаемого явления.

График – это результат обработки числовых данных. Он представляет собой условные изображения величин и их соотношений через геометрические фигуры, точки и линии.

Количество иллюстраций в работе должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Иллюстрации обозначаются словом «Рис.» и располагаются после первой ссылки на них в тексте так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации должны иметь номер и наименование, расположенные по центру, под ней. Иллюстрации нумеруются в пределах главы арабскими цифрами, например: «Рис. 1.1» (первый рисунок первой главы). Ссылки на иллюстрации в тексте реферата приводят с указанием их порядкового номера, например: «…на рис. 1.1».

При необходимости иллюстрации снабжаются поясняющими данными (подрисуночный текст).

Приложения

Приложение – это часть основного текста, которая имеет дополнительное (обычно справочное) значение, но, тем не менее, необходима для более полного освещения темы. По форме они могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты. В приложении помещают вспомогательные материалы по рассматриваемой теме: инструкции, методики, положения, результаты промежуточных расчетов, типовые проекты, имеющие значительный объем, затрудняющий чтение и целостное восприятие текста. В этом случае в тексте приводятся основные выводы (результаты) и делается ссылка на приложение, содержащее соответствующую информацию. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы. В правом верхнем углу листа пишут слово «Приложение» и указывают номер приложения. Если в реферате больше одного приложения, их нумеруют последовательно арабскими цифрами, например: «Приложение 1», «Приложение 2» и т. д.

Каждое приложение должно иметь заголовок, который помещают ниже слова «Приложение» над текстом приложения, по центру.

При ссылке на приложение в тексте реферата пишут сокращенно строчными буквами «прил.» и указывают номер приложения, например: «…в прил. 1».

Приложения оформляются как продолжение текстовой части реферата со сквозной нумерацией листов. Число страниц в приложении не лимитируется и не включается в общий объем страниц реферата.

Библиографический список

Библиографический список должен содержать перечень и описание только тех источников, которые были использованы при написании реферата.

В библиографическом списке должны быть представлены монографические издания отечественных и зарубежных авторов, материалы профессиональной периодической печати (экономических журналов, газет и еженедельников), законодательные и др. нормативно-правовые акты. При составлении списка необходимо обратить внимание на достижение оптимального соотношения между монографическими изданиями, характеризующими глубину теоретической подготовки автора, и периодикой, демонстрирующей владение современными экономическими данными.

Наиболее распространенным способом расположения наименований литературных источников является алфавитный. Работы одного автора перечисляются в алфавитном порядке их названий. Исследования на иностранных языках помещаются в порядке латинского алфавита после исследований на русском языке.

Ниже приводятся примеры библиографических описаний использованных источников.

Статья одного, двух или трех авторов из журнала

Зотова Л. А., Еременко О. В. Инновации как объект государственного регулирования // Экономист. 2010. № 7. С. 17–19.

Статья из журнала, написанная более чем тремя авторами

Валютный курс и экономический рост / С. Ф. Алексашенко, А. А. Клепач, О. Ю. Осипова [и др.] // Вопросы экономики. 2010. № 8. С. 18–22.

Книга, написанная одним, двумя или тремя авторами

Савицкая Г.В. Комплексный анализ хозяйственной деятельности предприятия учебник/ Г.В. Савицкая. -7-е изд., перераб. и доп.- М.:Инфра-М,2016.– 608 с.

Книга, написанная более чем тремя авторами

Экономическая теория: учебник / В. Д. Камаев [и др.]. М.: ВЛАДОС, 2011. 143 с.

Сборники

Актуальные проблемы экономики и управления: сборник научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. 146 с.

Статья из сборника

Данилов А. Г. Система ценообразования промышленного предприятия // Актуальные проблемы экономики и управления: сб. научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. С. 107–113.

Статья из газеты

Крашаков А. С. Будет ли обвал рубля // Аргументы и факты. 2011. № 9. С. 3.

Библиографические ссылки

Библиографические ссылки требуется приводить при цитировании, заимствовании материалов из других источников, упоминании или анализе работ того или иного автора, а также при необходимости адресовать читателя к трудам, в которых рассматривался данный вопрос.

Ссылки должны быть затекстовыми, с указанием номера соответствующего источника (на который автор ссылается в работе) в соответствии с библиографическим списком и соответствующей страницы.

Пример оформления затекстовой ссылки

Ссылка в тексте: «Под трансакцией понимается обмен какими-либо благами, услугами или информацией между двумя агентами» [10, С. 176].

В списке использованных источников:

10. *Сухарев О. С.* Институциональная экономика: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры /О.С. Сухарев. М.: Издательство Юрайт, 2016. 501 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РЕФЕРАТА

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления (план-конспект).

Порядок защиты реферата.

1.Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.

2.Ответы студента на вопросы преподавателя.

3.Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.

Советы студенту:

- Готовясь к защите реферата, вы должны вспомнить материал максимально подробно, и это должно найти отражение в схеме вашего ответа. Но тут же необходимо выделить главное, что наиболее важно для понимания материала в целом, иначе вы сможете проговорить все 15-20 минут и не раскрыть существа вопроса. Особенно строго следует отбирать примеры и иллюстрации.

- Вступление должно быть очень кратким – 1-2 фразы (если вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).
- Целесообразнее вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.
- Рассказывать будет легче, если вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этого раздела, и что при этом вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.
- Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.
- Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.
- Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.
- Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. И уж ни в коем случае его не перебивайте!
- Не бойтесь дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь вам или сэкономить время. Если вас прервали, а при оценке ставят в вину пропуск важной части материала, не возмущайтесь, а покажите план своего ответа, где эта часть стоит несколько позже того, на чем вы были прерваны.
- Прежде чем отвечать на дополнительный вопрос, необходимо сначала правильно его понять. Для этого нужно хотя бы немного подумать, иногда переспросить, уточнить: правильно ли вы поняли поставленный вопрос. И при ответе следует соблюдать тот же принцип экономности мышления, а не высказывать без разбора все, что вы можете сказать.
- Будьте доброжелательны и тактичны, даже если к ответу вы не готовы (это вина не преподавателя, а ваша).

ТЕМЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1 (РЕФЕРАТА)

1. Экономический анализ как специальная отрасль экономических знаний и вид практической деятельности.
2. Предмет, цель и задачи экономического анализа хозяйственной деятельности горнодобывающего предприятия.
3. Хозяйственные процессы как предметная область проведения экономического анализа.
4. Информационное обеспечение анализа хозяйственной деятельности предприятия.
5. Организация проведения анализа хозяйственной деятельности предприятий, занятых в сфере недропользования.
6. Назначение и этапы проведения анализа объема добычи продукции горнодобывающими предприятиями.
7. Назначение и этапы проведения анализа реализации продукции горнодобывающих предприятий.
8. Этапы формирования разделов производственной программы.
9. Анализ технико-организационного уровня и других условий производства.
10. Анализ технической оснащенности производства.
11. Анализ и оценка уровня организации производства и управления горнодобывающим предприятием.
12. Назначение и показатели анализа социально развития

горнодобывающего предприятия.

ТЕМЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 2 (РЕФЕРАТА)

1. Анализ состава и структуры основных фондов горнодобывающего предприятия.
2. Система показателей, характеризующих использование основных фондов горнодобывающим предприятием.
3. Сущность и методика проведения факторного анализа хозяйственной деятельности предприятия.
4. Характеристика трудовых ресурсов горнодобывающего предприятия.
5. Анализ качественных показателей использования трудовых ресурсов горнодобывающего предприятия.
6. Анализ количественных показателей использования трудовых ресурсов горнодобывающего предприятия.
7. Анализ структуры оплаты труда на горнодобывающих предприятиях и ее взаимосвязь с производительностью труда.
8. Анализ материалоемкости добычи полезных ископаемых.
9. Анализ сметы затрат добычи полезных ископаемых.
10. Анализ калькуляции добычи полезных ископаемых.
11. Факторный анализ себестоимости добычи полезных ископаемых.
12. Система финансовых результатов деятельности горнодобывающего предприятия.
13. Факторный анализ различных видов прибыли горнодобывающего предприятия.
14. Факторный анализ рентабельности горнодобывающего предприятия.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

Проверяемые компетенции: ПСК-1.4

Знать:

- знать назначение и задачи хозяйственного анализа предприятия;
- виды хозяйственного анализа и этапы его проведения;
- основные принципы и методику проведения анализа производственных результатов, технического и социального развития предприятия;
- основные принципы и методику проведения анализа состояния и эффективности использования основных средств;
- основные принципы и методику проведения анализа эффективности использования трудовых и материальных ресурсов;
- основные принципы и методику проведения анализа затрат на производство и реализацию продукции и оценку эффективности деятельности предприятия;
- основные принципы и методику проведения диагностики финансового состояния предприятия и его производственного потенциала

Уметь:

- использовать внешние и внутренние источники информации для проведения хозяйственного анализа;
- производить расчеты и анализировать основные экономические показатели, характеризующие хозяйственную деятельность предприятия, в частности ведущего горные работы;

- обобщать результаты аналитической работы и подготавливать решения по внедрению передовых методов и форм организации производства и труда

Владеть:

- основными методами и приемами хозяйственного анализа;
- способностью выбирать высокопроизводительные технические средства и технологию горных работ в целях повышения эффективности производства

Критерии оценивания:

достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);

уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо основной образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);

культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);

культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);

знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;

степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всестороннее раскрытие темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);

качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);

использование профессиональной терминологии;

использование литературных источников.

Правила оценивания:

Каждый показатель оценивается в 1 балл

Критерии оценки:

9-10 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

7-8 баллов (70-89%) - оценка «хорошо»

5-6 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0-4 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно»

Приложение

Образец оформления титульного листа контрольной работы (реферата)

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

Горно-технологический факультет

Кафедра горного дела

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА (РЕФЕРАТ)

по дисциплине
«Анализ хозяйственной деятельности предприятия»

на тему:

Предмет, цель и задачи экономического анализа хозяйственной деятельности горнодобывающего предприятия.

Руководитель:
Перегон И.В..
Студент гр. РПМ-16
Ковалев Михаил Александрович

Екатеринбург – 2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

АУДИТ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
«Подземная разработка пластовых месторождений»

квалификация выпускника: **специалист**

Автор: Перегон И.В., Дроздова И.В.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Экономики и менеджмента	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Мочалова Л.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 04.03.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для студентов специалистов по направлению подготовки 21.05.04 – «Горное дело» при организации самостоятельной работы по дисциплине «Аудит горных предприятий» в рамках подготовки и защиты контрольной работы.

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки контрольной работы в виде реферата, требования к его оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

Общая характеристика реферата

Написание реферата практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью реферата студент может глубже постигать наиболее сложные проблемы дисциплины, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

В «Толковом словаре русского языка» дается следующее определение: «**реферат** – краткое изложение содержания книги, статьи, исследования, а также доклад с таким изложением».

Различают два вида реферата:

- *репродуктивный* – воспроизводит содержание первичного текста в форме реферата-конспекта или реферата-резюме. В реферате-конспекте содержится фактическая информация в обобщённом виде, иллюстрированный материал, различные сведения о методах исследования, результатах исследования и возможностях их применения. В реферате-резюме содержатся только основные положения данной темы;
- *продуктивный* – содержит творческое или критическое осмысление реферируемого источника и оформляются в форме реферата-доклада или реферата-обзора. В реферате-докладе, наряду с анализом информации первоисточника, дается объективная оценка проблемы, и он имеет развёрнутый характер. Реферат-обзор составляется на основе нескольких источников и в нем сопоставляются различные точки зрения по исследуемой проблеме.

Студент для изложения материала должен выбрать продуктивный вид реферата.

Выбор темы реферата

Студенту предоставляется право выбора темы реферата из рекомендованного преподавателем дисциплины списка. Выбор темы должен быть осознанным и обоснованным с точки зрения познавательных интересов автора, а также полноты освещения темы в имеющейся научной литературе.

Если интересующая тема отсутствует в рекомендованном списке, то по согласованию с преподавателем студенту предоставляется право самостоятельно предложить тему реферата, раскрывающую содержание изучаемой дисциплины. Тема не должна быть слишком общей и глобальной, так как небольшой объем работы (до 20-25 страниц без учёта приложений) не позволит раскрыть ее.

Начинать знакомство с избранной темой лучше всего с чтения обобщающих работ по данной проблеме, постепенно переходя к узкоспециальной литературе. При этом

следует сразу же составлять библиографические выходные данные используемых источников (автор, название, место и год издания, издательство, страницы).

На основе анализа прочитанного и просмотренного материала по данной теме следует составить тезисы по основным смысловым блокам, с пометками, собственными суждениями и оценками. Предварительно подобранный в литературных источниках материал может превышать необходимый объем реферата.

Формулирование цели и составление плана реферата

Выбрав тему реферата и изучив литературу, необходимо сформулировать цель работы и составить план реферата.

Цель – это осознаваемый образ предвосхищаемого результата. Возможно, формулировка цели в ходе работы будет меняться, но изначально следует ее обозначить, чтобы ориентироваться на нее в ходе исследования. Формулирование цели реферата рекомендуется осуществлять при помощи глаголов: исследовать, изучить, проанализировать, систематизировать, осветить, изложить (представления, сведения), создать, рассмотреть, обобщить и т. д.

Определяясь с целью дальнейшей работы, параллельно необходимо думать над составлением плана, при этом четко соотносить цель и план работы. Правильно построенный план помогает систематизировать материал и обеспечить последовательность его изложения.

Наиболее традиционной является следующая **структура реферата**:

Титульный лист.

Оглавление (план, содержание).

Введение.

1. (полное наименование главы).
   1.1. (полное название параграфа, пункта);
   1.2. (полное название параграфа, пункта).
2. (полное наименование главы).
   2.1. (полное название параграфа, пункта);
   2.2. (полное название параграфа, пункта).

Заключение (выводы).

} Основная часть

Библиография (список использованной литературы).

Приложения (по усмотрению автора).

Титульный лист оформляется в соответствии с Приложением.

Оглавление (план, содержание) включает названия всех глав и параграфов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие их начало в тексте реферата.

Введение. В этой части реферата обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цель и задачи работы, указываются используемые материалы и дается их краткая характеристика с точки зрения полноты освещения избранной темы. Объем введения не должен превышать 1-1,5 страницы.

Основная часть реферата может быть представлена двумя или тремя главами, которые могут включать 2-3 параграфа (пункта).

Здесь достаточно полно и логично излагаются главные положения в используемых источниках, раскрываются все пункты плана с сохранением связи между ними и последовательности перехода от одного к другому.

Автор должен следить за тем, чтобы изложение материала точно соответствовало цели и названию главы (параграфа). Материал в реферате рекомендуется излагать своими словами, не допуская дословного переписывания из литературных источников. В тексте обязательны ссылки на первоисточники, т. е. на тех авторов, у которых взят данный материал в виде мысли, идеи, вывода, числовых данных, таблиц, графиков, иллюстраций и пр.

Работа должна быть написана грамотным литературным языком. Сокращение слов в тексте не допускается, кроме общеизвестных сокращений и аббревиатуры. Каждый раздел рекомендуется заканчивать кратким выводом.

Заключение (выводы). В этой части обобщается изложенный в основной части материал, формулируются общие выводы, указывается, что нового лично для себя вынес автор реферата из работы над ним. Выводы делаются с учетом опубликованных в литературе различных точек зрения по проблеме, рассматриваемой в реферате, сопоставления их и личного мнения автора реферата. Заключение по объему не должно превышать 1,5-2 страниц.

Библиография (список использованной литературы) – здесь указывается реально использованная для написания реферата литература, периодические издания и электронные источники информации. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

Приложения могут включать графики, таблицы, расчеты.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Общие требования к оформлению реферата

Рефераты, как правило, требуют изучения и анализа значительного объема статистического материала, формул, графиков и т. п. В силу этого особое значение приобретает правильное оформление результатов проделанной работы.

Текст реферата должен быть подготовлен в печатном виде. Исправления и помарки не допускаются. Текст работы оформляется на листах формата А4, на одной стороне листа, с полями: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, правое – 15 мм и нижнее – 25 мм. При компьютерном наборе шрифт должен быть таким: тип шрифта Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5.

Рекомендуемый объем реферата – не менее 20 страниц. Титульный лист реферата оформляется студентом по образцу, данному в приложении 1.

Текст реферата должен быть разбит на разделы: главы, параграфы и т. д. Очередной раздел нужно начинать с нового листа.

Все страницы реферата должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится.

Таблицы

Таблицы по содержанию делятся на аналитические и неаналитические. Аналитические таблицы являются результатом обработки и анализа цифровых показателей. Как правило, после таких таблиц делается обобщение, которое вводится в текст словами: «таблица позволяет сделать вывод о том, что…», «таблица позволяет заключить, что…» и т. п.

В неаналитических таблицах обычно помещаются необработанные статистические данные, необходимые лишь для информации и констатации фактов.

Таблицы размещают после первого упоминания о них в тексте таким образом, чтобы их можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Каждая таблица должна иметь нумерационный и тематический заголовок. Тематический заголовок располагается по центру таблицы, после нумерационного, размещённого в правой стороне листа и включающего надпись «Таблица» с указанием арабскими цифрами номера таблицы. Нумерация таблиц сквозная в пределах каждой главы. Номер таблицы состоит из двух цифр: первая указывает на номер главы, вторая – на номер таблицы в главе по порядку (например: «Таблица 2.2» – это значит, что представленная таблица вторая во второй главе).

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе количество десятичных знаков должно быть одинаковым. Если данные отсутствуют, то в графах ставят знак тире. Округление числовых значений величин до первого, второго и т. д. десятичного знака для различных значений одного и того же наименования показателя должно быть одинаковым.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу, при этом заголовок таблицы помещают только над ее первой частью, а над переносимой частью пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы». Если в работе несколько таблиц, то после слов «Продолжение» или «Окончание» указывают номер таблицы, а само слово «таблица» пишут сокращенно, например: «Продолжение табл. 1.1», «Окончание табл. 1.1».

На все таблицы в тексте реферата должны быть даны ссылки с указанием их порядкового номера, например: «…в табл. 2.2».

Формулы

Формулы – это комбинации математических знаков, выражающие какие-либо предложения.

Формулы, приводимые в реферате, должны быть наглядными, а обозначения, применяемые в них, соответствовать стандартам.

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой, в той последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента дается с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия после него.

Формулы и уравнения следует выделять из текста свободными строками. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знака (+), минус (–), умножения (х) и деления (:).

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах всей курсовой работы (реферата) или главы. В пределах реферата используют нумерацию формул одинарную, в пределах главы – двойную. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

В тексте ссылки на формулы приводятся с указанием их порядковых номеров, например: «…в формуле (2.2)» (второй формуле второй главы).

Иллюстрации

Иллюстрации позволяют наглядно представить явление или предмет такими, какими мы их зрительно воспринимаем, но без лишних деталей и подробностей.

Основными видами иллюстраций являются схемы, диаграммы и графики.

Схема – это изображение, передающее обычно с помощью условных обозначений и без соблюдения масштаба основную идею какого-либо устройства, предмета, сооружения или процесса и показывающее взаимосвязь их главных элементов.

Диаграмма – один из способов изображения зависимости между величинами. Наибольшее распространение получили линейные, столбиковые и секторные диаграммы.

Для построения линейных диаграмм используется координатное поле. По горизонтальной оси в изображенном масштабе откладывается время или факториальные признаки, на вертикальной – показатели на определенный момент (период) времени или размеры результативного независимого признака. Вершины ординат соединяются отрезками – в результате получается ломаная линия.

На столбиковых диаграммах данные изображаются в виде прямоугольников (столбиков) одинаковой ширины, расположенных вертикально или горизонтально. Длина (высота) прямоугольников пропорциональна изображенным ими величинам.

Секторная диаграмма представляет собой круг, разделенный на секторы, величины которых пропорциональны величинам частей изображаемого явления.

График – это результат обработки числовых данных. Он представляет собой условные изображения величин и их соотношений через геометрические фигуры, точки и линии.

Количество иллюстраций в работе должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Иллюстрации обозначаются словом «Рис.» и располагаются после первой ссылки на них в тексте так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации должны иметь номер и наименование, расположенные по центру, под ней. Иллюстрации нумеруются в пределах главы арабскими цифрами, например: «Рис. 1.1» (первый рисунок первой главы). Ссылки на иллюстрации в тексте реферата приводят с указанием их порядкового номера, например: «…на рис. 1.1».

При необходимости иллюстрации снабжаются поясняющими данными (подрисуночный текст).

Приложения

Приложение – это часть основного текста, которая имеет дополнительное (обычно справочное) значение, но, тем не менее, необходима для более полного освещения темы. По форме они могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты. В приложении помещают вспомогательные материалы по рассматриваемой теме: инструкции, методики, положения, результаты промежуточных расчетов, типовые проекты, имеющие значительный объем, затрудняющий чтение и целостное восприятие текста. В этом случае в тексте приводятся основные выводы (результаты) и делается ссылка на приложение, содержащее соответствующую информацию. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы. В правом верхнем углу листа пишут слово «Приложение» и указывают номер приложения. Если в реферате больше одного приложения, их нумеруют последовательно арабскими цифрами, например: «Приложение 1», «Приложение 2» и т. д.

Каждое приложение должно иметь заголовок, который помещают ниже слова «Приложение» над текстом приложения, по центру.

При ссылке на приложение в тексте реферата пишут сокращенно строчными буквами «прил.» и указывают номер приложения, например: «…в прил. 1».

Приложения оформляются как продолжение текстовой части реферата со сквозной нумерацией листов. Число страниц в приложении не лимитируется и не включается в общий объем страниц реферата.

Библиографический список

Библиографический список должен содержать перечень и описание только тех источников, которые были использованы при написании реферата.

В библиографическом списке должны быть представлены монографические издания отечественных и зарубежных авторов, материалы профессиональной периодической печати (экономических журналов, газет и еженедельников), законодательные и др. нормативно-правовые акты. При составлении списка необходимо обратить внимание на достижение оптимального соотношения между монографическими изданиями, характеризующими глубину теоретической подготовки автора, и периодикой, демонстрирующей владение современными экономическими данными.

Наиболее распространенным способом расположения наименований литературных источников является алфавитный. Работы одного автора перечисляются в алфавитном порядке их названий. Исследования на иностранных языках помещаются в порядке латинского алфавита после исследований на русском языке.

Ниже приводятся примеры библиографических описаний использованных источников.

Статья одного, двух или трех авторов из журнала

Зотова Л. А., Еременко О. В. Инновации как объект государственного регулирования // Экономист. 2010. № 7. С. 17–19.

Статья из журнала, написанная более чем тремя авторами

Валютный курс и экономический рост / С. Ф. Алексашенко, А. А. Клепач, О. Ю. Осипова [и др.] // Вопросы экономики. 2010. № 8. С. 18–22.

Книга, написанная одним, двумя или тремя авторами

Савицкая Г.В. Комплексный анализ хозяйственной деятельности предприятия учебник/ Г.В. Савицкая. -7-е изд., перераб. и доп.- М.:Инфра-М,2016.– 608 с.

Книга, написанная более чем тремя авторами

Экономическая теория: учебник / В. Д. Камаев [и др.]. М.: ВЛАДОС, 2011. 143 с.

Сборники

Актуальные проблемы экономики и управления: сборник научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. 146 с.

Статья из сборника

Данилов А. Г. Система ценообразования промышленного предприятия // Актуальные проблемы экономики и управления: сб. научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. С. 107–113.

Статья из газеты

Крашаков А. С. Будет ли обвал рубля // Аргументы и факты. 2011. № 9. С. 3.

Библиографические ссылки

Библиографические ссылки требуется приводить при цитировании, заимствовании материалов из других источников, упоминании или анализе работ того или иного автора, а также при необходимости адресовать читателя к трудам, в которых рассматривался данный вопрос.

Ссылки должны быть затекстовыми, с указанием номера соответствующего источника (на который автор ссылается в работе) в соответствии с библиографическим списком и соответствующей страницы.

Пример оформления затекстовой ссылки

Ссылка в тексте: «Под трансакцией понимается обмен какими-либо благами, услугами или информацией между двумя агентами» [10, С. 176].

В списке использованных источников:

10. *Сухарев О. С.* Институциональная экономика: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры /О.С. Сухарев. М.: Издательство Юрайт, 2016. 501 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РЕФЕРАТА

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления (план-конспект).

Порядок защиты реферата.

1.Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.

2.Ответы студента на вопросы преподавателя.

3.Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.

Советы студенту:

- Готовясь к защите реферата, вы должны вспомнить материал максимально подробно, и это должно найти отражение в схеме вашего ответа. Но тут же необходимо выделить главное, что наиболее важно для понимания материала в целом, иначе вы сможете проговорить все 15-20 минут и не раскрыть существа вопроса. Особенно строго следует отбирать примеры и иллюстрации.

- Вступление должно быть очень кратким – 1-2 фразы (если вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).
- Целесообразнее вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.
- Рассказывать будет легче, если вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этого раздела, и что при этом вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.
- Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.
- Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.
- Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.
- Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. И уж ни в коем случае его не перебивайте!
- Не бойтесь дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь вам или сэкономить время. Если вас прервали, а при оценке ставят в вину пропуск важной части материала, не возмущайтесь, а покажите план своего ответа, где эта часть стоит несколько позже того, на чем вы были прерваны.
- Прежде чем отвечать на дополнительный вопрос, необходимо сначала правильно его понять. Для этого нужно хотя бы немного подумать, иногда переспросить, уточнить: правильно ли вы поняли поставленный вопрос. И при ответе следует соблюдать тот же принцип экономности мышления, а не высказывать без разбора все, что вы можете сказать.
- Будьте доброжелательны и тактичны, даже если к ответу вы не готовы (это вина не преподавателя, а ваша).

ТЕМЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1 (РЕФЕРАТА)

1. Экономический анализ как специальная отрасль экономических знаний и вид практической деятельности в разрезе проведения внутреннего аудита финансово-хозяйственной деятельности горного предприятия.
2. Предмет, цель и задачи экономического анализа хозяйственной деятельности горнодобывающего предприятия.
3. Хозяйственные процессы как предметная область проведения экономического анализа.
4. Информационное обеспечение аудита хозяйственной деятельности предприятия.
5. Организация проведения анализа хозяйственной деятельности предприятий, занятых в сфере недропользования.
6. Назначение и этапы проведения анализа объема добычи продукции горнодобывающими предприятиями.
7. Назначение и этапы проведения анализа реализации продукции горнодобывающих предприятий.
8. Этапы формирования разделов производственной программы.
9. Аудит технико-организационного уровня и других условий производства горного предприятия.
10. Аудит технической оснащенности производства.
11. Аудит и оценка уровня организации производства и управления горнодобывающим предприятием.

12. Назначение и показатели аудита социально развития горнодобывающего предприятия.

Примерная тематика контрольной работы (рефератов) № 2

1. Аудит состава и структуры основных фондов горнодобывающего предприятия.
2. Система показателей, характеризующих использование основных фондов горнодобывающим предприятием.
3. Сущность и методика проведения факторного анализа хозяйственной деятельности предприятия.
4. Характеристика трудовых ресурсов горнодобывающего предприятия.
5. Аудит качественных показателей использования трудовых ресурсов горнодобывающего предприятия.
6. Аудит количественных показателей использования трудовых ресурсов горнодобывающего предприятия.
7. Аудит структуры оплаты труда на горнодобывающих предприятиях и ее взаимосвязь с производительностью труда.
8. Анализ материалоемкости добычи полезных ископаемых.
9. Анализ сметы затрат добычи полезных ископаемых.
10. Анализ калькуляции добычи полезных ископаемых.
11. Факторный анализ себестоимости добычи полезных ископаемых.
12. Система финансовых результатов деятельности горнодобывающего предприятия.
13. Факторный анализ различных видов прибыли горнодобывающего предприятия.
14. Факторный анализ рентабельности горнодобывающего предприятия.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

Проверяемые компетенции: ПСК-1.4

Знать:

- знать назначение и задачи хозяйственного анализа предприятия;
- виды хозяйственного анализа и этапы его проведения;
- основные принципы и методику проведения анализа производственных результатов, технического и социального развития предприятия;
- основные принципы и методику проведения анализа состояния и эффективности использования основных средств;
- основные принципы и методику проведения анализа эффективности использования трудовых и материальных ресурсов;
- основные принципы и методику проведения анализа затрат на производство и реализацию продукции и оценку эффективности деятельности предприятия;
- основные принципы и методику проведения диагностики финансового состояния предприятия и его производственного потенциала

Уметь:

- использовать внешние и внутренние источники информации для проведения хозяйственного анализа;
- производить расчеты и анализировать основные экономические показатели, характеризующие хозяйственную деятельность предприятия, в частности ведущего горные работы;

- обобщать результаты аналитической работы и подготавливать решения по внедрению передовых методов и форм организации производства и труда

Владеть:

- основными методами и приемами хозяйственного анализа;
- способностью выбирать высокопроизводительные технические средства и технологию горных работ в целях повышения эффективности производства

Критерии оценивания:

достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);

уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо основной образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);

культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);

культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);

знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;

степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всестороннее раскрытие темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);

качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);

использование профессиональной терминологии;

использование литературных источников.

Правила оценивания:

Каждый показатель оценивается в 1 балл

Критерии оценки:

9-10 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

7-8 баллов (70-89%) - оценка «хорошо»

5-6 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0-4 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно»

Приложение

Образец оформления титульного листа контрольной работы (реферата)

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

Горно-технологический факультет

Кафедра горного дела

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА (РЕФЕРАТ)

по дисциплине
«Аудит горных предприятий»

на тему:

Экономический анализ как специальная отрасль экономических знаний и вид практической деятельности в разрезе проведения внутреннего аудита финансово-хозяйственной деятельности горного предприятия.

Руководитель:
Перегон И.В..
Студент гр. РПМ-16
Ковалев Михаил Александрович

Екатеринбург – 2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.05.01 «РАЗРАБОТКА СОЛЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ»

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 1
«Подземная разработка пластовых месторождений»

Форма обучения: очная

Авторы: Тюлькин В. П., канд. техн. наук, доцент

Одобрена на заседании кафедры
горного дела
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Валиев Н. Г.
(Фамилия И.О.)
Протокол от 17.04.2019 г. № 7
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
горно-технологического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Колчина Н. В.
(Фамилия И.О.)
Протокол от 19.04.2019 г. № 7
(Дата)

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……..……..…… 3
1. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА ……....……....…. 4
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ ВО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ……...……....…. 5
2.1. Повторение материала лекций и самостоятельное изучение дисциплины …...…. 5
2.2. Подготовка к практическим занятиям ……...…… 6
2.3. Подготовка и написание контрольной работы ……..…… 7
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ …….. 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 внутри предметные и между предметные 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.

1. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;

- самостоятельное изучение курса;

- подготовка к практическим занятиям;

- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к выполнению практико-ориентированного задания;

- подготовка к зачёту.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачёта, 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, объёма, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

2.1. Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены в комплекте оценочных по дисциплине и могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

2.2. 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.

2. 3. Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – это письменная работа, выполняемая студентами самостоятельно, преимущественно по общим математическим и естественнонаучным, а также специальным дисциплинам, в которой, как правило, решаются конкретные задачи.

Цель контрольной работы – оценка качества усвоения студентами отдельных, наиболее важных разделов, тем и проблем изучаемой дисциплины, умения решать конкретные теоретические и практические задачи.

Контрольная работа, как правило, имеет аналитическую или описательную части, может решать проблемные ситуации путем проведения численного моделирования или расчётов, в том числе с использованием персонального компьютера. 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.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3.1. Подготовка к зачёту

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачёта.

Билет на зачёт 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 зачёту студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к зачёту;

- 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 зачётном билете, продолжительность и форму проведения зачёта (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;

- приступая к работе с зачётным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;

- при условии проведения письменного зачёта дать полные письменные ответы на теоретические вопросы;

- изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

И. В. Назаров, Е. В. Шипилова

Методические указания
к геодезической практике для студентов всех специальностей и направлений

Екатеринбург – 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горнотехнологического
факультета
«11» апреля 2018 г.
Председатель комиссии


доцент Кокарев К. В.

И. В. Назаров, Е. В. Шипилова

Методические указания
к геодезической практике для студентов всех специальностей и направлений

Издание УГГУ Екатеринбург, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 5
1. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ИХ РАБОЧИЕ ПОВЕРКИ 6
1.1. Рабочие поверки теодолита Т-30 (2Т-30) 6
1.2. Рабочие поверки нивелира Н-3 10
2. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ СЪЁМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ 13
2.1. Рекогносцировка местности и закрепление пунктов съёмочного обоснования 13
2.2. Измерение горизонтальных и вертикальных углов в тахеометрическом ходе 14
2.3. Измерение длин сторон тахеометрического хода 17
2.4. Привязка хода к пунктам опорной геодезической сети 18
3. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ СЪЁМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ 20
3.1. Вычисление привязки 20
3.2. Вычисление горизонтальных проложений длин линий 22
3.3. Вычисление отметок пунктов съемочного обоснования методом тригонометрического нивелирования 23
3.4. Вычисление координат пунктов съемочного обоснования 26
3.4.1. Вычисление угловой невязки хода 26
3.4.2. Вычисление дирекционных углов сторон хода 28
3.4.3. Вычисление приращений координат, их невязок и координат пунктов съемочного обоснования 29
4. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА 31
4.1. Работа на станции 31
4.2. Ведение журнала тахеометрической съемки 32
4.3. Составление абриса 34
5. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА 36
5.1. Вычерчивание координатной сетки 36
5.1.1. Построение пунктов съемочного обоснования по координатам 36
5.2. Нанесение ситуации и рельефа местности на план 37

5.3. Оформление топографического плана 37
6. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ПО ОСИ ТРАССЫ 39
6.1. Рекогносцировка трассы 39
6.2. Разбивка пикетажа по трассе и поперечных профилей 39
6.3. Нивелирование по оси трассы и по поперечным профилям 40
6.4. Работа на станции при нивелировании 41
6.5. Камеральная обработка результатов нивелирования 45
6.5.1. Обработка нивелирного журнала 45
6.5.2. Построение профиля трассы 47
6.5.3. Проектирование по профилю 49
7. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ 52
7.1. Элементы геодезических разбивочных работ 52
7.1.1. Вынос в натуру проектного горизонтального угла 52
7.1.2. Вынос в натуру проектного расстояния 53
7.2. Вынос в натуру точки с заданными координатами (полярным способом) 53
7.3. Вынос в натуру точки с заданной отметкой 56
7.4. Вынос в натуру линии с проектным уклоном 57
8. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ 59
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 60
ПРИЛОЖЕНИЯ 62
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Стандартный шрифт 62
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Вычислительный шрифт 63

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Задачей учебной геодезической практики является закрепление теоретических знаний студентов и приобретение ими практических навыков при решении различных инженерно-геодезических задач.

Все виды работ, предусмотренные программой, выполняются студентами самостоятельно бригадами в составе 6 человек, Продолжительность учебной геодезической практики – 2 недели.

Студенты допускаются к производству геодезических работ на практике лишь после изучения правил по охране труда и технике безопасности.

В период прохождения геодезической практики студенты обязаны выполнять установленный распорядок дня, бережно относиться к полученным приборам и инструментам и поддерживать дисциплину и порядок на полигоне и территории базы.

Руководитель практики систематически контролирует в течение всего периода практики се виды полевых и камеральных работ и принимает законченные работы.

Зачет по практики преподаватель принимает по пятибалльной системе от каждого студента в присутствии всех членов бригады.

Студенты, пропускающие дни практики, опаздывающие или уходящие с работы раньше срока по неуважительной причине, к зачету по практике не допускаются.

1. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ИХ РАБОЧИЕ ПОВЕРКИ

Для измерения углов на учебно-геодезической практике используются теодолиты Т-30, 2Т-30.

Основные части теодолита (2Т-30) показаны на рис. 1.1, отсчетные устройства приборов – на рис. 1.2, сетка нитей – на рис. 1.3.

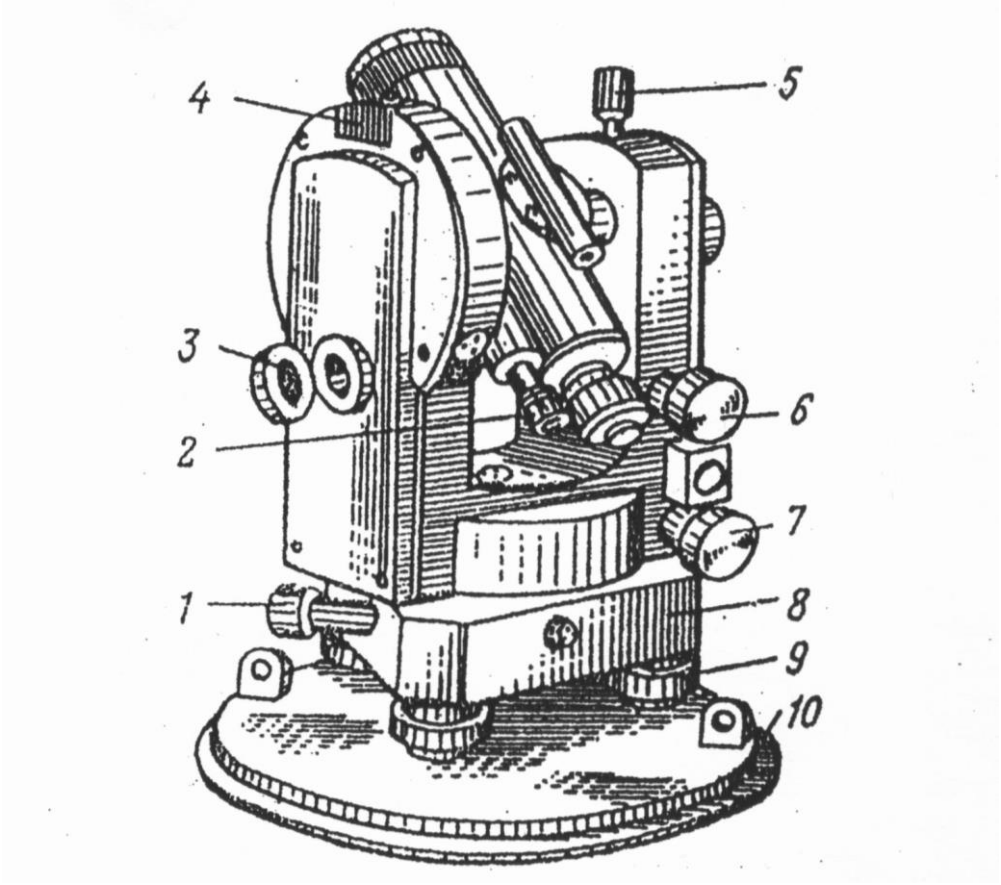


Рис. 1.1. Устройство теодолита 2Т30:
1 – наводящий винт лимба; 2 – микроскоп; 3 – зеркало для освещения шкал микроскопа;
4 – гнездо для крепления буссоли; 5 – закрепительный винт трубы;
6 – наводящий винт трубы; 7 – наводящий винт алидады;
8 – подставка; 9 – подъемные винты; 10 – основание

1.1. Рабочие поверки теодолита Т-30 (2Т-30)

Поверка 1. Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения прибора.

Уровень горизонтального круга устанавливают по направлению двух подъемных винтов, приводят или пузырек на середину, Затем поворачивают, алидаду на 180°. При отклонении пузырька от средины более чем на 2 деления производят юстировку – на половину дуги отклонения пузырька уровня перемещают юстировочными винтами уровня. Затем поверку повторяют.

Поверка 2. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси вращения трубы.

Выбирают на местности удаленную точку. Наводят теодолит на удаленную точку и берут отсчёты по горизонтальному кругу при двух положениях вертикального круга $КЛ_1$ и $КП_1$. Открепив становым винтом штатива подставку теодолита, поворачивают прибор примерно на 180° и повторяют то же самое, получая отчеты при $КЛ_2$ и $КП_2$. Получают значение коллимационной ошибки *C* по формуле:

$$C = \frac{(КЛ1 - КП1 \pm 180°) + (КЛ2 - КП2 \pm 180°)}{4}.$$

Если величина *C* превышает 2′, то вычисляют исправленный отсчет КП – С и устанавливают его на горизонтальном круге микрометренным винтом алидады. При этом центр сетки нитей сместится с точки наведения. Для исправления данного положения вращают горизонтальные исправленные винты сетки нитей до совмещения ее центра с точкой наведения.

Пример: отсчеты по горизонтальному кругу

	КЛ	КП
Наведение 1	40°22′	220°20′
Наведение 2	200°10′	20°10′

$$C = \frac{(40\,°22\,' - 220°\,20\,' + 180°00\,') + (200°\,10\,' - 20°10\,' - 180°00\,')}{4};$$

$$C = \frac{4'}{4} = 1'.$$

В штриховом микроскопе теодолита Т30 в середине поля зрения виден штрих, относительно которого осуществляется отсчет по лимбу (рис. 1.2, *а*). Перед отсчетом по лимбу необходимо определить цену деления лимба. В теодолите Т30 цена деления лимба составляет 10 угловых минут, т. к. градус разделен на шесть частей. Число минут оценивается на глаз в десятых долях цены деления лимба. Точность отсчета составляет 1′.

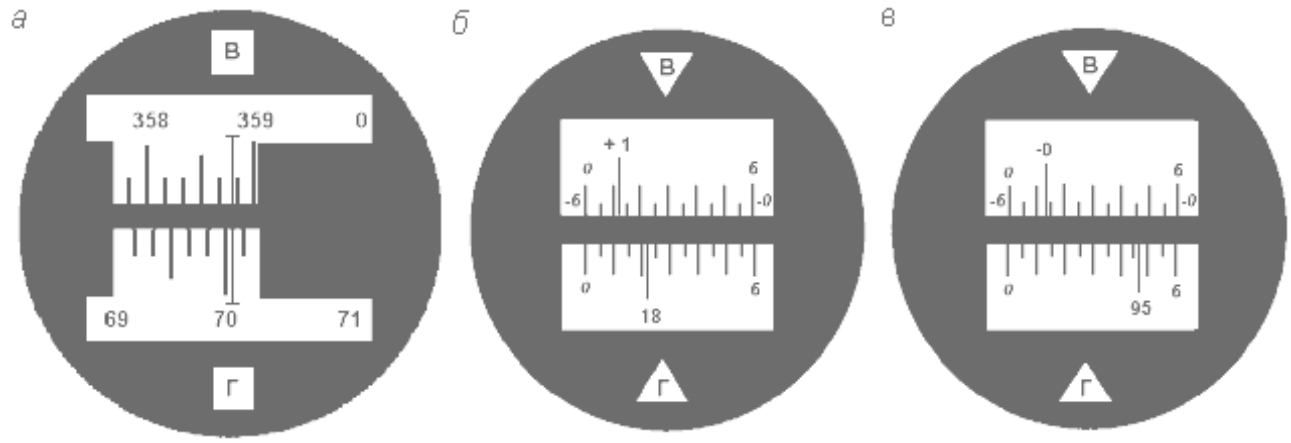


Рис. 1.2. Поле зрения отсчетных устройств: штрихового микроскопа с отсчетами по вертикальному кругу – 358° 48′, по горизонтальному – 70° 03′ (*а*); шкалового микроскопа с отсчетами: по вертикальному кругу – 1° 11′, по горизонтальному – 18°22′ (*б*); по вертикальному кругу – -0°47′, по горизонтальному – 95° 47′ (*в*)

В шкаловом микроскопе теодолита 2Т30 в поле зрения видна шкала, размер которой соответствует цене деления лимба (рис. 1.2, *б*, *в*). Для теодолита технической точности размер шкалы и цена деления лимба равны 60′. Шкала разделена на двенадцать частей, и цена ее деления составляет 5 угловых минут. Если перед числом градусов знака минус нет, отсчет производится по шкале от 0 до 6 в направлении слева направо (рис. 1.2, *б*). Если перед числом градусов стоит знак минус, в этом случае минуты отсчитываются по шкале вертикального круга, где перед цифрами от 0 до 6 стоит знак минус в направлении справа налево (рис. 1.2, *в*). Десятые доли цены деления шкалы берутся на глаз с точностью до 30″.

Поверка 3. Горизонтальная ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита.

Устанавливают теодолит недалеко от стены здания. Центр сетки нитей зрительной трубы наводят на высоко расположенную точку и, закрепив алидаду, наклоняют трубу примерно до горизонтального положения. Отмечают карандашом на стене проекцию центра сетки нитей. Переводят трубу через зенит, снова повторяют все действия. Если наблюдаемое в зрительной трубе горизонтальное расстояние между двумя проекциями центра сетки нитей не превышает тройную ширину биссектора сетки, то условие поверки считается выполненным (рис. 1.3). В противном случае прибор подлежит исправлению на заводе.



Рис. 1.3. Сетка нитей

Поверка 4. Определение и исправление места нуля (МО) вертикального круга.

При двух положениях круга наводят центр сетки нитей на хорошо видимый предмет и берут отсчёты по вертикальному кругу КЛ и КП. Значение МО вычисляют по формуле:

Для 2Т-30

$$\text{МО} = \frac{\text{КЛ} + \text{КП}}{2}.$$

Для Т-30

$$\text{МО} = \frac{\text{КЛ} + \text{КП} - 180°}{2}.$$

Пример:

Отсчёты КЛ $7^\circ 20'$ $\text{МО} = \frac{7°20' + 172°44' - 180°}{2} = 2',$

для Т-30 КП $172^\circ 44'$.

Отсчёты КЛ $7^\circ 20'$ $\text{МО} = \frac{7°20' - 7°24'}{2} = -2',$

для 2Т-30 КП $-7^\circ 24'$.

Место нуля определяют дважды. Среднее значение недолжно превышать 1-3′.

В противном случае микрометренным винтом вертикального круга устанавливают на вертикальном круге отсчет, равный КП-МО. При этом центр сетки нитей сместится с наблюдаемой точки. Для исправления МО его совмещают с точкой наведения, вращая вертикальные исправительные винты сетки нитей.

Для контроля поверку повторяют. При выполнении этой поверки следят, чтобы пузырёк уровня горизонтального круга находился в нуль-пункте.

1.2. Рабочие поверки нивелира Н-3

Нивелир Н-3 предназначен для определения превышения между смежными точками местности. Основные части нивелира приведены на рис. 1.4.

Поверка 1. Ось круглого уровня должна быть параллельно оси вращения нивелира.

Вращением подъемных винтов приводят пузырек круглого уровня на середину. Поворачивают нивелир на 180°. Если пузырек не сместится с средины то условие выполнено. В противном случае юстировочными винтами уровня перемещают его к нуль-пункту на половину дуги отклонения. Затем поверку повторяют.

Поверка 2. Визирная ось зрительной трубы, должна быть параллельна оси цилиндрического уровня.

Поверку выполняют двойным нивелированием одной и той же линии длиной 50-75 м (рис. 1.5).

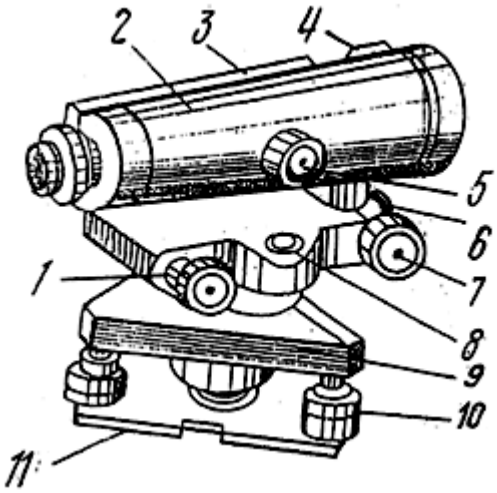
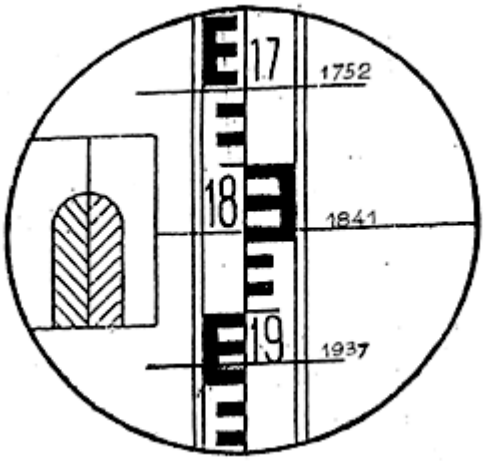


Рис. 1.4. Устройство нивелира:
1 – элевационный винт;
2 – зрительная труба;
3 – цилиндрический уровень;
4 – визир;
5 – винт фокусировки;
6 – закрепительный винт;
7 – наводящий винт;
8 – круглый уровень;
9 – подставка;
10 – подъемные винты;
11 – основание.



Отсчёты по рейке:
1752 мм - верхняя нить
1841 мм - средняя нить
1937 мм - нижняя нить

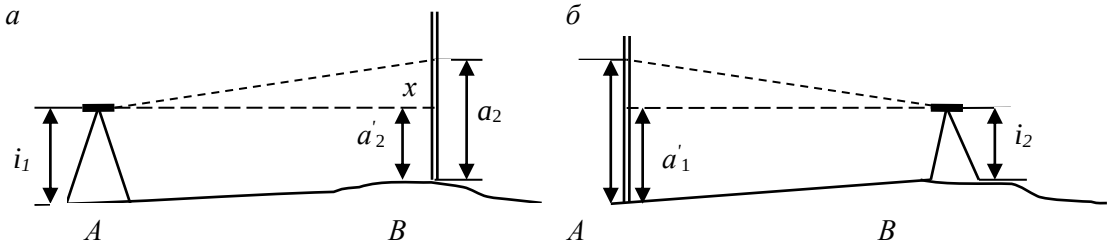


Рис. 1.5. Схема поверки главного геометрического условия

Устанавливают нивелир в точке. А, а рейку в точке В. Измеряют высоту инструмента i_1, в точке А и берут отсчёт по рейке a_1 в точке В. Затем нивелир и рейку меняют местами и снова измеряют высоту инструмента i_2 и берут отсчёт по рейке a_2. Если визирная ось не параллельна оси уровня и составляет с ним некоторый угол v, то отсчёты по рейке будут содержать некоторую погрешность X. Величину этой погрешности определяют по формуле:

$$X = \frac{a_1 + a_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}, \text{ мм.}$$

Пример: $i_1 = 1420$ мм $\qquad i_2 = 1540$ мм

$a_1 = 1180$ мм $\qquad a_2 = 1786$ мм

$$X = \frac{1180 + 1786}{2} - \frac{1420 + 1540}{2} = 3 \text{мм.}$$

Если величина $X > 4$ мм, то не параллельность осей исправляют. Для этого вычисляют исправленный отсчет $a_2 = a_2 - X$ (рис. 1.5) и, действуя элевационным винтом, устанавливают его на рейке по средине нити сетки. Затем, действуя вертикальными юстировочными винтами цилиндрического уровня, совмещают изображение концов пузырька уровня. Для контроля поверку повторяют.

Поверка 3. Сетка нитей должна быть расположена правильно, т. е. вертикальная нить должна быть вертикальна, а горизонтальная – горизонтальна.

На расстояние 15-20 м вывешивают отвес, наводят трубу нивелира на нить отвеса. Если вертикальная нить сетки нитей параллельна нити отвеса, то условие выполнено. В противном случае исправление делают поворотом всей оправы сетки нитей до правильного положения, предварительно ослабив винты оправы.

2. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ СЪЁМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ

Для производства топографо-геодезических работ на местности необходимо иметь сеть пунктов съемочного обоснования.

На практике каждая бригада студентов на своем участке создает планово-высотную съемочную сеть в виде замкнутого тахеометрического хода с общим числом вершин 6-7, в котором измеряют горизонтальные и вертикальные углы и длины сторон, а также осуществляют привязку тахеометрического хода к пунктам опорной геодезической сети.

2.1. Рекогносцировка местности и закрепление пунктов съёмочного обоснования

Инструменты и принадлежности для выполнения работы: штыри, две вешки, молоток, тетрадь, две ручки.

Бригада студентов вместе с преподавателем обходит участок, выбирает места для точек съемочного обоснования и закрепляет их. При этом необходимо соблюдать ряд условий:

- Удобство установки теодолита для работы на станции;
- Взаимная видимость на соседние пункты;
- Максимальный обзор местности и полнота съемки;
- Расстояния между пунктами от 40 до 100 м.

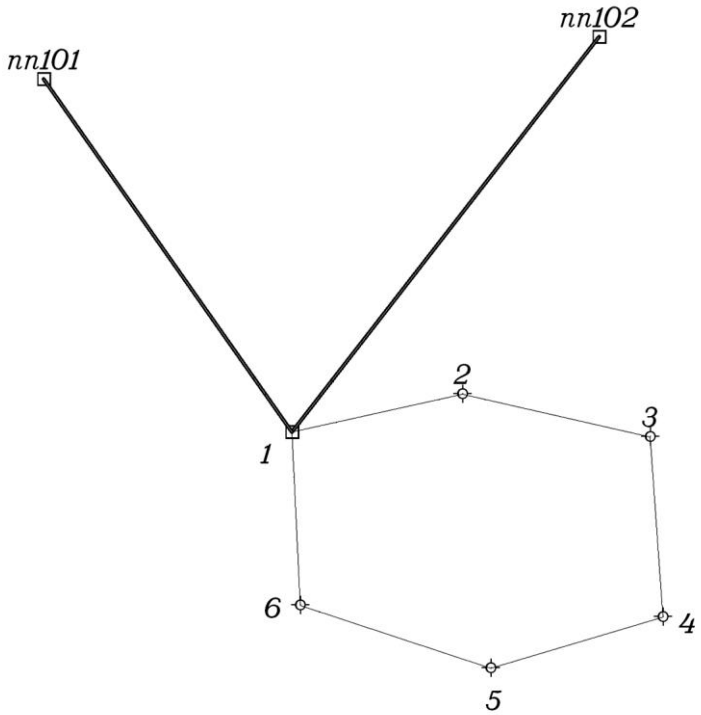


Рис. 2.1. Схема расположения пунктов съемочного обоснования

Закрепление пунктов съемочного обоснования производят металлическими штырями, которые забивают до уровня земной поверхности, вокруг штыря делают окопку, каждому из них присваивается порядковый номер. При рекогносцировке составляют общую схему расположения точек съемочного обоснования (рис. 2.1).

2.2. Измерение горизонтальных и вертикальных углов в тахеометрическом ходе

Инструменты и принадлежности для выполнения работы: теодолит, две вешки, одна рейка, полевой журнал для измерения углов, карандаш, тетрадь.

На каждом пункте планово-высотного хода измеряют горизонтальный угол, вертикальные углы и наклонные длины линий. Углы измеряют теодолитами Т-30 или 2Т-30 одним полным приемом, длины сторон хода – нитяным дальномером. Результаты измерений записывают в журнал измерения углов и длин линий простым карандашом (таблица 1).

Порядок работы:

1) Теодолит центрируют над пунктом по отвесу с точностью 5 мм и горизонтируют с помощью цилиндрического уровня при горизонтальном круге.

2) На две смежные точки выставляют визирные вехи, на которых отмечают ярким шнурком высоты инструмента на данной точке стояния.

3) Измерение горизонтального угла начинают при положении зрительной трубы КЛ. Открепив закрепительный винт алидады, наводят на низ вехи (во избежание ошибок из-за наклона вехи). Берут отсчет по горизонтальному кругу, записывают его в полевой журнал (1) (таблица 1, действие (1). В скобках показана последовательность действий при измерениях и записи в журнале). Затем открепляют закрепительный винт алидады, пересечение основных штрихов сетки наводят на низ правой вехи, берут отсчет по горизонтальному кругу, записывают в журнал (2). Вычитая из отсчёта (2) отсчёт (1), получают значение угла (3), измеренное одним полуприёмом.

4) Переводят трубу через зенит. Повторяя действия, описанные в пункте 3, измеряют горизонтальный угол вторым полуприемом при положении зрительной трубы КП. По отсчетам (4) и (5) вычисляют значение угла (6), полученного из второго полуприема.

5) Сравнивают значения углов (3) и (6), полученные из двух полуприемов. Их разность не должна быть больше $2t$, т. е. 1’, где t = 30” – точность теодолита. Вычисляют среднее значение горизонтального угла (7) по формуле:

$$\frac{(3)-(6)}{2}=(7).$$

Таблица 1

ЖУРНАЛ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛОВ И ДЛИН ЛИНИЙ

$$МО = \frac{КЛ + КП}{2}$$

Дата Исполнитель $\nu = КЛ - МО$

Точка стояния	Круг	Точки визирован.	Горизонтальный круг			Точки		Круг	Вертикальный круг			Длины линий измеренные
			Отсчёт ° '	Измеренный угол ° '	Средний угол ° '	Стояния	Визиров.		Отсчёт	Место нуля	Угол наклона	Горизонт. проложение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	КЛ	2	196°15' (1)	244°24' (3)	244°24,5' (7)	1	2	КЛ	-2°01' (8)	-0°0'30" (12)	-2° 00' 30" (13)	57,1 (14)
		6	80°39' (2)					КП	2°00' (10)			
	КП	2	16°17' (4)	244°25' (6)		1	6	КЛ	8°35' (9)	0°	8°35'	116,5 (15)
		6	260°42' (5)					КП	-8°35' (11)			
2	КЛ	3	146°55'	59°46'	59°46'	2	1	КЛ	-8°36'	0°	-8°36'	116,5 (16)
		1	206°41'					КП	8°36'			
	КП	3	326°59'	59°46'		2	3	КЛ	-2°20'	-0°2'	-2°18'	82,5
		1	26°45'					КП	2°18'			

6) Измерение вертикального угла начинают при положении зрительной трубы КЛ. Зрительную трубу наводят на веху, установленную на смежной точке. Основной (средний) горизонтальный штрих сетки совмещают с отметкой высоты инструмента на вехе (шнурок). После чего берут отсчет по вертикальному кругу (8). Затем наводятся на веху, установленную второй точке, и записывают значения по вертикальному кругу (9).

7) Переводят зрительную трубу через зенит, повторяют действия, описанные в пункте 6, при положении зрительной трубы КП. Берут отсчет по вертикальному кругу и записывают в журнал (10), (11).

8) Вычисляют МО вертикального круга (12).

9) Вычисляют угол наклона (13) по формуле:

$$\nu = \text{КЛ} - \text{МО}.$$

Контроль:

- При измерении вертикальных углов на станции колебание МО для разных вертикальных углов не должно превышать ± 2′.
- Значения углов наклона, измеренных в прямом и обратном направлениях, не должны отличаться более, чем на ± 3′.

Запрещается! В полевом журнале стирать резинкой результаты измерений, писать цифру на цифре, переписывать полевой журнал. Ошибочные измерения зачеркиваются одной чертой, затем записи продолжаются дальше. Все записи должны вестись четко и аккуратно с использованием шрифтов (см. прил. 1, 2).

2.3. Измерение длин сторон тахеометрического хода

В процессе проложения тахеометрического хода в поле измеряют длины сторон хода. Для этого на смежные точки ставят нивелирную рейку (нулем вниз), наводят зрительную трубу на рейку, совмещая верхний дальномерный штрих сетки нитей с каким-нибудь целым делением рейки (обычно с отсчетом 1000). Подсчитывают длину отрезка “l” в см между верхним и нижним дальномерными штрихами. Доли сантиметровых делений оценивают на глаз.

Длина измеренной стороны определяется по формуле

$$S_{\text{изм}} = K \times l_{\text{см}},$$

где K – коэффициент нитяного дальномера (K = 100), l – длина отрезка в см между верхней и нижней дальномерными нитями.

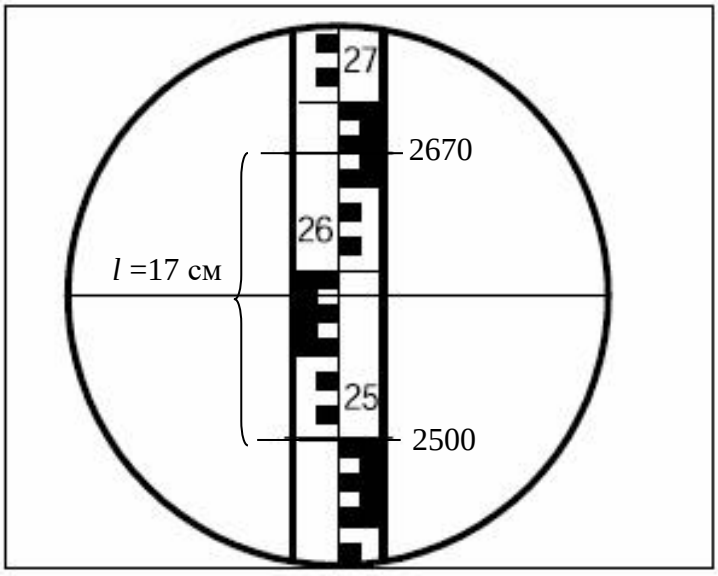


Рис. 2.2. Определение расстояний нитяным дальномером

Пример: на рис. 2.2 отчет по верхней нити 2670, отчет по нижней нити 2500, l = 2670 – 2500 = 170 мм = 17 см, $S_{изм}$ =17 см × 100 = 1700 см = 17,0 м.

На станции длину каждой стороны хода измеряют дважды по черной и по красной сторонам рейки, или по одной стороне, но по разным делениям рейки. Разность результатов измерений должна быть не более 0,3 м на 100 метров длины. Среднее значение длины стороны хода записывают в полевой журнал (14) с округлением до 0,1 м.

Длины сторон хода обязательно измеряют в обратном направлении. Разность между результатами измерений ”прямо” (15) и “обратно” (16) не должна превышать 1:200-1:400 (0,3-0,5 м на 100 м длины).

2.4. Привязка хода к пунктам опорной геодезической сети

Привязку тахеометрического хода выполняют для определения дирекционного угла начальной стороны хода. Одна из вершин тахеометрического хода является пунктом опорной геодезической сети (рис. 3.1). С него есть видимость на два других геодезических пункта (пп101, пп102). Для привязки хода к опорной геодезической сети производят измерение примычных углов φ_1 и φ_2. Это угол между твердой стороной и первой стороной тахеометрического хода (рис. 3.1). В полевом журнале вычерчивают схему привязки, показывают примычные углы.

Каждый примычный угол φ_1 и φ_2 измеряют двумя приемами с перестановкой лимба между приемами примерно на 90˚. Для контроля измеряют угол между исходными сторонами (δ). Контроль производят по формуле:

$$\delta = \varphi_1 - \varphi_2.$$

Допустимое расхождение $\pm 3'$.

3. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ СЪЁМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

После последних измерений производят проверку полевых журналов, правильность записей и вычислений измеренных и средних значений. По значениям измеренных горизонтальных углов и длин линий составляют схему съемочного обоснования и ее привязки (рис. 3.1). На схему выписывают измеренные значения углов и длин. Затем приступают к вычислениям. Вычисления линейных величин ведут с точностью до 0,1 м, а углов – до 30”. Из полевого журнала выписывают измеренные примычные углы φ_1 и φ_2.

3.1. Вычисление привязки

Дирекционный угол начальной стороны хода ($\alpha_{1\text{-}2}$) (рис. 3.1) вычисляют дважды, исходя из значений дирекционных углов исходных сторон опорной геодезической сети ($\alpha_{1\text{-}A}$, $\alpha_{1\text{-}B}$) и измеренных углов (φ_1, φ_2) по формулам:

$$\alpha_{1\text{-}2} = \alpha_{1\text{-}\,пп101} + \varphi_1;$$
$$\alpha_{1\text{-}2} = \alpha_{1\text{-}\,пп102} + \varphi_2.$$

Дирекционные углы исходных сторон вычисляют решая обратные геодезические задачи , по формулам:

$$r_{1\text{-}пп101} = \operatorname{arctg}\frac{Y_{пп101} - Y_1}{X_{пп101} - X_1},\quad r_{1\text{-}пп102} = \operatorname{arctg}\frac{Y_{пп102} - Y_1}{X_{пп102} - X_1}.$$

Расхождение полученных значений $\alpha_{1\text{-}2}$ не должно превышать 2-3′.

После нахождения значения румба необходимо определить координатную четверть, содержащую направление. Координатную четверть определяют по знакам приращений координат (рис. 3.2).

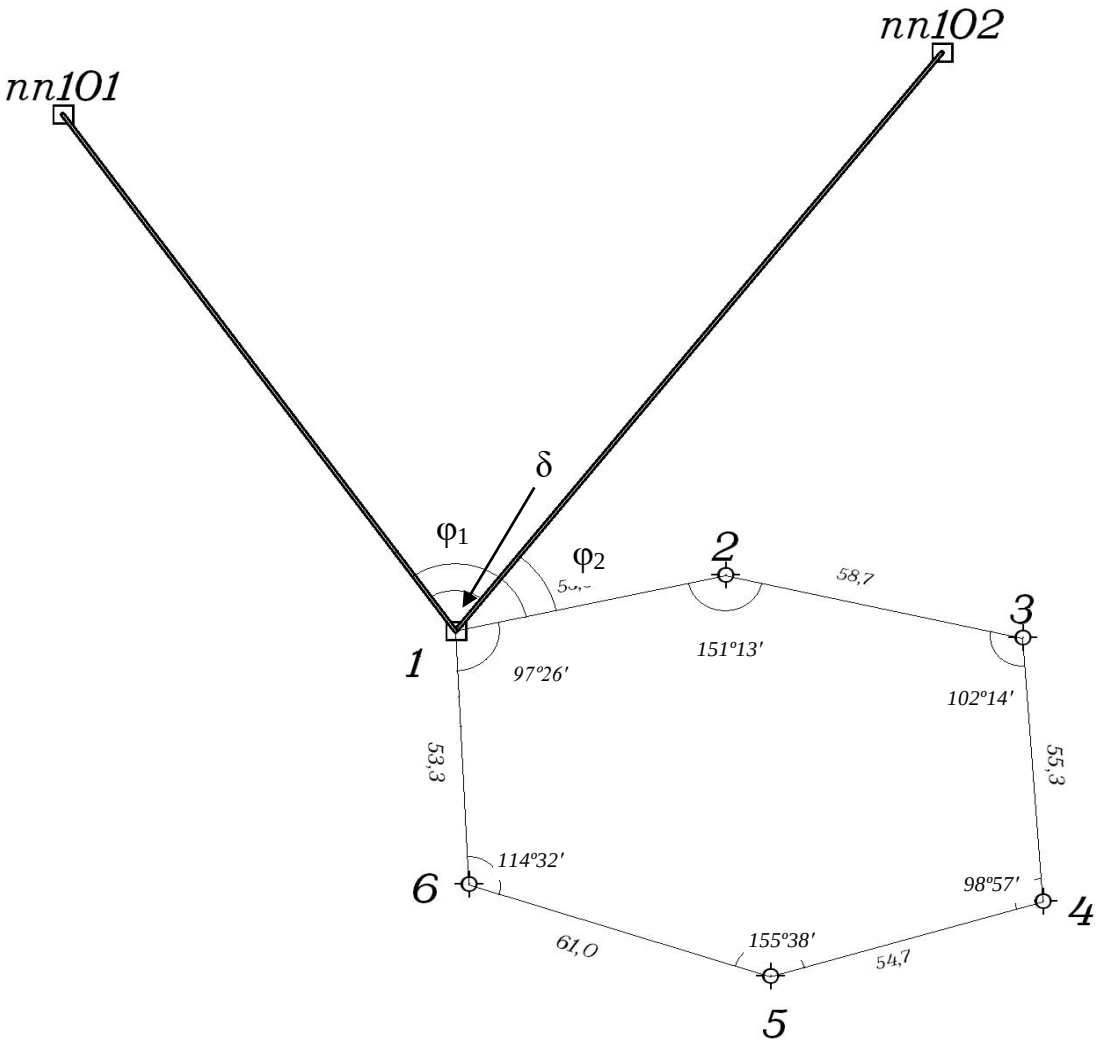


Рис. 3.1. Схема тахеометрического хода и геодезической привязки

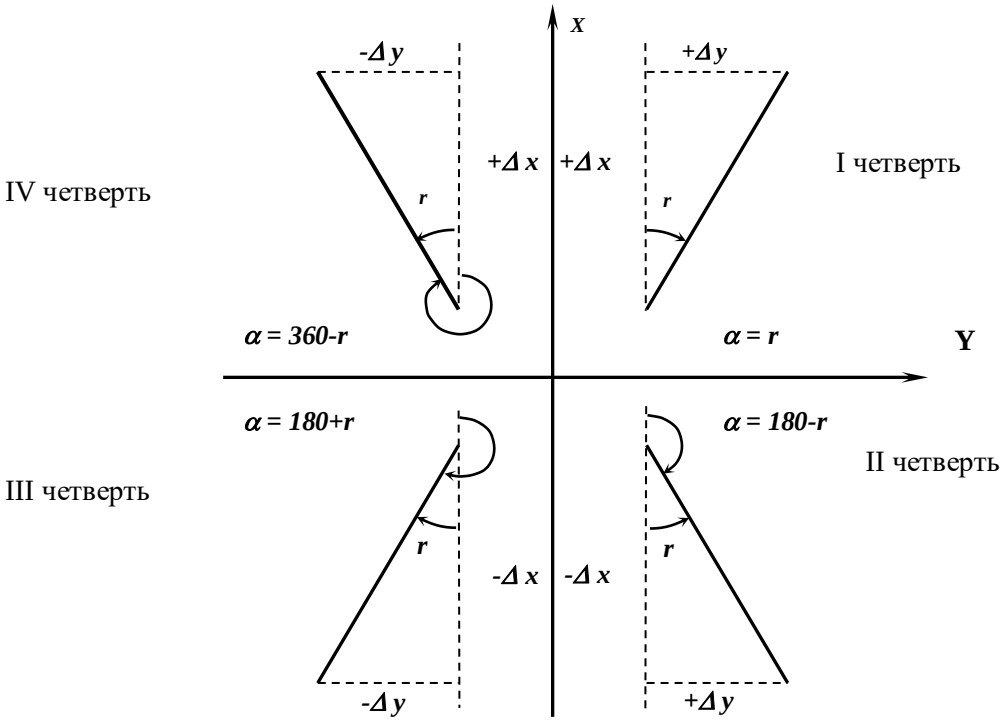


Рис. 3.2. Зависимости между дирекционными углами и румбами

Пример записи и вычислений дирекционных углов приведен ниже.

Таблица 2

Исходные данные

Название пункта	*X*, м	*У*, м	*H*, м
1	3348,05	2238,25	271,36
пп101	4099,71	1639,28	282,40
пп102	4001,87	2581,51	290,24

$$r_{1\text{-пп}101} = \text{arctg}\frac{Y_{\text{пп}101} - Y_1}{X_{\text{пп}101} - X_1} = \text{arctg}\frac{1639{,}28 - 2238{,}25}{4099{,}71 - 3348{,}05} = \text{arctg}\frac{-598{,}97}{751{,}66} =$$

$=38{,}54993965° = 38°33'00''$(IV ч.);

$$\alpha_{1\text{-пп}101} = 360° - 38°33'00'' = 321°27'.$$

$$r_{1\text{-пп}102} = \text{arctg}\frac{Y_{\text{пп}102} - Y_1}{X_{\text{пп}102} - X_1} = \text{arctg}\frac{2581{,}51 - 2238{,}25}{4001{,}87 - 3348{,}05} = \text{arctg}\frac{343{,}26}{653{,}82} =$$

$= 27{,}69992196° = 27°42'00''$ (I ч.);

$$\alpha_{1\text{-пп}102} = 27°42'00''.$$

$\varphi_1 = 333°18'00''$;

$$\alpha_{1\text{-}2} = 321°27'00'' + 333°18'00'' = 294°45'00''.$$

$\varphi_2 = 267°05'00''$;

$$\alpha_{1\text{-}2} = 27°42'00'' + 267°05'00'' = 294°47'00''.$$

Средний $\alpha_{1\text{-}2} = 294°46'00''$.

3.2. Вычисление горизонтальных проложений длин линий

Горизонтальные проложения необходимо знать для вычисления координат точек тахеометрического хода.

Вычисление горизонтальных проложений выполняют в ведомости вычисления отметок съемочного обоснования (таблица 3).

Из журнала измерения улов и длин линий выписывают среднее значения длин линий (*S*), полученные по результатам измерений в прямом и обратном направлениях, в графу 4 табл. 3 и углы наклона (*v*), измеренные в прямом и обратном направлениях, в графы 2 и 3 табл. 3. По этим данным вычисляют горизонтальные проложения с точностью до 0,01 м по формуле:

$$D = S \times \cos^2 v,$$

где *S* – среднее значение измеренной длины линии (графа 4), *v* – угол наклона линии в прямом направлении (графа 2), *D* – горизонтальное проложение (графа 5).

3.3. Вычисление отметок пунктов съемочного обоснования методом тригонометрического нивелирования

Вычисление отметок производится с точностью до 0,01 м в ведомости вычисления отметок (таблица 3).

По измеренным расстояниям и углам наклона вычисляют превышения между точками хода в прямом и обратном направлениях по формуле:

$$h = D \times \tan v.$$

Значения превышений с соответствующим знаком записывают в графы 6 и 7.

Расхождения в превышениях, полученных в прямом и обратном направлениях, допускаются не более 4 см на 100 м. Если это условие выполнено, то в графе 8 вычисляют средние превышения, сохраняя перед ними знак превышения из прямого хода. Сумму положительных и отрицательных значений превышений записывают в графе 8 внизу. Далее подсчитывают невязку по превышениям. Она равна сумме превышений замкнутого хода:

$$f_h = \Sigma h_{\text{ср}}.$$

Допустимую высотную невязку вычисляют по формуле:

$$\text{доп. } f_h = \pm 0{,}2 \text{ м} \sqrt{\sum D(\text{км})},$$

где $-\sum D$ сумма горизонтальных проложений ходя (периметр в км).

Полученную невязку f_h распределяют между превышениями с обратным знаком пропорционально длинам линий по формуле:

$$\delta_{hi} = -\frac{f_h}{\sum D} \times D_i.$$

Таблица 3

Вычисления отметок точек съемочного обоснования

№№ точек	Вертикальные углы		Длины сторон, м		Превышение, м				Отметки точек, м	№№ точек
	Прямо ° '	Обратно ° '	Измеренные, *S*	Горизонтальное проложение, *D*	Прямо	Обратно	Среднее	Исправленное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1									230,00	1
	-2°01'	+2°02'	83,0	82,90	-2,92	+2,95	-0,02 -2,94	-2,96		
2									227,04	2
	-5°24'	+5°25'	122,0	120,92	-11,43	11,46	-0,03 -11,45	-11,48		
3									215,56	3
	+2°15'	-2°16'	98,0	97,85	+3,85	-3,88	-0,02 +3,87	+3,85		
4									219,41	4
	+1°56'	-1°57'	120,0	119,86	+4,05	-4,09	-0,03 +4,07	+4,04		
5									223,45	5
	+4°30'	-4°29'	100,5	99,88	+7,86	-7,83	-0,02 +7,85	+7,83		
6									231,28	6
	-0°56'	+0°58'	76,5	76,48	-1,25	+1,29	-0,01 -1,27	-1,28		
1									230,00	1
				ΣD = 597,89 м		$\sum h_{ср}$ (+) = +15,79 $\sum h_{ср}$ (-) = -15,66		Σ = 0		
							f_h = +0,13	Доп. $f_h = \pm 0{,}2\text{м}\sqrt{\sum D(\text{км})}$		
								Доп. $f_h = \pm 0{,}2\text{м}\sqrt{0{,}6} = \pm 0{,}15$		

Вычислил Орлов Проверил Петров

Контроль: $\Sigma\delta = -f_h$

Величины поправок записывают в графе 8 над превышениями. В графу 9 записывают исправленные превышения.

Контроль: если исправленные превышения вычислены правильно, их алгебраическая сумма должна быть равна нулю.

По исправленным превышениям последовательно вычисляют отметки пунктов съемочного обоснования по формуле:

$$H_{n+1} = H_n + h_n,$$

где H_{n+1} – высота последующего пункта (м), H_n – отметка предыдущего пункта (м), h_n – превышение между смежными пунктами (м).

Контролем вычисления отметок является получение отметки исходной точки в конце вычислений.

3.4. Вычисление координат пунктов съемочного обоснования

Вычисление координат производится в ведомости вычисления координат (таблица 4). В графу 1 ведомости выписывают номера вершин хода, в графу 2 – номера точек визирования. В графу 3 выписывают против соответствующих вершин средние значения измеренных горизонтальных углов. Значения горизонтальных проложений линий выписывают в графу 6 из таблицы 3.

3.4.1. Вычисление угловой невязки хода

Угловой невязкой f_β замкнутого тахеометрического хода называется разность между суммой измеренных горизонтальных углов $\Sigma\beta_{изм}$ и теоретической суммой внутренних углов плоского многоугольника $\Sigma\beta_{теор}$ т. е.

$$f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор},$$

где $\Sigma\beta_{теор} = 180°\times(n - 2)$, n – число углов многоугольника.

Вычисленные значения $\Sigma\beta_{изм}$ и $\Sigma\beta_{теор}$ подписывают внизу графы 3.

Здесь же вычисляют величину допустимой угловой невязки по формуле:

$$f_{\beta доп} = 2 \times t \ (t = 0°0'30'' \text{ – точность инструмента}),$$
$$f_{\beta доп} = \pm 1'\sqrt{n}\,.$$

Таблица 4

Вычисление координат точек съемочного обоснования

Номера точек		Горизонтальные углы		Дирекционные углы	Горизонтальные проложения, м	Приращения координат, м				Координаты, м	
						Вычисленные		Исправленные			
Стояния	Визиров	Измеренные ° '	Исправленные ° '	° '		ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1						+0,05	+0,08			**3348,05**	**2238,25**
	3			**294°46'**	82,90	+34,73	-75,27	+34,78	-75,19		
2						+0,07	+0,12			3382,83	2162,06
	1	110°59'00"	110°59'								
3				3°47'	120,92	+120,64	+7,98	+120,71	+8,10		
	4									3503,54	2171,16
	2	123°09'00"	123°09'			+0,06	+0,10				
4				60°38'	97,85	+48,01	+85,32	+48,07	+85,42		
	5									3551,61	2256,58
	3	105°15'00"	105°15'			+0,07	+0,12				
5				135°23'	119,86	-85,35	+84,21	-85,28	+84,33		
	6									3466,33	2340,91
	4	117°58'00"	117°58'			+0,06	+0,10				
6				197°25'	99,88	-95,32	-29,90	-95,26	-29,8		
	1	-0°0'30"								3371,07	2311,11
	5	124°58'30"	124°58'			+0,05	+0,08				
1				252°27'	76,48	-23,07	-72,94	-23,02	-72,86		
	2	-0°0'30"									
	6	137°41'30"	137°41'							**3348,05**	**2238,25**
				(294°46')	ΣD = 597,89						
			$\sum\beta_{исп}$ = 720°			fx = -0,36	fy = -0,6				
						fs = 0,85		0	0		

$\Sigma\beta_{изм}$ = 720°01'00"

$\Sigma\beta_{теор}$ = 720°00'00"

f_{β} = +1'

$f_{\beta доп} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{6} = \pm 2{,}4'$

$$\frac{1}{\sum D \div f_s} = \frac{1}{703} \langle \frac{1}{300}$$

Вычислил Орлов

Проверил Петров

Если значение угловой невязки не превосходит допустимой величины, то ее распределяют поровну с обратным знаком между измеренными углами, с точностью до 30″, т. е. вычисляют поправки к измеренным горизонтальным углам по формулам:

$$\delta_\beta = -\frac{f_\beta}{n}.$$

Если полученное значение поправки меньше 30″, то угловую невязку вводят в наиболее слабое место тахеометрического хода (короткие стороны хода, горизонтальные углы $\leq 20°$ или $\geq 150°$, точки съемочного обоснования, наиболее удаленные от исходных пунктов сети).

Контроль: $\Sigma\delta_\beta = -f_\beta$.

Поправки в измеренные углы подписывают над их значениями. Вычисляют исправленные горизонтальные углы

$$\beta_{исп} = \beta_{изм} + \delta_\beta.$$

Контроль: $\Sigma\beta_{исп} = 180°\times(n - 2)$.

3.4.2. Вычисление дирекционных углов сторон хода

Вычисление дирекционных углов сторон хода производят по дирекционному углу начальной стороны и исправленным горизонтальным углам. Начальный дирекционный угол стороны 1-2 выписывают из решения привязки (см. раздел 3.1). В нашем примере $\alpha_{1\text{-}2} = 294°46'$. Его записывают в графу 5 между точками 1 и 2. Дирекционные углы остальных сторон хода вычисляют по формулам:

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + \beta_{лев} - 180° \text{ - для левых углов;}$$
$$\alpha_{n-1} = \alpha_n - \beta_{прав} + 180° \text{ - для правых углов,}$$

где α_{n+1} – дирекционный угол последующей стороны хода, α_n – дирекционный угол предыдущей стороны хода.

Контроль: полученный дирекционный угол первой стороны хода в конце вычислений должен быть равен исходному. С этой целью по дирекционному углу последней стороны и горизонтальному углу при вершине 1, которые ранее в вычислениях не участвовал, получают дирекционный угол начальной стороны ($\alpha_{1\text{-}2} = 294°\ 46'$).

Вычисленные значения дирекционных углов сторон хода записывают в графу 5.

3.4.3. Вычисление приращений координат, их невязок и координат пунктов съемочного обоснования

Приращение координат хода вычисляют по следующим формулам:

$$\Delta X_i = D_i \times \cos\alpha_i,\ \Delta Y_i = D_i \times \sin\alpha_i,$$

где D_i – горизонтальное проложения линий; α_i – дирекционные углы этих линий.

Вычисления производят с точностью до 0,01 м.

Вычисленные приращения координат записывают в графах 7 и 8.

Для замкнутого хода алгебраическая сумма приращений по каждой оси координат должна быть равна нулю:

$$\sum\Delta X = 0,\ \sum\Delta Y = 0.$$

Внизу графы 7 и 8 находят значения невязок f_x и f_y (по осям абсцисс и ординат), по формулам:

$$f_x = \sum\Delta X\ ,\ \ f_y = \sum\Delta Y.$$

Невязки в приращениях координат обусловлены действием погрешностей измерения углов и сторон хода. Совместное влияние невязок приращений по осям координат характеризуется линейной невязкой в периметре:

$$f_s = \sqrt{fx^2 + fy^2}.$$

Допустимую линейную невязку вычисляют по формуле относительной ошибки:

$$\frac{1}{\sum D \div f_s} \le \frac{1}{500},$$

где $\sum D$ – сумма горизонтальных проложений длин сторон хода (периметр).

Периметр ($\sum D$) подсчитывают в графе 6 и выписывают внизу. После проверки допустимости относительной линейной невязки $\frac{1}{\sum D \div f_s}$ распределяют невязки приращений координат f_x и f_y.

Невязки f_x и f_y распределяют с обратным знаком в каждое приращение координат пропорционально длинам сторон, т. е. вычисляют поправки к приращениям координат по формулам:

$$\delta X_i = -\frac{f_x}{\sum D} \times D_i, \qquad \delta Y_i = -\frac{f_y}{\sum D} \times D_i,$$

и подписывают их над приращениями в графах 7 и 8.

В графах 9 и 10 записывают исправленные значения приращений координат:

$$\Delta X_{\text{ИСПР}} = \Delta X_i + \delta X_i, \qquad \Delta Y_{\text{ИСПР}} = \Delta Y_i + \delta Y_i.$$

Контроль: $\sum \Delta X_{\text{ИСПР}} = 0$, $\sum \Delta Y_{\text{ИСПР}} = 0$.

Далее, в графах 11 и 12 последовательно вычисляют координаты точек тахеометрического хода от координат начальной точки 1, используя исправленные приращения координат, по формулам:

$$X_{n+1} = X_n + \Delta X_{\text{ИСПР}}, \qquad Y_{n+1} = Y_n + \Delta Y_{\text{ИСПР}},$$

где X_n, Y_n – координаты предыдущего пункта, X_{n+1} ,Y_{n+1} – координаты последующего пункта.

Контроль: вычисленные координаты начальной точки хода должны быть равны исходным (таблица 4).

4. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Инструменты и принадлежности для выполнения работ: теодолит, одна вешка, одна рейка, полевой журнал для тахеометрической съемки, абрисы, два карандаша, тахеометрические таблицы.

Тахеометрическую съемку ситуации и рельефа местности выполняют с пунктов съемочного обоснования в масштабе 1:500. На каждой станции измеряют расстояние, горизонтальный и вертикальные углы до съемочных пикетов, т.е. определяют полярные координаты каждой снимаемой точки (съемочных пикетов).

Все записи результатов измерений ведут в журнале тахеометрической съемки (таблица 5). В процессе съемки составляют абрис (рис. 4.1).

Особо важное значение при съемке имеет правильный выбор съемочных пикетов. При съемке ситуации рейку устанавливают на характерных точках контуров (углы зданий, изгибы дорог, рек, границы угодий, столбы электролиний и т. д.). При съемке рельефа рейку устанавливают на характерных точках и линиях рельефа местности (вершина холма, дно котловины, водораздел, тальвег, перегибы скатов, урезы воды).

Съемочные пикеты должны равномерно покрывать всю территорию съемки. Расстояние от точек съемочного обоснования до съемочных пикетов должно быть не более 80 м.

4.1. Работа на станции

Работу на станции выполняют в следующем порядке:

- теодолит центрируют над точкой с точностью до 1 см с помощью отвеса и горизонтируют с помощью цилиндрического уровня горизонтального круга;

- определяют МО вертикального круга на каждой станции, значение МО записывают в журнал тахеометрической съемки (таблица 5) для данной станции. Устанавливают визирную веху на следующую по ходу точку съемочного обоснования. Направление на эту точку принимают за начальное (например: станция 1, направление на точку 2), ориентируют лимб по начальному направлению. Для этого, вращая алидадой, устанавливают отсчет на горизонтальном круге 0°00’. Затем алидаду закрепляют, открепляют лимб, наводят теодолит на выставленную веху (на пункте 2). Далее лимб закрепляют до конца съемки на этой станции, а алидаду открепляют. Съемка ведется только при положении зрительной трубы круг «лево» (КЛ);

- рейкой измеряют высоту инструмента до 0,01 м, записывают ее значение в журнал и отмечают на рейке ярким шнурком (i = 1,30 м);

- рейку устанавливают на съемочный пикет;

- наводят теодолит на рейку, измеряют нитяным дальномером расстояние до рейки и записывают в журнал (1);

- наводят центр сетки нитей на высоту инструмента (шнурок), берут отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам теодолита и записывают в журнал (2), (3). Если на рейке отметки высоты инструмента не видно, то наводят центр сетки нитей на верх рейки и записывают на этом пикете высоту визирования (v = 3 м) в графу 8 таблицы 5.

4.2. Ведение журнала тахеометрической съемки

В журнале указывают номер станции, начальное направление, МО, высоту инструмента i в метрах, отметку точки H_0 съемочного обоснования в метрах. В соответствующие графы журнала записывают результаты полевых измерений (расстояний, отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам). Затем вычисляют углы наклона на съемочные пикеты по формуле:

$$v = КЛ - МО.$$

Находят горизонтальное проложение D и превышение h’ между точкой съемочного обоснования и съемочным пикетом по углу наклона и расстоянию из тахеометрических таблиц или по формулам, которые приведены в тахеометрических таблицах:

$$D = S \times \cos^2 v;$$
$$h' = D \times tan\ v;$$
$$h = h' + i - \mathrm{v},$$

где D – горизонтальное проложение, S – измеренное нитяным дальномером расстояние, v – угол наклона, i – высота инструмента, v – высота визирования.

Знак превышения соответствует знаку угла наклона.

Отметку съемочного пикета вычисляют по формуле:

$$H = H_0 + h,$$

и записывают в графу 11 (таблица 5).

Таблица 5

ЖУРНАЛ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

$$МО = \frac{КЛ + КП - 180°}{2} \quad (Т\text{-}30)$$

Точка стояния *1* $H_0 = 230{,}0$ $i = 1{,}30$ КЛ = 354°35'

Дата 13.07.17. КП = 185°23'

Начальное направление *2* Исполнитель Петров v = КЛ-МО МО = - 0°1'

№№ пикетов	Расстояния по дальномеру, м	Отсчеты по кругам /КЛ/		Углы наклона ° '	Горизонтальн. проложения, м	h', м	Высота визиров v, м	i-v	Превышение $h = h' + i$-v	Отметки пикетов $H = H_0 + h$	Примечание
		Горизонтальн. ° '	Вертикальн. ° '								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		0°00									
1	38,0	23°00'	352°59'	-7°00'	37,44	-4,60	1,30	0	-4,60	225,40	рельеф, дорога
2	35,0	53°30'	355°06'	-4°53'	34,75	-2,97	1,30	0	-2,97	227,03	рельеф, дорога
3	56,0	81°00'	356°06'	-3°53'	55,74	-3,78	1,30	0	-3,78	226,22	дорога
4	86,1	100°00'	356°36'	-3°23'	85,80	-5,07	1,30	0	-5,07	224,93	дорога
5	52,3	112°41'	358°47'	-1°12'	52,28	-1,10	1,30	0	-1,10	228,90	рельеф, луг
6	72,0	116°02'	354°23'	-5°36'	71,31	-6,99	3,00	-1,70	-8,69	221,31	рельеф, луг
7	25,0	137°30'	352°34'	-7°25'	24,58	-3,20	1,30	0	-3,20	226,80	обрыв, 2м
8	46,5	141°00'	355°17'	-4°42'	46,19	-3,80	1,30	0	-3,80	226,20	обрыв, 2м
9	25,8	180°10'	349°39'	-10°20'	24,97	-4,55	1,30	0	-4,55	225,45	обрыв, 2м

Вычислил

Проверил

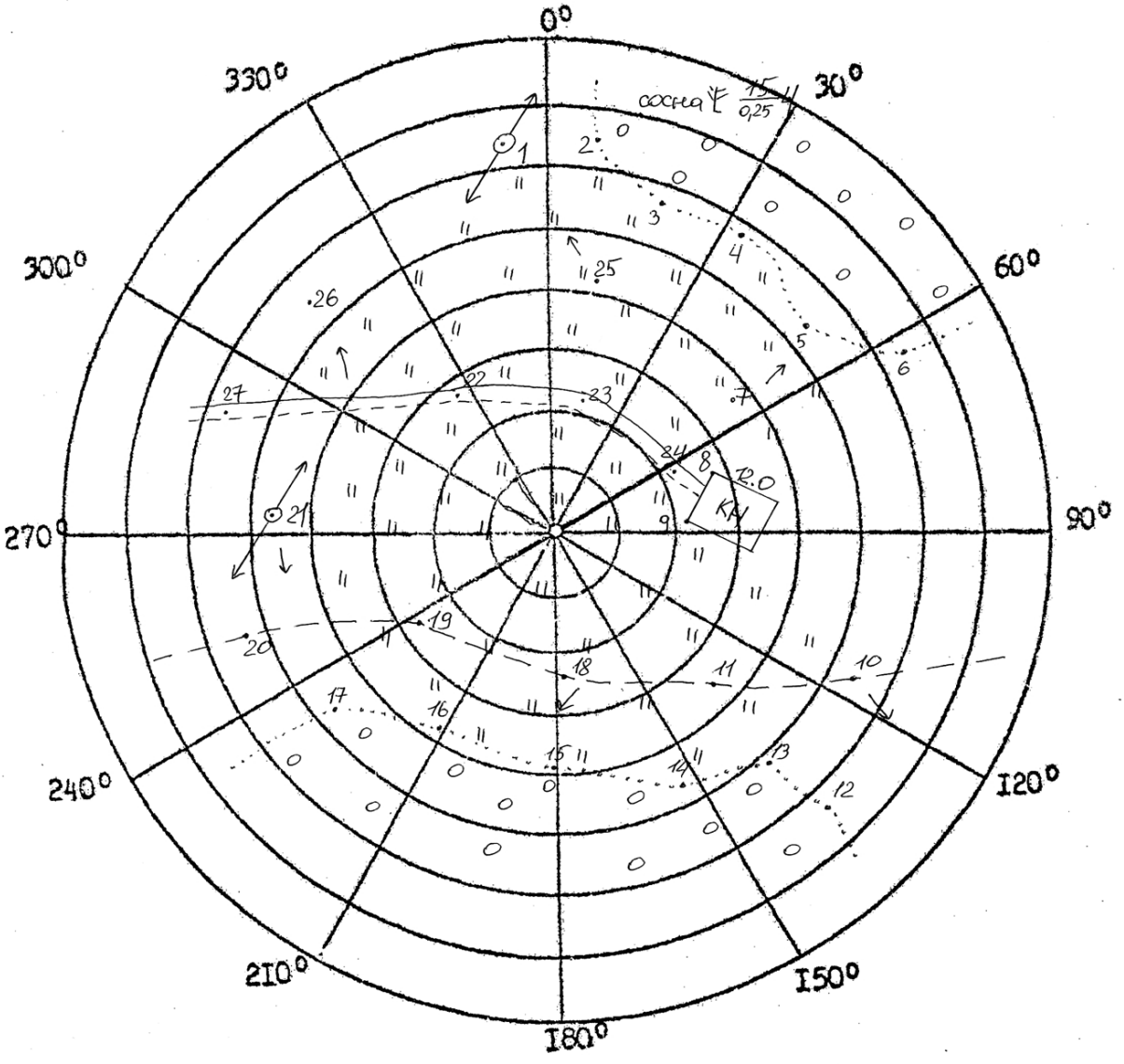
4.3. Составление абриса

Абрис – это схематический чертеж участка местности, снимаемого с данной станции. Абрис составляют на каждой станции одновременно с заполнением журнала тахеометрической съемки (рис. 4.1).

При заполнении абриса центр окружности принимают за станцию, с которой выполняют съемку, один из радиусов за начальное направление (0°), расстояния между окружностями принимают равными 10 м. Каждый съемочный пикет намечают на абрисе точкой, рядом надписывают его порядковый номер.

Станция 2

Начальное направление на пункт 1



Абрис составил Назаров И.В.

Рис. 4.1. Абрис тахеометрической съемки на п. 1

При съемке следят за тем, чтобы нумерация съемочных пикетов на абрисе соответствовала нумерации этих же пикетов в журнале тахеометрической съемки. На абрис наносят все снятые контуры ситуации, сопровождая их пояснительными надписями и условными знаками. На абрисе стрелками показывают направление скатов.

Составление абрисов является ответственной частью тахеометрической съемки, т.к. он в дальнейшем используется для создания топографического плана. Его надо вести аккуратно, все записи делают четко, отточенным карандашом, прямолинейные контуры вычерчивать по линейке. Четкое ведение абриса способствует качественному составлению топографического плана. Абрис сдается вместе с журналом тахеометрической съемки.

Закончив съемку на станции, по абрису проверяют, все ли элементы ситуации и рельефы засняты, нет ли пропусков, достаточно взято ли съемочных пикетов. Съемочные пикеты должны быть расположены не реже, чем через 3 см в масштабе плана, т. е. через 15 м на местности (в масштабе 1:500), их количество зависит от сложности ситуации и сложности рельефа. Кроме того, проверяют, не сбилась ли во время съемки ориентировка теодолита. Для этого в конце съемки снова визируют зрительную трубу по начальному направлению и проверяют неизменность отсчета по лимбу. Допустимое отклонение должно быть не более 3′. Сделав такой контроль, переходят на следующую станцию.

5. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА

При тахеометрической съемке топографический план создается камеральным путем. Размер рамки для планов масштаба 1:500 принят 50×50 см. План составляют в масштабе 1:500 и оформляют в соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500».

Составление плана выполняют в следующем порядке:

- вычерчивание координатной сетки;
-построение точек по координатам;
-нанесение ситуации и местности на план;
-оформление топографического плана.

5.1. Вычерчивание координатной сетки

Координатную сетку строят на листе чертежной бумаги А1, стороны сетки принимают равными 10×10 см. Координатную сетку получают путем ее переноса со стандартных сеток, изготовленных на картографической пленке, через световой стол.

Правильность построения координатной сетки контролируют путем измерения циркулем-измерителем диагоналей всех квадратов сетки. Ошибки в длинах диагоналей не должно превышать 0,2 – 0,3 мм.

5.1.1. Построение пунктов съемочного обоснования по координатам

Для построения пунктов съемочного обоснования по координатам в масштабе 1:500 сетку координат оцифровывают через 50 м. За начало координат принимают юго-западный угол рамки. От него к северу надписывают абсциссы *X*, к востоку – ординаты *Y*. Координаты юго-западного угла плана выбирают так, чтобы тахеометрический ход разместился примерно в середине листа. Построение каждой точки съемочного обоснования производят с помощью циркуля-измерителя и масштабной линейки. Вначале определяют, в каком квадрате сетки располагается данная точка. Затем значение абсциссы откладывают по обеим сторонам квадрата и соединяют тонкой прямой линией. На этой линии откладывают значение ординаты *Y*. Полученную точку обводят условным знаком (кружочком), рядом надписывают номер пункта планово-высотного хода и его отметку до 0,01 м (справа от пункта).

Построение пунктов съемочного обоснования обязательно контролируют. Для этого значение горизонтального проложения между двумя точками циркулем-измерителем откладывают на масштабной линейке и сравнивают с

расстоянием между соответствующими точками на плане. Допустимое расхождение этих величин не должно быть более ±0,5 мм.

5.2. Нанесение ситуации и рельефа местности на план

Ситуацию наносят на план по данным журнала тахеометрической съемки и абрисов. Съемочные пикеты наносят на план по горизонтальному углу и горизонтальному проложению. Горизонтальные углы откладывают при помощи кругового транспортира от начального направления, а горизонтальные проложения – циркулем-измерителем по линейке. Справа от полученной точки подписывают отметку съемочного пикета до 0,1 м, слева – ее номер. Руководствуясь абрисом и подписями, сделанными в примечаниях тахеометрического журнала, рисуют условными знаками элементы ситуации. Виды угодий пока обозначают надписями. По отметкам точек проводят горизонтали с сечением рельефа через 1 м. Интерполирование горизонталей выполняют по тем направлениям, которые указаны в абрисе.

Окончив составление ситуации и рельефа на станции, приступают к нанесению съемочных пикетов следующей станции.

Составленный план представляют на просмотр преподавателю. После просмотра и проверки по указанию преподавателя план оформляют.

5.3. Оформление топографического плана

Порядок оформления следующий:

1) Пункты опорной геодезической сети, пункты съемочной сети, характерные высотные точки, ориентиры и местные предметы.

2) Гидрографическая сеть, урезы воды, подписи, относящиеся к гидрографии.

3) Населенные пункты.

4) Элементы линейной протяженности (границы контуров, дорожная сеть, электролинии, телефонные линии и др.).

5) Рельеф. При этом выделяют утолщенные горизонтали, расставляют бергштрихи, размещают надписи горизонталей, кратные 5 м, вычерчивают формы рельефа, не выражающиеся горизонталями (обрывы, ямы, скалы и др.).

6) Почвенно-растительный покров (виды угодий, которые ранее подписывались, теперь вычерчивают условными знаками).

7) Рамка и зарамочное оформление.

Во избежание пропусков после оформления план тщательно корректируют. Без разрешения преподавателя не следует стирать с плана

съемочные пикеты. Все оформление выполняется в соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500».

Перечень сдаваемых материалов: журнал тахеометрической съемки, абрисы для каждой станции, топографический план.

6. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ПО ОСИ ТРАССЫ

Назначение нивелирования по оси трассы – определение отметок точек местности и построение профиля оси будущего инженерного сооружения.

Работы по нивелированию трассы состоят из следующих этапов:

- рекогносцировка трассы;
- разбивка пикетажа и поперечных профилей;
- нивелирование по оси трассы и по поперечным профилям;
- камеральная обработка результатов нивелирования;
- построение профиля;
- проектирование по профилю.

Инструменты и принадлежности для выполнения работы: нивелир Н-3 со штативом, две рейки, мерная лента, шпильки, колья или штыри для закрепления пикетов, молоток, нивелирный журнал, пикетажный журнал, карандаши.

6.1. Рекогносцировка трассы

Трассу выбирают с учетом следующих условий: число поворотов трассы должно быть минимальным, стороны трассы должны проходить на местности по возможности с малыми углами наклона.

В процессе рекогносцировки закрепляют вершины углов поворота (ВУ).

6.2. Разбивка пикетажа по трассе и поперечных профилей

Стороны трассы измеряют стальной лентой (шпагатом), отмечая на трассе штырями или колышками пикеты – точки, отстоящие одна от другой на 100 м. Для трасс, проходящих по участкам со сложным рельефом, пикеты могут разбиваться через 50 м.

Количество пикетов на бригаду – 12, количество поперечников – 2.

Если угол наклона местности больше 2°, то расстояние между пикетами увеличивают на величину поправки за наклон. Около каждого пикета забивают сторожок – кол или штырь с табличкой, на котором пишут номер пикета и номер бригады.

Расстояние до плюсовых точек, намечаемых на перегибах местности и пересечении трассы с дорогами и ЛЭП, измеряют от младшего пикета и отмечают сторожками, например ПК 5 + 65.0 (рис. 6.1).

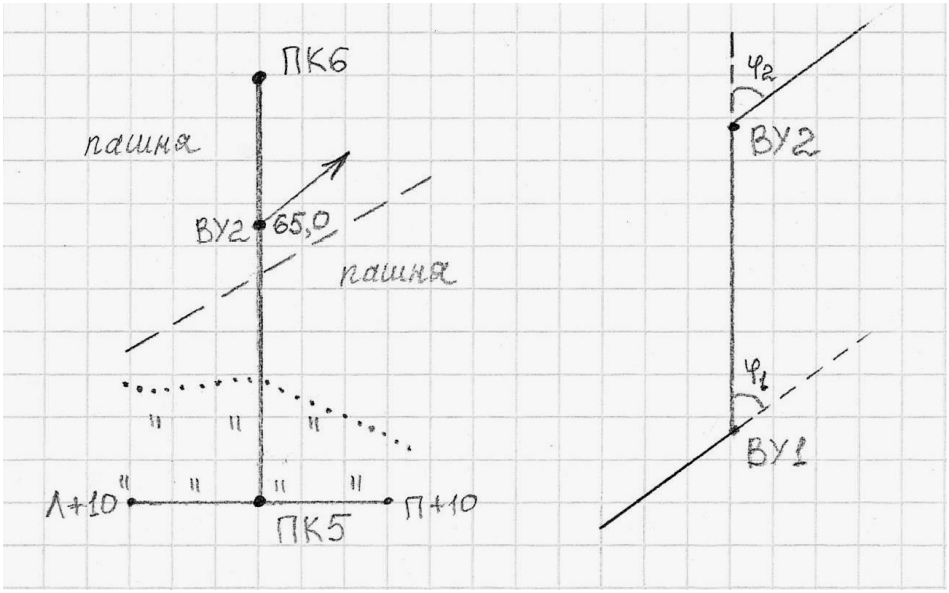


Рис. 6.1. Пикетажный журнал

Разбивают поперечные профили. Для этого перпендикулярно к оси трассы измеряют расстояние от оси трассы влево и вправо до точек перегиба местности. Концы поперечного профиля и точки перегиба отмечают сторожками, на которых надписывают расстояния от оси трассы с добавлением буквы Л (влево) или П (вправо) от оси трассы, например, Л + 10,0 или П + 5,0. Началом поперечного профиля может быть пикет или плюсовая точка. Его длину принимают по указанию преподавателя (10-20 м).

В процессе разбивки пикетажа ведут пикетажный журнал (рис. 6.1), в котором в масштабе 1:1000 показывают ось трассы, пикеты, плюсовые точки, поперечные профили, углы поворота, направление поворота трассы (стрелкой), на глаз зарисовывают контуры местности в полосе шириной по 20 м в обе стороны от оси трассы.

6.3. Нивелирование по оси трассы и по поперечным профилям

После выполнения поверок нивелира, результаты которых записывают на первой странице журнала, приступают к нивелированию по пикетажу. Нивелирование выполняют способом «из середины». Нивелирный ход привязывают к ближайшему реперу. На каждой станции хода две нивелирные точки являются связующими, с их помощью передают высоты по ходу. Остальные точки называются промежуточными. Как правило, связующими точками являются пикеты. Если превышение между пикетами больше длины рейки, то для передачи высот используют дополнительные связующие точки, называемые *Х* точками. *Х* точки закрепляют колышками или штырями. Между смежными пикетами может быть несколько точек *Х*, в зависимости от рельефа.

В качестве *X* точек можно использовать плюсовые точки. Примеры выбора станции и связующих точек показаны на рис. 6.2.

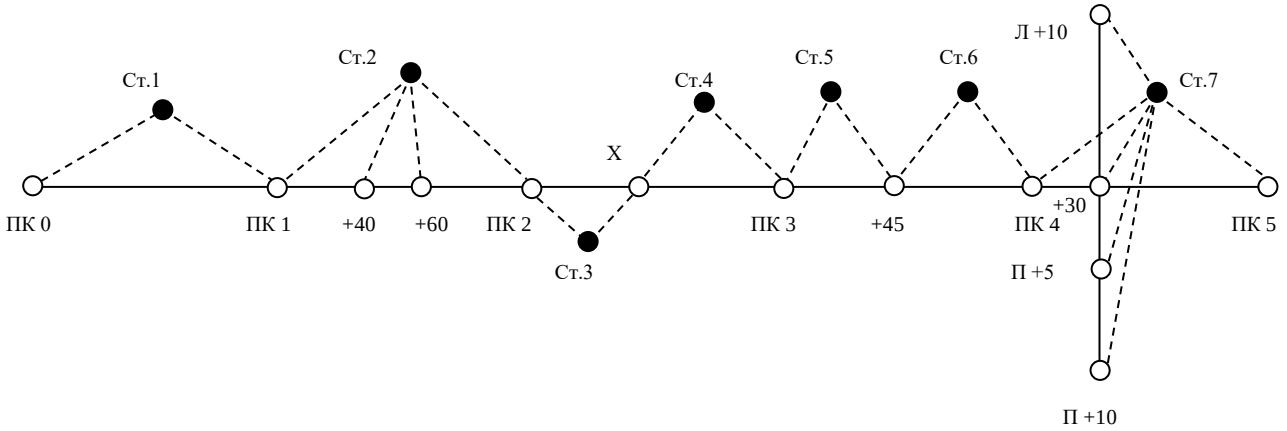


Рис. 6.2. Выбор станций при нивелировании трассы

6.4. Работа на станции при нивелировании

Все записи при нивелировании ведут в полевом журнале карандашом. Работу на станции производят в следующем порядке. Нивелир устанавливают примерно на равном расстоянии от связующих точек. Равенство расстояний определяют на глаз. На связующих точках на колышках устанавливают рейки.

Нивелир горизонтируют с помощью круглого уровня. Наводят трубу нивелира на заднюю рейку, совмещают элевационным винтом концы пузырька цилиндрического уровня и берут отсчет по черной стороне рейки (1). Порядок записей и вычислений показан в таблице 6. Поворачивают рейку, проверяют точность совмещения концов пузырька цилиндрического уровня и берут отсчет по красной стороне (2). Затем нивелир наводят на переднюю рейку, обязательно совмещают элевационным винтом концы пузырька цилиндрического уровня и снова берут отсчеты по черной и по красной сторонам рейки (3), (4).

При нивелировании все отсчеты и превышения записывают в миллиметрах.

Если отсчет по рейке больше 1 м, то рейку необходимо слегка покачивать вперед и назад. При этом в нивелир наблюдают и берут наименьший отсчет. Тут же на станции вычисляют превышения *h* по черной (5) и красной (6) сторонам реек по формуле:

$$h = З - П,$$

где З – отчет по задней рейке; П – отсчет по передней рейке.

Эти превышения не должны отличаться более чем на 5мм. При большем расхождении нивелирование связующих точек повторяют, несколько изменив высоту инструмента.

Если разность превышений, вычисленных на станции, не превосходит допуск, то вычисляют среднее превышение (7) до целых мм и записывают в графе 8 или 9.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ

Таблица 6

Прямой ход

Дата 27.07.02

Исполнитель *Орлов*

№№ станции	Номер пикетов и промежут. точек	Отсчет по рейке			Превышения		Среднее превышение		Горизонт инструмента	Отметки точек	Номера пикетов и пром. точек	Примечания
		задний	передний	промежут.	+	-	+	-				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0-1	1861(1)	1363(3)		498(5)							
		6646(2)	6146(4)		500(6)		+2 499(7)			127,115	0	
2	1-2	0430(1)	0656(3)			226(5)			128,046	127,616	1	
		5218(2)	5440(4)			222(6)		+2 224(7)				
	1+40,0			2530(8)						125,516	1+40,0	
	1+60,0			2340(9)						125,706	1+60,0	
3	2-x	2830	420		2410					127,394	2	
		7615	5202		2413		+2 2412					
4	x-3	2131	720		1411							
		6915	5509		1406		+2 1408					
5	3-3+45,0	2752	151		2601					131,218	3	
		7535	4942		2593		+1 2597			133,816	3+45,0	
∑		43933	30549		13832	448	6916	224				
		+13384			+13384		+6692					
					+6692							

Вычислил *Петров*

Проверил *Иванов*

Одновременно с нивелированием связующих точек нивелируют плюсовые точки и точки поперечного профиля. Для этого после вычисления среднего превышения на станции рейку с задней связующей точками и точки поперечного профиля, устанавливают ее на землю у сторожков нулем вниз, берут по одному отсчету только по черной стороне рейки и записывают отсчет в графу 5 (8), (9).

После этого задний реечник переходит на следующую связующую точку, а передний остается на предыдущей связующей точке, наблюдатель переходит и выбирает следующую станцию. Если в районе трассы есть только один репер, к которому будет привязываться трасса, то для контроля нивелирования студенты на практике прокладывают обратный нивелирный ход, начиная нивелирование с последнего пикета. В обратном ходе нивелируют только связующие точки. Если есть возможность привязать последний пикет к реперу, то обратный ход не прокладывают.

Все записи в журнале должны быть выполнены аккуратно, без подчисток и исправлений. Неправильные записи зачеркивают, а в примечаниях пишут причину зачеркивания.

В полевом журнале дают схему привязки (рис. 6.3) и делают полевую привязку. Для этого выполняют нивелирование от репера до ПКО в прямом и обратном направлениях, вычисляют среднее превышение $h_{ср}$.

Решают привязку, т. е. вычисляют отметку ПКО ($H_{пко}$) по формуле:

$$H_{ПКО} = H_{Rp} + h_{ср}$$

$$h_{ср} = \frac{h_{пр} + h_{обр}}{2},$$

если привязка сделана по схеме (*а*).

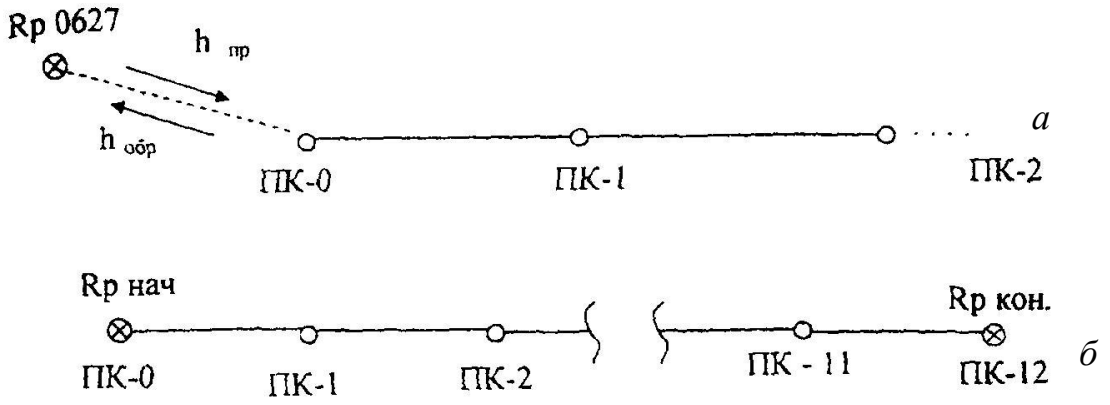


Рис. 6.3. Схемы привязки нивелирного хода:
а – висячий ход, *б* – разомкнутый ход

6.5. Камеральная обработка результатов нивелирования

Камеральную обработку производят в таком порядке:
- обработка нивелирного журнала;
- построение профиля;
- проектирование по профилю.

6.5.1. Обработка нивелирного журнала

Для проверки правильности записей и вычислений в журнале производят постраничный контроль по формуле:

$$\sum З - \sum П = \sum h.$$

Для этого на каждой странице журнала находят: суммы отсчетов ∑3, ∑4 по графам 3, 4; суммы превышений ∑6, ∑7, ∑8, ∑9 по графам 6, 7, 8, 9 (таблица 6). Вычисляют величины:

$$\sum 3 - \sum 4; \quad \sum 6 + \sum 7; \quad \sum 8 + \sum 9.$$

Соблюдение равенств:

$$\sum 3 - \sum 4 = \sum 6 + \sum 7; \quad \frac{\sum 6 + \sum 7}{2} = \sum 8 + \sum 9,$$

показывает, что вычисления на данной странице сделаны верно. Аналогично производят контроль и на следующих страницах журнала. Суммируя величины (∑8 + ∑9) отдельно по прямому и обратным ходам, получают суммарное превышения $\sum h_{прям}$ – прямого и $\sum h_{обр}$ обратного ходов. Сумма величин $\sum h$ прямого и обратных ходов дает невязку f_h:

$$f_h = \sum h_{прям} + \sum h_{обр}.$$

Если ход пройден точками с известными отметками $H_{НАЧ}$ и $H_{КОН}$ (рис. 6.3, *б*), невязку вычисляют по формуле:

$$f_h = \sum h_{ср} - (H_{КОН} - H_{НАЧ}).$$

Допустимое значение невязки вычисляют по формуле:

$$f_{h доп} = \pm\sqrt{L(км)}, \text{ мм},$$

где L – длина хода (в километрах) от начального до конечного пикета. Вычисляют невязку в полевом журнале, на чистой странице.

Если полученная невязка больше допустимой, то нивелирный ход переделывают. Если полученная невязка допустима, то в случае (*а*) половину ее распределяют с обратным знаком поровну в превышения прямого хода, округляя при этом поправки до целых километров. Во втором случае (*б*), вся невязка распределяется поровну с обратным знаком на превышения между связующими точками. Поправки в превышениях δ_h вычисляют по формуле:

$$\delta_h = -\frac{f_h}{n},$$

где n – число превышений.

Записывают поправки над средними превышениями в полевом журнале. Исправленные превышения определяют по формуле:

$$h_1 = h_{ср} + \delta_{h1}.$$

Из привязки хода к реперу вычисляют отметку нулевого пикета $H_{ПКО}$ (в нашем примере $H_{ПКО}$ = 127,115 м). Записывают ее в графе (II) напротив нулевого пикета (0).

Зная эту отметку и исправленные превышения, последовательно вычисляют отметки связующих точек по всему ходу:

$$H_1 = H_0 + h_1, \quad H_2 = H_1 + h_2 \ \ldots$$

Получив отметку последнего пикета $H_К$, проверяют правильность вычислений по формуле:

$$H_{КОН} - H_{НАЧ} = \sum h - \frac{f_h}{2} \ (а) \text{ или } H_{КОН} - H_{НАЧ} = \sum h - f_h \ (б).$$

Вычисления в журнале заканчивают нахождением отметок промежуточных точек. Их вычисляют через горизонт инструмента ГИ. Горизонтом инструмента называют отметку визирного луча нивелира на данной станции. ГИ вычисляют по формуле:

$$ГИ = Н + a,$$

где Н – отметка связующей точки на данной станции; a – отсчет по черной стороне рейки на этой точке.

Пример: Для станции 2 в таблице 6:

$$ГИ = H_1 + a_1,$$

$H_{ПК1}$ = 127,616 м, a_1 = 0430 мм – отсчет на ПК1,

ГИ = 128,046 м (записывают в графу 10 напротив станции 2).

Отметки промежуточных точек $Н_{ПРОМ}$ находят вычитанием промежуточных отсчетов по рейке «*с*» из горизонта инструмента:

$$H_{ПРОМ} = ГИ - c.$$

На этой же станции находим:

$H_{ПК1+40.0} = 128{,}046 - 2{,}530 = 125{,}516$ м,

$H_{ПК1+60.0} = 128{,}046 - 2{,}340 = 125{,}706$ м.

6.5.2. Построение профиля трассы

По вычисленным отметкам пикетов, плюсовых точек и точек поперечного профиля на координатной бумаге строят продольный и поперечный профили местности по трассе. Масштабы построения:

- для продольного профиля: горизонтальный 1: 2000, вертикальный 1:200;
- для поперечного профиля: горизонтальный 1: 200, вертикальный 1:200.

Последовательность построения профиля приведена ниже.

Первоначально вычерчивают сетку профиля. Название граф и размеры в миллиметрах показаны на рис. 6.4.

В графе «Расстояния» отмечают положения пикетов и плюсовых точек, выписывают расстояния между плюсовыми точками и пикетами. *X* точки не строят. Ниже этой графы выписывают номера пикетов.

Пользуясь пикетажным журналом, заполняют графу «План трассы», в которой показывают:

а) ось в виде прямой линии красного цвета;

б) ситуацию (по результатам съемки полосы местности) соответствующими условными знаками.

В графу «Фактические отметки» выписывают из журнала нивелирования отметки всех пикетов и плюсовых точек с округлением до 0,01 м.

Выбирают и надписывают отметку условного горизонта, которая должна быт на 5-8 метров меньше самой низкой отметки по трассе.

В системе прямоугольных координат, где линия условного горизонта – ось расстояний, а вертикальная линия, проходящая через нулевой пикет – ось отметок, строят положение всех пикетов и плюсовых точек.

Полученные точки соединяют прямыми линиями и получают продольный профиль местности по оси трассы. Все построения выполняют карандашом.

Над точками продольного профиля, которые служили началом поперечных профилей, строят сетки поперечных профилей (рис. 6.4).

Заполняют графы «Расстояния» и «Фактические отметки» так же, как это делалось при построении продольного профили. Под сеткой надписывают пикетажные обозначения точек поперечного профиля.

Выбрав условный горизонт, строят положение точек поперечного профиля. Соединив полученные точки, получают поперечный профиль местности.

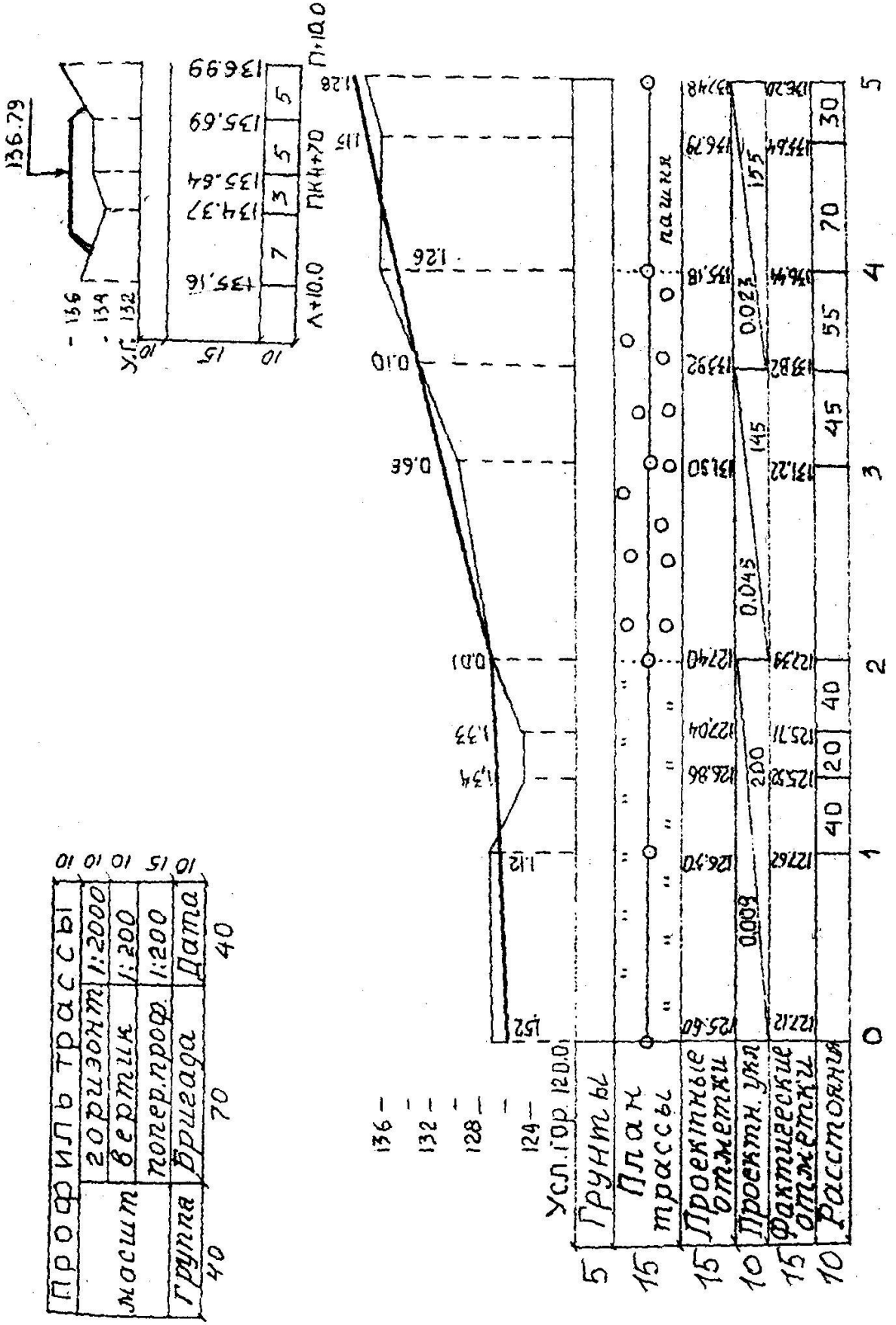


Рис. 6.4. Профиль трассы

Профиль местности – графический документ, позволяющий решать ряд инженерных задач.

6.5.3. Проектирование по профилю

На практике по продольному профилю студенты проводят проектную линию, которая будет являться профилем оси будущего инженерного сооружения (дороги, канала и т. д.). Проектную линию намечают графически с учетом следующих требований:

- уклоны участков проектной линии не должны превышать допустимых значений (предельный уклон задается преподавателем);
- объем земляных работ должны быть минимальным;
- объемы насыпей и выемок должны быть примерно одинаковы, т. е. на профиле должно соблюдаться примерное равенство площадей насыпей и выемок;
- шаг проектирования принимают от 100 до 600 м;
- измерение уклона проектной линии можно производить на пикетах или плюсовых точках.

Проектная отметка ПКО задается преподавателям или принимается равной фактической отметке этого пикета.

На рис. 6.4 проектная отметка ПКО H_0 = 125,60 м участков проектной линии с разными уклонами намечено три: длиной 200, 145 и 155 м; измерение уклона проектной линии предусмотрено в двух точках: на ПК2 и на плюсовой точке ПК3+45,0 расчет и вычерчивание проектной линии производится в следующем порядке:

По профилю определяют приближенно (с точностью 0,1 мм в вертикальном масштабе профиля) проектные отметки точек перелома и конца проектной линии:

$$H_2 = 127{,}4\text{м}; \quad H_{3+45.0} = 133{,}8\text{ м}; \quad H_5 = 137{,}4\text{ м}.$$

Вычисляют превышения по участкам проектной линии:

$$h_1 = H_2 - H_0 = +1{,}8\text{ м};$$
$$h_2 = H_{3\text{-}45.0} - H_2 = +6{,}4\text{ м};$$
$$h_3 = H_5 - H_{3+45.0} = +3{,}6\text{ м}.$$

вычисляют уклоны i – отношения превышений h к горизонтальным проложениям участков проектной линии d:

$$i = \frac{h}{d}..$$

$$i_1 = \frac{1{,}8}{200} = +0{,}009;$$

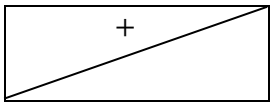
$$i_2 = \frac{6,4}{145} = +0,045;$$

$$i_3 = \frac{3,6}{155} = +0,023.$$

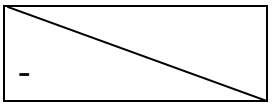
Полученные уклоны округляют до 0,001 и выписывают в графу «Проектные уклоны» продольного профиля.

Все данные проектирования наносят на профиль красным цветом.

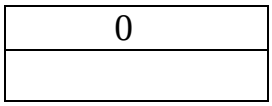
Под выписанными уклонами проводят линии (с подъемом (*а*), спуском (*б*) или горизонтальные (*с*) – в зависимости от знака уклона). Под линиями выписывают длины участков проектной линии.



(*а*)



(*б*)



(*с*)

По значениям округленных уклонов вычисляют и выписывают в соответствующую графу продольного профиля проектные отметки концов участков проектной линии по формуле:

$$H_{n\text{-}1} = H_n + i \times d.$$

Для нашего примера:

$$H_2 = 125,60 + 0,009 \times 200 = 125,60 + 1,80 = 127.40 \text{ м};$$

$$H_{3\text{-}45} = 127,40 + 0,45 \times 145 = 127,40 + 6,52 = 133,92 \text{ м};$$

$$H_5 = 133,92 + 0,023 \times 155 = 133,92 + 3,56 = 137,46 \text{ м}.$$

На профиле уточняют по вычисленным отметкам положение точек перелома и конца проектной линии, соединяют полученные отрезки линиями и получают проектный профиль оси будущего инженерного сооружения.

Вычисляют и выписывают проектные отметки всех остальных пикетов и плюсовых точек трассы по той же формуле (здесь «*d*» – это расстояние между пикетами, или расстояние от пикета до плюсовой точки). $H_1 = H_0 + i \times 100 = 126,50$ м, $H_{1\text{-}40} = H_1 + i \times 40 = 126,86$ м. Контролем вычислений служат выписанные проектные отметки конца участков проектной линии.

Вычисляют рабочие отметки как разности проектных и фактических отметок соответствующих точек профиля. Рабочие отметки выписывают около проектной линии: положительные (высота насыпи) – выше, а отрицательные (глубина выемки) – ниже проектной линии.

В заключении по вычисленной отметке точки оси поперечного профиля наносят положение проектной линии на поперечном профиле. Над проектной линией выписывают ее отметку. Проектную линию наносят горизонтально, по 10м влево и вправо от оси трассы. Показывают кюветы (если линия идет в выемке) и откосы (если линия идет по насыпи). Уклон откосов и бортов канав

45°, ширина дна кювета – 0,6 м. Над продольным профилем вычерчивают штамп.

Перечень сдаваемых материалов: отчет по нивелированию (раздел в общем отчете по практике), пикетажный журнал, журнал нивелирования, профиль местности по оси трассы.

7. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

На геодезической практике студенты выполняют следующие инженерно-геодезические задачи:

- вынос в натуру точки с заданными координатами;
- вынос на местность точки с заданной отметкой;
- вынос в натуру линии с заданным уклоном.

Проектные данные для выполнения этих задач (отметки, длины линий, уклон, координаты) задает преподаватель.

Подготовительные работы для решения инженерно-геодезических задач выполняются по топографическому плану масштаба 1:500, составленному студентами по результатам тахеометрической съемки.

Вынос проекта в натуру (геодезические разбивочные работы) осуществляются от имеющихся на участке пунктов геодезической сети с использованием следующих геодезических приборов: теодолита Т-30, нивелира Н-3 или Н-10, мерной ленты, рулетки.

7.1. Элементы геодезических разбивочных работ

Разбивочные работы можно представить как совокупность отдельных простых операций. Рассмотрим основные из них.

7.1.1. Вынос в натуру проектного горизонтального угла

Над вершиной угла O устанавливают теодолит и ориентируют его лимб вдоль заданного направления OA. Вращением алидады откладывают проектный угол β и по направлению визирной оси трубы забивают колышек C_1. Для исключения влияния коллимационной ошибки проводят трубу через зенит и откладывают величину угла β при другом положении вертикального круга, забивают колышек в точке C_2. Расстояние C_1-C_2 делят пополам, полученный угол AOC и будет проектным углом. После построения проектного угла производят контрольные измерения этого угла (см. рис. 7.1).

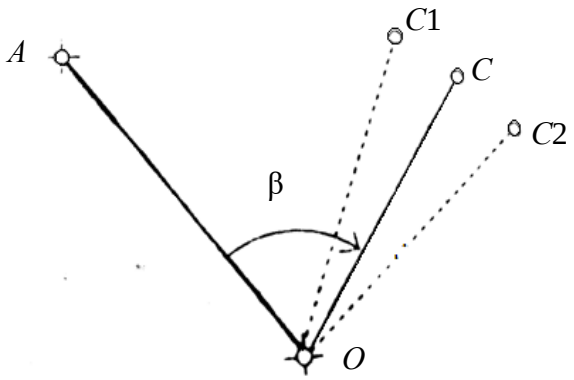


Рис. 7.1. Построение на местности проектного горизонтального угла

7.1.2. Вынос в натуру проектного расстояния

Для выноса проектного расстояния по заданному направлению мерной лентой откладывают наклонную длину, конец линии закрепляют колышком. Для контроля длину линии измеряют второй раз – обратно. Наклонное проектное расстояние находят по формуле:

$$L = \sqrt{D^2 + h^2},$$

где D – горизонтальное проложение линии, м; h – превышение между точками концами линии, м.

D и h определяют по топографическому плану.

7.2. Вынос в натуру точки с заданными координатами (полярным способом)

На топографическом плане запроектирована буровая скважина (C), которую необходимо вынести в натуру от ближайших пунктов геодезической сети (в примере пункты 1 и 2 на рис. 7.2).

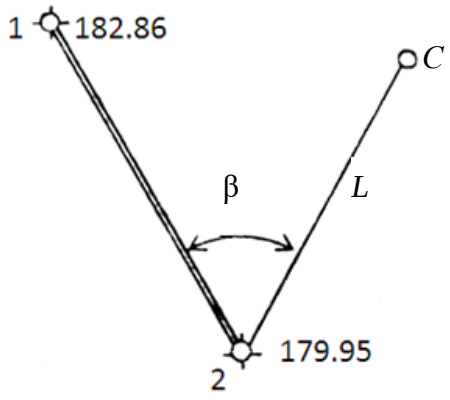


Рис. 7.2. Схема выноса в натуру запроектированной точки

Прямоугольные координаты и отметки пунктов геодезической сети 1 и 2 выписывают из ведомостей вычисления координат и высот точек съемочного обоснования, а координаты и отметку точки *C* студенты определяют графически с топографического плана (таблица 7).

Таблица 7

Исходные данные

	X	*У*	*H*
1	3833,62	2950,42	182,86
2	3771,20	2838,80	179,95
C	3764,42	2858,20	184,50

Для переноса запроектированной точки в натуру применим способ полярных координат.

Вначале выполняют геодезическую подготовку проекта. Для этого необходимо вычислить разбивочные элементы, т. е. полярный угол β и полярное расстояние *L* по формулам:

$$\beta = \alpha_{2\text{-}C} - \alpha_{2\text{-}1},$$

$$r(\alpha_{2-C}) = \operatorname{arctg}\frac{Y_C - Y_2}{X_C - X_2},$$

$$r(\alpha_{2-1}) = \operatorname{arctg}\frac{Y_1 - Y_2}{X1 - X_2},$$

$$L = \sqrt{D^2 + h^2}, \quad D_{2-C} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}, \; h = H_C - H_2,$$

где X_1, X_2, Y_1, Y_2 – прямоугольные координаты исходных пунктов; X_C, Y_C – прямоугольные координаты запроектированной точки *C*; H_2, H_C – отметки точек 2 и *C*; $D_{2\text{-}C}$ – горизонтальное проложение линии 2 – *C*; *L* – наклонное проектное

расстояние от пункта 2 до точки *C*; $\alpha_{2\text{-}C}$, $\alpha_{2\text{-}1}$ – дирекционные углы линий 2-*C* и 2-1.

В нашем примере:

$$r(\alpha_{2-1}) = \text{arctg}\frac{2950{,}42 - 2838{,}80}{3833{,}62 - 3771{,}20} = \text{arctg}\frac{+111{,}62}{+62{,}42} = 1{,}78821 \ (1-\text{ячетверть}),$$

$$r(\alpha_{2-1}) = \alpha_{2-1} = 60°47'07''.$$

$$r(\alpha_{2-C}) = \text{arctg}\frac{2858{,}20 - 2838{,}80}{3764{,}42 - 3771{,}20} = \text{arctg}\frac{+19{,}40}{-6{,}78} = 2{,}86136 \ (2-\text{ячетверть}),$$

$$r_{2-C} = 70°44'10''.$$

$$\alpha_{2-C} = 180° - 70°44'10'' = 109°15'50'',$$

$$\beta = 109°15'50'' - 60°47'07'' = 48°28'43'',$$

$$D_{2-C} = \sqrt{19{,}40^2 + 6{,}78^2} = 20{,}55, \text{ м},$$

h = 184,50 м – 179,95 м = 4,55 м,

$$L = \sqrt{20{,}55^2 + 4{,}55^2} = 21{,}05, \text{ м}.$$

Затем составляют разбивочный чертеж в масштабе топографического плана, на котором запроектирован объект (рис. 7.3).

На разбивочный чертеж наносят: пункты геодезической сети (1, 2); величины углов и линий, которые необходимо отложить на местности от исходных пунктов до проектированной точки.

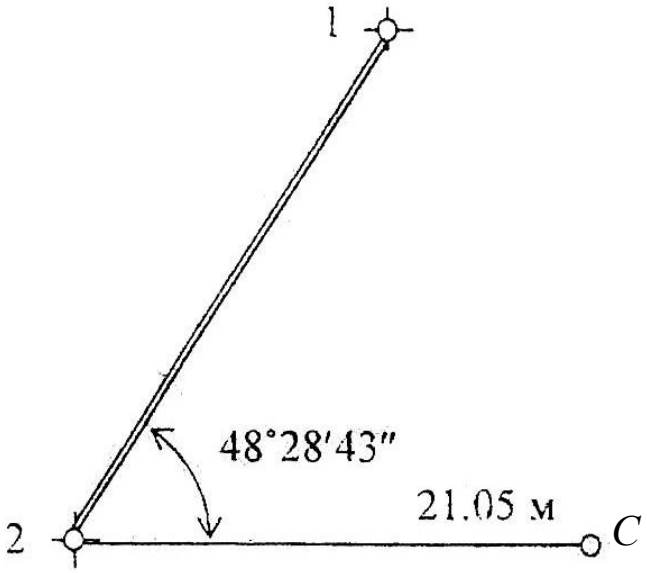


Рис. 7.3. Разбивочный чертеж

На местности в точке 2 устанавливают теодолит и способами изложенными выше (7.1.1, 7.1.2), отмеряют величины, указанные на разбивочном чертеже. Для контроля можно вычислить полярные координаты точки *C* от пункта 1.

7.3. Вынос в натуру точки с заданной отметкой

От пункта геодезической сети А с отметкой H_0 = 49,347 м необходимо вынести на местность точку В с проектной отметкой $H_{пр}$ = 48,000 м. Сначала точку В выносят и закрепляют на местности в соответствии с ее плановым положением.

Для выноса проектной отметки в точке В между исходной точкой А и проектной точкой В устанавливают нивелир (рис. 7.4).

Установив рейку на т. А, берут по ней отсчет *a* (пусть *a* = 0,572 м).

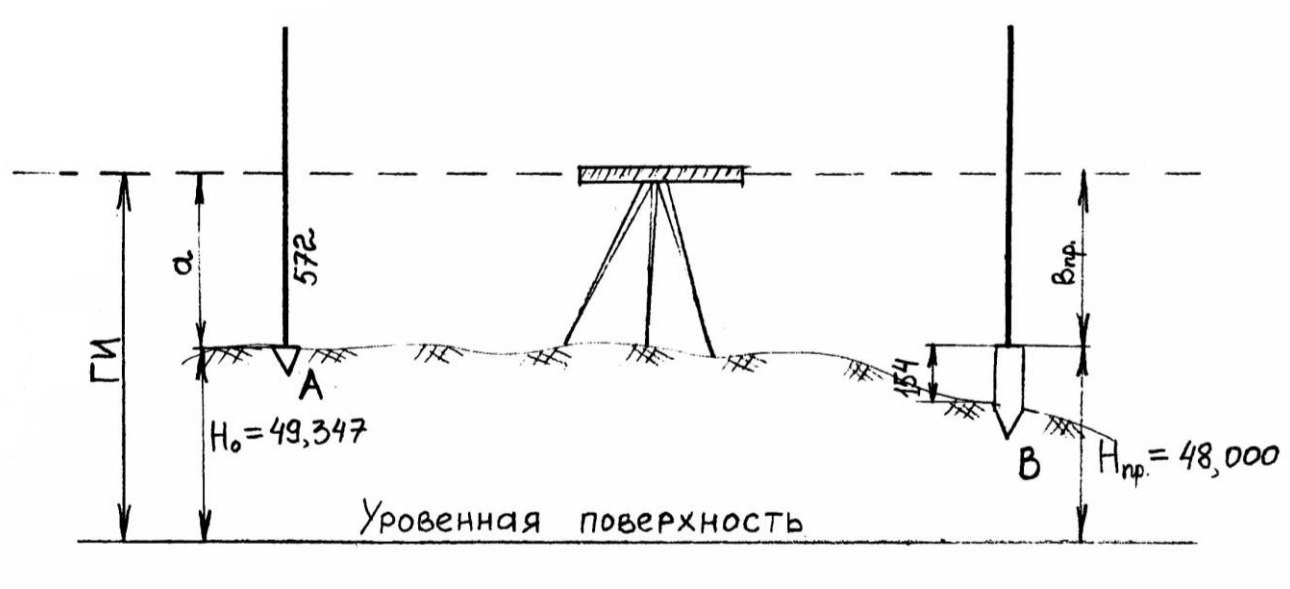


Рис. 7.4. Вынос в натуру точки с проектной отметкой

Определяют горизонт инструмента (ГИ) по формуле:

$$ГИ = H_0 + a = 49{,}347 + 0{,}572 = 49{,}946 \text{ м}.$$

Вычисляют проектный отсчет по рейке $в_{пр}$, соответствующий проектной отметке точки В.

$$в_{пр} = ГИ - H_{пр} = 49{,}946 \text{ м} - 48{,}000 \text{ м} = 1946 \text{ мм}.$$

Затем, наблюдая в трубу нивелира по рейке установленной в точке В, забивают колышек на такую глубину, чтобы отсчет по рейке, установленной пятой на колышке, был равен вычисленному значению $в_{пр}$ = 1946 мм.

Допустим, отсчет по рейке в т. В равен 2100 мм, тогда 2100 – 1946 = 154 мм, это величина, на которую надо приподнять колышек, чтобы получить проектную отметку, соответствующую верху колышка.

7.4. Вынос в натуру линии с проектным уклоном

От пункта геодезической сети А с отметкой H_0 = 50,20 м (рис. 7.5, *а*) требуется разбить линию длинной D = 30 м с уклоном i = 0,040.

Проектное направление линии выносят на местность, закрепляют точками, расположенными через 10 м (1, 2, В).

Вычисляют проектные отметки точек 1, 2, В по формуле:

$$H_{\text{пр}} = H_0 + i \times d,$$

где $H_{\text{пр}}$ – проектная отметка точки, закрепленной на линии АВ; i – проектный уклон; d – расстояние от исходной точки А до определенной точки.

$$H_{\text{пр1}} = 50{,}20 + 0{,}040 \times 10 = 50{,}20 + 0{,}04 = 50{,}24 \text{ м};$$

$$H_{\text{пр2}} = 50{,}20 + 0{,}040 \times 20 = 50{,}20 + 0{,}08 = 50{,}28 \text{ м};$$

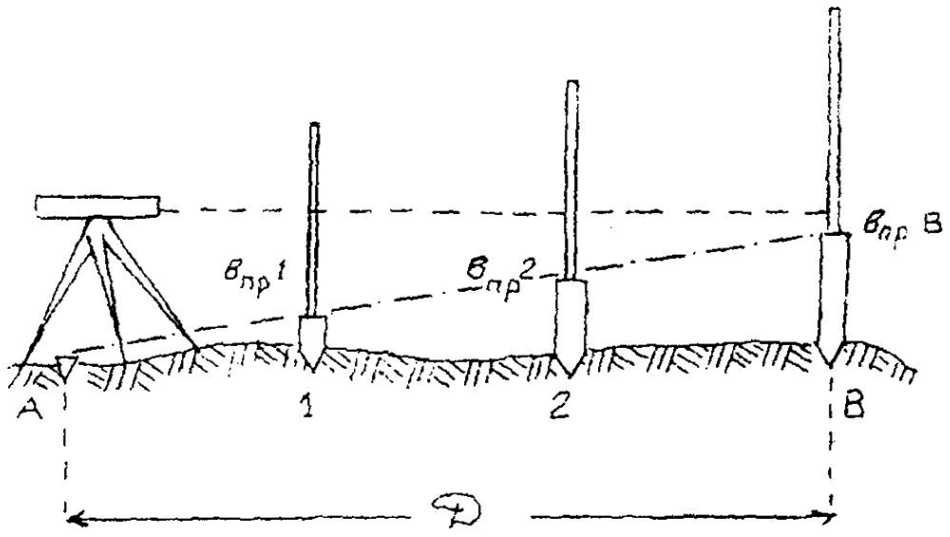
$$H_{\text{прВ}} = 50{,}20 + 0{,}040 \times 30 = 50{,}20 + 0{,}12 = 50{,}32 \text{ м}.$$

Вычисленные проектные отметки точек 1, 2, В выносят в натуру изложенным выше способом. На рис. 7.5, *а* $в_{\text{пр}}1$, $в_{\text{пр}}2$, $в_{\text{пр}}$ В – проектные отсчеты по рейке в точках 1, 2, В.

При другом способе разбивки проектного уклона подъемными винтами нивелира наклоняют трубу нивелира до тех пор, пока отсчет по рейке на вынесенной проектной точке В не станет равен высоте инструмента. В результате линия визирования будет параллельна линии заданного уклона. Промежуточные точки линии определяют установкой рейки в точках 1 и 2 и получением на них того же отсчета, что и на точке В (рис. 7.5, *б*).

Материалы, прилагаемые к отчету в главе «Инженерно-геодезические задачи».

а



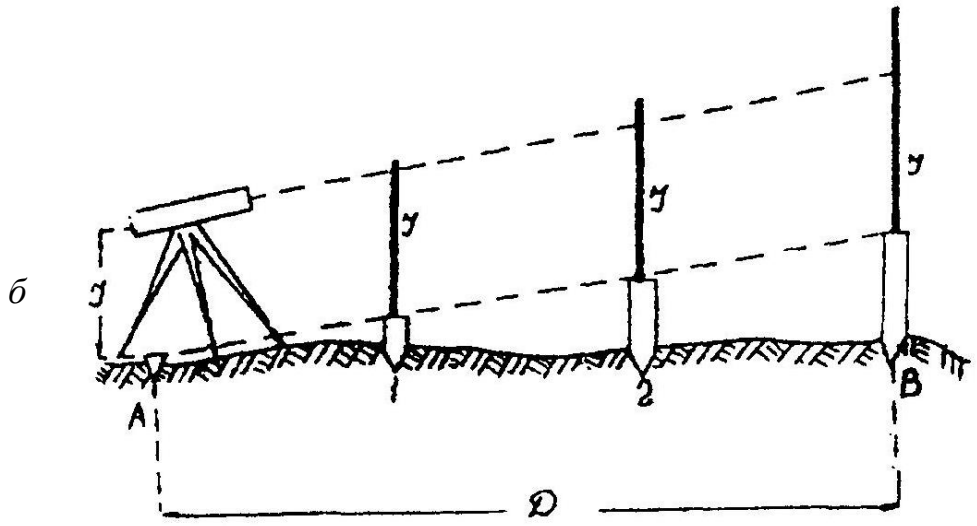


Рис. 7.5. Построение заданного уклона

В отчете по геодезической практике в главе «Инженерно-геодезические задачи» дается описание решения задачи, все вычисления по определению разбивочных элементов и разбивочные чертежи с указанием углов и длин, которые необходимо отложить на местности от исходных пунктов до проектных точек; на топографическом плане бригады указывают проектные точки.

8. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ

По итогам геодезической практики студенты пишут бригадный отчет. Отчет оформляется на листах А-4. В отчете отражаются следующие вопросы:

- описание участка работ: местоположения, рельеф, растительность, гидрография, дорожная сеть, наличие населенных пунктов, промышленных предприятий и т. п.;

- виды геодезических работ, поверки приборов, камеральная обработка результатов полевых измерений, результаты и допуски;

- виды работ, выполненные отдельными студентами.

Содержание отчета:

1. Общие сведения.
2. Физико-географическая характеристика района работ.
3. Рекогносцировка местности и закладка центров.
4. Поверки теодолита.
5. Измерение горизонтальных и вертикальных углов и измерение расстояний.
6. Вычисление координат и отметок съемочного обоснования.
7. Тахеометрическая съемка.
8. Поверки нивелира.
9. Геометрическое нивелирование.
10. Инженерно-техническое нивелирование по оси трассы.
11. Решение инженерно-геодезических задач.
12. Вычерчивание топографического плана.

К отчету прилагаются:

1. Схема съемочного обоснования и привязки в произвольном масштабе (на схему выписывают средние значения измеренных углов и длин).
2. Журналы измерения углов и длин сторон.
3. Ведомости вычисления отметок точек съемочного обоснования.
4. Ведомость вычисления координат точек съемочного обоснования.
5. Журнал тахеометрической съемки.
6. Абрисы.
7. Топографический план масштаба 1:500.
8. Пикетажный журнал.
9. Журнал нивелирования.
10. Профиль местности по оси трассы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ГОСТ 22268-76. Геодезия. Термины и определения.

ГКИНП-02-033-79. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500.

Клепко В. Л., Назаров И. В. Геодезия: курс лекций. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 148 с.

СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.

Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Стандартный шрифт

Стандартный шрифт (по ГОСТу 2.304-81 – чертежный шрифт) пишется от руки с наклоном 1:3. Применяется для ведения записей в журнале и оформления документации.

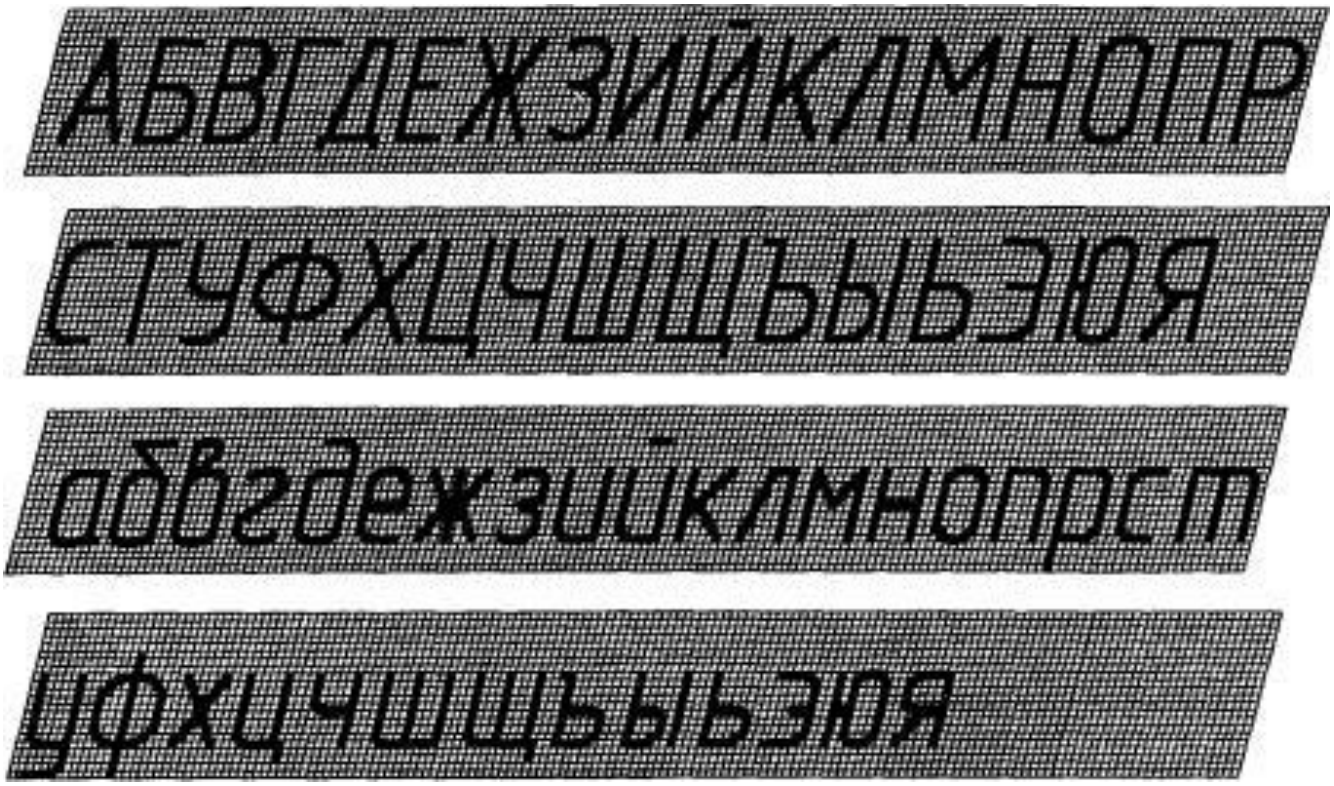


СХЕМА Профиль План

147°25′ 638,9 70,241 139°57′

Студент Преподаватель

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Вычислительный шрифт

Вычислительный шрифт имеет прямое начертание. Он применяется при полевых и вычислительных работах. Шрифт легко запоминается и читается, прост в исполнении.



ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества подготовки горных инженеров предъявляет повышенные требования к теоретической и практической подготовке выпускников высшей школы.

При решении этой задачи особое внимание должно быть уделено как совершенствованию организации практик студентов, так и повышению качества и эффективности их проведения.

Рудная промышленность базируется на новейших достижениях науки и техники, что требует от выпускников горных вузов не только высокого уровня теоретической подготовки, но и хорошего знания и навыков производственной работы на рудниках.

С целью дальнейшего совершенствования организации и проведения всех видов практик студентов специализации 090202 – «Подземная разработка рудных месторождений (РРМ)» вводится в учебный процесс сквозная программа практик.

Сквозная программа практик студентов представляет собой единый методический документ, раскрывающий цели, задачи, содержание и методы практической подготовки студентов, последовательность и назначение ее конкретных этапов, их роль в формировании профессиональных умений и навыков горного инженера.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИК

Учебным планом специализации 090200 предусмотрено проведение следующих практик:

- учебно-технологическая – после II курса;
- первая производственная – после III курса;

- вторая производственная – после IV курса;
- преддипломная – после V курса.

Организация практик осуществляется следующим образом:

- руководство учебно-технологической практикой осуществляется выпускающей кафедрой;
- организацию и руководство производственными и преддипломной практиками студентов на предприятии осуществляет руководитель практики от предприятия, назначаемый приказом.

Предприятия, являющиеся базами практики:

- проводят инструктажи по технике безопасности и охране труда;
- охране недр и окружающей среды;
- обеспечивают студентов-практикантов общежитием, спецодеждой и др.;
- представляют в соответствии с программой места практики, возможность пользоваться технической документацией и литературой;
- проводят необходимые экскурсии и занятия;
- имеют право налагать на студентов-практикантов взыскания за нарушения правил внутреннего распорядка.

Руководитель производственной или преддипломной практики от предприятий осуществляет:

- организация практики студентов в соответствии с ее программой;
- подбор рабочих мест и контроль за работой студентов;
- своевременный перевод с одного рабочего места на другое в соответствии с программой;
- организацию консультаций для студентов-практикантов;
- помощь в сборе материала написания отчета;
- помощь и контроль за обеспечением нормальных бытовых условий (спецодежда, жилье, столовая и т.д.), а также разрешает все другие вопросы, связанные с проведением практики;

- проверку отчетов о практике (с оценкой).

Руководитель практики от кафедры при посещении предприятия проводит консультации, контролирует сбор материалов к отчету о практике, проверяет ведение дневника, устанавливает своевременность прибытия студента на практику, уточняет соответствие характера и организации прохождения практики, выясняет мнение работников предприятия о качестве теоретической подготовки студентов.

Направление студентов на практику производится на основании приказа по академии. Места практик определяются в соответствии с заключенными договорами между академией и производственными объединениями, рудниками. В целях более широкого ознакомления с различными условиями подземной разработки рудных месторождений крайне желательно, чтобы в процессе обучения каждый студент провел практики на рудниках. Проведение нескольких практик на одном и том же руднике не рекомендуется.

Студент до отъезда на практику должен получить на выпускающей кафедре учетную карточку, программу, предписание на оформление допуска для пользования служебной документацией на предприятии и пройти инструктаж о порядке прохождения практики.

В дневнике руководителем указывается индивидуальное задание на выполнение практической части НИРС.

Студент при прохождении практики обязан:

- прибыть на практику строго в указанное приказом время, самовольное сокращение продолжительности практики и перенос срока практики не допускается;
- подчиняться действующим на предприятии правилам внутреннего распорядка, включая правила табельного учета;
- полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики;
- участвовать в рационализаторской и изобретательской работе;

- изучить и строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии;
- нести ответственность за выполняемую работу и ее результаты наравне со штатными работниками;
- вести производственный дневник, в который записывать необходимые цифровые данные, краткое содержание лекций, бесед, производить эскизы, зарисовки и т.п.;
- написать отчет по практике, получить заключение руководителя практики от предприятия, заверить отчет печатью, заверить табель выходов на работу.

При возвращении в институт студент обязан:

- представить в 3-дневный срок после начала занятий на выпускающую кафедру отчет о практике и учетную карточку;
- сдать в 3-дневный срок после начала занятий в соответствующий отдел института справку допуска.

Студент, не выполнивший программу практики, получивший отрицательный отзыв о работе или неудовлетворительную оценку при защите отчета, снимается со стипендии, направляется повторно в период каникул, а в отдельных случаях-исключается из института.

2. УЧЕБНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

2.1. Цель и задачи практики

Учебно-технологическая практика проводится после окончания IY семестра на базе изучения специальных теоретических курсов: «Термодинамика», «Геология», «Геодезия», «Основы горного дела».

Продолжительность практики 4 недели.

Цель практики:

4. ВТОРАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА

4.1. Цель и задачи практики

Вторая производственная практика проводится после окончания теоретических занятий IУ курса на базе ранее изученных дисциплин и дисциплин, прослушанных на YII и YIII семестрах: «Экономика предприятия», «Моделирование объектов горного производства», «Горнопромышленный транспорт», «Горные машины», «Системы разработки и вскрытие», «Вентиляция шахт» и «Строительство и реконструкция горных предприятий».

Продолжительность практики 8 недель.

Цель практики:

- практическое закрепление теоретических знаний по изученным курсам;
- изучение механизации и автоматизации производственных процессов в очистных забоях;
- изучение вскрытия месторождения и своевременной подготовки новых горизонтов;
- изучение систем подготовки месторождения;
- изучение систем разработки, применяющихся на шахте (руднике) и путей повышения их эффективности;
- изучение вопросов энергоснабжения шахты;
- изучение охраны труда и методов вентиляции шахты;
- изучение экономики предприятия и мероприятий, направленных на повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции.

Для достижения цели при прохождении второй производственной практики студент должен изучить:

- особенности вскрытия и системы разработки месторождений;
- средства механизации и автоматизации производственных процессов;
- передовые методы труда и организации производства;

- вопросы внедрения новой техники и технологии;
- структуру предприятия и динамику его технико-экономических показателей;
- вопросы техники безопасности и план ликвидации аварий.

Студент за время прохождения практики должен выполнить задания по УИРС, активно участвовать в общественной и трудовой жизни коллектива предприятия.

4.2. Баланс времени практики

Путь к месту практики, устройство и возвращение с практики	- 1 неделя
Производственное обучение; работа на рабочих местах в качестве машиниста буровых станков, погрузочных, погрузочно-доставочных машин, скреперных установок; взрывника, сменного мастера	- 4 недели
Экскурсии и оформление отчета по практике	- 1 неделя
ВСЕГО:	- 6 недель

Занимая штатную должность, студенту разрешается оставаться на одном рабочем месте весь период практики при условии полного ознакомления с деятельностью предприятия.

При отсутствии рабочих мест студент обязан проработать дублером на рабочем месте весь срок практики.

За время практики студент обязан пройти производственное обучение, сдать экзамены и получить права для самостоятельной работы еще по одной специальности (первая получена на первой производственной практике).

4.3. Методические указания

4.3.1. Методы изучения деятельности предприятия:

- изучение литературы и технической документации;
- прослушивание лекций и докладов, участие в собраниях и совещаниях;
- участие в экскурсиях, просмотр выставок;

- непосредственное участие в производственной деятельности предприятия;

- сбор и анализ статистических данных;

- производство аналитических расчетов и графических построений.

4.3.2. Теоретические занятия на предприятии.

Теоретические занятия, проводимые на предприятии, имеют цель познакомить студентов с основными вопросами, решаемыми коллективом шахты (рудника), направленными на выполнение производственного плана, улучшение технико-экономических показателей и условий труда.

В качестве лекторов должны быть привлечены руководящие инженерно-технические работники предприятия и передовики производства.

Рекомендуемые темы лекций:

- история и перспективы развития предприятия ;
- опыт работы передовых бригад;
- системы вскрытия и подготовки месторождения;
- совершенствование систем разработок;
- анализ результатов внедрения новой техники и технологии;
- внедрение планов НОТ;
- анализ основных технико-экономических показателей шахты (рудника);
- перспективы и эффективность внедрения АСУП;
- мероприятия по охране недр и окружающей среды;
- энергосбережение рудника и др.

4.3.3. Производственные экскурсии.

Производственные экскурсии имеют цель ознакомления студентов, как с отдельными цехами, так и в целом с рудником и перерабатывающими руду предприятиями.

Экскурсии должны быть организованы руководством предприятия.

Рекомендуемые темы экскурсий:

- поверхностные цехи шахты;

- подземные выработки, проходческие и очистные забои;
- соседние горные предприятия;
- обогатительная фабрика и металлургический завод.

4.3.4. Руководство и сроки выполнения и требования к отчету о практике.

Руководство второй производственной практикой осуществляется руководителем практики от предприятия.

Периодический контроль и руководство практикой осуществляется преподавателем кафедры в период ее инспектирования.

Практика должна быть организована в полном соответствии с настоящей программой.

Студент посредством экскурсий знакомится с шахтой и ее цехами, запасными выходами и планом ликвидации аварий, вопросами охраны недр и окружающей среды.

В процессе работы на рабочих местах студент изучает технологию и механизацию процессов на подготовительных и очистных работах, экономику и организацию производства, структуру и управление.

Получаемые сведения по работе должны заноситься в дневник.

На основе результатов практики студент пишет отчет.

Основным материалом для составления отчета о производственной практике должен служить производственный дневник, который ведется в течение всего периода практики.

В отчете в последовательном порядке должные быть изложены вопросы, указанные в программе. Отчет должен быть написан на производстве и просмотрен руководителем практики от производства, который дает оценку и подробный отзыв по отчету и работе студента.

Отчет должен состоять из 60 – 70 страниц рукописного текста и 28 – 35 схем, эскизов, чертежей.

Схемы, эскизы, рисунки выполняются на плотной бумаге карандашом или тушью, нумеруются, в тексте на них делаются ссылки. Они могут располагаться по тексту записки или помещаться в конце отчета в виде приложений.

В конце отчета самостоятельным разделом освещаются вопросы индивидуального задания.

4.4. Содержание практики и отчета

4.4.1. Общие сведения о предприятии.

Историческая справка о создании и развитии предприятия и района: его графическое и административное положение, топография и климатические условия, обеспеченность строительными материалами, энергией, рабочей силой.

4.4.2. Горно-геологическая характеристика месторождения.

Генезис месторождения. Элементы залегания рудных залежей, физико-механические свойства руд и пород. Химический состав и сортность руды. Степень разведанности и оценка пожароопасности. Тектоника и гидрогеология месторождения. Потребители рудного сырья и общая схема его дальнейшей переработки.

Графический материал:

- геологическая карта месторождения;
- разрезы (2 – 3) вкрест простирания месторождения;
- продольная вертикальная проекция месторождения.

4.4.3. Производительность и режим работы предприятия.

Годовая производительность и план развития шахты (рудника).

Режим работы: число рабочих дней в году, количество рабочих смен для различных категорий трудящихся, продолжительность рабочих смен, системы оплаты труда рабочих.

4.4.4. Вскрытие и подготовка месторождения.

Принятая схема вскрытия, основные технологические комплексы: рудный, породный, вспомогательный и вентиляционный. Количество стволов, сечения, вид крепи, количество отделений и их назначение. Этапы вскрытия, шаг вскрытия и шаг углубки. Вскрытие этажей (этажные квершлаги, концентрационные горизонты). Высота этажа, расстояние между концентрационными горизонтами. Технологические схемы околоствольных дворов (скипового, клетевого, скипо-клетевого, вентиляционного). Объем дробильного, водоотливного комплексов. Пропускная способность околоствольных дворов. Капитальные рудоспуски. Аккумулирующие емкости. Подземные дробильные комплексы в околоствольном дворе или на участке. Кондиционный размер куска руды, гранулометрический состав руды, средний диаметр куска руды, ширина приемного отверстия дробилки, тип дробилок. Производительность дробильного комплекса, принятая технологическая схема дробления руды.

Стоимость оборудования комплексов: дробильно-бункерного, водоотливного, околоствольных дворов. Стоимости проведения главных вскрывающих выработок 1 м или 1 м^3 в период строительства шахты (стволов, квершлагов, камерных выработок, рудоспусков и т.д.).

Принятая система подготовки горизонтов. Характеристика подготовительных горизонтальных и вертикальных выработок: сечение, назначение, объемы.

Подготовка промежуточных и концентрационных горизонтов, количество и местоположение рудоперепусков и породоперепусков.

Стоимость проведения подготовительных выработок и стоимость их поддержания. Стоимость оборудования и ремонта выпускных люков и погрузочных полков.

Графический материал:

- система вскрытия месторождения;
- сечения капитальных горных выработок;
- схемы околоствольных дворов;

- планы концентрационных и промежуточных горизонтов.

4.4.5. Системы разработки.

Общая характеристика системы разработки.

Общие параметры, размеры блоков, подэтажей, слоев или уступов, сечение и крепление подготовительных, нарезных и очистных выработок.

Порядок производства работ по стадиям (подсечка, отрезка, обрушение, выпуск, закладка и т.д.).

Буровзрывные работы. Направление и расположение шпуров (скважин) в очистных забоях, их глубина и диаметр.

Буровое оборудование для бурения шпуров (скважин). Применяемые взрывчатые вещества. Заряжение и взрывание шпуров. Расчет массовых взрывов и их производство.

Конструкция днищ блоков; технология, механизация и организация выпуска руды. Доставка руды.

Работы по разделке негабарита.

Закладочные работы (способ закладки, материал закладки, объем и организация работ по закладке).

Крепление очистных забоев. Детали крепи (размеры, соединение элементов, заготовка крепи, доставка крепежного материала). Организация работ по возведению и ремонту крепи.

Проветривание очистных работ; вентиляционные выработки; способы распределения воздуха; количество воздуха.

Травматизм на очистных работах, мероприятия по его снижению.

Общая организация очистных работ. Число рабочих блоков, резервные блоки и забои.

Технико-экономические показатели систем разработки и их технологических процессов.

Удельных вес работ по стадиям подготовки и отработки блоков. Удельный расход материалов по стадиям работ и в целом по системам разработки.

Уровень потерь и разубоживание руды, мероприятия по их снижению. Интенсивность ведения работ. Производительность труда рабочих по профессиям, стадиям отработки блоков и в целом по системам. Удельный вес систем разработки по руднику (шахте), особенности условий их применения.

Графический материал:

- системы разработки с деталировкой отдельных узлов и конструктивных элементов;

- схемы взрывных сетей при массовых взрывах;

- графики организации работ в блоке;

- фотографии применяемого оборудования.

4.4.6. Рудничный транспорт.

Технологическая схема подземного и поверхностного транспорта на руднике (шахте). Характер грузопотоков, проходящих через околоствольный двор. Автоматизация производственных процессов и силовое оборудование околоствольных дворов (управление механизмами, комплексы обмена транспортных средств в клетках, СЦБ электровозной откатки в околоствольных дворах и т.д.). Графики движения поездов, работы транспорта и его производительность.

Вспомогательный транспорт. Автомобильный транспорт.

Травматизм на транспорте, его причины и мероприятия по их устранению.

Графический материал:

- опрокидные устройства и подземные бункеры;

- схемы движения составов, сигнализации и диспетчеризации.

4.4.7. Шахтный подъем.

Характеристика подъемных средств (машин, шкивов, канатов, подъемных сосудов). Средства автоматизации и связи. Организация работ и техника безопасности. Штат рабочих и стоимость подъема. Производительность подъемов.

Графический материал:

- схема подъемных установок;

- графики работы подъемников;

- схемы загрузки и разгрузочных устройств;

- схемы автоматизации.

4.4.8. Водоотлив.

Приток воды в шахту (рудник), его колебания в течение года. Химический состав и кислотность воды. Расположение насосных станций по горизонтам.

Оборудование насосных установок. Их автоматизация. Трубопровод. Продолжительность работы насосов. Чистка водосборников. Методы очистки шахтных вод. Меры и средства защиты на случай внезапного прорыва шахтных вод.

Откачка воды из зумпа. Число рабочих, обслуживающих водоотливные установки шахты. Стоимость водоотлива на 1 т добычи. Осветление шахтных сточных вод.

Графический материал - схемы водоотливных установок и их автоматизация.

4.4.9. Проветривание.

Схема вентиляции шахты (рудника). Количество подаваемого воздуха. Вентиляторные установки и их характеристика. Время работы вентилятора. Калориферы и их устройства. Средства автоматизации. Организация проветривания. Контроль состава рудничного воздуха. Способы борьбы с пылью. Штат рабочей силы и мероприятия безопасности. Стоимость проветривания на 1 тонну руды.

Графический материал:

- схемы вентиляции шахты;

- схема автоматизации и управления вентиляторными установками.

4.4.10. Пневматическое хозяйство.

Расход и потребители сжатого воздуха. Характеристика и режим работы компрессоров. Воздухопроводная сеть. Контроль за работой компрессоров и воздухопроводной сети. Штат рабочих и стоимость 1 м^3 сжатого воздуха.

Графический материал – схемы воздуховодной сети и автоматизации компрессорной.

4.4.11. Поверхностные здания и сооружения.

Технологические комплексы рудного, породного комплексов. Погрузочно-складское хозяйство. Породные отвалы. Внешний транспорт, водоснабжение. Генеральный план поверхности.

Графический материал – план промплощадки шахты (рудника).

4.4.12. Электроснабжение и освещение шахты (рудника).

Источники электроэнергии и график суточной нагрузки подстанции. Освещение поверхности и горных выработок. Типы светильников. Средства автоматизации. Штат рабочих, стоимость и расход электроэнергии.

Графический материал – общие схемы силовой и осветительной сетей.

4.4.13. Обогащение руды.

Способ и схема обогащения. Режим работы фабрики. Основные показатели обогащения. Потребители товарной руды (концентрата).

4.4.14. Профилактика окислительных процессов.

Степень пожароопасности месторождения. Способ «торможения» окислительных процессов, его параметры. Изоляция отработанного пространства, контроль процесса заиливания. Основные технико-экономические показатели.

Графический материал – схема изоляции и заиливания отработанных блоков (участков).

4.4.15. Охрана недр и природы.

Мероприятия по снижению потерь и разубоживания руды. Способы контроля показателей извлечения руды. Способы погашения отработанных про-

странств. Складирование пустых пород и хвостов обогатительного передела. Рекультивация отвалов.

4.4.16. Техника безопасности.

Организационные мероприятия по технике безопасности и предупреждению несчастных случаев. Горноспасательная служба. Содержание плана предупреждения и ликвидации аварий. Противопожарные мероприятия на шахте (руднике). Порядок инструктажа рабочих по технике безопасности. Общая оценка эффективности мероприятий по технике безопасности. Общая оценка эффективности мероприятий по технике безопасности, проводимых на шахте (руднике).

4.4.17. Экономическая часть.

Численность рабочих по категориям и процессам или видам работ (на подготовительных, на очистных, на транспорте и т.д.).

Производительность труда по категориям рабочих и процессам. Применяемые системы оплаты труда, тарифные ставки, виды доплат. Применяемые коэффициенты прогрессивной оплаты и премии. Составление первичных документов для расчета зарплаты.

Среднемесячный заработок трудящихся и рабочих по категориям (рабочие, служащие, МОП, ученики, рабочие – подземщики, забойные, поверхностные и т. д.) и профессиям.

Структура основных фондов.

Структура оборотных средств по отчету за прошлый год. Нормативы по основным видам производственных оборотных средств (нормируемые). Организация технического нормирования на руднике. Действующие справочники норм выработки и расценки. Организация труда забойных бригад на очистных и проходческих работах.

Порядок выдачи сменных заданий на руднике. Форма наряда горному мастеру. Организация работ по планированию производства. Содержание и методика составления годового и квартального техпромфинплана. Месячный, декадный, суточный и сменный план.

Удельный расход материалов на единицу продукции. Материально-техническое снабжение и складское хозяйство.

Организация и управление предприятием. Диспетчерская служба и АСУП.

Себестоимость продукции и отпускные цены, прибыль и рентабельность.

4.6. Индивидуальное задание

В период второй производственной практики студентом (как и на предыдущей практике) выполняется индивидуальное задание. Тема задания выдается каждому студенту на выпускающей кафедре. Материалы (отчет) по индивидуальному заданию сдаются на кафедру одновременно с отчетом по производственной практике.

Рекомендуемые темы индивидуальных заданий:

- системы подготовки концентрационных и промежуточных горизонтов;
- основные пути совершенствования одного из основных процессов очистной выемки на предприятии;
- оценка целесообразности изменения применяемой технологии разработки месторождения (переход на системы разработки с закладкой, с самоходным оборудованием и т. д.);
- определение высоты этажа и расстояния между концентрационными горизонтами;
- расчет величины вскрытых и подготовленных запасов;
- анализ влияния годового понижения горных работ на интенсивность процессов очистной выемки и годовой производительности шахты;
- оценка пропускной способности околоствольного двора;

- изучение возможных путей уменьшения затрат на горно-капитальные работы при вскрытии нижних горизонтов шахты;

- определение экономической целесообразности перехода на поточную или циклично-поточную технологию добычи руды;

- выбор экономически эффективных видов транспортных машин и комплексов при подготовке нижних горизонтов месторождения;

- эффективность систем с закладкой. Организация закладочных работ на шахте;

- прогнозирование горных ударов и мероприятия по их предотвращению;

- мероприятия по борьбе с рудничной пылью и их эффективность;

- мероприятия по охране недр и окружающей среды и их эффективность.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агошков М. И., Борисов С. С., Боярский В. А. Разработка рудных и нерудных месторождений. М.: Недра, 1983, 511 с.

2. Именитов В. Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1984, 503 с.

3. Баранов А. О. Подземная разработка месторождений. М.: Недра, 1986, 213 с.

4. Жигалов М. Л., Ярунин С. А. Технология, механизация и организация подземных горных работ. Учебн. для вузов. М.: Недра, 1990, 423 с.

5. ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА

5.1. Цель и задачи практики

Производственная преддипломная практика, являясь органической частью процессов обучения и воспитания студентов, проводится после окончания теоретического курса перед началом дипломного проектирования.

Перед отъездом студента на преддипломную практику устанавливается предварительная тема и спецчасть дипломного проекта.

Преддипломная практика является основой для выполнения дипломного проекта, который в максимальной степени должен быть приближен к реальным условиям. Дипломный проект охватывает все части производственного процесса проектируемого предприятия. Ввиду обширности круга вопросов проектирования горного предприятия, дипломный проект составляется на основе укрупненных показателей с использованием типовых решений, методик, стандартов, номограммы и т. д. Специальная часть проекта разрабатывается детально, должна содержать самостоятельные решения и выводы. Разработка специальной части проекта является важнейшим этапом проектирования, при выполнении которого студент должен показать свое умение привлекать к решению технических задач полученные теоретические и практические знания, инициативу и самостоятельность при решении поставленных вопросов.

Продолжительность практики 4 недели.

Цель практики:

- непосредственное изучение условий и особенностей разработки проектируемого предприятия;

- получить полное и четкое представление по технологии отработки месторождения;

- изучить перспективу дальнейшего развития предприятия и пути достижения намеченных рубежей;

- изучить структуру предприятия, цели и взаимосвязи различных служб и подразделений;

- изучить технико-экономическую деятельность предприятия;

- собрать необходимый фактический материал для выполнения дипломного проекта.

породных отвалов, сохранение дневной поверхности от вредного влияния подземных горных работ, сохранение окружающих месторождений лесных массивов, очистка шахтных вод.

5.4.14. Экономическая часть.

Применяемые системы оплаты труда, тарифные ставки и сетки. Состав заработной платы по участку, шахте. Составление первичных документов для расчета заработной платы. Среднемесячный заработок трудящихся и рабочих.

Общая численность трудящихся с разбивкой по категориям. Списочный и явочный состав, баланс рабочего времени по отчету за прошлый год и план текущего года. Численность рабочих по категориям и процессам работ (на подготовительных, очистных и т. д.).

Производительность труда по категориям трудящихся и по шахте в целом.

Комплексные нормы выработки на один очистной и один подготовительный забой (приложить паспорт норм и методику расчета) с указанием источников, которым пользовались на шахте при расчете норм.

Смета производства, калькуляция себестоимости 1 т руды (франко-люк, шахте руднику).

Отпускные цены на продукцию и рентабельность работы шахты.

Студент обязан ознакомиться с порядком установления отпускных цен на продукцию предприятия. Выявленные отпускные цены должны быть сопоставлены с фактической себестоимостью продукции, что позволит студенту сделать вывод о рентабельности шахты.

Структура оборотных средств по отчету за прошлый год. Нормативы по основным видам производственных оборотных средств (нормируемые). Организация технического нормирования на руднике. Действующие справочники норм выработки и расценки.

Удельный расход материалов на единицу продукции.

Организация управления предприятием. Диспетчерская служба и АСУП.

Приложение к экономической части:

- техпромфинплан шахты (форма техпромфинплана);
- план участка шахты (форма участкового плана);
- баланс шахты.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. М.: Недра, 1996, 113 с.

2. Единые правила безопасности при взрывных работах. М.: Корпорация Трансстрой, 2001.

3. Правила технической эксплуатации рудников и шахт, разрабатывающих месторождения цветных, редких и драгоценных металлов. М.: Недра, 1980, 109 с.

4. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки. СПб: Гипроруда, 1993, 234 с.

5. Инструкция по безопасному применению самоходного (нерельсового) оборудования в подземных рудниках. М.: Недра, 1973, 32 с.

6. Агошков М. И., Борисов С. С., Боярский В. А. Разработка рудных и нерудных месторождений. М.: Недра, 1983, 426 с.

7. Справочник по горнорудному делу. Под ред. В. А. Гребенюка, Я. С. Пыжьянова, И. Е. Ефремова. М.: Недра, 1983, 814 с.

8. Именитов В. Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1984, 503 с.

9. Скорняков Ю. Г. Подземная добыча руд комплексами самоходных машин. М.: Недра, 1986.

10. Малахов Г. М., Черноус А. П. Вскрытие и разработка рудных месторождений на больших глубинах. М.: Госгориздат, 1960, 300 с.

11. Стариков Н. А. Основы разработки рудных месторождений на больших глубинах. Киев: Изд-во АНУССР, 1961, 156 с.

12. Инженерная экология и экономический менеджмент. М.: Изд-во Наука, 2002.

13. Голубев Г. Н. Геоэкология. М.: Изд-во ГООС, 1999.

14. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли. М.: РАН, 1997.

15. Зубков А.В. Геомеханика и геотехнология. Екатеринбург: УрОРАН, 2001, 335.

16. Баранов А. О. Проектирование технологических схем и процессов подземной добычи руд. Справочное пособие. М.: Недра, 1993, 283 с.

17. Воронюк А. С. Рациональные схемы вскрытия мощных месторождений наклонными рудоподъемными выработками. М.: Недра, 1972, 201 с.

18. Кравченко В. П., Кулешов В. В. Применение твердеющей закладки при разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1974, 200 с.

19. Титов В.Д. Основы проектирования глубоких железорудных шахт. М.: Недра, 1977, 229 с.

20. Щелканов В. А. Комбинированная разработка рудных месторождений. - М. Недра, 1974, 231 .

21. Броников Д. М., Замесов Н. Ф., Богданов Г. И. Разработка руд на больших глубинах. М.: Недра, 1982, 292 с.

22. Инфантьев А. И. Вскрытие и подготовка мощных рудных месторождений. – М.: Недра, 1978, 245 с.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества подготовки горных инженеров предъявляет повышенные требования к теоретической и практической подготовке выпускников высшей школы.

При решении этой задачи особое внимание должно быть уделено как совершенствованию организации практик студентов, так и повышению качества и эффективности их проведения.

Рудная промышленность базируется на новейших достижениях науки и техники, что требует от выпускников горных вузов не только высокого уровня теоретической подготовки, но и хорошего знания и навыков производственной работы на рудниках.

С целью дальнейшего совершенствования организации и проведения всех видов практик студентов специализации 090202 – «Подземная разработка рудных месторождений (РРМ)» вводится в учебный процесс сквозная программа практик.

Сквозная программа практик студентов представляет собой единый методический документ, раскрывающий цели, задачи, содержание и методы практической подготовки студентов, последовательность и назначение ее конкретных этапов, их роль в формировании профессиональных умений и навыков горного инженера.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИК

Учебным планом специализации 090200 предусмотрено проведение следующих практик:

- учебно-технологическая – после II курса;
- первая производственная – после III курса;

- вторая производственная – после IV курса;
- преддипломная – после V курса.

Организация практик осуществляется следующим образом:

- руководство учебно-технологической практикой осуществляется выпускающей кафедрой;
- организацию и руководство производственными и преддипломной практиками студентов на предприятии осуществляет руководитель практики от предприятия, назначаемый приказом.

Предприятия, являющиеся базами практики:

- проводят инструктажи по технике безопасности и охране труда;
- охране недр и окружающей среды;
- обеспечивают студентов-практикантов общежитием, спецодеждой и др.;
- представляют в соответствии с программой места практики, возможность пользоваться технической документацией и литературой;
- проводят необходимые экскурсии и занятия;
- имеют право налагать на студентов-практикантов взыскания за нарушения правил внутреннего распорядка.

Руководитель производственной или преддипломной практики от предприятий осуществляет:

- организация практики студентов в соответствии с ее программой;
- подбор рабочих мест и контроль за работой студентов;
- своевременный перевод с одного рабочего места на другое в соответствии с программой;
- организацию консультаций для студентов-практикантов;
- помощь в сборе материала написания отчета;
- помощь и контроль за обеспечением нормальных бытовых условий (спецодежда, жилье, столовая и т.д.), а также разрешает все другие вопросы, связанные с проведением практики;

- проверку отчетов о практике (с оценкой).

Руководитель практики от кафедры при посещении предприятия проводит консультации, контролирует сбор материалов к отчету о практике, проверяет ведение дневника, устанавливает своевременность прибытия студента на практику, уточняет соответствие характера и организации прохождения практики, выясняет мнение работников предприятия о качестве теоретической подготовки студентов.

Направление студентов на практику производится на основании приказа по академии. Места практик определяются в соответствии с заключенными договорами между академией и производственными объединениями, рудниками. В целях более широкого ознакомления с различными условиями подземной разработки рудных месторождений крайне желательно, чтобы в процессе обучения каждый студент провел практики на рудниках. Проведение нескольких практик на одном и том же руднике не рекомендуется.

Студент до отъезда на практику должен получить на выпускающей кафедре учетную карточку, программу, предписание на оформление допуска для пользования служебной документацией на предприятии и пройти инструктаж о порядке прохождения практики.

В дневнике руководителем указывается индивидуальное задание на выполнение практической части НИРС.

Студент при прохождении практики обязан:

- прибыть на практику строго в указанное приказом время, самовольное сокращение продолжительности практики и перенос срока практики не допускается;
- подчиняться действующим на предприятии правилам внутреннего распорядка, включая правила табельного учета;
- полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики;
- участвовать в рационализаторской и изобретательской работе;

- изучить и строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии;
- нести ответственность за выполняемую работу и ее результаты наравне со штатными работниками;
- вести производственный дневник, в который записывать необходимые цифровые данные, краткое содержание лекций, бесед, производить эскизы, зарисовки и т.п.;
- написать отчет по практике, получить заключение руководителя практики от предприятия, заверить отчет печатью, заверить табель выходов на работу.

При возвращении в институт студент обязан:

- представить в 3-дневный срок после начала занятий на выпускающую кафедру отчет о практике и учетную карточку;
- сдать в 3-дневный срок после начала занятий в соответствующий отдел института справку допуска.

Студент, не выполнивший программу практики, получивший отрицательный отзыв о работе или неудовлетворительную оценку при защите отчета, снимается со стипендии, направляется повторно в период каникул, а в отдельных случаях-исключается из института.

2. УЧЕБНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

2.1. Цель и задачи практики

Учебно-технологическая практика проводится после окончания IY семестра на базе изучения специальных теоретических курсов: «Термодинамика», «Геология», «Геодезия», «Основы горного дела».

Продолжительность практики 4 недели.

Цель практики:

4. ВТОРАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА

4.1. Цель и задачи практики

Вторая производственная практика проводится после окончания теоретических занятий IУ курса на базе ранее изученных дисциплин и дисциплин, прослушанных на YII и YIII семестрах: «Экономика предприятия», «Моделирование объектов горного производства», «Горнопромышленный транспорт», «Горные машины», «Системы разработки и вскрытие», «Вентиляция шахт» и «Строительство и реконструкция горных предприятий».

Продолжительность практики 8 недель.

Цель практики:

- практическое закрепление теоретических знаний по изученным курсам;
- изучение механизации и автоматизации производственных процессов в очистных забоях;
- изучение вскрытия месторождения и своевременной подготовки новых горизонтов;
- изучение систем подготовки месторождения;
- изучение систем разработки, применяющихся на шахте (руднике) и путей повышения их эффективности;
- изучение вопросов энергоснабжения шахты;
- изучение охраны труда и методов вентиляции шахты;
- изучение экономики предприятия и мероприятий, направленных на повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции.

Для достижения цели при прохождении второй производственной практики студент должен изучить:

- особенности вскрытия и системы разработки месторождений;
- средства механизации и автоматизации производственных процессов;
- передовые методы труда и организации производства;

- вопросы внедрения новой техники и технологии;
- структуру предприятия и динамику его технико-экономических показателей;
- вопросы техники безопасности и план ликвидации аварий.

Студент за время прохождения практики должен выполнить задания по УИРС, активно участвовать в общественной и трудовой жизни коллектива предприятия.

4.2. Баланс времени практики

Путь к месту практики, устройство и возвращение с практики	- 1 неделя
Производственное обучение; работа на рабочих местах в качестве машиниста буровых станков, погрузочных, погрузочно-доставочных машин, скреперных установок; взрывника, сменного мастера	- 4 недели
Экскурсии и оформление отчета по практике	- 1 неделя
ВСЕГО:	- 6 недель

Занимая штатную должность, студенту разрешается оставаться на одном рабочем месте весь период практики при условии полного ознакомления с деятельностью предприятия.

При отсутствии рабочих мест студент обязан проработать дублером на рабочем месте весь срок практики.

За время практики студент обязан пройти производственное обучение, сдать экзамены и получить права для самостоятельной работы еще по одной специальности (первая получена на первой производственной практике).

4.3. Методические указания

4.3.1. Методы изучения деятельности предприятия:

- изучение литературы и технической документации;
- прослушивание лекций и докладов, участие в собраниях и совещаниях;
- участие в экскурсиях, просмотр выставок;

- непосредственное участие в производственной деятельности предприятия;

- сбор и анализ статистических данных;

- производство аналитических расчетов и графических построений.

4.3.2. Теоретические занятия на предприятии.

Теоретические занятия, проводимые на предприятии, имеют цель познакомить студентов с основными вопросами, решаемыми коллективом шахты (рудника), направленными на выполнение производственного плана, улучшение технико-экономических показателей и условий труда.

В качестве лекторов должны быть привлечены руководящие инженерно-технические работники предприятия и передовики производства.

Рекомендуемые темы лекций:

- история и перспективы развития предприятия ;
- опыт работы передовых бригад;
- системы вскрытия и подготовки месторождения;
- совершенствование систем разработок;
- анализ результатов внедрения новой техники и технологии;
- внедрение планов НОТ;
- анализ основных технико-экономических показателей шахты (рудника);
- перспективы и эффективность внедрения АСУП;
- мероприятия по охране недр и окружающей среды;
- энергосбережение рудника и др.

4.3.3. Производственные экскурсии.

Производственные экскурсии имеют цель ознакомления студентов, как с отдельными цехами, так и в целом с рудником и перерабатывающими руду предприятиями.

Экскурсии должны быть организованы руководством предприятия.

Рекомендуемые темы экскурсий:

- поверхностные цехи шахты;

- подземные выработки, проходческие и очистные забои;
- соседние горные предприятия;
- обогатительная фабрика и металлургический завод.

4.3.4. Руководство и сроки выполнения и требования к отчету о практике.

Руководство второй производственной практикой осуществляется руководителем практики от предприятия.

Периодический контроль и руководство практикой осуществляется преподавателем кафедры в период ее инспектирования.

Практика должна быть организована в полном соответствии с настоящей программой.

Студент посредством экскурсий знакомится с шахтой и ее цехами, запасными выходами и планом ликвидации аварий, вопросами охраны недр и окружающей среды.

В процессе работы на рабочих местах студент изучает технологию и механизацию процессов на подготовительных и очистных работах, экономику и организацию производства, структуру и управление.

Получаемые сведения по работе должны заноситься в дневник.

На основе результатов практики студент пишет отчет.

Основным материалом для составления отчета о производственной практике должен служить производственный дневник, который ведется в течение всего периода практики.

В отчете в последовательном порядке должные быть изложены вопросы, указанные в программе. Отчет должен быть написан на производстве и просмотрен руководителем практики от производства, который дает оценку и подробный отзыв по отчету и работе студента.

Отчет должен состоять из 60 – 70 страниц рукописного текста и 28 – 35 схем, эскизов, чертежей.

Схемы, эскизы, рисунки выполняются на плотной бумаге карандашом или тушью, нумеруются, в тексте на них делаются ссылки. Они могут располагаться по тексту записки или помещаться в конце отчета в виде приложений.

В конце отчета самостоятельным разделом освещаются вопросы индивидуального задания.

4.4. Содержание практики и отчета

4.4.1. Общие сведения о предприятии.

Историческая справка о создании и развитии предприятия и района: его графическое и административное положение, топография и климатические условия, обеспеченность строительными материалами, энергией, рабочей силой.

4.4.2. Горно-геологическая характеристика месторождения.

Генезис месторождения. Элементы залегания рудных залежей, физико-механические свойства руд и пород. Химический состав и сортность руды. Степень разведанности и оценка пожароопасности. Тектоника и гидрогеология месторождения. Потребители рудного сырья и общая схема его дальнейшей переработки.

Графический материал:

- геологическая карта месторождения;
- разрезы (2 – 3) вкрест простирания месторождения;
- продольная вертикальная проекция месторождения.

4.4.3. Производительность и режим работы предприятия.

Годовая производительность и план развития шахты (рудника).

Режим работы: число рабочих дней в году, количество рабочих смен для различных категорий трудящихся, продолжительность рабочих смен, системы оплаты труда рабочих.

4.4.4. Вскрытие и подготовка месторождения.

Принятая схема вскрытия, основные технологические комплексы: рудный, породный, вспомогательный и вентиляционный. Количество стволов, сечения, вид крепи, количество отделений и их назначение. Этапы вскрытия, шаг вскрытия и шаг углубки. Вскрытие этажей (этажные квершлаги, концентрационные горизонты). Высота этажа, расстояние между концентрационными горизонтами. Технологические схемы околоствольных дворов (скипового, клетевого, скипо-клетевого, вентиляционного). Объем дробильного, водоотливного комплексов. Пропускная способность околоствольных дворов. Капитальные рудоспуски. Аккумулирующие емкости. Подземные дробильные комплексы в околоствольном дворе или на участке. Кондиционный размер куска руды, гранулометрический состав руды, средний диаметр куска руды, ширина приемного отверстия дробилки, тип дробилок. Производительность дробильного комплекса, принятая технологическая схема дробления руды.

Стоимость оборудования комплексов: дробильно-бункерного, водоотливного, околоствольных дворов. Стоимости проведения главных вскрывающих выработок 1 м или 1 м^3 в период строительства шахты (стволов, квершлагов, камерных выработок, рудоспусков и т.д.).

Принятая система подготовки горизонтов. Характеристика подготовительных горизонтальных и вертикальных выработок: сечение, назначение, объемы.

Подготовка промежуточных и концентрационных горизонтов, количество и местоположение рудоперепусков и породоперепусков.

Стоимость проведения подготовительных выработок и стоимость их поддержания. Стоимость оборудования и ремонта выпускных люков и погрузочных полков.

Графический материал:

- система вскрытия месторождения;
- сечения капитальных горных выработок;
- схемы околоствольных дворов;

- планы концентрационных и промежуточных горизонтов.

4.4.5. Системы разработки.

Общая характеристика системы разработки.

Общие параметры, размеры блоков, подэтажей, слоев или уступов, сечение и крепление подготовительных, нарезных и очистных выработок.

Порядок производства работ по стадиям (подсечка, отрезка, обрушение, выпуск, закладка и т.д.).

Буровзрывные работы. Направление и расположение шпуров (скважин) в очистных забоях, их глубина и диаметр.

Буровое оборудование для бурения шпуров (скважин). Применяемые взрывчатые вещества. Заряжение и взрывание шпуров. Расчет массовых взрывов и их производство.

Конструкция днищ блоков; технология, механизация и организация выпуска руды. Доставка руды.

Работы по разделке негабарита.

Закладочные работы (способ закладки, материал закладки, объем и организация работ по закладке).

Крепление очистных забоев. Детали крепи (размеры, соединение элементов, заготовка крепи, доставка крепежного материала). Организация работ по возведению и ремонту крепи.

Проветривание очистных работ; вентиляционные выработки; способы распределения воздуха; количество воздуха.

Травматизм на очистных работах, мероприятия по его снижению.

Общая организация очистных работ. Число рабочих блоков, резервные блоки и забои.

Технико-экономические показатели систем разработки и их технологических процессов.

Удельных вес работ по стадиям подготовки и отработки блоков. Удельный расход материалов по стадиям работ и в целом по системам разработки.

Уровень потерь и разубоживание руды, мероприятия по их снижению. Интенсивность ведения работ. Производительность труда рабочих по профессиям, стадиям отработки блоков и в целом по системам. Удельный вес систем разработки по руднику (шахте), особенности условий их применения.

Графический материал:

- системы разработки с деталировкой отдельных узлов и конструктивных элементов;

- схемы взрывных сетей при массовых взрывах;

- графики организации работ в блоке;

- фотографии применяемого оборудования.

4.4.6. Рудничный транспорт.

Технологическая схема подземного и поверхностного транспорта на руднике (шахте). Характер грузопотоков, проходящих через околоствольный двор. Автоматизация производственных процессов и силовое оборудование околоствольных дворов (управление механизмами, комплексы обмена транспортных средств в клетках, СЦБ электровозной откатки в околоствольных дворах и т.д.). Графики движения поездов, работы транспорта и его производительность.

Вспомогательный транспорт. Автомобильный транспорт.

Травматизм на транспорте, его причины и мероприятия по их устранению.

Графический материал:

- опрокидные устройства и подземные бункеры;

- схемы движения составов, сигнализации и диспетчеризации.

4.4.7. Шахтный подъем.

Характеристика подъемных средств (машин, шкивов, канатов, подъемных сосудов). Средства автоматизации и связи. Организация работ и техника безопасности. Штат рабочих и стоимость подъема. Производительность подъемов.

Графический материал:

- схема подъемных установок;

- графики работы подъемников;

- схемы загрузки и разгрузочных устройств;

- схемы автоматизации.

4.4.8. Водоотлив.

Приток воды в шахту (рудник), его колебания в течение года. Химический состав и кислотность воды. Расположение насосных станций по горизонтам.

Оборудование насосных установок. Их автоматизация. Трубопровод. Продолжительность работы насосов. Чистка водосборников. Методы очистки шахтных вод. Меры и средства защиты на случай внезапного прорыва шахтных вод.

Откачка воды из зумпа. Число рабочих, обслуживающих водоотливные установки шахты. Стоимость водоотлива на 1 т добычи. Осветление шахтных сточных вод.

Графический материал - схемы водоотливных установок и их автоматизация.

4.4.9. Проветривание.

Схема вентиляции шахты (рудника). Количество подаваемого воздуха. Вентиляторные установки и их характеристика. Время работы вентилятора. Калориферы и их устройства. Средства автоматизации. Организация проветривания. Контроль состава рудничного воздуха. Способы борьбы с пылью. Штат рабочей силы и мероприятия безопасности. Стоимость проветривания на 1 тонну руды.

Графический материал:

- схемы вентиляции шахты;

- схема автоматизации и управления вентиляторными установками.

4.4.10. Пневматическое хозяйство.

Расход и потребители сжатого воздуха. Характеристика и режим работы компрессоров. Воздухопроводная сеть. Контроль за работой компрессоров и воздухопроводной сети. Штат рабочих и стоимость 1 м^3 сжатого воздуха.

Графический материал – схемы воздуховодной сети и автоматизации компрессорной.

4.4.11. Поверхностные здания и сооружения.

Технологические комплексы рудного, породного комплексов. Погрузочно-складское хозяйство. Породные отвалы. Внешний транспорт, водоснабжение. Генеральный план поверхности.

Графический материал – план промплощадки шахты (рудника).

4.4.12. Электроснабжение и освещение шахты (рудника).

Источники электроэнергии и график суточной нагрузки подстанции. Освещение поверхности и горных выработок. Типы светильников. Средства автоматизации. Штат рабочих, стоимость и расход электроэнергии.

Графический материал – общие схемы силовой и осветительной сетей.

4.4.13. Обогащение руды.

Способ и схема обогащения. Режим работы фабрики. Основные показатели обогащения. Потребители товарной руды (концентрата).

4.4.14. Профилактика окислительных процессов.

Степень пожароопасности месторождения. Способ «торможения» окислительных процессов, его параметры. Изоляция отработанного пространства, контроль процесса заиливания. Основные технико-экономические показатели.

Графический материал – схема изоляции и заиливания отработанных блоков (участков).

4.4.15. Охрана недр и природы.

Мероприятия по снижению потерь и разубоживания руды. Способы контроля показателей извлечения руды. Способы погашения отработанных про-

странств. Складирование пустых пород и хвостов обогатительного передела. Рекультивация отвалов.

4.4.16. Техника безопасности.

Организационные мероприятия по технике безопасности и предупреждению несчастных случаев. Горноспасательная служба. Содержание плана предупреждения и ликвидации аварий. Противопожарные мероприятия на шахте (руднике). Порядок инструктажа рабочих по технике безопасности. Общая оценка эффективности мероприятий по технике безопасности. Общая оценка эффективности мероприятий по технике безопасности, проводимых на шахте (руднике).

4.4.17. Экономическая часть.

Численность рабочих по категориям и процессам или видам работ (на подготовительных, на очистных, на транспорте и т.д.).

Производительность труда по категориям рабочих и процессам. Применяемые системы оплаты труда, тарифные ставки, виды доплат. Применяемые коэффициенты прогрессивной оплаты и премии. Составление первичных документов для расчета зарплаты.

Среднемесячный заработок трудящихся и рабочих по категориям (рабочие, служащие, МОП, ученики, рабочие – подземщики, забойные, поверхностные и т. д.) и профессиям.

Структура основных фондов.

Структура оборотных средств по отчету за прошлый год. Нормативы по основным видам производственных оборотных средств (нормируемые). Организация технического нормирования на руднике. Действующие справочники норм выработки и расценки. Организация труда забойных бригад на очистных и проходческих работах.

Порядок выдачи сменных заданий на руднике. Форма наряда горному мастеру. Организация работ по планированию производства. Содержание и методика составления годового и квартального техпромфинплана. Месячный, декадный, суточный и сменный план.

Удельный расход материалов на единицу продукции. Материально-техническое снабжение и складское хозяйство.

Организация и управление предприятием. Диспетчерская служба и АСУП.

Себестоимость продукции и отпускные цены, прибыль и рентабельность.

4.6. Индивидуальное задание

В период второй производственной практики студентом (как и на предыдущей практике) выполняется индивидуальное задание. Тема задания выдается каждому студенту на выпускающей кафедре. Материалы (отчет) по индивидуальному заданию сдаются на кафедру одновременно с отчетом по производственной практике.

Рекомендуемые темы индивидуальных заданий:

- системы подготовки концентрационных и промежуточных горизонтов;
- основные пути совершенствования одного из основных процессов очистной выемки на предприятии;
- оценка целесообразности изменения применяемой технологии разработки месторождения (переход на системы разработки с закладкой, с самоходным оборудованием и т. д.);
- определение высоты этажа и расстояния между концентрационными горизонтами;
- расчет величины вскрытых и подготовленных запасов;
- анализ влияния годового понижения горных работ на интенсивность процессов очистной выемки и годовой производительности шахты;
- оценка пропускной способности околоствольного двора;

- изучение возможных путей уменьшения затрат на горно-капитальные работы при вскрытии нижних горизонтов шахты;

- определение экономической целесообразности перехода на поточную или циклично-поточную технологию добычи руды;

- выбор экономически эффективных видов транспортных машин и комплексов при подготовке нижних горизонтов месторождения;

- эффективность систем с закладкой. Организация закладочных работ на шахте;

- прогнозирование горных ударов и мероприятия по их предотвращению;

- мероприятия по борьбе с рудничной пылью и их эффективность;

- мероприятия по охране недр и окружающей среды и их эффективность.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агошков М. И., Борисов С. С., Боярский В. А. Разработка рудных и нерудных месторождений. М.: Недра, 1983, 511 с.

2. Именитов В. Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1984, 503 с.

3. Баранов А. О. Подземная разработка месторождений. М.: Недра, 1986, 213 с.

4. Жигалов М. Л., Ярунин С. А. Технология, механизация и организация подземных горных работ. Учебн. для вузов. М.: Недра, 1990, 423 с.

5. ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА

5.1. Цель и задачи практики

Производственная преддипломная практика, являясь органической частью процессов обучения и воспитания студентов, проводится после окончания теоретического курса перед началом дипломного проектирования.

Перед отъездом студента на преддипломную практику устанавливается предварительная тема и спецчасть дипломного проекта.

Преддипломная практика является основой для выполнения дипломного проекта, который в максимальной степени должен быть приближен к реальным условиям. Дипломный проект охватывает все части производственного процесса проектируемого предприятия. Ввиду обширности круга вопросов проектирования горного предприятия, дипломный проект составляется на основе укрупненных показателей с использованием типовых решений, методик, стандартов, номограммы и т. д. Специальная часть проекта разрабатывается детально, должна содержать самостоятельные решения и выводы. Разработка специальной части проекта является важнейшим этапом проектирования, при выполнении которого студент должен показать свое умение привлекать к решению технических задач полученные теоретические и практические знания, инициативу и самостоятельность при решении поставленных вопросов.

Продолжительность практики 4 недели.

Цель практики:

- непосредственное изучение условий и особенностей разработки проектируемого предприятия;

- получить полное и четкое представление по технологии отработки месторождения;

- изучить перспективу дальнейшего развития предприятия и пути достижения намеченных рубежей;

- изучить структуру предприятия, цели и взаимосвязи различных служб и подразделений;

- изучить технико-экономическую деятельность предприятия;

- собрать необходимый фактический материал для выполнения дипломного проекта.

породных отвалов, сохранение дневной поверхности от вредного влияния подземных горных работ, сохранение окружающих месторождений лесных массивов, очистка шахтных вод.

5.4.14. Экономическая часть.

Применяемые системы оплаты труда, тарифные ставки и сетки. Состав заработной платы по участку, шахте. Составление первичных документов для расчета заработной платы. Среднемесячный заработок трудящихся и рабочих.

Общая численность трудящихся с разбивкой по категориям. Списочный и явочный состав, баланс рабочего времени по отчету за прошлый год и план текущего года. Численность рабочих по категориям и процессам работ (на подготовительных, очистных и т. д.).

Производительность труда по категориям трудящихся и по шахте в целом.

Комплексные нормы выработки на один очистной и один подготовительный забой (приложить паспорт норм и методику расчета) с указанием источников, которым пользовались на шахте при расчете норм.

Смета производства, калькуляция себестоимости 1 т руды (франко-люк, шахте руднику).

Отпускные цены на продукцию и рентабельность работы шахты.

Студент обязан ознакомиться с порядком установления отпускных цен на продукцию предприятия. Выявленные отпускные цены должны быть сопоставлены с фактической себестоимостью продукции, что позволит студенту сделать вывод о рентабельности шахты.

Структура оборотных средств по отчету за прошлый год. Нормативы по основным видам производственных оборотных средств (нормируемые). Организация технического нормирования на руднике. Действующие справочники норм выработки и расценки.

Удельный расход материалов на единицу продукции.

Организация управления предприятием. Диспетчерская служба и АСУП.

Приложение к экономической части:

- техпромфинплан шахты (форма техпромфинплана);
- план участка шахты (форма участкового плана);
- баланс шахты.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. М.: Недра, 1996, 113 с.

2. Единые правила безопасности при взрывных работах. М.: Корпорация Трансстрой, 2001.

3. Правила технической эксплуатации рудников и шахт, разрабатывающих месторождения цветных, редких и драгоценных металлов. М.: Недра, 1980, 109 с.

4. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки. СПб: Гипроруда, 1993, 234 с.

5. Инструкция по безопасному применению самоходного (нерельсового) оборудования в подземных рудниках. М.: Недра, 1973, 32 с.

6. Агошков М. И., Борисов С. С., Боярский В. А. Разработка рудных и нерудных месторождений. М.: Недра, 1983, 426 с.

7. Справочник по горнорудному делу. Под ред. В. А. Гребенюка, Я. С. Пыжьянова, И. Е. Ефремова. М.: Недра, 1983, 814 с.

8. Именитов В. Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1984, 503 с.

9. Скорняков Ю. Г. Подземная добыча руд комплексами самоходных машин. М.: Недра, 1986.

10. Малахов Г. М., Черноус А. П. Вскрытие и разработка рудных месторождений на больших глубинах. М.: Госгориздат, 1960, 300 с.

11. Стариков Н. А. Основы разработки рудных месторождений на больших глубинах. Киев: Изд-во АНУССР, 1961, 156 с.

12. Инженерная экология и экономический менеджмент. М.: Изд-во Наука, 2002.

13. Голубев Г. Н. Геоэкология. М.: Изд-во ГООС, 1999.

14. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли. М.: РАН, 1997.

15. Зубков А.В. Геомеханика и геотехнология. Екатеринбург: УрОРАН, 2001, 335.

16. Баранов А. О. Проектирование технологических схем и процессов подземной добычи руд. Справочное пособие. М.: Недра, 1993, 283 с.

17. Воронюк А. С. Рациональные схемы вскрытия мощных месторождений наклонными рудоподъемными выработками. М.: Недра, 1972, 201 с.

18. Кравченко В. П., Кулешов В. В. Применение твердеющей закладки при разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1974, 200 с.

19. Титов В.Д. Основы проектирования глубоких железорудных шахт. М.: Недра, 1977, 229 с.

20. Щелканов В. А. Комбинированная разработка рудных месторождений. - М. Недра, 1974, 231 .

21. Броников Д. М., Замесов Н. Ф., Богданов Г. И. Разработка руд на больших глубинах. М.: Недра, 1982, 292 с.

22. Инфантьев А. И. Вскрытие и подготовка мощных рудных месторождений. – М.: Недра, 1978, 245 с.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества подготовки горных инженеров предъявляет повышенные требования к теоретической и практической подготовке выпускников высшей школы.

При решении этой задачи особое внимание должно быть уделено как совершенствованию организации практик студентов, так и повышению качества и эффективности их проведения.

Рудная промышленность базируется на новейших достижениях науки и техники, что требует от выпускников горных вузов не только высокого уровня теоретической подготовки, но и хорошего знания и навыков производственной работы на рудниках.

С целью дальнейшего совершенствования организации и проведения всех видов практик студентов специализации 090202 – «Подземная разработка рудных месторождений (РРМ)» вводится в учебный процесс сквозная программа практик.

Сквозная программа практик студентов представляет собой единый методический документ, раскрывающий цели, задачи, содержание и методы практической подготовки студентов, последовательность и назначение ее конкретных этапов, их роль в формировании профессиональных умений и навыков горного инженера.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИК

Учебным планом специализации 090200 предусмотрено проведение следующих практик:

- учебно-технологическая – после II курса;
- первая производственная – после III курса;

- вторая производственная – после IV курса;
- преддипломная – после V курса.

Организация практик осуществляется следующим образом:

- руководство учебно-технологической практикой осуществляется выпускающей кафедрой;
- организацию и руководство производственными и преддипломной практиками студентов на предприятии осуществляет руководитель практики от предприятия, назначаемый приказом.

Предприятия, являющиеся базами практики:

- проводят инструктажи по технике безопасности и охране труда;
- охране недр и окружающей среды;
- обеспечивают студентов-практикантов общежитием, спецодеждой и др.;
- представляют в соответствии с программой места практики, возможность пользоваться технической документацией и литературой;
- проводят необходимые экскурсии и занятия;
- имеют право налагать на студентов-практикантов взыскания за нарушения правил внутреннего распорядка.

Руководитель производственной или преддипломной практики от предприятий осуществляет:

- организация практики студентов в соответствии с ее программой;
- подбор рабочих мест и контроль за работой студентов;
- своевременный перевод с одного рабочего места на другое в соответствии с программой;
- организацию консультаций для студентов-практикантов;
- помощь в сборе материала написания отчета;
- помощь и контроль за обеспечением нормальных бытовых условий (спецодежда, жилье, столовая и т.д.), а также разрешает все другие вопросы, связанные с проведением практики;

- проверку отчетов о практике (с оценкой).

Руководитель практики от кафедры при посещении предприятия проводит консультации, контролирует сбор материалов к отчету о практике, проверяет ведение дневника, устанавливает своевременность прибытия студента на практику, уточняет соответствие характера и организации прохождения практики, выясняет мнение работников предприятия о качестве теоретической подготовки студентов.

Направление студентов на практику производится на основании приказа по академии. Места практик определяются в соответствии с заключенными договорами между академией и производственными объединениями, рудниками. В целях более широкого ознакомления с различными условиями подземной разработки рудных месторождений крайне желательно, чтобы в процессе обучения каждый студент провел практики на рудниках. Проведение нескольких практик на одном и том же руднике не рекомендуется.

Студент до отъезда на практику должен получить на выпускающей кафедре учетную карточку, программу, предписание на оформление допуска для пользования служебной документацией на предприятии и пройти инструктаж о порядке прохождения практики.

В дневнике руководителем указывается индивидуальное задание на выполнение практической части НИРС.

Студент при прохождении практики обязан:

- прибыть на практику строго в указанное приказом время, самовольное сокращение продолжительности практики и перенос срока практики не допускается;
- подчиняться действующим на предприятии правилам внутреннего распорядка, включая правила табельного учета;
- полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики;
- участвовать в рационализаторской и изобретательской работе;

- изучить и строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии;
- нести ответственность за выполняемую работу и ее результаты наравне со штатными работниками;
- вести производственный дневник, в который записывать необходимые цифровые данные, краткое содержание лекций, бесед, производить эскизы, зарисовки и т.п.;
- написать отчет по практике, получить заключение руководителя практики от предприятия, заверить отчет печатью, заверить табель выходов на работу.

При возвращении в институт студент обязан:

- представить в 3-дневный срок после начала занятий на выпускающую кафедру отчет о практике и учетную карточку;
- сдать в 3-дневный срок после начала занятий в соответствующий отдел института справку допуска.

Студент, не выполнивший программу практики, получивший отрицательный отзыв о работе или неудовлетворительную оценку при защите отчета, снимается со стипендии, направляется повторно в период каникул, а в отдельных случаях-исключается из института.

2. УЧЕБНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

2.1. Цель и задачи практики

Учебно-технологическая практика проводится после окончания IY семестра на базе изучения специальных теоретических курсов: «Термодинамика», «Геология», «Геодезия», «Основы горного дела».

Продолжительность практики 4 недели.

Цель практики:

4. ВТОРАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА

4.1. Цель и задачи практики

Вторая производственная практика проводится после окончания теоретических занятий IУ курса на базе ранее изученных дисциплин и дисциплин, прослушанных на YII и YIII семестрах: «Экономика предприятия», «Моделирование объектов горного производства», «Горнопромышленный транспорт», «Горные машины», «Системы разработки и вскрытие», «Вентиляция шахт» и «Строительство и реконструкция горных предприятий».

Продолжительность практики 8 недель.

Цель практики:

- практическое закрепление теоретических знаний по изученным курсам;
- изучение механизации и автоматизации производственных процессов в очистных забоях;
- изучение вскрытия месторождения и своевременной подготовки новых горизонтов;
- изучение систем подготовки месторождения;
- изучение систем разработки, применяющихся на шахте (руднике) и путей повышения их эффективности;
- изучение вопросов энергоснабжения шахты;
- изучение охраны труда и методов вентиляции шахты;
- изучение экономики предприятия и мероприятий, направленных на повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции.

Для достижения цели при прохождении второй производственной практики студент должен изучить:

- особенности вскрытия и системы разработки месторождений;
- средства механизации и автоматизации производственных процессов;
- передовые методы труда и организации производства;

- вопросы внедрения новой техники и технологии;
- структуру предприятия и динамику его технико-экономических показателей;
- вопросы техники безопасности и план ликвидации аварий.

Студент за время прохождения практики должен выполнить задания по УИРС, активно участвовать в общественной и трудовой жизни коллектива предприятия.

4.2. Баланс времени практики

Путь к месту практики, устройство и возвращение с практики	- 1 неделя
Производственное обучение; работа на рабочих местах в качестве машиниста буровых станков, погрузочных, погрузочно-доставочных машин, скреперных установок; взрывника, сменного мастера	- 4 недели
Экскурсии и оформление отчета по практике	- 1 неделя
ВСЕГО:	- 6 недель

Занимая штатную должность, студенту разрешается оставаться на одном рабочем месте весь период практики при условии полного ознакомления с деятельностью предприятия.

При отсутствии рабочих мест студент обязан проработать дублером на рабочем месте весь срок практики.

За время практики студент обязан пройти производственное обучение, сдать экзамены и получить права для самостоятельной работы еще по одной специальности (первая получена на первой производственной практике).

4.3. Методические указания

4.3.1. Методы изучения деятельности предприятия:

- изучение литературы и технической документации;
- прослушивание лекций и докладов, участие в собраниях и совещаниях;
- участие в экскурсиях, просмотр выставок;

- непосредственное участие в производственной деятельности предприятия;

- сбор и анализ статистических данных;

- производство аналитических расчетов и графических построений.

4.3.2. Теоретические занятия на предприятии.

Теоретические занятия, проводимые на предприятии, имеют цель познакомить студентов с основными вопросами, решаемыми коллективом шахты (рудника), направленными на выполнение производственного плана, улучшение технико-экономических показателей и условий труда.

В качестве лекторов должны быть привлечены руководящие инженерно-технические работники предприятия и передовики производства.

Рекомендуемые темы лекций:

- история и перспективы развития предприятия ;
- опыт работы передовых бригад;
- системы вскрытия и подготовки месторождения;
- совершенствование систем разработок;
- анализ результатов внедрения новой техники и технологии;
- внедрение планов НОТ;
- анализ основных технико-экономических показателей шахты (рудника);
- перспективы и эффективность внедрения АСУП;
- мероприятия по охране недр и окружающей среды;
- энергосбережение рудника и др.

4.3.3. Производственные экскурсии.

Производственные экскурсии имеют цель ознакомления студентов, как с отдельными цехами, так и в целом с рудником и перерабатывающими руду предприятиями.

Экскурсии должны быть организованы руководством предприятия.

Рекомендуемые темы экскурсий:

- поверхностные цехи шахты;

- подземные выработки, проходческие и очистные забои;
- соседние горные предприятия;
- обогатительная фабрика и металлургический завод.

4.3.4. Руководство и сроки выполнения и требования к отчету о практике.

Руководство второй производственной практикой осуществляется руководителем практики от предприятия.

Периодический контроль и руководство практикой осуществляется преподавателем кафедры в период ее инспектирования.

Практика должна быть организована в полном соответствии с настоящей программой.

Студент посредством экскурсий знакомится с шахтой и ее цехами, запасными выходами и планом ликвидации аварий, вопросами охраны недр и окружающей среды.

В процессе работы на рабочих местах студент изучает технологию и механизацию процессов на подготовительных и очистных работах, экономику и организацию производства, структуру и управление.

Получаемые сведения по работе должны заноситься в дневник.

На основе результатов практики студент пишет отчет.

Основным материалом для составления отчета о производственной практике должен служить производственный дневник, который ведется в течение всего периода практики.

В отчете в последовательном порядке должные быть изложены вопросы, указанные в программе. Отчет должен быть написан на производстве и просмотрен руководителем практики от производства, который дает оценку и подробный отзыв по отчету и работе студента.

Отчет должен состоять из 60 – 70 страниц рукописного текста и 28 – 35 схем, эскизов, чертежей.

Схемы, эскизы, рисунки выполняются на плотной бумаге карандашом или тушью, нумеруются, в тексте на них делаются ссылки. Они могут располагаться по тексту записки или помещаться в конце отчета в виде приложений.

В конце отчета самостоятельным разделом освещаются вопросы индивидуального задания.

4.4. Содержание практики и отчета

4.4.1. Общие сведения о предприятии.

Историческая справка о создании и развитии предприятия и района: его графическое и административное положение, топография и климатические условия, обеспеченность строительными материалами, энергией, рабочей силой.

4.4.2. Горно-геологическая характеристика месторождения.

Генезис месторождения. Элементы залегания рудных залежей, физико-механические свойства руд и пород. Химический состав и сортность руды. Степень разведанности и оценка пожароопасности. Тектоника и гидрогеология месторождения. Потребители рудного сырья и общая схема его дальнейшей переработки.

Графический материал:

- геологическая карта месторождения;
- разрезы (2 – 3) вкрест простирания месторождения;
- продольная вертикальная проекция месторождения.

4.4.3. Производительность и режим работы предприятия.

Годовая производительность и план развития шахты (рудника).

Режим работы: число рабочих дней в году, количество рабочих смен для различных категорий трудящихся, продолжительность рабочих смен, системы оплаты труда рабочих.

4.4.4. Вскрытие и подготовка месторождения.

Принятая схема вскрытия, основные технологические комплексы: рудный, породный, вспомогательный и вентиляционный. Количество стволов, сечения, вид крепи, количество отделений и их назначение. Этапы вскрытия, шаг вскрытия и шаг углубки. Вскрытие этажей (этажные квершлаги, концентрационные горизонты). Высота этажа, расстояние между концентрационными горизонтами. Технологические схемы околоствольных дворов (скипового, клетевого, скипо-клетевого, вентиляционного). Объем дробильного, водоотливного комплексов. Пропускная способность околоствольных дворов. Капитальные рудоспуски. Аккумулирующие емкости. Подземные дробильные комплексы в околоствольном дворе или на участке. Кондиционный размер куска руды, гранулометрический состав руды, средний диаметр куска руды, ширина приемного отверстия дробилки, тип дробилок. Производительность дробильного комплекса, принятая технологическая схема дробления руды.

Стоимость оборудования комплексов: дробильно-бункерного, водоотливного, околоствольных дворов. Стоимости проведения главных вскрывающих выработок 1 м или 1 м^3 в период строительства шахты (стволов, квершлагов, камерных выработок, рудоспусков и т.д.).

Принятая система подготовки горизонтов. Характеристика подготовительных горизонтальных и вертикальных выработок: сечение, назначение, объемы.

Подготовка промежуточных и концентрационных горизонтов, количество и местоположение рудоперепусков и породоперепусков.

Стоимость проведения подготовительных выработок и стоимость их поддержания. Стоимость оборудования и ремонта выпускных люков и погрузочных полков.

Графический материал:

- система вскрытия месторождения;
- сечения капитальных горных выработок;
- схемы околоствольных дворов;

- планы концентрационных и промежуточных горизонтов.

4.4.5. Системы разработки.

Общая характеристика системы разработки.

Общие параметры, размеры блоков, подэтажей, слоев или уступов, сечение и крепление подготовительных, нарезных и очистных выработок.

Порядок производства работ по стадиям (подсечка, отрезка, обрушение, выпуск, закладка и т.д.).

Буровзрывные работы. Направление и расположение шпуров (скважин) в очистных забоях, их глубина и диаметр.

Буровое оборудование для бурения шпуров (скважин). Применяемые взрывчатые вещества. Заряжение и взрывание шпуров. Расчет массовых взрывов и их производство.

Конструкция днищ блоков; технология, механизация и организация выпуска руды. Доставка руды.

Работы по разделке негабарита.

Закладочные работы (способ закладки, материал закладки, объем и организация работ по закладке).

Крепление очистных забоев. Детали крепи (размеры, соединение элементов, заготовка крепи, доставка крепежного материала). Организация работ по возведению и ремонту крепи.

Проветривание очистных работ; вентиляционные выработки; способы распределения воздуха; количество воздуха.

Травматизм на очистных работах, мероприятия по его снижению.

Общая организация очистных работ. Число рабочих блоков, резервные блоки и забои.

Технико-экономические показатели систем разработки и их технологических процессов.

Удельных вес работ по стадиям подготовки и отработки блоков. Удельный расход материалов по стадиям работ и в целом по системам разработки.

Уровень потерь и разубоживание руды, мероприятия по их снижению. Интенсивность ведения работ. Производительность труда рабочих по профессиям, стадиям отработки блоков и в целом по системам. Удельный вес систем разработки по руднику (шахте), особенности условий их применения.

Графический материал:

- системы разработки с деталировкой отдельных узлов и конструктивных элементов;

- схемы взрывных сетей при массовых взрывах;

- графики организации работ в блоке;

- фотографии применяемого оборудования.

4.4.6. Рудничный транспорт.

Технологическая схема подземного и поверхностного транспорта на руднике (шахте). Характер грузопотоков, проходящих через околоствольный двор. Автоматизация производственных процессов и силовое оборудование околоствольных дворов (управление механизмами, комплексы обмена транспортных средств в клетках, СЦБ электровозной откатки в околоствольных дворах и т.д.). Графики движения поездов, работы транспорта и его производительность.

Вспомогательный транспорт. Автомобильный транспорт.

Травматизм на транспорте, его причины и мероприятия по их устранению.

Графический материал:

- опрокидные устройства и подземные бункеры;

- схемы движения составов, сигнализации и диспетчеризации.

4.4.7. Шахтный подъем.

Характеристика подъемных средств (машин, шкивов, канатов, подъемных сосудов). Средства автоматизации и связи. Организация работ и техника безопасности. Штат рабочих и стоимость подъема. Производительность подъемов.

Графический материал:

- схема подъемных установок;

- графики работы подъемников;

- схемы загрузки и разгрузочных устройств;

- схемы автоматизации.

4.4.8. Водоотлив.

Приток воды в шахту (рудник), его колебания в течение года. Химический состав и кислотность воды. Расположение насосных станций по горизонтам.

Оборудование насосных установок. Их автоматизация. Трубопровод. Продолжительность работы насосов. Чистка водосборников. Методы очистки шахтных вод. Меры и средства защиты на случай внезапного прорыва шахтных вод.

Откачка воды из зумпа. Число рабочих, обслуживающих водоотливные установки шахты. Стоимость водоотлива на 1 т добычи. Осветление шахтных сточных вод.

Графический материал - схемы водоотливных установок и их автоматизация.

4.4.9. Проветривание.

Схема вентиляции шахты (рудника). Количество подаваемого воздуха. Вентиляторные установки и их характеристика. Время работы вентилятора. Калориферы и их устройства. Средства автоматизации. Организация проветривания. Контроль состава рудничного воздуха. Способы борьбы с пылью. Штат рабочей силы и мероприятия безопасности. Стоимость проветривания на 1 тонну руды.

Графический материал:

- схемы вентиляции шахты;

- схема автоматизации и управления вентиляторными установками.

4.4.10. Пневматическое хозяйство.

Расход и потребители сжатого воздуха. Характеристика и режим работы компрессоров. Воздухопроводная сеть. Контроль за работой компрессоров и воздухопроводной сети. Штат рабочих и стоимость 1 м^3 сжатого воздуха.

Графический материал – схемы воздуховодной сети и автоматизации компрессорной.

4.4.11. Поверхностные здания и сооружения.

Технологические комплексы рудного, породного комплексов. Погрузочно-складское хозяйство. Породные отвалы. Внешний транспорт, водоснабжение. Генеральный план поверхности.

Графический материал – план промплощадки шахты (рудника).

4.4.12. Электроснабжение и освещение шахты (рудника).

Источники электроэнергии и график суточной нагрузки подстанции. Освещение поверхности и горных выработок. Типы светильников. Средства автоматизации. Штат рабочих, стоимость и расход электроэнергии.

Графический материал – общие схемы силовой и осветительной сетей.

4.4.13. Обогащение руды.

Способ и схема обогащения. Режим работы фабрики. Основные показатели обогащения. Потребители товарной руды (концентрата).

4.4.14. Профилактика окислительных процессов.

Степень пожароопасности месторождения. Способ «торможения» окислительных процессов, его параметры. Изоляция отработанного пространства, контроль процесса заиливания. Основные технико-экономические показатели.

Графический материал – схема изоляции и заиливания отработанных блоков (участков).

4.4.15. Охрана недр и природы.

Мероприятия по снижению потерь и разубоживания руды. Способы контроля показателей извлечения руды. Способы погашения отработанных про-

странств. Складирование пустых пород и хвостов обогатительного передела. Рекультивация отвалов.

4.4.16. Техника безопасности.

Организационные мероприятия по технике безопасности и предупреждению несчастных случаев. Горноспасательная служба. Содержание плана предупреждения и ликвидации аварий. Противопожарные мероприятия на шахте (руднике). Порядок инструктажа рабочих по технике безопасности. Общая оценка эффективности мероприятий по технике безопасности. Общая оценка эффективности мероприятий по технике безопасности, проводимых на шахте (руднике).

4.4.17. Экономическая часть.

Численность рабочих по категориям и процессам или видам работ (на подготовительных, на очистных, на транспорте и т.д.).

Производительность труда по категориям рабочих и процессам. Применяемые системы оплаты труда, тарифные ставки, виды доплат. Применяемые коэффициенты прогрессивной оплаты и премии. Составление первичных документов для расчета зарплаты.

Среднемесячный заработок трудящихся и рабочих по категориям (рабочие, служащие, МОП, ученики, рабочие – подземщики, забойные, поверхностные и т. д.) и профессиям.

Структура основных фондов.

Структура оборотных средств по отчету за прошлый год. Нормативы по основным видам производственных оборотных средств (нормируемые). Организация технического нормирования на руднике. Действующие справочники норм выработки и расценки. Организация труда забойных бригад на очистных и проходческих работах.

Порядок выдачи сменных заданий на руднике. Форма наряда горному мастеру. Организация работ по планированию производства. Содержание и методика составления годового и квартального техпромфинплана. Месячный, декадный, суточный и сменный план.

Удельный расход материалов на единицу продукции. Материально-техническое снабжение и складское хозяйство.

Организация и управление предприятием. Диспетчерская служба и АСУП.

Себестоимость продукции и отпускные цены, прибыль и рентабельность.

4.6. Индивидуальное задание

В период второй производственной практики студентом (как и на предыдущей практике) выполняется индивидуальное задание. Тема задания выдается каждому студенту на выпускающей кафедре. Материалы (отчет) по индивидуальному заданию сдаются на кафедру одновременно с отчетом по производственной практике.

Рекомендуемые темы индивидуальных заданий:

- системы подготовки концентрационных и промежуточных горизонтов;
- основные пути совершенствования одного из основных процессов очистной выемки на предприятии;
- оценка целесообразности изменения применяемой технологии разработки месторождения (переход на системы разработки с закладкой, с самоходным оборудованием и т. д.);
- определение высоты этажа и расстояния между концентрационными горизонтами;
- расчет величины вскрытых и подготовленных запасов;
- анализ влияния годового понижения горных работ на интенсивность процессов очистной выемки и годовой производительности шахты;
- оценка пропускной способности околоствольного двора;

- изучение возможных путей уменьшения затрат на горно-капитальные работы при вскрытии нижних горизонтов шахты;

- определение экономической целесообразности перехода на поточную или циклично-поточную технологию добычи руды;

- выбор экономически эффективных видов транспортных машин и комплексов при подготовке нижних горизонтов месторождения;

- эффективность систем с закладкой. Организация закладочных работ на шахте;

- прогнозирование горных ударов и мероприятия по их предотвращению;

- мероприятия по борьбе с рудничной пылью и их эффективность;

- мероприятия по охране недр и окружающей среды и их эффективность.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агошков М. И., Борисов С. С., Боярский В. А. Разработка рудных и нерудных месторождений. М.: Недра, 1983, 511 с.

2. Именитов В. Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1984, 503 с.

3. Баранов А. О. Подземная разработка месторождений. М.: Недра, 1986, 213 с.

4. Жигалов М. Л., Ярунин С. А. Технология, механизация и организация подземных горных работ. Учебн. для вузов. М.: Недра, 1990, 423 с.

5. ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА

5.1. Цель и задачи практики

Производственная преддипломная практика, являясь органической частью процессов обучения и воспитания студентов, проводится после окончания теоретического курса перед началом дипломного проектирования.

Перед отъездом студента на преддипломную практику устанавливается предварительная тема и спецчасть дипломного проекта.

Преддипломная практика является основой для выполнения дипломного проекта, который в максимальной степени должен быть приближен к реальным условиям. Дипломный проект охватывает все части производственного процесса проектируемого предприятия. Ввиду обширности круга вопросов проектирования горного предприятия, дипломный проект составляется на основе укрупненных показателей с использованием типовых решений, методик, стандартов, номограммы и т. д. Специальная часть проекта разрабатывается детально, должна содержать самостоятельные решения и выводы. Разработка специальной части проекта является важнейшим этапом проектирования, при выполнении которого студент должен показать свое умение привлекать к решению технических задач полученные теоретические и практические знания, инициативу и самостоятельность при решении поставленных вопросов.

Продолжительность практики 4 недели.

Цель практики:

- непосредственное изучение условий и особенностей разработки проектируемого предприятия;

- получить полное и четкое представление по технологии отработки месторождения;

- изучить перспективу дальнейшего развития предприятия и пути достижения намеченных рубежей;

- изучить структуру предприятия, цели и взаимосвязи различных служб и подразделений;

- изучить технико-экономическую деятельность предприятия;

- собрать необходимый фактический материал для выполнения дипломного проекта.

породных отвалов, сохранение дневной поверхности от вредного влияния подземных горных работ, сохранение окружающих месторождений лесных массивов, очистка шахтных вод.

5.4.14. Экономическая часть.

Применяемые системы оплаты труда, тарифные ставки и сетки. Состав заработной платы по участку, шахте. Составление первичных документов для расчета заработной платы. Среднемесячный заработок трудящихся и рабочих.

Общая численность трудящихся с разбивкой по категориям. Списочный и явочный состав, баланс рабочего времени по отчету за прошлый год и план текущего года. Численность рабочих по категориям и процессам работ (на подготовительных, очистных и т. д.).

Производительность труда по категориям трудящихся и по шахте в целом.

Комплексные нормы выработки на один очистной и один подготовительный забой (приложить паспорт норм и методику расчета) с указанием источников, которым пользовались на шахте при расчете норм.

Смета производства, калькуляция себестоимости 1 т руды (франко-люк, шахте руднику).

Отпускные цены на продукцию и рентабельность работы шахты.

Студент обязан ознакомиться с порядком установления отпускных цен на продукцию предприятия. Выявленные отпускные цены должны быть сопоставлены с фактической себестоимостью продукции, что позволит студенту сделать вывод о рентабельности шахты.

Структура оборотных средств по отчету за прошлый год. Нормативы по основным видам производственных оборотных средств (нормируемые). Организация технического нормирования на руднике. Действующие справочники норм выработки и расценки.

Удельный расход материалов на единицу продукции.

Организация управления предприятием. Диспетчерская служба и АСУП.

Приложение к экономической части:

- техпромфинплан шахты (форма техпромфинплана);
- план участка шахты (форма участкового плана);
- баланс шахты.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. М.: Недра, 1996, 113 с.

2. Единые правила безопасности при взрывных работах. М.: Корпорация Трансстрой, 2001.

3. Правила технической эксплуатации рудников и шахт, разрабатывающих месторождения цветных, редких и драгоценных металлов. М.: Недра, 1980, 109 с.

4. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки. СПб: Гипроруда, 1993, 234 с.

5. Инструкция по безопасному применению самоходного (нерельсового) оборудования в подземных рудниках. М.: Недра, 1973, 32 с.

6. Агошков М. И., Борисов С. С., Боярский В. А. Разработка рудных и нерудных месторождений. М.: Недра, 1983, 426 с.

7. Справочник по горнорудному делу. Под ред. В. А. Гребенюка, Я. С. Пыжьянова, И. Е. Ефремова. М.: Недра, 1983, 814 с.

8. Именитов В. Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1984, 503 с.

9. Скорняков Ю. Г. Подземная добыча руд комплексами самоходных машин. М.: Недра, 1986.

10. Малахов Г. М., Черноус А. П. Вскрытие и разработка рудных месторождений на больших глубинах. М.: Госгориздат, 1960, 300 с.

11. Стариков Н. А. Основы разработки рудных месторождений на больших глубинах. Киев: Изд-во АНУССР, 1961, 156 с.

12. Инженерная экология и экономический менеджмент. М.: Изд-во Наука, 2002.

13. Голубев Г. Н. Геоэкология. М.: Изд-во ГООС, 1999.

14. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли. М.: РАН, 1997.

15. Зубков А.В. Геомеханика и геотехнология. Екатеринбург: УрОРАН, 2001, 335.

16. Баранов А. О. Проектирование технологических схем и процессов подземной добычи руд. Справочное пособие. М.: Недра, 1993, 283 с.

17. Воронюк А. С. Рациональные схемы вскрытия мощных месторождений наклонными рудоподъемными выработками. М.: Недра, 1972, 201 с.

18. Кравченко В. П., Кулешов В. В. Применение твердеющей закладки при разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1974, 200 с.

19. Титов В.Д. Основы проектирования глубоких железорудных шахт. М.: Недра, 1977, 229 с.

20. Щелканов В. А. Комбинированная разработка рудных месторождений. - М. Недра, 1974, 231 .

21. Броников Д. М., Замесов Н. Ф., Богданов Г. И. Разработка руд на больших глубинах. М.: Недра, 1982, 292 с.

22. Инфантьев А. И. Вскрытие и подготовка мощных рудных месторождений. – М.: Недра, 1978, 245 с.

Министерство образования и науки РФ

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

Н.Г. Валиев, А. М. Вандышев, В.В. Потапов

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА

Учебно-методическое пособие
по учебной практике для студентов специальности
130400.65 – «Горное дело» специализаций
«Подземная разработка пластовых месторождений» «Подземная разработка рудных месторождений», «Маркшейдерское дело», «Шахтное и подземное строительство», «Взрывное дело»







Екатеринбург -2014

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГБОУ ВПО

«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно – технологического факультета
«_____»_____2014 г.
Председатель комиссии
_____В. П. Тюлькин

Н.Г. Валиев, А. М. Вандышев, В.В. Потапов

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА

Учебно-методическое пособие
по учебной практике для студентов специальности
130400.65 – «Горное дело» специализаций
«Подземная разработка пластовых месторождений», «Подземная разработка рудных месторождений», «Маркшейдерское дело», «Шахтное и подземное строительство», «Взрывное дело»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2014

В 15

Рецензент: *Л.А. Важенин*, канд. тех. наук, доцент кафедры горного дела ФГБОУ ВПО «УГГУ».

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры горного дела 04. 02. 2014 (протокол № 6 - 13/14) и рекомендовано для издания в ФГБОУ ВПО «УГГУ».

Валиев Н.Г., Вандышев А. М., Потапов В.В.

В 15 Учебно-методическое пособие по учебной практике для студентов специальности 130400.65 – «Горное дело» специализаций «Подземная разработка пластовых месторождений», «Подземная разработка рудных месторождений», «Маркшейдерское дело», «Шахтное и подземное строительство», «Взрывное дело» / Н.Г. Валиев, А. М. Вандышев, В.В. Потапов. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. 82 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к обязательному минимуму содержания и уровня подготовки специалистов по специальности 130400.65 «Горное дело». Оно предназначено для студентов очного и заочного обучения.

© Валиев Н.Г., Вандышев А. М.,
Потапов В.В., 2014
© Уральский государственный
горный университет, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…… 6
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ…… 6
2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ…….. 7
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ……... 8
4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ…… 12
5. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИКИ…… 13
6. ОАО «БЕРЕЗОВСКИЙ РУДНИК»…….. 14
6.1. Общая характеристика рудника и геологические особенности месторождения…….. 14
6.2. Общая организация работ…….. 16
6.3. Краткая геологическая характеристика месторождения……. 17
6.4. Гидрогеология……. 20
6.5. Современное состояние горных работ..... 20
6.6. Системы разработки…… 24
6.7. Вентиляция…… 26
6. 8. Водоотлив…… 28
6. 9. Рудничный транспорт……..... 29
6. 10. Поверхностные здания..... 29
7. ОАО «УРАЛАСБЕСТ»……..... 31
7. 1. Общие сведения о предприятии……... 31
7. 2. Геологическое строение месторождения……. 36
7. 3. Вскрытие карьерных полей…….. 37
7. 4. Технология и организация работ……..... 38
7. 5. Водоотлив (осушение) карьера……..... 41
8. НЕВЬЯНСКИЙ ПРИИСК, РОССЫПЬ «ПАШКОВСКАЯ»……... 43
8.1. Краткая горно-геологическая характеристика месторождения…….. 43
8.2. Вскрышные работы……. 44
8.3. Система разработки……..... 47
9. ОАО ШАХТА «КОРКИНСКАЯ»……..... 51
9.1. Краткая горно-геологическая характеристика месторождения……..... 51
9.2. Краткая геологическая характеристика района месторождения……..... 51
9.3. Гидрогеологическая характеристика месторождения..... 52
9.4. Горнотехнические условия эксплуатации месторождения..... 52
9.5. Вскрытие и подготовка шахтного поля..... 53
9.6. Мощность шахты и общая организация работ..... 57
9.7. Система разработки. Технология, механизация и организация очистных работ..... 59
9.8. Меры безопасности при очистных работах..... 61
9.9. Подземный транспорт..... 62
9.10. Подъем по стволам..... 63
9.11. Водоотлив..... 64
9.12. Технологический комплекс на поверхности..... 65
10. КОЧКАРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, Г. ПЛАСТ..... 66
10.1. Общие сведения о месторождении..... 66
10.2. Горно- геологическая характеристика месторождения..... 67
10.3. Подземные горные работы..... 68
10.4. Системы разработки..... 70

11. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ…… 74
11.1. Общие положения …… 74
11.2. Передвижение по горизонтальным, вертикальным и наклонным выработкам..... 75
11.3. Краткие сведения о ядовитых газах……. 76
11.4. Сведения из правил техники безопасности при производстве взрывных работ……..... 77
11.5. Меры безопасности при авариях в шахте. Самоспасание…….. 77
11.6. Оказание первой помощи при поражении электрическим током…… 78
11.7. Самопомощь, взаимопомощь пострадавшим и способы искусственного дыхания…….. 78
12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ…….. 80
12.1. Основная литература……. 80
12.2. Дополнительная литература…….. 80

ВВЕДЕНИЕ

Согласно графику учебного процесса основной образовательной программы по направлению специальности 130400.65 «Горное дело» в IV семестре предусмотрена учебная практика. Она является неотъемлемой частью учебного процесса и получения практических компетенций применительно к горному производству. Базовыми дисциплинами учебной практики являются «Геология», Геодезия и «Основы горного дела».

При организации учебной практики особое внимание должно быть уделено обеспечения ее качества и эффективности. Так как от этого во многом зависит успешность изучения базовых дисциплин.

Практика проводится на горных предприятиях Свердловской и Челябинской областей, для специализации «Подземная разработка рудных месторождений» и «Подземная разработка пластовых месторождений» - ОАО «Южуралзолото» г. Пласт и ОАО «Челябинская угольная компания» г. Коркино; для специализаций «Шахтное и подземное строительство» и «Взрывное дело» - ОАО «Березовский рудник» г. Березовский и ОАО «Ураласбест» г. Асбест; для специализации «Маркшейдерское дело» - ОАО «Ураласбест» г. Асбест и «Невьянский прииск», россыпь «Пашковская» Невьянский район.

Руководство учебной практикой осуществляют преподаватели кафедры горного дела.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Целью проведения учебной практики является формирование у студентов представления о будущей профессии и получение базовых знаний, умений и навыков, необходимых студенту для осуществления учебной и профессиональной деятельности специалиста.

Учебная практика формирует теоретические знания, практические навыки, вырабатывает компетенции, которые дают возможность выполнять следующие виды профессиональной деятельности: производственно-технологическую, проектную, научно-исследовательскую и организационно-управленческую.

Проведение учебной практики направлено на формирование следующих компетенций:

- умение логически последовательно, аргументировано и ясно излагать мысли, правильно строить устную и письменную речь (ОК-3);
- способность к поиску правильных технических и организационно-управленческих решений (ОК-6);
- способность использовать нормативные правовые и инструктивные документы в своей деятельности (ОК-7);
- способность выбирать и разрабатывать обеспечение технологических систем добычи твёрдых полезных ископаемых (ПК-5);

- владение методами анализа, знаниями закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессе добычи твёрдых полезных ископаемых (ПК-6);

- владение методами анализа горно-геологических условий при добыче твёрдых полезных ископаемых (ПК-7);

- владение методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр (ПК-8);

- владение основными принципами технологий добычи твердых полезных ископаемых подземным способом (ПК-9);

- способность осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при добыче твёрдых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах (ПК-10);

- способность изучать научно-техническую информацию в области добычи твёрдых полезных ископаемых (ПК-21).

Для достижения поставленной цели студент должен детально ознакомиться:

- с геологией и гидрогеологией месторождения;

- с шахтой (рудником), карьером, обогатительной фабрикой, их производственными цехами;

- с основными горными выработками, их назначением и оборудованием;

- с организацией и управлением предприятия, технико-экономическими показателя его деятельности.

В процессе прохождения практики студент должен получить четкое представление о горном предприятии, о всех его цехах и участках, понять их роль и назначение в технологическом процессе добычи полезного ископаемого.

2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

В результате прохождения учебной практики студент должен:

1) знать:

- горную терминологию по всем разделам практики;

- основные нормативные документы;

- способы вскрытия и подготовки шахтных и карьерных полей;

- системы подземной и открытой разработки залежей полезных ископаемых;

- технологические процессы и оборудование при подземной добыче полезных ископаемых;

- технологические процессы и оборудование при открытой добыче полезных ископаемых;

- технологические процессы и оборудование обогатительных фабрик;

2) уметь:

- анализировать различные технологии горного производства;

- применять полученные знания при изучении профилирующих дисциплин и обосновании принятия инженерных решений;

- производить расчёт основных технологических процессов горного производства;

3) владеть:

- навыками работы с горнотехнической литературой и нормативными документами;

- навыками составления технических отчётов;

- методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр;

- методиками определения основных параметров технологических процессов при добыче твёрдых полезных ископаемых.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Таблица 3.1

Место прохождения учебной практики и виды учебной работы

№ п/п	Номер недели	Разделы отчёта. Место прохождения учебной практики и виды учебной работы	Виды учебной работы, часы					Формы текущего контроля
			лекции	практ., лабор.занятия	контрольные, расчётно-графические работы, рефераты и т. п.	курсовые работы, проекты	СРС	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1	1, 2	**1. Подземная разработка золоторудного месторождения (г. Пласт, шахта «Центральная» ОАО «Южуралзолото»)**					**54**	
2		1.1. Инструктаж по технике безопасности и сдача техминимума					2	
3		1.2. Современное состояние и перспективы развития предприятия (лекции и беседы инженерно-технических работников шахты)					22	
4		1.2.1. Краткая геологическая характеристика шахтного поля						
5		1.2.2. Вскрытие и подготовка шахтного поля						
6		1.2.3. Система разработки						
7		1.2.4. Технология ведения очистных работ						
8		1.2.5. Технология ведения подготовительных работ						

Продолжение табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9		1.2.6. Транспорт руды, породы, людей, материалов и оборудования						
10		1.2.7. Генплан промплощадки						
11		1.2.8. Шахтный подъём						
12		1.2.9. Шахтный водоотлив						
13		1.2.10. Проветривание горных выработок						
14		1.2.11. Перспективы развития предприятия						
15		1.3. Экскурсия по зданиям и сооружениям промплощадки					6	
16		1.4. Экскурсия в шахту в очистные забои					6	
17		1.5. Экскурсия в шахту в подготовительные забои					6	
18		1.6. Экскурсия в шахту в околоствольный двор					6	
19		1.7. Экскурсия на обогатительную фабрику					6	
20	3	**2. Подземная разработка угольного месторождения (г. Коркино, шахта «Коркинская» ОАО «Челябинская угольная компания»)**					**54**	
21		2.1. Инструктаж по технике безопасности и сдача техминимума					2	
22		2.2. Современное состояние и перспективы развития предприятия (лекции и беседы инженерно-технических работников шахты)					22	
23		2.2.1. Краткая геологическая характеристика шахтного поля						
24		2.2.2. Вскрытие и подготовка шахтного поля						
25		2.2.3. Система разработки						
26		2.2.4. Технология ведения очистных работ						
27		2.2.5. Технология ведения подготовительных работ						
28		2.2.6. Транспорт угля, породы, людей, материалов и оборудования						
29		2.2.7. Генплан промплощадки						
30		2.2.8. Шахтный подъём						
31		2.2.9. Шахтный водоотлив						
32		2.2.10. Проветривание горных выработок						
33		2.2.11. Перспективы развития предприятия						
34		2.3. Экскурсия по зданиям и сооружениям промплощадки					6	
35		2.4. Экскурсия в шахту в очистные забои					6	
36		2.5. Экскурсия в шахту в подготовительные забои					12	
37		2.6. Экскурсия в шахту в околоствольный двор					6	
38	4	**3. Разработка месторождения открытым способом (г. Коркино, разрез “Коркинский» ОАО «Челябинская угольная компания»)**					**54**	
39		3.1. Инструктаж по технике безопасности и сдача техминимума					2	
40		3.2. Современное состояние и перспективы развития предприятия (лекции и беседы инженерно-технических работников шахты)					22	
41		3.2.1. Краткая геологическая характеристика карьерного поля						
42		3.2.2. Вскрытие карьерного поля						

Продолжение табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
43		3.2.3. Система разработки						
44		3.2.4. Подготовка горных пород к выемке						
45		3.2.5. Выемочно-погрузочные работы						
46		3.2.6. Отвалообразование и рекультивация поверхности						
47		3.2.7. Карьерный транспорт						
48		3.2.8. Генплан промплощадки						
49		3.2.9. Проветривание карьера						
50		3.2.10. Перспективы развития предприятия						
51		3.3. Экскурсия по зданиям и сооружениям промплощадки					6	
52		3.4. Экскурсия в разрез в очистные забои					6	
53		3.5. Экскурсия на породные отвалы					6	
54		3.6. Экскурсия на обогатительную фабрику					12	
55		**4. Составление и защита отчёта по учебной практике**					**54**	
Всего:							**216**	**Зач.**

Общая трудоемкость учебной практики составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

Отчёт по учебной практике

Отчёт по учебной практике составляется за время, отведённое для прохождения практики и в течении трёх дней после возвращения в университет сдаётся на кафедру. Он состоит из разделов, раскрывающих комплекс вопросов по вскрытию и подготовке шахтных и карьерных полей, применяемых систем разработки и обоснованию их основных параметров, по технологии очистной выемки полезного ископаемого, а также вопросов водоотлива, подъёма и транспорта людей, полезного ископаемого, оборудования и материалов, и проветривания горных выработок. При этом отдельные разделы отчёта излагаются без детальной проработки.

Таблица 3.2

Разделы отчета и виды учебной работы

№ п/п	Номер недели	Разделы отчёта	Виды учебной работы, часы					Формы текущего контроля
			лекции	практ., лабор.занятия	контрольные, расчётно-графические работы, рефераты и т. п.	курсовые работы, проекты	СРС	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1	4	**1. Подземная разработка золоторудного месторождения (шахта «Центральная» ОАО «Южуралзолото»)**					**18**	
2	4	1.1. Общие сведения о шахте						

Продолжение табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	1.2. Современное состояние и перспективы развития предприятия						
4	4	1.2.1. Краткая геологическая характеристика шахтного поля						
5	4	1.2.2. Вскрытие и подготовка шахтного поля						
6	4	1.2.3. Система разработки						
7	4	1.2.4. Технология ведения очистных работ						
8	4	1.2.5. Технология ведения подготовительных работ						
9	4	1.2.6. Транспорт руды, породы, людей, материалов и оборудования						
10	4	1.2.7. Генплан промплощадки						
11	4	1.2.8. Шахтный подъём						
12	4	1.2.9. Шахтный водоотлив						
13	4	1.2.10. Проветривание горных выработок						
14	4	1.2.11. Перспективы развития предприятия						
15	4	**2. Подземная разработка угольного месторождения (шахта «Коркинская» ОАО «Челябинская угольная компания»)**					**18**	
16	4	2.1. Общие сведения о шахте						
17	4	2.2. Современное состояние и перспективы развития предприятия						
18	4	2.2.1. Краткая геологическая характеристика шахтного поля						
19	4	2.2.2. Вскрытие и подготовка шахтного поля						
20	4	2.2.3. Система разработки						
21	4	2.2.4. Технология ведения очистных работ						
22	4	2.2.5. Технология ведения подготовительных работ						
23	4	2.2.6. Транспорт угля, породы, людей, материалов и оборудования						
24	4	2.2.7. Генплан промплощадки						
25	4	2.2.8. Шахтный подъём						
26	4	2.2.9. Шахтный водоотлив						
27	4	2.2.10. Проветривание горных выработок						
28	4	2.2.11. Перспективы развития предприятия						
29	4	**3. Разработка месторождения открытым способом (разрез “Коркинский» ОАО «Челябинская угольная компания»)**					**18**	
30	4	3.1. Общие сведения о разрезе						
31	4	3.2. Современное состояние и перспективы развития предприятия						
32	4	3.2.1. Краткая геологическая характеристика карьерного поля						
33	4	3.2.2. Вскрытие карьерного поля						
	4	3.2.3. Система разработки						
34	4	3.2.4. Подготовка горных пород к выемке						
35	4	3.2.5. Выемочно-погрузочные работы						
36	4	3.2.6. Отвалообразование и рекультивация поверхности						
37	4	3.2.7. Карьерный транспорт						
38	4	3.2.8. Генплан промплощадки						

Продолжение табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
39	4	3.2.9. Проветривание карьера						
40	4	3.2.10. Перспективы развития предприятия						
Всего:							**54**	**зач**

4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

В связи с очень большой загрузкой практики изучаемыми вопросами, основными методами ознакомления студентов с предприятием, технологией и организацией работ являются групповые и индивидуальные экскурсии под руководством инженерно-технических работников производства.

Каждой экскурсии должны предшествовать теоретические занятия.

Основной задачей теоретических занятий, проводимых со студентами на предприятии, является ознакомление их с геологией месторождения, историей развития, современным состоянием и перспективами развития предприятия. Ознакомление с новыми методами работы, новыми машинами и рационализаторскими мероприятиями в области улучшения процессов производства и организации труда, с постановкой мероприятий по технике безопасности.

Общая цель этих занятий - дать критический анализ всех элементов производства с точки зрения наилучшего использования и обеспечения высокой производительности труда на основе передовой техники и наибольшей безопасности работ.

Лекции, доклады и беседы проводятся инженерами производства и руководителем практики.

Примерные темы лекций:

- история развития предприятия;
- геология месторождений;
- вскрытие и подготовка месторождения;
- методы проведения выработок;
- очистные работы;
- рудничный транспорт, подъем, водоотлив, вентиляция;
- поверхностный комплекс шахты.

Тематика лекций и экскурсий разрабатывается руководителем практики и согласовывается с руководством предприятия.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИКИ

Руководство учебной практикой осуществляют преподаватели кафедры горного дела.

На практику студенты выезжают одновременно, группами, под руководством преподавателей и старост. День отъезда студентов определяется приказом ректора института.

Руководитель практики должен не менее чем за один месяц до выезда на практику согласовать с руководством предприятия:

сроки приезда студентов на практику;

организационные вопросы по приему студентов на практику;

темы лекций, бесед и экскурсий, разрабатывает и согласовывает календарный план прохождения практики.

Перед началом практики руководитель обязан:

– провести собрание со студентами, выезжающими на практику;

– выехать на предприятие не позже чем за три дня до приезда на практику студентов с целью обеспечения нормального ее прохождения.

Руководитель практики совместно с администрацией предприятия обеспечивает выполнение утвержденного календарного плана проведения практики.

Студент обязан вести дневник, в который заносятся содержание лекций, результаты экскурсий, схемы, эскизы, рисунки, фотографии.

Записи в дневнике должны носить технический характер. Дневник в целом является основным техническим документом, на базе которого студент составляет отчет о практике.

Отчет выполняется обязательно на производстве. Он должен быть кратким, без общих рассуждений в соответствии с данной программой.

Во всех записях главное внимание студенты должны уделять основным производственным процессам, предъявляемым при добыче полезных ископаемых.

Объем отчета - 30-40 страниц рукописного текста. Чертежей, схем, эскизов и фотографий должно быть не менее 20-25.

Дневник и отчет о практике в 3-дневный срок после возвращения в институт сдается на кафедру.

Руководитель следит за выполнением программы практики, за своевременным и качественным ведением студентами дневников и составлением отчетом.

Для повышения эффективности прохождения учебной практики в данном учебно-методическом пособии приведены основные сведения по геологии и технологии горных работ на предприятиях: ОАО «Березовский рудник»; ОАО «Ураласбест»; Невьянский прииск, россыпь «Пашковская»; ОАО шахта «Коркинская»; Качкарское месторождение, г. Пласт.

При составлении отчета студент может использовать литературные источники и материалы по предприятиям, приведенные ниже.

*В подборе материалов принимали участие В. А. Осинцев и К. В. Кокарев.

6. ОАО «БЕРЕЗОВСКИЙ РУДНИК»

6.1. Общая характеристика рудника и геологические особенности месторождения

Берёзовское золоторудное месторождение расположено на среднем Урале в 12 км к северо-востоку от областного центра г. Екатеринбурга. Площадь месторождения относится к территории г. Березовский, который связан с областным центром шоссейной дорогой. Имеются две железнодорожные ветки, выходящие на станцию Аппаратная и Березит.

Район месторождения характеризуется слабохолмистым рельефом. Абсолютные отметки над уровнем Балтийского моря колеблются от 217,8 до 317,6 м. Поверхность окрестностей месторождения местами заболочена. За длительный период эксплуатации почти повсеместно она испещрена различного рода горными выработками, стволами, воронками, покрыта преимущественно сосновым лесом. В северной части месторождения в субширотном направлении протекает река Пышма, имеющая ряд небольших притоков. Уровень грунтовых вод на участках рельефа находится на глубине 2,0-2,5 м. На повышенных участках на глубине более 10 м.

Климат района континентальный. Среднегодовая температура воздуха - 0,9 с. Зима суровая, снежная. Лето теплое, влажное. Среднегодовое количество осадков колеблется от 400 до 500 мм в год. Глубина промерзания почвы достигает 1,5-2,0 м.

Район г. Березовский относится к числу промышленно развитых. Значительную роль в экономике района играет горнодобывающая промышленность: добыча золота, торфа, стройматериалов. Из других видов промышленности развиты лесозаготовительная и деревообрабатывающая.

Население города и его рабочих поселков занято в основном на промышленные предприятиях, в сфере бытового обслуживания и сельского хозяйства. Экономика Березовского месторождения определяется сочетанием ряда факторов:

– месторождение находится рядом с областным центром с высокоразвитыми отраслями промышленности: металлургической, машиностроительной, химической горной;

– наличие электроэнергии системы Уралэнерго;

– наличие развитой железнодорожной сети;

– благоприятная морфология рудных тел и физико-механических свойств вмещающих пород,

– реализация отходов, получаемых при обогащении руд (строительный щебень, песок).

Историческая справка

История Березовского рудника начинается с 1748 года, когда на открытом Ерофеем Марковым "золотом месте" был заложен Первоначальный рудник. К исходу XVIII века в составе Березовских промыслов работало 50 золотых рудни-

ков. За все время добычи до 1917 года на Березовских промыслах получено 25805 кг рудного золота. Во время Гражданской войны все шахты были затоплены, оборудование и промышленные объекты разрушены.

С 1929 года вновь начинает развиваться золотодобыча. Накануне Великой Отечественной войны Березовский рудник, превратился в современное горно-рудное предприятие. Была осуществлена реконструкции рудника, планировалась добыча золота с более глубоких горизонтов. Реконструкция рудника была продолжена после окончания войны. Для ее осуществления было создано управление капитального строительства, которым было начато в 1940 году строительство шахт "Южная" и "Северная". В 1950 году была построена обогатительная фабрика.

Основными видами деятельности ОАО "Березовский рудник" являются:

– разработка месторождений полезных ископаемых, добыча и переработка рудных и нерудных месторождений;

– добыча драгоценных и иных металлов из рудных и россыпных месторождений;

– торговля, торгово-посредническая и финансово- кредитная деятельность;

– оказание бытовых и производственных услуг населению, предприятиям, организациям;

– производство товаров народного потребления, средств труда, сырья, материалов, полуфабрикатов по договорам с гражданами и юридическими лицами;

– научно-исследовательская и проектно- конструкторская деятельность;

– строительство и производство строительных материалов.

– Виды деятельности определены Уставом и соответствующими лицензиями.

– В состав Березовского рудника входят:

– шахта «Южная» с надземными и подземными сооружениями и рудосортировкой;

– шахта «Северная» с надземными и подземными сооружениями, а также закладочной установкой;

– обогатительная фабрика с хвостохранилищем, перерабатывающая руду в золотосодержащий концентрат и получающая в дробильном отделении щебень для строительных нужд города и области;

– 250-литровая драга производительностью 1350 тыс. $м^3$ промывки песков в год (драга п. 54);

– железнодорожный цех; объединенный транспортный цех, обеспечивающий шахты и цеха рудника экскаваторно-бульдозерной техникой и автотранспортом;

– энергоцех;

– цех ремонта горного оборудования;

– ЖКО с объектами жилищного и социального назначения рудоуправления;

– ремонтно-строительный цех.

В настоящее время Березовский рудник современное горнорудное предприятие, оснащенное техникой и оборудованием отечественного и зарубежного производства (в значительной мере амортизированным). Применяемая технология соответствует мировому уровню. Разрабатывается месторождение, в основном, подземным способом. Рудное месторождение разделено на два шахтных поля: поле шх."Южная" и поле шх."Северная", которые отрабатываются одноименными шахтами.

Доставка руды на фабрику осуществляется с шахты "Южная" тепловозами в думпкарах, с шахты "Северная" автотранспортом.

Товарной продукцией АООТ "Березовский рудник" являются:

золото; серебро; медь; щебень; песок строительный; кремнезем; камень бутовый; пиломатериалы; столярные изделия; сжатый воздух; вода техническая; теплоэнергия; услуги цехов

6.2. Общая организация работ

Шахта «Северная», как весь Березовский рудник, работает по пятидневной рабочей неделе. Продолжительность рабочей недели для подземных рабочих составляет 36 часов, для рабочих на поверхности - 40 часов. Продолжительность рабочей смены составляет 7,2 часов, для рабочих на поверхности - 8 часов. Таким образом, в году получается 252 рабочих дня.

Число смен в сутки 3 с часовым междусменным перерывом, во время которого осуществляется вентиляция шахты после проведения взрывных работ. Число смен по выдаче руды на поверхность - 3, но основной упор делается на вторую и третью смены, так как во время первой смены запланированы перегоны клети для спуска обслуживающего персонала и спуска вспомогательных материалов.

Выходные дни иногда используются для проведения ремонтных работ, массовых взрывов, ревизионных проверок стволов и т.д.

Водоотливные и вентиляционные установки действуют непрерывно. Рабочие, занятые на этих работах имеют два выходных дня по скользящему графику.

Производственные процессы на шахте выполняются в строго определенной и чередующейся последовательности, т.е. циклично. Этим улучшаются результаты в интенсивности проходческих работ, очистной выемки и производительности труда.

На шахте применяются следующие формы организации труда: специальные бригады (по бурению скважин, проходке вертикальных выработок); комплексные бригады (по проходке горизонтальных выработок, очистных работ, по доставке, подготовке и нарезке). Все бригады сквозные, в них кроме бригадира есть звеньевые, возглавляющие работу, когда нет бригадира.

6.3. Краткая геологическая характеристика месторождения

Березовское месторождение относится к металлогеническому циклу, который в широком смысле генетически связан с интрузиями гранитов, а хронологически находит место вслед за внедрениями наиболее молодой системы жильных гранитоидов. Почти все месторождение представляет тип гидротермального заполнения трещин и наблюдается в пространственной ассоциации с дайками жильных гранитов. Наиболее насыщенные дайками участки - дайковые поля, как правило, являются в то же время и рудными полями. Геологический разрез по Березовскому месторождению показан на рис. 6.1.

В геологическом строении рудного тела Березовского месторождения принимают участие: полеозойские, эффузивные, зеленокаменные и осадочные породы, интрузивные породы габбро-перидотитовой формации, граниты и жильные породы представленные гранитоидами.

Все породы рудного тела прорезаны системой даек жильных гранитоидов меридиального простирания имеющие различные углы падения. Таких даек насчитывается 10, они сильно изменены метасоматическими, пневматогидротермальными процессами и превращены в плагиосенит, порфиры, диориты, гранит-порфиры.

Дайки приближаясь в северном направлении к Пышминскому массиву габбро, довольно быстро выклиниваются, а в южном направлении, наоборот, они прослеживаются на очень большом расстоянии, не уменьшаясь ни в количестве, ни в мощности, но за пределами рудного поля уже не содержат промышленного оруденения. На глубине, при переходе даек из толщи зеленокаменных пород сетиктиниты и диабазы они постепенно выклиниваются,- или же резко изгибаются, становясь так же безрудными.

Все дайки обладают значительной протяженностью составляя в среднем 1,5-2,0 км, но многие из них прослеживаются до 8-9 км и даже более. Мощность колеблется так же в довольно широких пределах от 4-5 до 15 м в среднем 8-10 м.

В результате разведочных работ установлено, что рудоносными являются дайки залегающие в пределах метаморфических сланцев и других зеленокаменных пород, которые к настоящему времени считаются полностью оконтуренными. Глубина развития указанных пород жил, в различных участках даек, колеблется в пределах 3- 5 см иногда достигает 50-60 см. Расщепляясь и утончаясь до проводников, заходя одна за другую, они образуют системы уходящие на очень большую глубину.

Кварцевым жилам в дайках сопутствуют березиты образующие ореолы около жильных изменений в виде широких зон. Иногда полосы березитов прослеживаются на продолжении выклинивающихся по падению или по восстанию лестничных жил. Эти березитовые в различной степени гранитоиды с вкрапленностью или с тонкими прожилками и признаками сульфидов являются также рудой для Березовского месторождения.

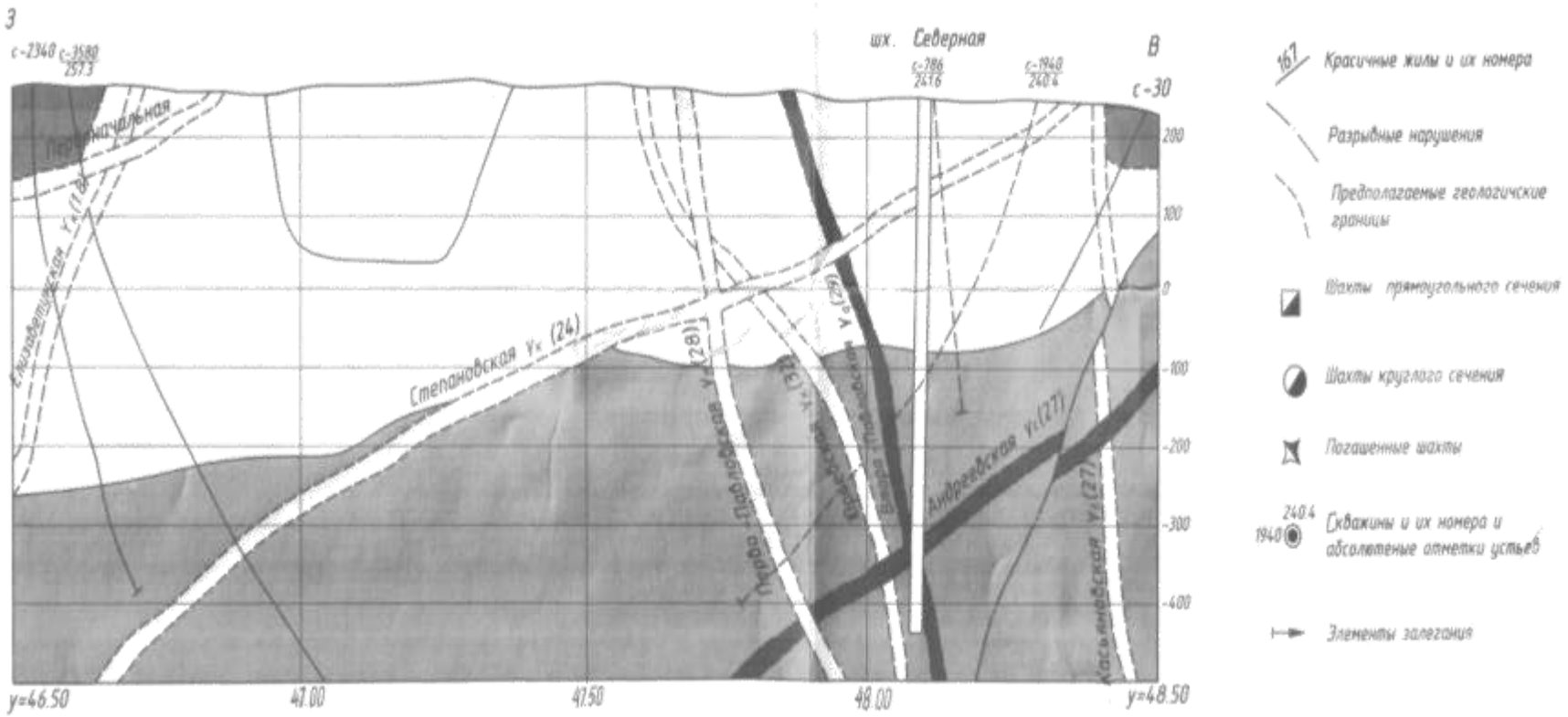


Рис. 6. 1. Геологический разрез по Березовскому месторождению

Золото на месторождении связано, главным образом с системой заключенных в дайках гранитоидов относительно равномерно развитых поперечных жил, пересекающих тонких кварцевых прожилков и ореолов кварцевой минерализации, а так же самостоятельными кварцевыми жилами вне даек, представляя собой рудные штокверки.

В рудах месторождение золота находится преимущественно в тесной ассоциации с различными сульфидами в виде их тонкой механической примеси. Максимальную золотоносность представляет пирит, реже блеклая руда и другие более редкие сульфиды. Серебро отмечается в граните и халькопирите. В рудном поле кроме золотосодержащих даек с кварцевыми жилами, имеются кварцево-сульфидные составляющие в северной части рудного поля около 200-250 м в центральной части 450-500 м и на юге около 800 м.

Промышленная ценность даек определяется наличием в них концентрации кварцевых жил более 2 см и прожилков до 2 см мощности при соответствующем содержании металла. В местах сопряжения даек со свитами красичнах жил иногда наблюдаются наибольшие концентрации кварцевых жилок в дайках и наоборот.

Обычно, наиболее богатыми кварцевыми жилами являются крутопадающие дайки а дайки пологопадающие на восток, по степени насыщения этими жилами являются более бедными, но по содержанию в них золота не уступают первым. Дайки, пологопадающие на запад являются обычно нерентабельными для отработки за исключением зон лежащих в пределах участков расположенных в сопряжении со сближенными крутопадающими дайками.

Поперечные жилы в дайках обычно встречаются в в виде свит и прожилков разделенных интервалами гранитоидов лишенных кварца. Иногда встречаются в них кварцевые жилы с диагональным направлением к простиранию даек.

Свиты жил оконтуриваются в одних вполне определено, а в других границы их очень расплывчаты.

В дайках суммарная мощность кварцевых прожилков составляет в среднем 15- 20% к суммарной мощности кварцевых жил. Протяженность по падению лестничных жил в среднем равна 8 м, но наиболее выдержанные из них достигают 10-13 м. Средняя мощность красичных жил которые характеризуются постоянными элементами залегания для различных участков с простиранием 100-110 м и крутым 80-85 падением на юг.

Длина этих жил суммарно составляет около 4 км. Залегают они обычно свитами составляющими из 2-6 параллельных жил и сближенных жил. Длина каждой жилы 100-150 м. в среднем 125 м. Расстояние между жилами различное и составляет 300 м. В юго-западной части рудного поля представляют практический интерес кварцевые жилы с турмалином. Жилы имеют западное, северо-западное простирание и падение на север или северо-восток под углом 30-60. Длина жил достигает 2,5 км, мощность от 0,5 до 2,0 м. Породы рудного поля обладают резко различными механическими свойствами, что играет большую роль в размещении золотого оруднения. Переслаивание пород различного состава обусловлено непостоянством механических. Свойств таких толщ, что оказало благоприятное влияние на локализацию золотого оруднения.

По данным Березовского рудника коэффициенты крепости пород параллельной, диагональной и порфирьевской даек по шкале профессора М.М. Протодьяконова колеблются в пределах 10-18. Крепость пород даек первая, и вторая и Павловская соответственно равна 10-14, 7-9, и 6-10.

В местах тектонических нарушений крепость пород значительных ниже (f = 3-5). Объемный вес горной массы равен в среднем 2,6 т\м^3

6.4. Гидрогеология

Рудное поле месторождения в основном сложено слабо водоносными породами. Дайки гранитоидов с залегающими в них кварцевыми жилами, а так же, красичными жилами и трещины смещений представляют собой совершенную дренажную систему, осушающую все вмещающие породы месторождения. Наиболее обводненными являются породы слагающие северную его часть, а также участок, находящийся под поймой реки Березовки.

Повышенной водостойкостью отличаются породы зоны выветривания до глубины 100 м водоносность в значительной мере зависит так же от степени трещиноватости пород, при этом трещиноватость с глубиной постепенно уменьшается. Суммарный среднегодовой приток воды на руднике составляет 1600 м^3/ч причем на долю глубоких горизонтов приходится примерно 20% от общего объема притока. Трещинные воды являются гидрокарбонатными, сульфатно-карбонатными со слабо щелочной реакцией, слабоминерализованные.

6.5. Современное состояние горных работ

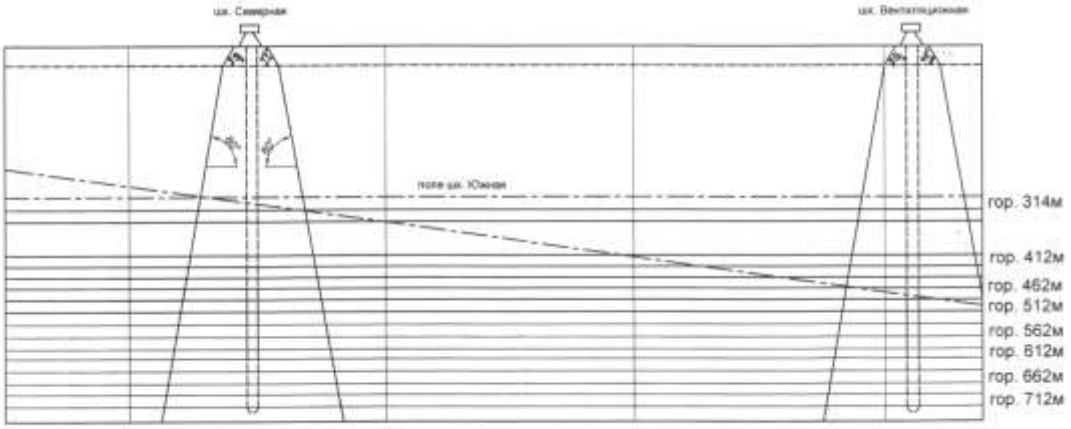
6.5.1. Вскрытие шахтного поля. Околоствольные дворы

Вскрытие запасов шахты «Северная» произведено вертикальными стволами (рис.6.2). Помимо стволов шахты «Северная» и Вентиляционной» для вскрытия запасов пройдены стволы шахты «Слепая-1» и «Слепая-2».

Ствол шахты «Северная» (рис. 6.3) имеет круглую форму сечения с диаметром в свету 5,0 м. (рис. 6.3а). Ствол пройден до горизонта 512 м. Ствол оборудован двухклетьевым подъемом под вагонетку типа ВГ-2,2. Назначение ствола – спуск и подъем людей, руды, материалов, оборудования, пустой породы, а также для подачи в шахту свежего воздуха. Сечение ствола вчерне 25, 5 м^2, а в свету 19,6 м^2. Ствол сбит с горизонтами 112, 162, 412, 462, и 512м. В стволе имеется ходовое отделение

Ствол шахты «Вентиляционная» (рис. 1.3б) имеет круглую форму диаметром в свету 4,5 м и закреплен бетоном толщиной 250 мм. Ствол пройден до горизонта 712 м, и оборудован клетьевым подъемом под вагонетку ВГ-2,2. Ствол служит для выдачи исходящей струи воздуха.

а



б

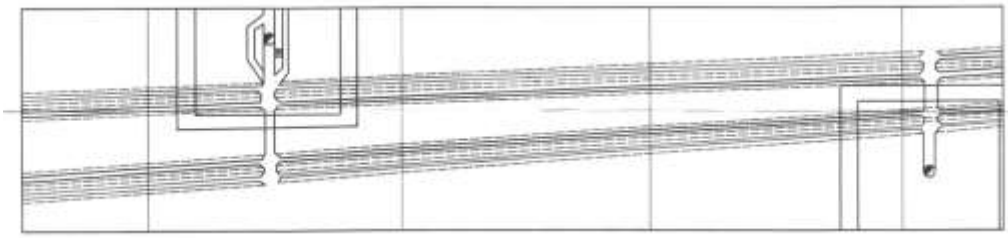


Рис. 1.2. Схема вскрытия - а и план горизонта 314 - б шахты «Северная»

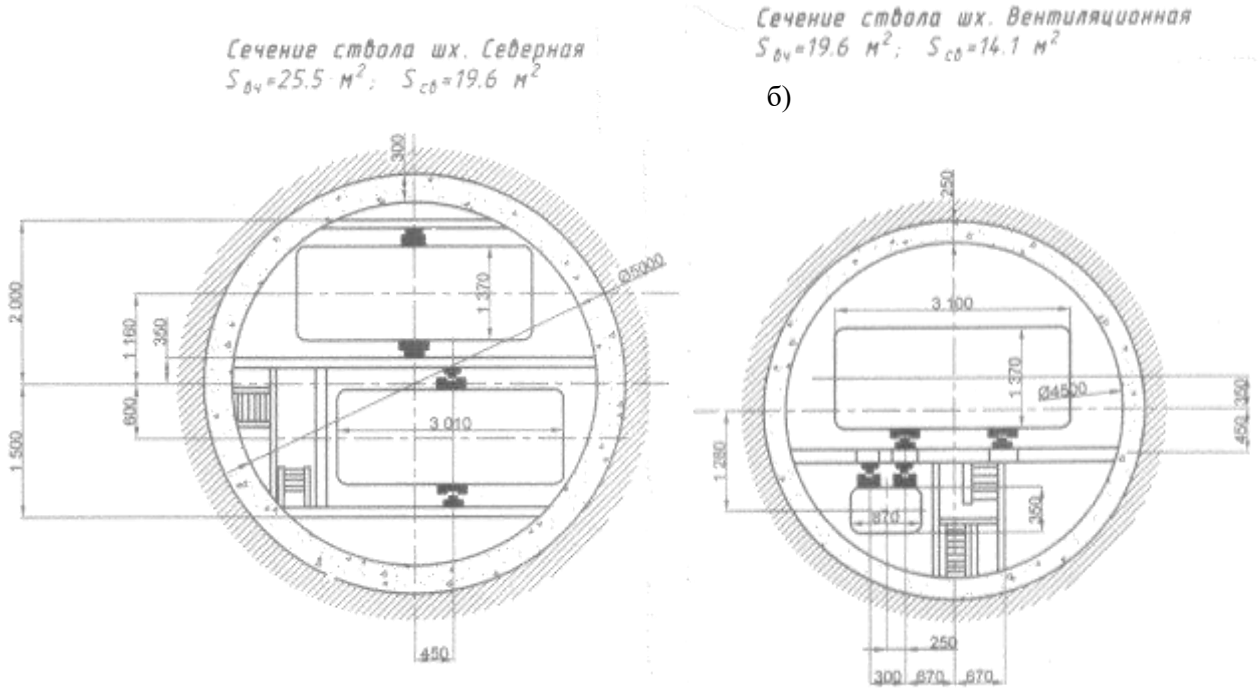


Рис. 1.3. Сечение стволов шх. «Северная» (а) и шх. «Вентиляционная» (б)

Стволы шахты «Слепая-1» и «Слепая-2» находятся на западном крыле поля шахты «Северная» и выполняют вспомогательные функции при отработке дайки Елизаветинская. Ствол имеет прямоугольную форму сечения, закреплен деревом, оборудован двух клетевым подъемом и используется в качестве запасного выхода с гор. 162.

Ствол шахты «Слепая-1» пройден с горизонта 162 м на горизонт 262 м и предназначен для выдачи породы на горизонт 162м., для спуска леса, механизмов,

прокладки трубопровода водоотлива. Ствол имеет прямоугольную форму сечения, сечение ствола в свету 6,4м^2. В стволе имеется два клетьевых отделения под вагонетку типа ВО-0,33, ходовое и трубное отделения. Ствол служит для спуска и подъема людей с горизонта 212 м на 162 м дайки Елизаветинской.

Ствол шахты «Слепая-2» пройден с горизонта 162м на горизонт 262м., имеет прямоугольную форму сечения, сечение ствола в свету 3,4м^2, закреплен деревом. Имеет два отделения: клетьевое под вагонетку типа В0-0,33 и ходовое. Предназначен для обеспечения второго механизированного подъема с горизонта 212 , 262м, дайки Елизаветинской.

Околоствольные дворы шахты «Северная» оборудованы на горизонтах 112, 162, 314, 462,512 м (рис. 6.4). Околоствольный двор на горизонте 162 м имеет клетьевую ветвь для обмена вагонеток типа ВГ-2,2, насосную камеру, камеру ЦПП, водосборник, рассчитанный на четырех часовой приток воды с горизонта 162 и 262м. дайки Елизаветинской, главная водоотливная участка автоматизирована.

На горизонте 314 м., отличие руддвора от горизонта 162 м состоит в том, что нет выработок водоотливного комплекса. Горизонт 512 м является основным на выдаче руды, поэтому здесь оборудован основной руддвор шахты. Руддвор имеет углубленную насосную камеру, рассчитанную на нормальную откачку водопритока с учетом воды с гидрозакладкой, емкость на четырех часовой приток, комплекс водосборников, камера ЦПП.

Все околоствольные дворы шахты «Северная» являются двухсторонними (исключая гор 112 м), они построены по одной схеме: околоствольный двор состоит из грузовой ветви с двухпутьевой выработкой и объединенной выработки. Механизация обмена вагонеток осуществляется с помощью контактных толкателей типа ТК-16 и цепных толкателей ТЦ8-13, устанавливаемый соответственно на порожняковой ветви и грузовой ветви. Кроме вышеуказанных выработок на всех горизонтах предусмотрены камеры ожидания.

Околоствольные дворы шахты «Вентиляционная» предусмотрены на горизонтах 112, 162, 314, 412, 462, 512м., имеют тупиковый тип на всех горизонтах. Руддвор представляет собой двухпутевую выработку, рассчитанную на маневры одного электровоза с составом вагонеток.

Кроме указанных выработок на горизонтах 162 и 512м. предусмотрены вне руддворов следующие камерные выработки: электровозное депо, противопожарный склад, мастерская для бурильных машин.

Общий объем вскрывающих выработок для проведения разведочных работ составляет 41337 м^3, а объем геологоразведочных работ – 27258 м^3. Общая длина действующих выработок составляет 15 км.

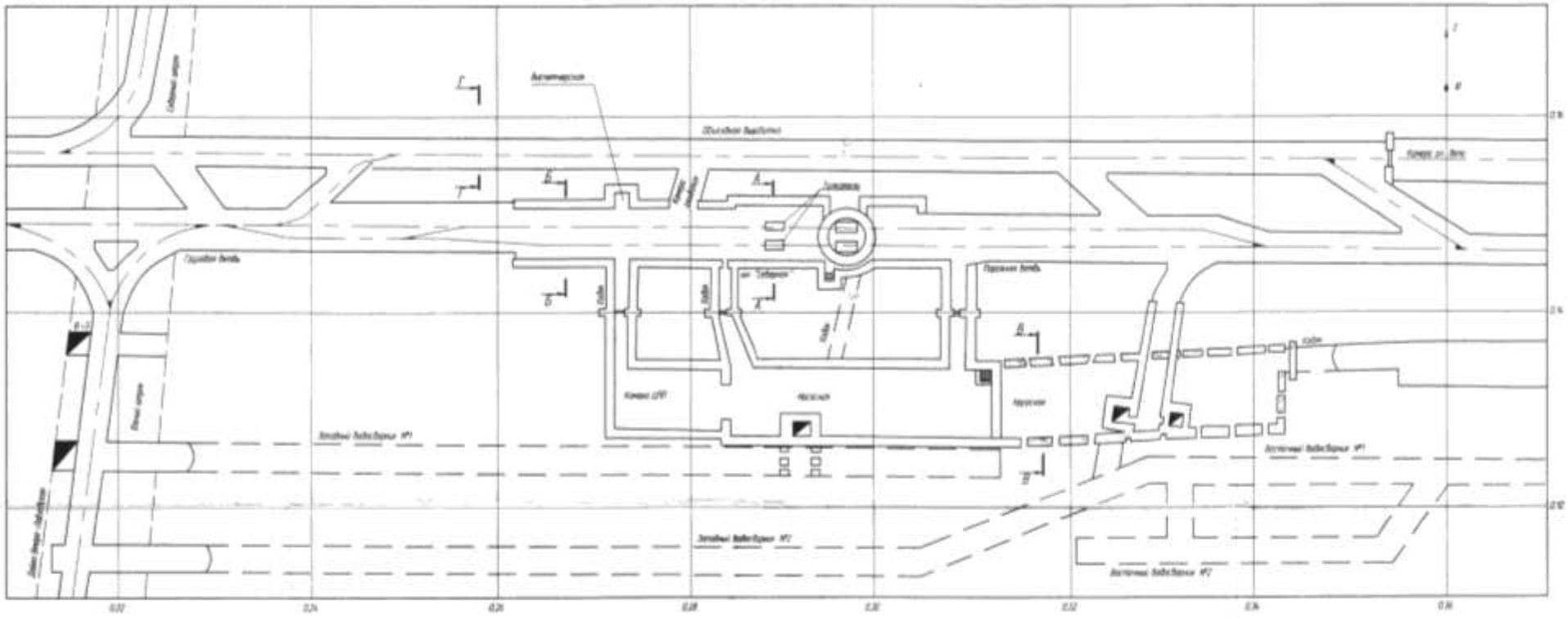


Рис. 6.4. Околоствольный двор шахты «Северная»

Дайки вскрыты квершлагами. По простиранию даек для подготовки запасов пройдены штреки. Горные выработки в основном не крепятся (рис.6.5).

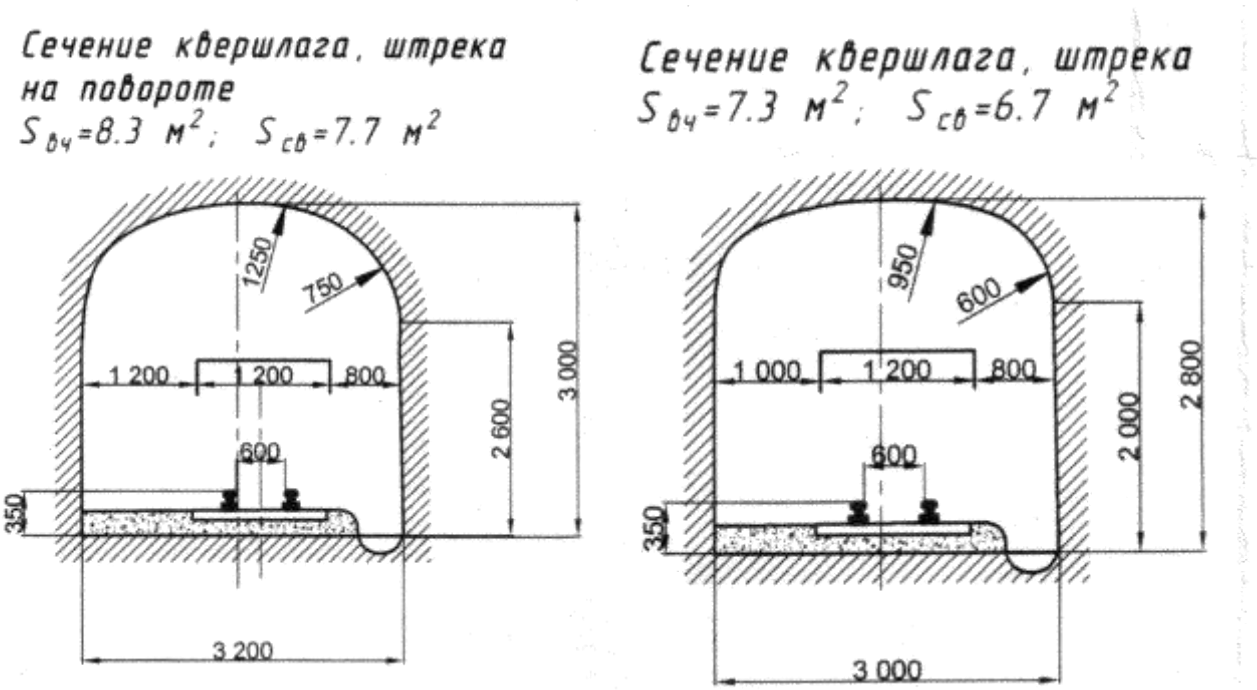


Рис. 6.5. Сечение штреков и квершлагов на шх. «Северная»

В случае сложных горно-геологических условий – наличие ослабленных пород и нарушений для крепления выработок применяется железобетон, железобетонные штанги, дерево, набрызг бетон.

Березовское месторождение ниже горизонта 262 м отнесено к удароопасным. В связи с этим на удароопасных участках выработки проходятся шатровой формы с выполнением мероприятий по приведению их в неудароопасное состояние.

6.6. Системы разработки

На шахте «Северная» в настоящее время преимущественно применяется этажно-камерная (рис. 6.6).

Рудное тело по простиранию делится на блоки. Длина блока может достигать 100 м при соответствующих горно-геологических условиях. Ширина блока приравнивается к мощности рудного тела. Высота равна высоте этажа 50м. Подготовка блока заключается в проведении откаточного штрека на горизонте 512 м. Далее проходят доставочный штрек, блоковые восстающие и вентиляционный штрек, который при отработке верхних горизонтов будет использоваться в качестве доставочного штрека. После проведения доставочного штрека проходят заезды для выпуска и доставки руды. Одновременно проходят рудоспуск. Нарезные работы заключаются в проведении буровых штреков и отрезного восстающего. Очистные работы, начинаются с разделки отрезного восстающего в отрезную щель.

Отбойка руды ведется взрыванием вееров скважин, пробуренных с буровых штреков станками НКР-100 м.

Диаметр скважин 105 мм. Расстояние между веерами скважин для отбойки 2м. Скважины разбуриваются с двух горизонтов навстречу друг другу. Длина скважин достигает 24 м.

Отбойка руды осуществляется на компенсационное пространство. Отбитая руда под действием собственного веса перемещается до доставочного штрека и далее до рудоспусков руда транспортируется погрузочно-доставочными машинами марок TORO -200 и TORO 250.

Выемка руды сплошная с оставлением междукамерных целиков на участках с минимальным содержанием металла. Отработанные камеры заполняются пустыми породами от проходческих работ или гидравлической закладкой.

Применение этажно-камерной системы позволило получать довольно высокие технико-экономические показатели добычи руды. Однако это система разработки имеет существенный недостаток – высокие потери руды в целиках. Для устранения этого недостатка предусматривается полевая подготовка блоков, что позволяет упростить конструкцию днища и снизить потери руды в целиках днища.

Многолетний опыт работы отечественных и зарубежных рудников показывают, что безопасность отработки при минимальных потерях и разубоживании руды и высокой производительности труда в аналогичных условиях обеспечивается за счет применения двухстадийной отработки запасов этажно-камерной системой с закладкой первичных камер твердеющей смесью и вторичных пустыми породами или гидравлической закладкой.

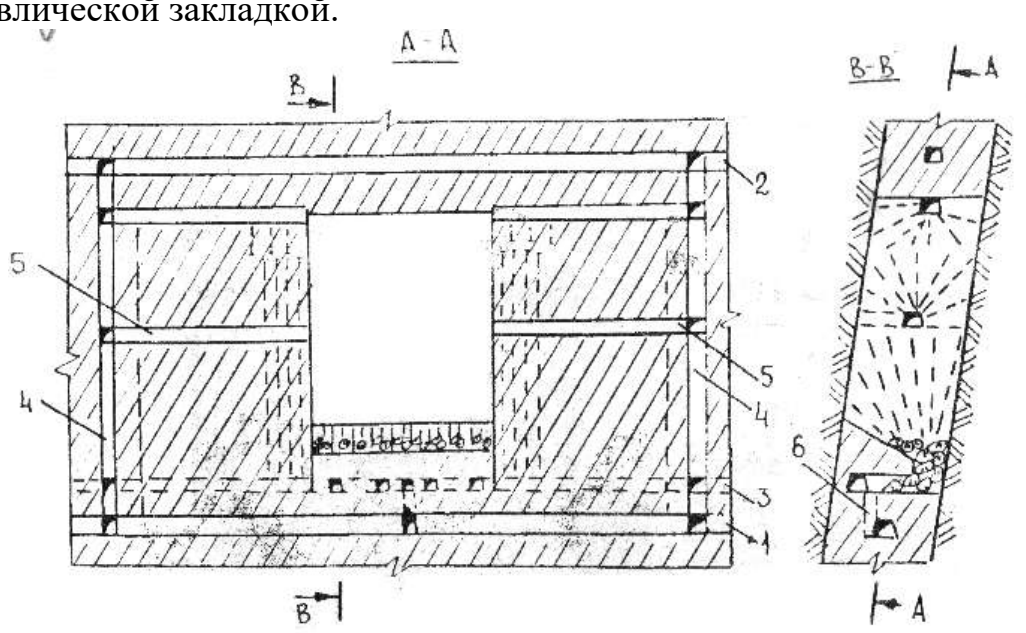


Рис. 6.6. Этажно-камерная система разработки:
1 – откаточный штрек; *2* – вентиляционный штрек; *3* – доставочный штрек;
4 – блоковые восстающие; *5* – буровые штреки; *6* - рудоспуск

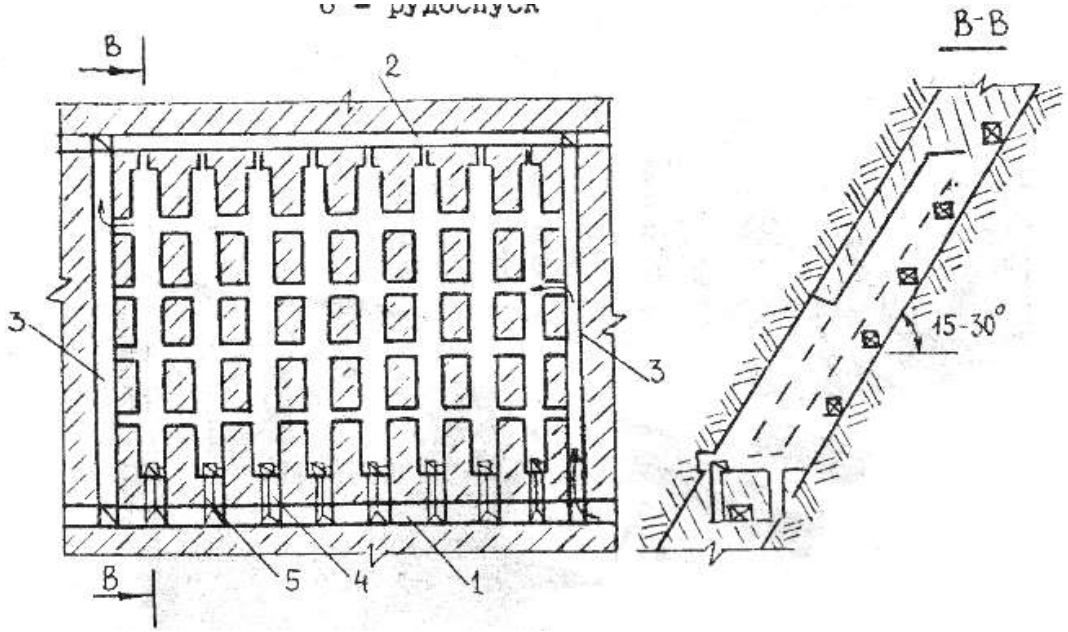


Рис. 6.7. Камерно-столбовая система разработки:
1 – откаточный штрек; *2* – вентиляционный штрек;
3 – блоковые восстающие; *4* – ходок; *5* - рудоспуск

На шахте Северная при отработке дайки «Елизаветинская» применяют камерно-столбовую систему разработки (рис. 6.7)

6.7. Вентиляция

Проветривание шахты осуществляется по фланговой схеме всасывающим способом (рис. 6.8). Основная масса свежего воздуха, пройдя через калориферы (в летнее время они отключены) поступает в шахту по стволу шх."Северная".

Распределение поступающего воздуха по горизонтам, флангам, блокам в основном естественное с применением вентиляционных дверей и перемычек.

Проветривание подготовительных выработок осуществляется вентиляторами местного проветривания.

Свежий воздух поступает на рабочие горизонты 512 м, 462 м, 412 м от ствола шахты. «Северная», омывает забои и загрязненный выдается по штрекам ППД гор.462 м и гор.412 м, квершлагам шх."Вентиляционная" гор.462 м, гор.412 м и гор.512 м, стволу шх."Вентиляционная" на поверхность вентилятором главного проветривания ВОД-21.

Суммарное поступление воздуха в шахту составило 8 4,0 м^3/с. Шахта обеспечена свежим (поступившим по стволам) воздухом на 100,6%, а за вычетом внутришахтных утечек на 93,8%; Суммарная производительность вентиляторов главного проветривания составляет 96 м^3/с;

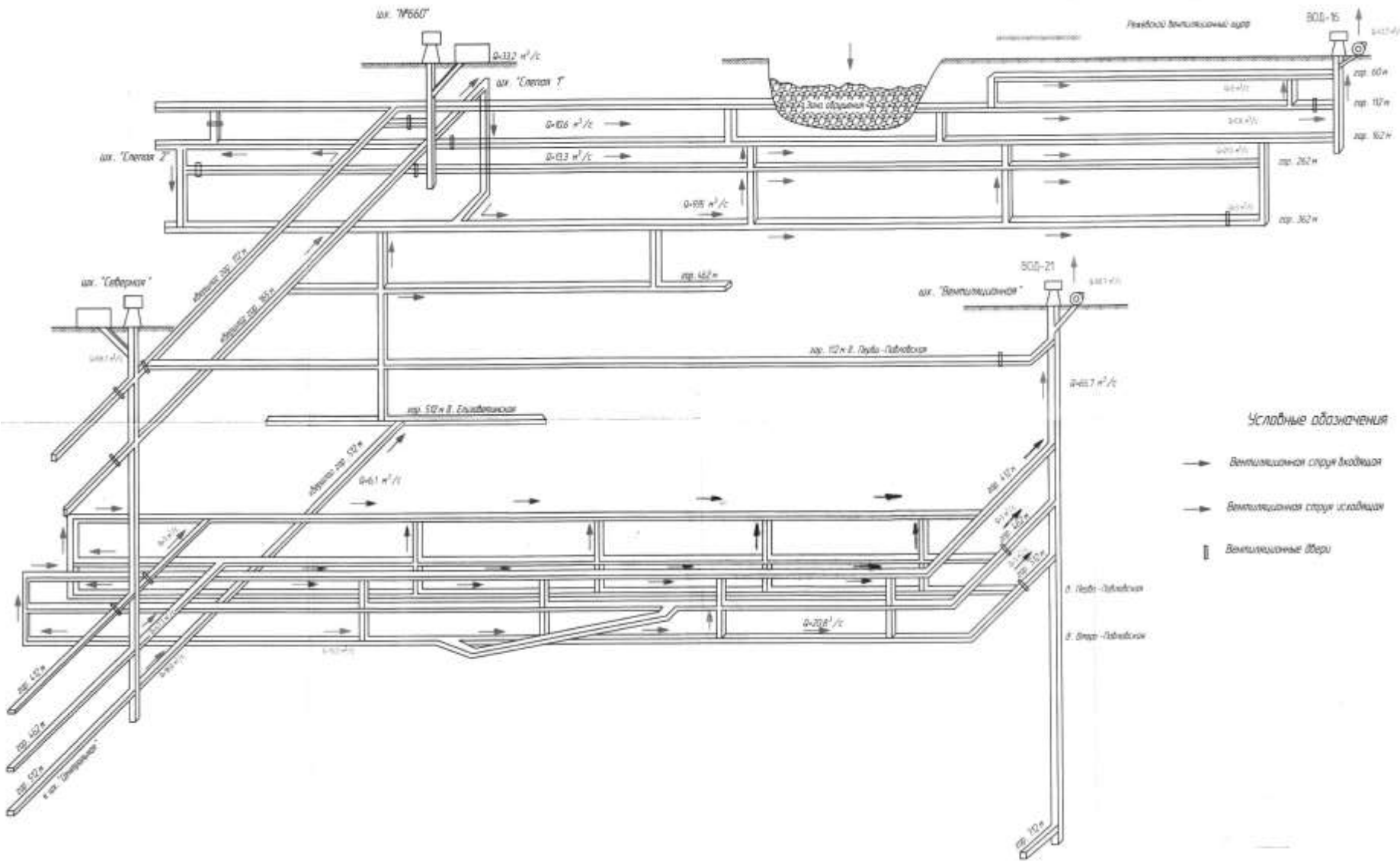


Рис. 6.8. Схема горных выработок и вентиляции на ш. «Северная»

6.8. Водоотлив

В настоящее время на ш. «Северная» работают 2 водоотливные установки - на гор.162 м и 512 м (рис 6.9).

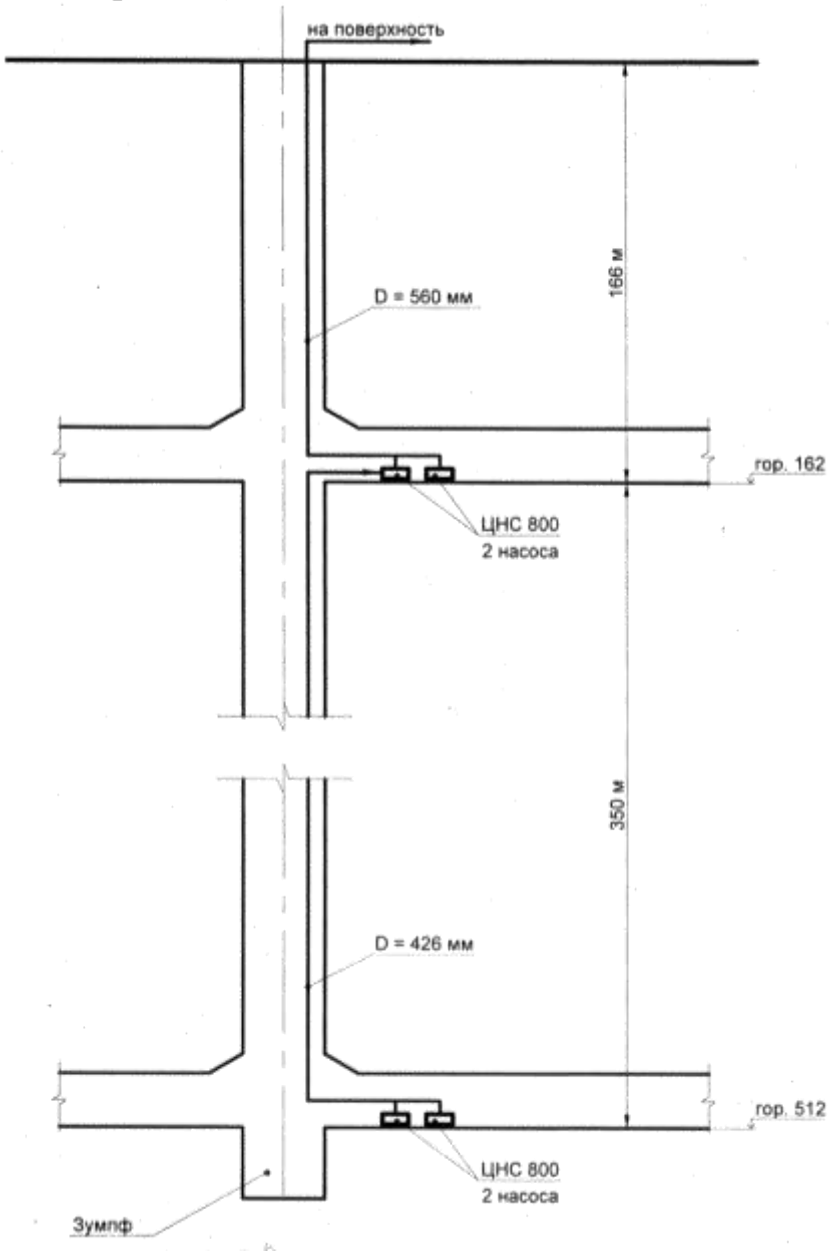


Рис. 6.9. Схема водоотлива

Суммарный водоприток, формирующийся на шахте составляет 1050 м^3/час. На западном фланге гор.162 м формируется водный поток интенсивностью до 280 м^3/час, на восточном фланге этого горизонта интенсивность водного потока достигает 45 м^3/час. Следующий водный поток формируется на западном фланге гор.512 м интенсивностью до 350 м^3/час. На восточном фланге гор. 512 м формируется самый мощный водный поток интенсивностью до 480 м^3/час, который включает и водный поток, сбрасываемый с верхних горизонтов по стволу ш.

«Центральная Разведочная». Основные водопритоки образуются на пересечении горизонтальными выработками крупных тектонических нарушений.

Насосная станция на гор. 162 м оборудована 4 насосами типа ЦН-1000/180. Один насос в работе, другой - на подкачке 7 часов в сутки.

Насосная установка гор. 512 м имеет 5 насосов марки ЦНС-300/480, из которых два в работе и один на подкачке 7 часов.

По схеме водоотлива вода с гор.512 м перекачивается в водосборники гор.162 м и далее на поверхность по двум ставам труб диаметром 372 мм, проложенным по стволу ш. «Северная». Общее состояние водоотливных установок удовлетворительное.

6.9. Рудничный транспорт

При разработке крепких руд в шахте не опасных по газу и пыли единственным видом транспорта по горизонтальным выработкам является электровозная откатка.

Техническая схема по перемещению руды из забоя на поверхность выглядит следующим образом:

1. Скреперная доставка и доставка самоходными погрузо-доставочными машинами;
2. Люковой выпуск на основной откаточный горизонт
3. Электровозная откатка к стволу
4. Клетьевой подъем на поверхность
5. Автомобильная доставка руды на обогатительную фабрику Выбор типа электровоза и вагонетки

Березовское месторождение относится к безопасному типу месторождений при эксплуатации по выделению газа и пыли. По горизонтальным выработкам приняты контактные электровозы типа К-10, электровозы данной серии служат для откатки рудничных глухих вагонов типа ВГ-2,2, груженных рудой, породой или другими грузами, а также для перевозки пассажирских составов.

6.10. Поверхностные здания

На промплощадке шахты «Северная» расположены следующие здания и сооружения (рис. 6. 10):

1. Здание административно-бытового комбината железобетонное, четырехэтажное, соединено галереей на опорах с копровым зданием и со столовой.
2. Здание столовой - кирпичное, одноэтажное, помещение рассчитано на 80 посадочных мест.
3. Бетонный узел - кирпичный, двухэтажный.

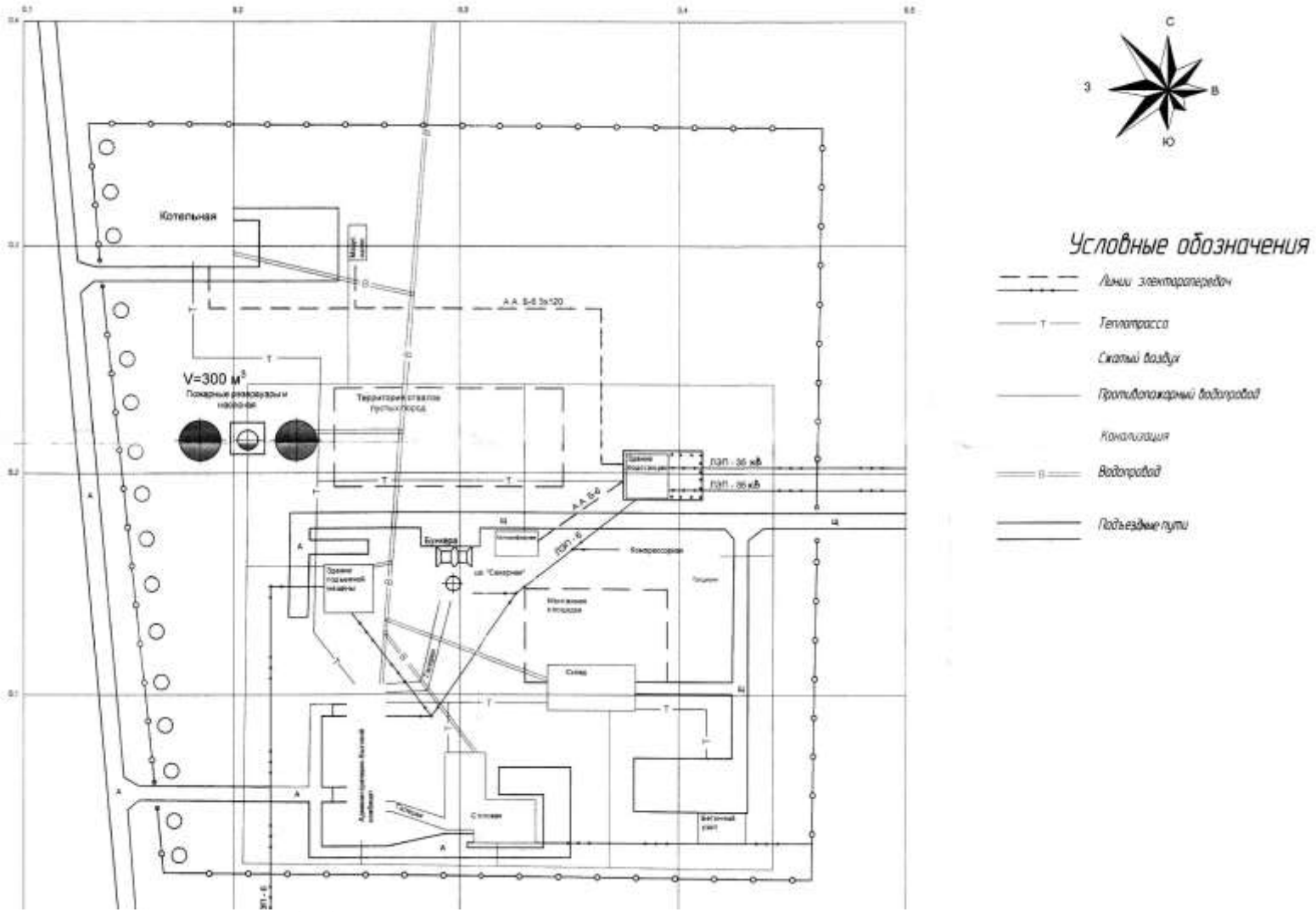


Рис. 6. 10. План промплощадки ш. «Северная»

4. Склад материалов - кирпичный

5. Здание подъемной машины шахты «Северная» - кирпичное.

6. Копер шахты «Северная» с копровым кирпичным зданием имеет два бункера для разгрузки самосвалов.

7. Здание калориферной - кирпичное, двухэтажное.

8. Здание компрессорной - железобетонное, трехэтажное.

9. Здание понижающей поверхностной электроподстанции кирпичное, двухэтажное, к зданию подведены две линии электропередач по 35 кВ каждая, от здания ко всем сооружениям тянутся линии электропередач.

10. Здание противопожарного насоса - кирпичное, одноэтажное, около здания имеются два резервуара с водой.

11. Здание мазутной котельной - железобетонное, трехэтажное.

По промплощадке проложены асфальтированные щебеночные дороги, соединяющие шахту с автодорогой и с обогатительной фабрикой.

На промплощадке шахты расположены следующие здания и сооружения:

1. Копер шахты - металлический из листового железа шатрового типа.

2. Здание подъемной машины - кирпичное с понижающей подстанцией.

3. Здание вентиляционной установки - кирпичное, двухэтажное.

На промплощадке «Вентиляционная» расположены следующие здания и сооружения:

1. Здание вентиляционной установки с понижающей кирпичное, двухэтажное.

2. Надшахтное здание, копер, здание подъемной машины – кирпичное.

7. ОАО «УРАЛАСБЕСТ»

7.1. Общие сведения о предприятии

Баженовское месторождение хризотил - асбеста находится на восточном склоне среднего Урала в Свердловской области.

Центр добычи — г. Асбест. К областному центру и окружающим населённым пунктам от города Асбеста ведёт сеть шоссейных и грунтовых дорог. Дорога, идущая параллельно ж/д ветке Асбест- Баженово у посёлка Белоярского выходит на Сибирский тракт.

Все асбестовые предприятия-рудники и обогатительные фабрики, расположены по периферии месторождения, сообщаются между собою кольцевым асфальтированным шоссе, связанным в свою очередь с городскими дорогами (рис 7.1).

Снабжение электроэнергией обеспечивается от Уральской энергосистемы.

В районе месторождения находится крупная Рефтинская тепловая электростанция. Тепловое и хозяйственное водоснабжение обеспечивается за счёт подземных грунтовых вод и рек Пышмы и Малого Рефта.

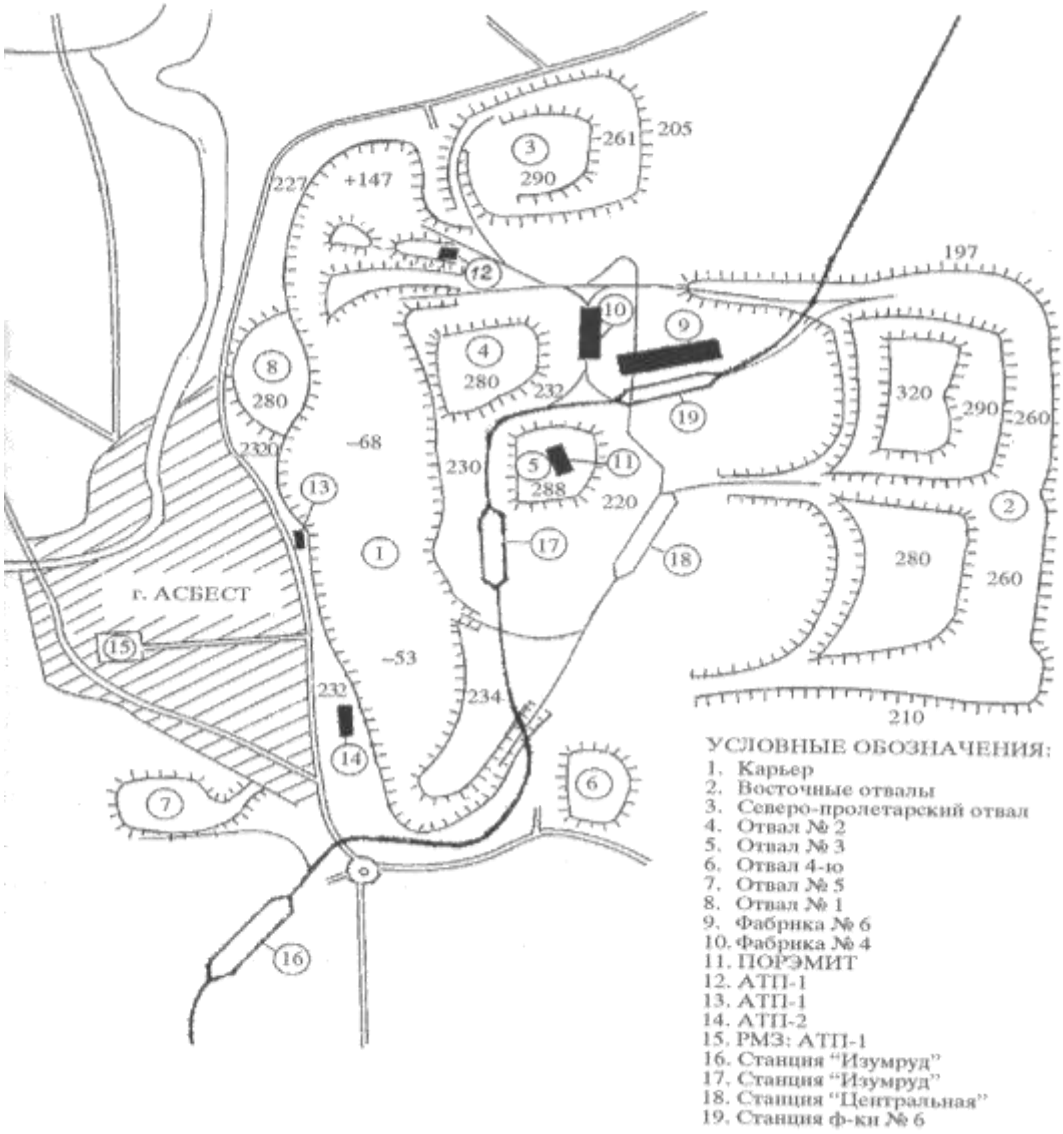


Рис. 7.1. Генплан поверхности Асбестовского карьера Баженовского месторождения

Климат района умеренно - континентальный. Среднегодовая температура воздуха около + 1^0 С, при минимальной в декабре -41,2.С и наиболее высокой в июне +34^0 С. Среднегодовое количество осадков – 456 мм. Средняя скорость ветра 3,4 м/с.

В орогидрографическом отношении район представляет собой невысокую водораздельную гряду предгорной части восточного склона Урала, отделяющую бассейн реки Пышмы от бассейна её левого притока - реки Большой Рефт. Рельеф характеризуется слабовыраженными холмами, ложбинами, иногда заболоченными.

Хризотил-асбест представляет собой водный силикат магния Mg_6 $[SiO_4]$ $(OH)_8$. В нем также содержатся примеси разных элементов. По структуре хризотил-асбест представляет слоевой силикат, состоящий из двухслойных пакетов. Асбестами называют некоторые минералы группы серпентинита и амфибола, обладающие рядом общих свойств, как-то: способностью расщепляться на тонкие и гибкие волокна, скручиваться в нить и т.д. Минералы, относящиеся к асбесту, встречаются в виде правильно волокнистых и путано волокнистых образований и делятся на две группы: хризотила и амфибола. По химическому составу асбестовые минералы являются гидросиликатами магния, железа и отчасти кальция и натрия.

Наибольшее промышленное значение по объему потребления имеет хризотил-асбест, на долю которого приходится почти 95% мировой добычи асбеста.

Добыча асбеста в России была начата на Урале вблизи Невьянского завода известным горнопромышленником Демидовым в 18-ом веке. Во второй половине 18-го века выработка асбеста на Урале прекратилась.

Начало развития современной асбестодобывающей промышленности относится к концу XIX - го века. Промышленная разработка крупнейшего в мире асбестового месторождения, открытого в 1885 году, началась в 1889 году.

Несмотря на богатейшие ресурсы асбестовых месторождений, разработка их в дореволюционный период была развита слабо, при этом более половины всего асбеста вывозилось за границу, а готовые асбестовые изделия импортировались.

К 1930 г. широко внедряется механизация горных работ путём введения пневматического бурения шпуров, более широкого использования паровозов для внутрикарьерного транспорта. С 1922 г. на асбестовых карьерах начали работать первые экскаваторы. В 1927 г. вступила в строй первая узкоколейная железная дорога связывающая станцию Асбест со станцией Баженово. В 1930-1940 годах горные работы ознаменовались более эффективной механизацией и внедрением более совершенных систем разработки месторождения. В 1940-1950 г.г. стали применятся станки канатно-ударного бурения «Бьюсайрус» массой 22 и 29 тонн. На всех рудниках получает распространение экскаваторный способ отвалобразования. Карьеры пополняются отечественным горнотранспортным оборудованием: экскаваторами СЭ-3, электровозами, думпкарами. С 1956 г. осуществляется переход на колею 1524 мм. Вначале шестидесятых годов внедряются отечественные экскаваторы ЭКГ-4, ЭКГ-5 и ЭКГ-8 (см. рис. 7.2). В 1961 г. вводится в эксплуатацию фабрика №4. В 1969 г. построена и введена в эксплуатацию фабрика №6. В 1966 –1972 г.г. внедряется механизация взрывных работ. Карьеры комбината оснащаются мощными высокопроизводительными экскаваторами ЭКГ- 12,5 ЭКГ-6,3 (рис. 7.2), производится замена автосамосвалами большой грузоподъёмностью (рис. 7.3.).



Рис. 7.2. Экскаватор ЭКГ-8



Рис.7.3. Автосамосвал фирмы «Caterpillar» t-48

Основными структурными подразделениями, входящими в состав ОАО «Ураласбест» являются:

- карьер (рис. 7.4);
- асбестообогатительная фабрика;
- рудоуправление;
- ремонтно-механический цех;
- энергоуправление;
- предприятие «Промтехвзрыв»;
- управление внешнего железнодорожного транспорта;
- центр автоматизированных систем управления;
- отдел материало-технического снабжения.



Рис. 7.4. Общий вид карьера месторождения г. Асбест

7.2. Геологическое строение месторождения

Баженовское месторождение хризотил-асбеста приурочена к центральной части массива ультраосновных пород, расположенного в пределах мощной полосы габбро - перидотитовых интрузий восточного склона Среднего Урала.

С запада и севера к массиву ультраосновных пород примыкают габбро, слагающие его висячий бок, а с востока и юга - граниты. Вдоль контакта ультраосновного массива с габбро и гранитами развиты мощные полосы талька - карбонатных пород и рассланцованных серпентинитов.

Массив ультраосновных пород представлен перидотитами, пироксинитами, дунитами, серпентинитами и другими метаморфическими разностями пород. Кроме того, на месторождении встречаются дайки диоритов, диабазов, пироксинитов и других пород.

Месторождение имеет сложное тектоническое строение с наличием большого количества тектонических нарушений разрывного характера - разломов.

Важнейшая роль в серпентинизации ультраосновного массива и формировании асбестовых залежей принадлежит меридиональным, реже диагональным и широтным зонам разломов постмагматического возраста, послужившим путями для проникновения гидротермальных растворов. Вдоль этих зон разломов возникли мощные полосы серпентинитов, с которыми связано образование асбестовых залежей.

На месторождении выявлено 34 залежи с промышленным содержанием асбеста. Размеры залежей по простиранию от 150 - 200 м до 4000 м, по падению от 10 м до 1000 м и более. Мощность промышленной части залежей от 40 до 200 - 300 м.

Залежи в большинстве своём имеют неправильную эллипсоидальную форму. В вертикальном разрезе залежи, не выходящие на дневную поверхность, имеют чашеобразную форму. Падение залежей западное, крутое до вертикального.

В центре залежи расположены неасбестоносные перидотиты, образующие ядро. К периферии от ядра идут перидотиты с простыми и сложными оторочеными жилами асбеста.

По структурно - генетическим признакам, особенностям геологического строения, морфологии, зональности и качеству асбестоносности на месторождении выделяют две асбестоносные полосы - Главная и Западная.

В Главной асбестоносной полосе сосредоточены наиболее важные в промышленном отношении залежи хризотил - асбеста. Они вытянуты одна за другой почти без перерыва. Наиболее значительными являются Северная протяжённостью 4000 м, Центральная протяженностью 2000 м и Южная, протяженностью около 3000 м (рис.7.6).

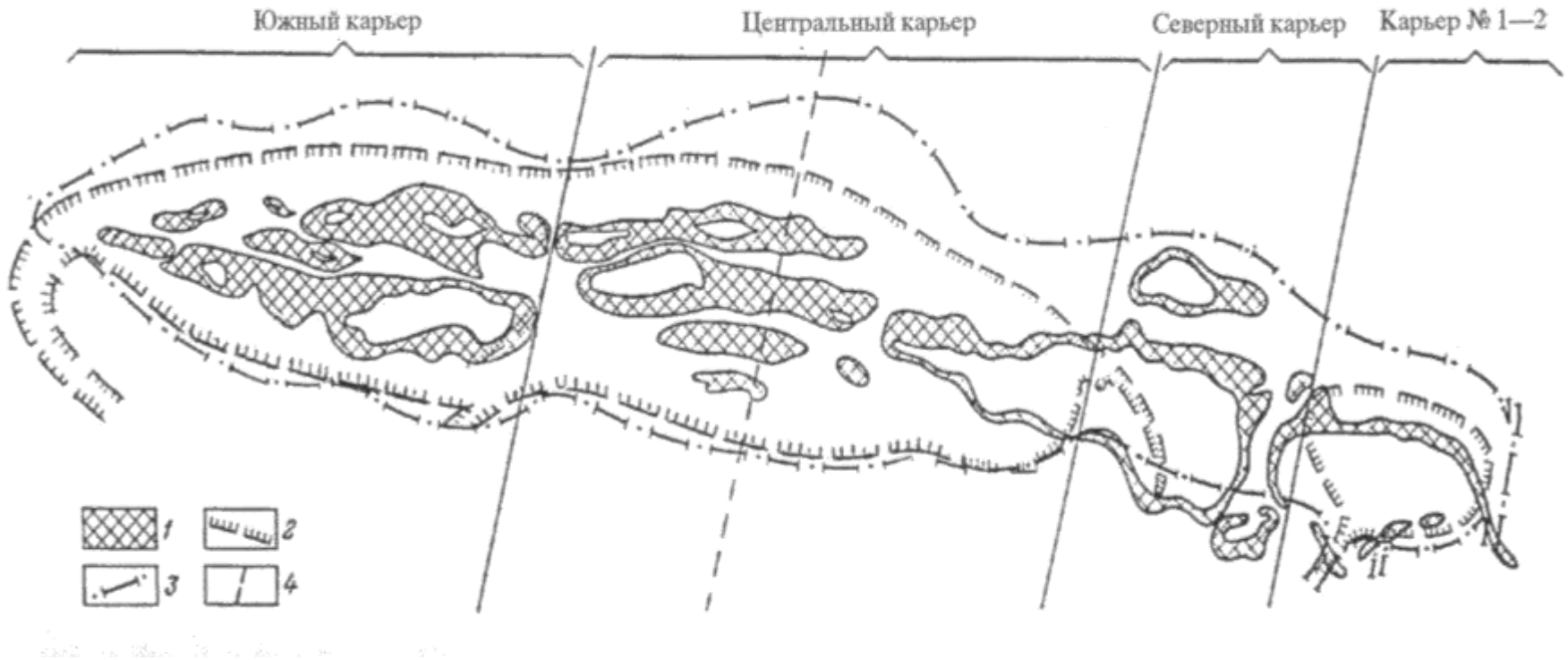


Рис. 7.. 6. Геологическая карта Баженовского месторождения: *1*-рудные залежи; *2*- контуры карьеров на 1/1-2000 г.; *3*-конечный контур по техническому проекту реконструкции (1977г.); *4*- геологический разрез

7. 3. Вскрытие карьерных полей

Карьерные поля, кроме Северного, вскрыты выездными траншеями в расчете на применение двух видов транспорта железнодорожного (руководящий уклон 40 %) и автомобильного (руководящий уклон 75 %).

Трассы траншей, в основном, внутреннего заложения. Исключение составляет Южная выездная траншея Южного карьера. По состоянию на 1.01.94 г. глубина карьера достигла 40-300 м, углубка за период 1994-2000 г. по проекту составит: -карьер №1-2 и Северный – 20 м; -карьеры Южный и Центральный - не углубляются.

Основная работа по вскрытию будет состоять из переустройства существующих внутрикарьерных транспортных коммуникаций и перегрузочных пунктов в связи с разносом бортов.

Карьер Южный вскрыт одной фланговой групповой Южной выездной траншеей комбинированного заложения - до глубины 70 м - внешнего заложения, ниже - внутреннего. Внутри карьера действует две железнодорожные станции - Верхняя II и Западная II и два поста - Южный и Нижний. Станция Западная II (горизонт 152 м) соединена однопутным перегоном с постом Майским (горизонт 122 м) на Центральном карьере. До 2000г. в карьере, на восточном борту предусмотрено построить станцию Залежная (горизонт 77 м) и пост Юго-Восточный (горизонт 122 м).

Карьер Центральный вскрыт тремя внутренними выездными траншеями. Две из них имеют северное направление, одна - южное.

Внутри карьера на восточном борту действует станция Глубокая II (горизонт 152 м) и пост Восход (горизонт 107 м); на западном борту - пост Майский (горизонт 107 м).

В 2000 г. пост Майский переустроен в станцию и строятся еще две станции на восточном борту на горизонте 62 м - Обменная и Подгорная.

Карьер Северный и № 1-2 вскрыты двумя выездными траншеями: одна фланговая на северном борту карьера № 1-2, вторая - центральная, общая для железнодорожного и автомобильного транспорта. Устья траншей заложены на восточном борту. Центральная траншея имеет частично (до глубины 20 м) внешнее заложение, ниже - внутреннее.

Внутри карьера № 1-2 имеется два железнодорожных поста Северный и Соединительный. Поле карьера Северный вскрывается со стороны карьера № 1-2 системой наклонных съездов от железнодорожного поста Соединительный.

7. 4. Технология и организация работ

Руда и вмещающие вскрышные породы Баженовского месторождения имеют коэффициент крепости от 8 до 17. Средневзвешенный коэффициент крепости составляет 13,5. Такие породы и руды требуют предварительного рыхления. Рыхление заключается проведении буровых и взрывных работ, осуществляют бурение станками СБШ (рис. 7.7).

Схема размещения оборудования и элементы горных работ приведена на рис. 7.8. и рис. 7.9.

Куски, имеющие размеры больше допустимых, называют негабаритными и подвергают дополнительному дроблению.



Рис. 7.7. Буровой станок СБШ-250

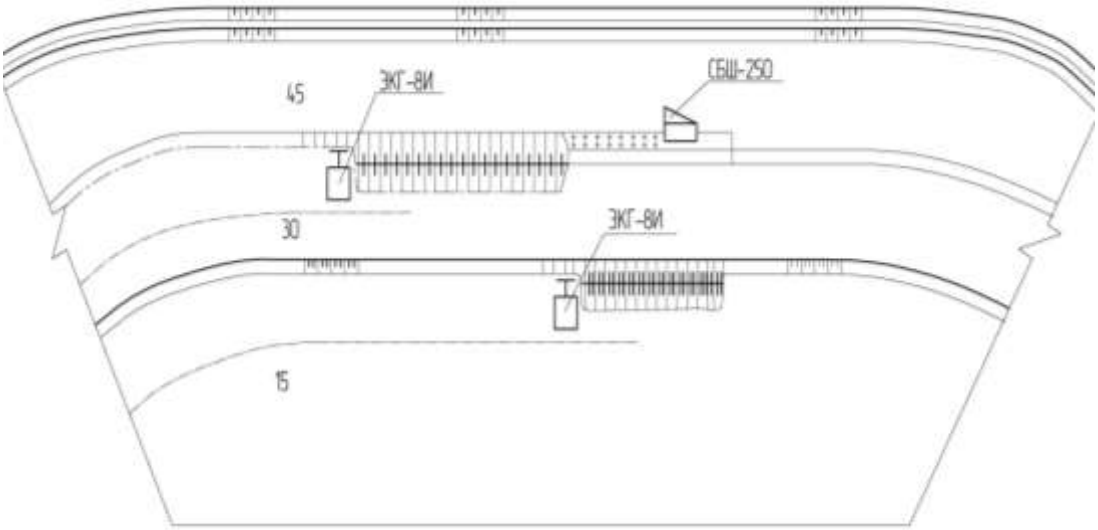


Рис. 7.8. Схема с размещением оборудования на карьере

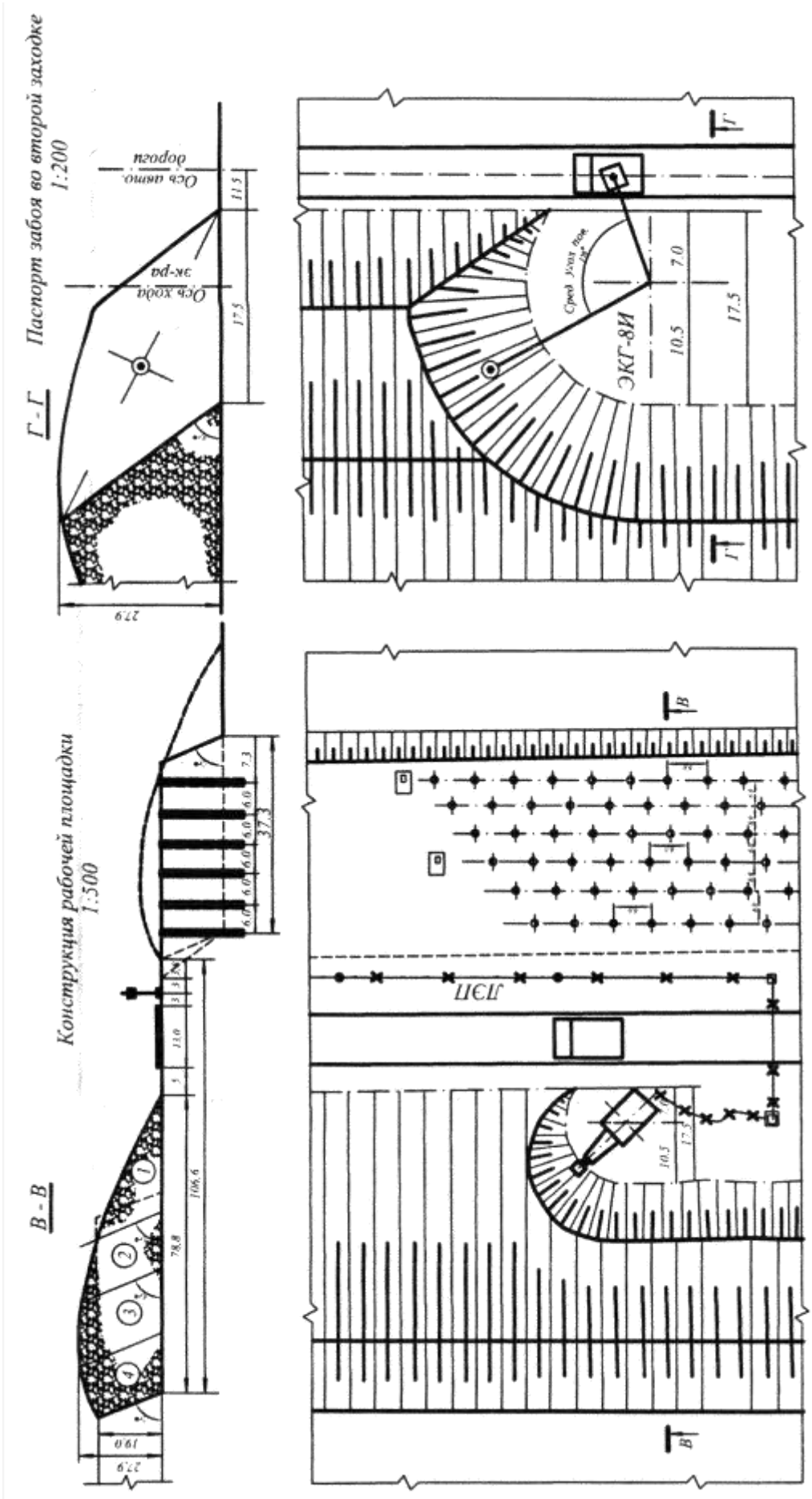


Рис. 7.9. Элементы и параметры горных работ

В качестве применяют порэмит, гранутол, и игданит и др.

Порэмит представляет собой эмульсию из смеси аммиачной и натриевой (или кальциевой) селитр в нефтепродукте с алюминием или без него, сенсибилизированную нитритом натрия.

Порэмиты выпускаются в непатронированном виде и предназначены для механизированного заряжания скважин любой степени обводненности для взрывания пород с коэффициентом крепости по шкале проф. Протодьяконова до 12, 16 и 20 для марок 1,4 А и 8 А, соответственно.

На разделке негабарита используются ВВ группы "Д": аммонит 6 ЖВ, граммонит 79/21, граммонит 30/70, гранулотол, для забойки - отсевы асбестообогатительных фабрик. Для бурения шпуров применяются ручные перфораторы ПР-22 с использованием передвижных компрессорных установок. Перфораторы обеспечиваются пылеулавливающими устройствами. Глубина шпура принимается от 0,3 до 0,5 толщины (высоты) негабаритного куска. Расстояние между шпурами принимается равным глубине шпура. При разделке негабарита накладными зарядами удельный расход увеличивается до 1,5-2,0 кг/м.

7. 5. Водоотлив (осушение) карьера

В зависимости от условий нахождения подземных вод, их циркуляции, качества и дебита в районе Баженовского месторождения выделяется 3 гидрогеологических района:

1) Район распространения трещинных вод с небольшим дебитом, приуроченных к массиву габбро.

2) Район со сложными условиями циркуляции и залегания подземных вод, приуроченных к площади развития массива ультраосновных пород.

3) Район распространения слабо минерализованных трещинных вод и гранитном массиве, с относительно большим дебитом.

На описываемом месторождении имеют развитие подземные воды второго гидрогеологического района.

По степени водообильности все породы района месторождения подразделяются на 3 группы:

1. Породы водообильные (граниты, диорит-аплиты и др.);

2. Породы слабо водообильные (серпентиныты асбестоносные, неасбестоносные и рассланцованные габбро);

3. Породы практически безводные (перидотиты и талькообразные породы).

Питание подземных вод происходит, в основном, за счет их фильтрации из атмосферных осадков, в связи с чем наблюдается тесная зависимость притоков вод в карьеры от величины и режима выпадения атмосферных осадков и их стока.

Так, наибольшие притоки отмечаются весной при снеготаянии и летом в период обильных дождей. Наименьшие притоки относятся к зимнему периоду.

Осушение карьерных полей ОАО «Ураласбест» в настоящее время осуществляется тремя дренажными шахтами: "Южная", "Центральная - Новая" и "Северная".

Действующей дренажный горизонт -80 м шахты "Южная" вскрыт двумя центрально-сдвоенными стволами: главный ствол диаметром в свету 5,0 м оборудован подъемом и выполняет все функции по обслуживанию шахты; запасный выход - ствол диаметром 4,0 м имеет помимо выхода людей на поверхность служит для исходящей струи воздуха. Дренажный горизонт +20 м ликвидирован, сохранен только околоствольный двор для прохода к запасному выходу.

Дренажная система горизонта - 80м состоит из следующих выработок, околоствольного двора, спаренных квершлагов, пройденных в широтном направлении, спаренных дренажных штреков, пройденных в меридиональном направлении в обе стороны от главных квершлагов, участковых одинарных квершлагов для подсечки скважин. В околоствольном дворе расположены также камеры насосной и электровозного депо.

В настоящее время закончены работы по проходке горных выработок на отметке -180м, соединенные с горизонтом -80 м проходческим уклоном длиной 399,6м и гезенком. На горизонт -180 м пройдены: нижняя приемная площадка, вентиляционные квершлаги, дренажные штреки.

Дренажные штреки, проходимые под дном карьера, в то же время служат для разведки рудных залежей.

Дренажный горизонт -180 м имеет уклон и соединен с шахтой "Центральная-Новая".

Высота дренажных горизонтов для всех карьеров Ураласбест принята 1 м. Бурение осуществляется станком БС-1 м.

Водопритоки определены по величине осадков, приходящихся на площадь карьера и по проекту приняты:

- нормальный приток - 730 м/час;
- максимальный приток - 1100 м/час.

Режим работы шахты:

- число рабочих дней в году - 300;
- число рабочих смен в сутки - 3;
- продолжительность рабочей смены - 8 час;
- коэффициент неравномерности работы - 1,5.

В настоящее время на шахте система проветривания выработок нагнетательная с подачей свежего воздуха по стволу дренажной шахты и выдачей отработанной струи по запасному выходу.

На шахте находится в эксплуатации насосная станция, откачивающая приток шахтных вод с горизонта -80м на поверхность. Насосная станция оборудована 6-ю насосами типа ЦНС-300-480, с номинальной производительностью 300 $м^3$/час. Количество рабочих насосов при нормальном притоке - 3, при максимальном - 4, Вода подается из шахты по четырем водоотливным ставам, проложенными по стволу.

8. НЕВЬЯНСКИЙ ПРИИСК, РОССЫПЬ «ПАШКОВСКАЯ»

8. 1. Краткая горно-геологическая характеристика месторождения

Россыпь «Пашковская» входит в состав Малосапинской группы золотоносных россыпей. Россыпь расположена на территории МО «Невьянский район» Свердловской области в 35 км восточнее г. Невьянска, через который проходит железная дорога (ст. Свердловск-ст. Н.Тагил). Ближайшая железнодорожная станция - «Невьянск»

Месторождение расположено на восточном склоне Северного Урала в бассейне реки Реж. Рельеф района слабо расчлененный, увальнохолмистый. Абсолютные отметки колеблются в пределах 220-260 м. Обнаженность района плохая-скальные выходы пород очень редки. Коренные породы перекрыты слоем глинистых, глинистощебенистых образований различного генезиса. Значительная часть площади района покрыта смешанным лесом, остальная занята сельскохозяйственными угодьями, часть площадей в пойме реки Пашковка-заболочена.

Россыпь «Пашковская» приурочена к долине р. Пашковка. Долина имеет субмеридиональное простирание, ширина ее изменяется от 0,3 до 1,0 км. Общая мощность рыхлых отложений неоген-четвертичного возраста, выстилающих днище долины, изменяется от 2 до 10 м. В бортах долины мощность рыхлой толщи колеблется от 1,0 до 3,0 м. Промышленные запасы россыпи «Пашковская» выделены в виде полосы шириной 40-192 м, протягивающейся на 9 км на север от села Киприно.

Продуктивные осадки залегают, как правило, на различной степени дезинтегрированных породах палеозоя, реже на малопродуктивных осадках неоген-четвертичного возраста.

Характер плотика преимущественно ровный с пологими локальными выступами 10-20 м с превышением относительно днища на 1-5 м.

Поверхность плотика россыпи по сравнению с поверхностью палеозойского фундамента на отдельных участках сглажена включением в продуктивный пласт интервалов пород плотика с высоким содержанием золота.

Уклон плотика изменяется по россыпи от 0.001 до 0.037.

Гранулометрический состав отложений приведен в табл. 8.1

Таблица 8.1

Гранулометрический состав рыхлых отложений

Крупность фракции, мм	-100+10	-10 +1,0	-1,0 +0,1	-0,1 +0,005
Выход фракции, %	6,5	5,1	22,6	65,8

Из приведенной таблицы видно, что продуктивные отложения в основном состоят из глинистой фракции (65,8%) и песка (22,6%) с небольшим содержанием гальки (6,5%) и гравия (5,1%).

Коэффициент промывистости пород колеблется в пределах от 1.1 до 13.2.

Хорошо промывистыми являются аллювиальные четвертичные осадки и элювиальные образования, коэффициент промывистости соответственно равен 1.8 и 1.1.

Характеристика вмещающих пород россыпи приведены в табл. 8.2.

Таблица 8.2

Характеристика вмещающих пород россыпи

№№ пп	Описание пород	Мощность, м	Категории
1	Почвенно-растительный слой	0.2	II
2	Бурые делювиальные глины с переменным количеством песка и гравия.	0.2	III
3	Буроцветные глины различных оттенков, часто песчаные с галькой, щебнем полимиктового состава	1.8	III
4	Глины зеленые, серые, зеленовато-серые с линзами песков, галечники-речники, гравийно-песчаные отложения полимиктового состава.	0.8	III
5	Буровато-серые и серовато-бурые галечниковатые глины, гравийно-галечно-песчаные полимиктовые отложения.	0.3	IV
6	Красноцветные глины с пятнами ожелезнения с бобовником, часто песчаные с галькой, галечники.	1.6	IV
7	Плотик - глинистые и глинисто-щебнистые коры выветривания.	0.2	IV
	Всего	5.1	

На основании изучения морфологических особенностей золота выявлен ряд общих признаков для всех россыпей Малосапинской группы.

- объемные формы золотин (комковидные и таблитчатые);
- средняя и хорошая окатанность;
- сглаженные, изометрические очертания;
- микрошагреневая, шагреневая и грубоямчатая поверхность;
- яркий зеленовато-желтый цвет.

К особенностям металла россыпей можно отнести наличие зерен платины серого тускло-серого цвета, срастание золота с кварцем, гидроокислами железа, большое количество рудных золотин и слабоокатанных кристаллов октаэдриче-

ского облика, наличие на поверхности золотин отпечатков граней других минералов. Перечисленные особенности в большей степени характеризуют Пашковскую россыпь и Северо-Коневские лога, указывая на близость коренного источника.

Пробность золота определялась в Полевской лаборатории пробирным анализом, в Центральной лаборатории (ЦЛ) химическим и атомно-абсорбционным методом и равна 865.

8. 2. Вскрышные работы

В связи с тем, что распределение металла по мощности неравномерно, проектом предусматривается производство вскрышных работ по бестранспортной схеме. Система работ - параллельными ходами с устройством полного выезда по всему борту на участке вскрыши (рис. 8.1).

Участок россыпи по долинер. Пашковка имеет переменный ассиметричный корытообразный поперечный профиль. Учитывая, среднюю ширину россыпи - 82.9 м, схему строительства ГТС, производительность бульдозера, проектом принимается двустороннее размещение отвалов вскрыши.

Глинистые отложения используются для строительства ограждающих дамб. Почвенно-плодородный слой (ППС) укладывается во временные отвалы и в дальнейшем используется для рекультивации нарушенных земель.

Угол выезда бульдозера принимается в пределах 12.5°, как обеспечивающий оптимальную производительность бульдозеров при движении на подъем в затрудненном положении.

Со стороны спуска уклон принимается равным 30° , как обеспечивающий безопасную работу бульдозера под уклон в загруженном состоянии. Способ формирования отвалов - послойный, наступающим фронтом.

Выполнение вскрышных работ производится бульдозером Т -170. Грунт III категории.

Принимается к установке 2 землесоса ЗГМ-2М с напором 60 м водяного столба. Двигатели мощностью P = 630 кВт, частота вращения ротора п = 750 об/мин. Производительность землесоса по пульпе $Q_{час}$ = 1900 м^3/час. Длина пульповода до 1000 м, водовода - до 1500 м. Диаметр пульповода - 426 мм, диаметр водовода - 529 мм

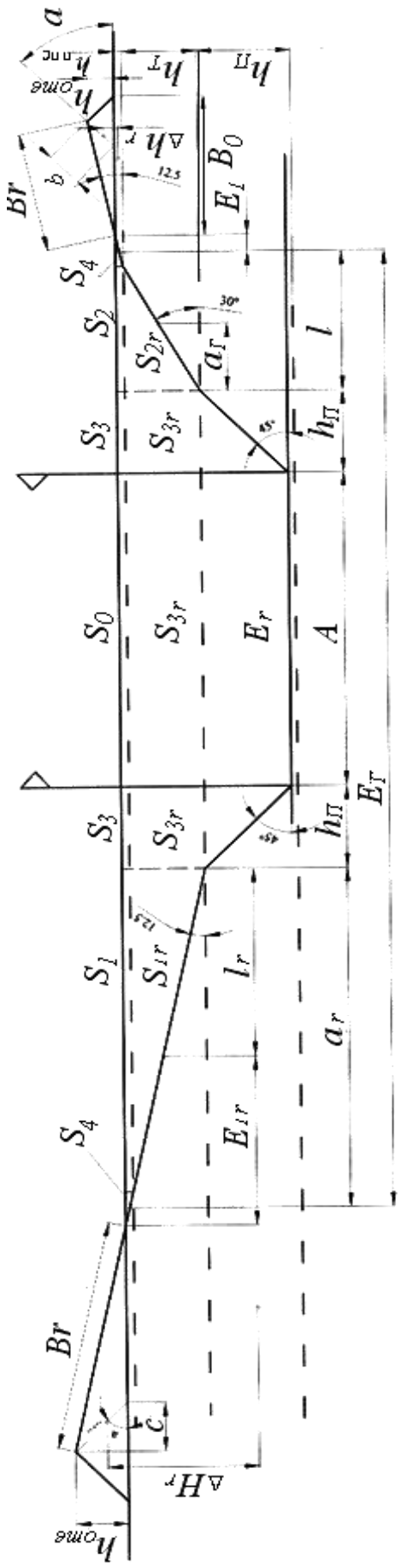


Рис. 8. 1. Схема с двухсторонним размещением вскрышных пород

8.3. Система разработки

Для данных горно-геологических условий наиболее рациональным является гидравлический способ отработки, позволяющий эффективно отработать россыпь и обеспечивающий достаточную полноту выемки запасов. Замкнутый цикл водоснабжения и отвод русловых, паводковых и ливневых вод из зоны горных работ исключают загрязнение окружающей гидросети.

Наиболее рациональной для данных условий системой разработки является классическая веерная попутно - боковая система.

Общий порядок отработки россыпи принимается снизу вверх с последовательной отработкой блоков. Складирование хвостов промывки производится в хвостохранилища, располагаемые по бортам россыпи и в выработанном пространстве. Технологическая схема ведения работ показана на рис. 8. 2.

Землесос устанавливается в середине отрабатываемого контура в выработанном пространстве. Гидромониторы устанавливаются по обеим сторонам землесоса и отрабатывают заходки веерными попутно-боковыми забоями. Перед зумпфом землесоса устанавливается гидровашгерд для удаления крупных камней и посторонних предметов из подаваемой в зумпф пульпы (рис. 8.3).

Между забоями гидромониторов оставляется межзабойный целик. После отработки забоев на расстояние 70 м от землесоса производится сбойка забоев. С этого момента отработка ведется бульдозерногидравлическим способом с применением бульдозеров (рис 8.4). Бульдозеры производят окучивание оставленных на плотике песков (недомыва), подачу песков из западин, задирку плотика. Окученные пески располагаются вблизи зумпфа землесоса, где производится их размыв гидромониторами. Среднее расстояние транспортировки -50 м, породы IV категории. После зачистки зумпфа землесос переставляется вперед на новую позицию.

Таблица 8.3

Параметры системы

Средняя ширина заходки	120 м
Средняя ширина забоя	60м
Уходка забоев на 1 стоянку ЗГМ-2М	70м
Высота забоя	до 7,2 м
Минимальный размер рабочей площадки	20х20 м
Берма безопасности	3,6 м
Призма обрушения	1,6 м
Минимальное расстояние от транспортного и горного оборудования	8,6 м

После из зумпфа землесосом ЗГМ-2М по пульповоду 0,429 мм пульпа подается на обогатительную установку шлюзового типа 4А1. На обогатительной уста-

новке производится извлечение золота по принципу разделения минеральных зерен по плотности в потоке воды, текущей по наклонной плоскости. Хвосты обогащения самотеком сбрасываются в гидроотвал-хвостохранилище, где происходит осаждение твердой составляющей пульпы и осветление технологической воды, используемой в последующих циклах водооборота.

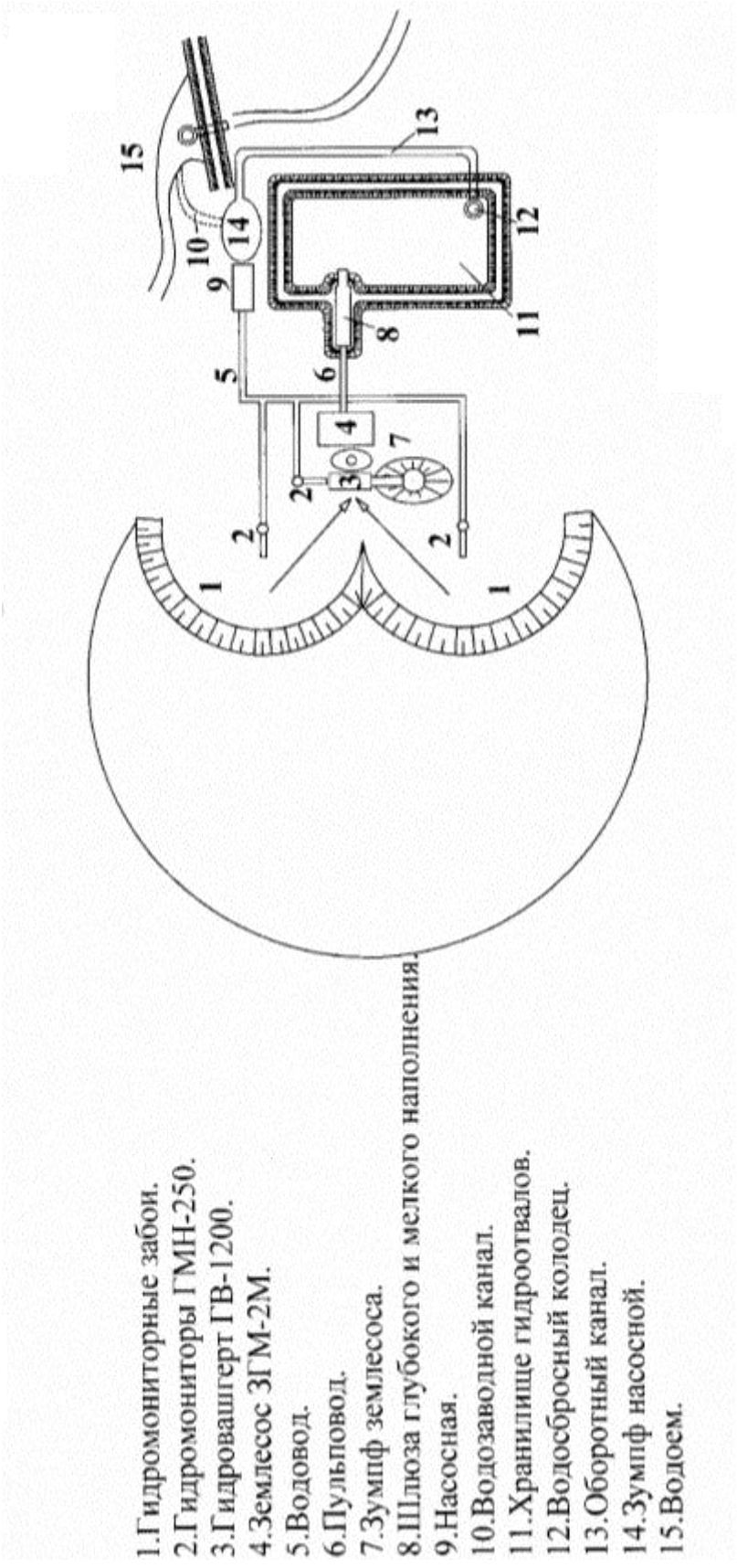


Рис. 8.2. Технологическая схема ведения работ

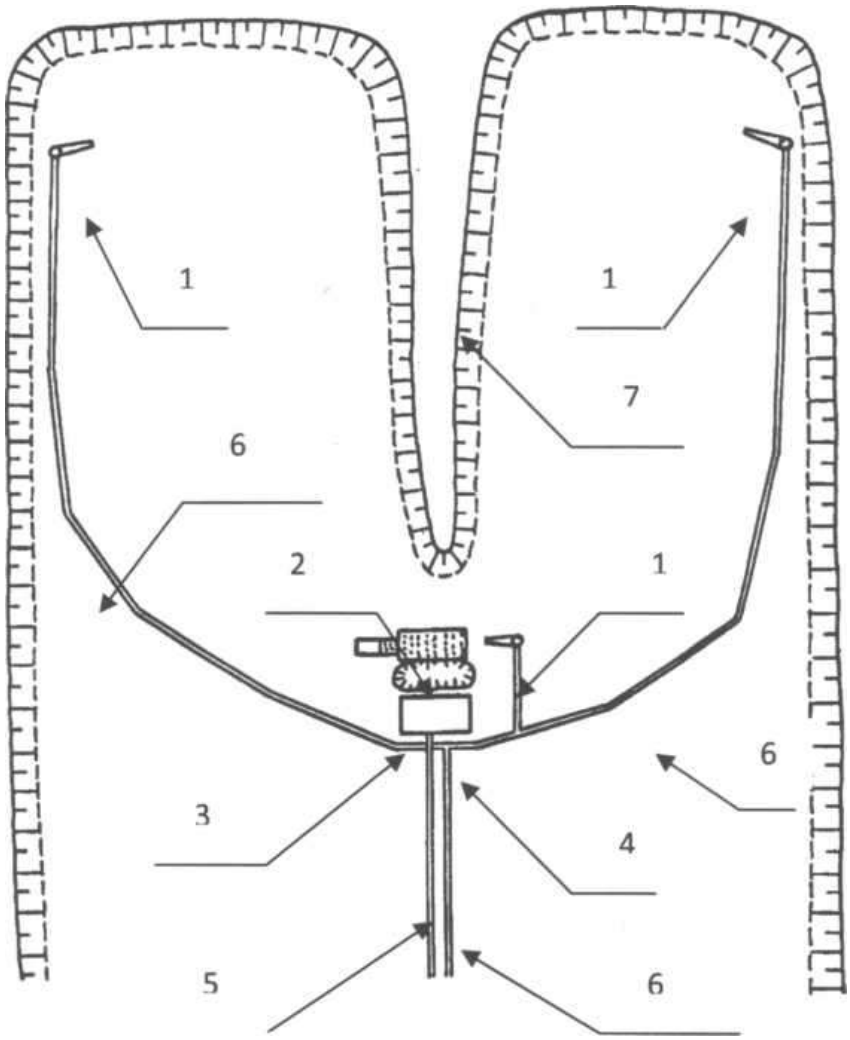


Рис. 8.3. Схема расположения оборудования в забое при гидравлическом способе разработки

1. Гидромониторы
2. Гидровашгерд ГВ-1200
3. Зумпф землесоса
4. Землесос ЗГМ-2М
5. Пульповод
6. Водоводы
7. Межзабойный целик

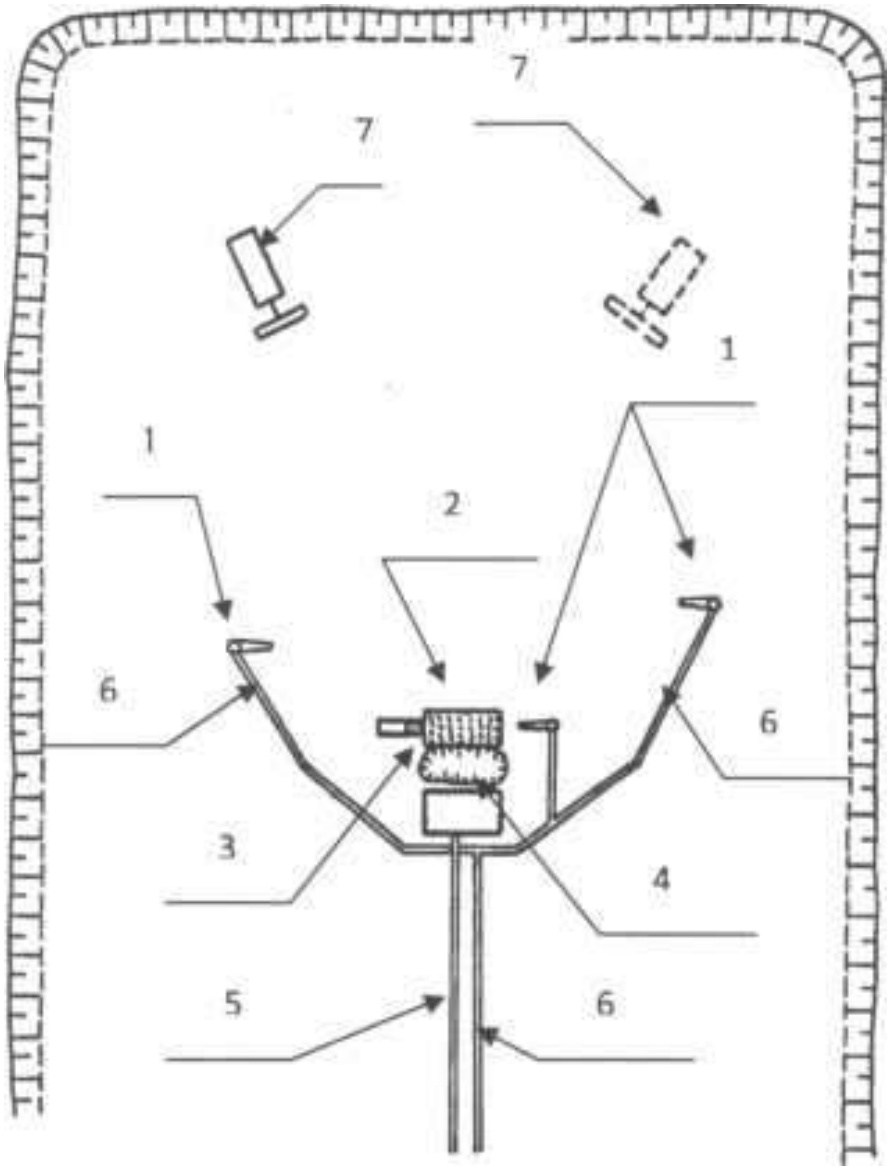


Рис. 8.4. Схема расположения оборудования в забое при бульдозерно-гидравлическом способе разработки

1. Гидромониторы
2. Гидровашгерд ГВ-1200
3. Зумпф землесоса
4. Землесос ЗГМ-2М
5. Пульповод
6. Водоводы

9. ОАО ШАХТА «КОРКИНСКАЯ»

9.1. Краткая горно-геологическая характеристика месторождения

Поле шахты «Коркинская» расположено в северо-западной части Коркинского угленосного района. В административном отношении его площадь относится к территории г. Коркино Челябинской области.

Город Коркино расположен в трех километрах к югу от участка. Другие ближайшие населенные пункты: пос. Роза, Тимофеевка. Областной центр – город Челябинск в 30 км к северу от г. Коркино.

Восточнее в непосредственной близости от участка проходит железнодорожная ветка, связывающая город Коркино с городами Копейск и Еманжелинск. Город Коркино имеет выход на электрифицированную магистраль. Энергетическое хозяйство в районе сосредоточено в ведении Коркинского энергоуправления. Энергию район получает через понизительные подстанции от челябинской ГРЭС.

Особенностью района является бедность его проточными водами. Мелководная речка Чумляк является единственной дренирующей сетью. Водоснабжение осуществляется за счет водопровода с забором воды из Миасского водохранилища.

9.2. Краткая геологическая характеристика района месторождения

Коркинский угленосный район представляет собой ассиметричную тектоническую впадину, выполненную нижнемезозойскими отложениями, перекрытыми осадками мезозойского возраста.

В геологическом строении района принимает участие палеозойские и мезозойские породы. Палеозой является фундаментом депрессии. Отложения сложены кварцитами и сланцами.

Мезозой четко делится на нижнее и верхнее отложение. Литологические нижнемеловые отложения представлены глинистыми образованиями. Отложения верхнего мела представлены песчаниками.

Кайнозойские отложения представлены осадками палеогена и пелена.

Характерной особенностью коркинского угленосного района является неравномерность распределения угля по площади и большая изменчивость мощности и строения угольных пластов на коротких расстояниях.

Пласт Чумлякский является одним из наиболее выдержанных. Пласт имеет сложное строение, однако угольные прослои сближены, мощность разделяющих аргиллитов незначительна. На юге и юго-востоке участка мощность пласта составляет 15 м. Постепенное снижение мощности видно в северо-западном направлении.

В кровле залегают аргиллиты мощностью 5-7м. Пласт 11 Б по строению повторяет пласт Чумлякский. Средняя мощность составляет 7м, зольность 30-45 %.

9.3 Гидрогеологическая характеристика месторождения

В пределах угленосного района пользуется развитием как подземные, так и поверхностные воды. На поверхности шахтного поля имеются бессточные водоемы, водообильность которых зависит от количества выпадаемых осадков, они усиливают приток воды в выработках.

Подземные воды приурочены к палеозойским и нижнемезозойским отложениям. Водовмещающими породами являются известняки, песчаники, залегающие на глубине 300 м. По условиям циркуляции воды относится к пластово-перенасыщенному типу. Напор обуславливается наклонным залеганием слоев и чередованием водоносных и водоупорных горизонтов. Величина напора колеблется от 0,3 до 35 м. Статический уровень воды залегает на глубине 14-20 м от дневной поверхности. Под влиянием дренирующего действия шахты и разреза статический уровень снизился до 37-65 м. Среди угленосной толщи района выделяют следующие водоносные горизонты:

а) надугольный – залегающий выше угольного пласта;

б) собственно-угольный (коэффициент фильтрации 1,5-3 м/сут);

в) подугольный (коэффициент фильтрации 1,8-3,7 м/сут).

Приток воды увеличивается в зависимости от трещиноватости и водопроницаемости боковых пород. Основными источниками являются подземные воды.

9.4. Горнотехнические условия эксплуатации месторождения

По устойчивости боковые породы – легкообрушающиеся. Допускаемая площадь обнажения кровли колеблется от 1,5 до 6 м^2. При посадке кровля обрушается после удаления крепи.

Обрушенные породы легко слеживаются и быстро уплотняются.

Почва пластов в основном слабая, она имеет способность к выветриванию.

Кливаж в угле выражен обычно довольно отчетливо и направлен большей частью по простиранию или под небольшим углом к нему. Основные характеристики пластов сведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Характеристика пластов

Наименование пласта	Угол падения, град	Мощность, м		Марка угля	Объемный вес, т/м^3	Вмещающие породы	
		общая	вынимаемая			кровля	почва
II Б	1-20	7	3,2	3Б-В	1,42	аргиллит	аргиллит
II В	1-20	5	3,2	3Б-В	1,42	аргиллит	аргиллит
Чумлякский	1-20	10,8	3,2	3Б-В	1,42	аргиллит	аргиллит
Подчумлякский	1-20	7	3,2	3Б-В	1,42	аргиллит	аргиллит

9. 5. Вскрытие и подготовка шахтного поля

В настоящее время шахта «Коркинская» при годовой мощности 600 тыс. т ведет эксплуатационные работы на гор. 480 м. Шахтное поле вскрыто вертикальными стволами (рис. 9.1). Вскрытие запасов шахтного поля на горизонтах произведено квершлагами и полевыми штреками. Между горизонтами 240 м, 340 м и 480 м пройдены полевые уклоны и квершлаги по которым идет доставка угля на гор. 240 м.

Стволы имеют круглую форму поперечного сечения (рис. 9.2) и закреплены бетоном.

Для вскрытия нового горизонта применена новая схема выдачи угля из шахты. Вместо скипового ствола и системы полевых уклонов и наклонных квершлагов, доставляющих уголь с гор. 480 м на гор. 240 м, решено выдавать уголь по специально пройденным двум главным конвейерным уклонам с гор. 480 м на северо-восточный борт разреза «Коркинский» к отметке – 77,0 м, где оборудовать пункт перегрузки угля на магистральные конвейеры разреза, доставляющие уголь к восточному наклонному конвейерному стволу и далее на обогатительную фабрику разреза. Это высвобождает подземную транспортную цепь из трех полевых уклонов и квершлага, доставляющих уголь в шахте до скипового ствола, позволяет ликвидировать обогатительную фабрику шахты «Коркинская» вместе с технологической линией от скипового ствола и переоборудовать его в клетевой для аварийного подъема людей из шахты.

Откаточный горизонт 480 м сохраняется как связь между клетевым стволом и наклонными выработками, вскрывающими промежуточный горизонт 580 м (для пласта Подчумлякский) и горизонт 650 м (для пласта II Нижний).

Схема подготовки и отработки шахтного поля шахты «Коркинская» показано на рис. 9.3.

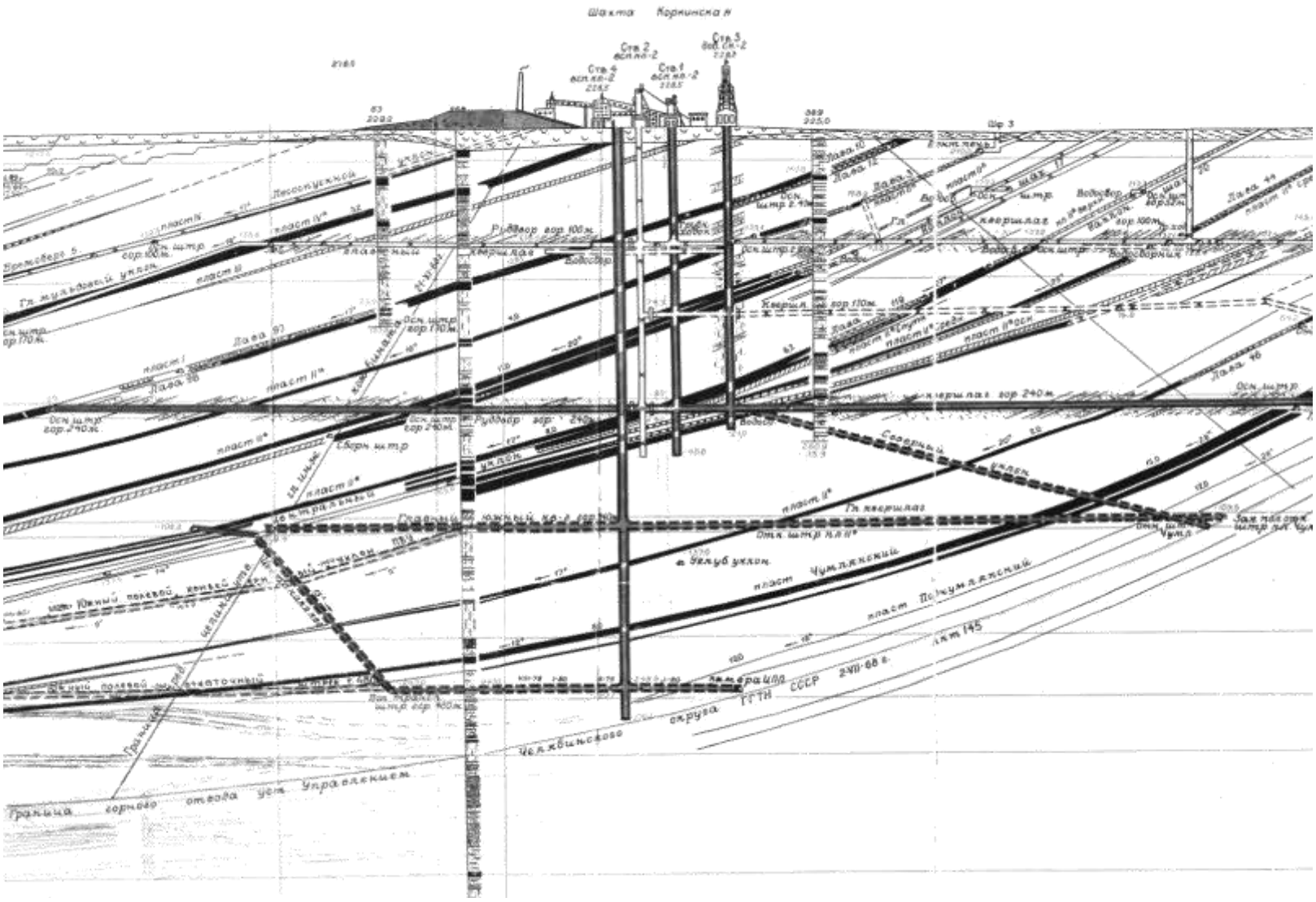


Рис. 9..1. Схема вскрытия шахта «Коркинская»

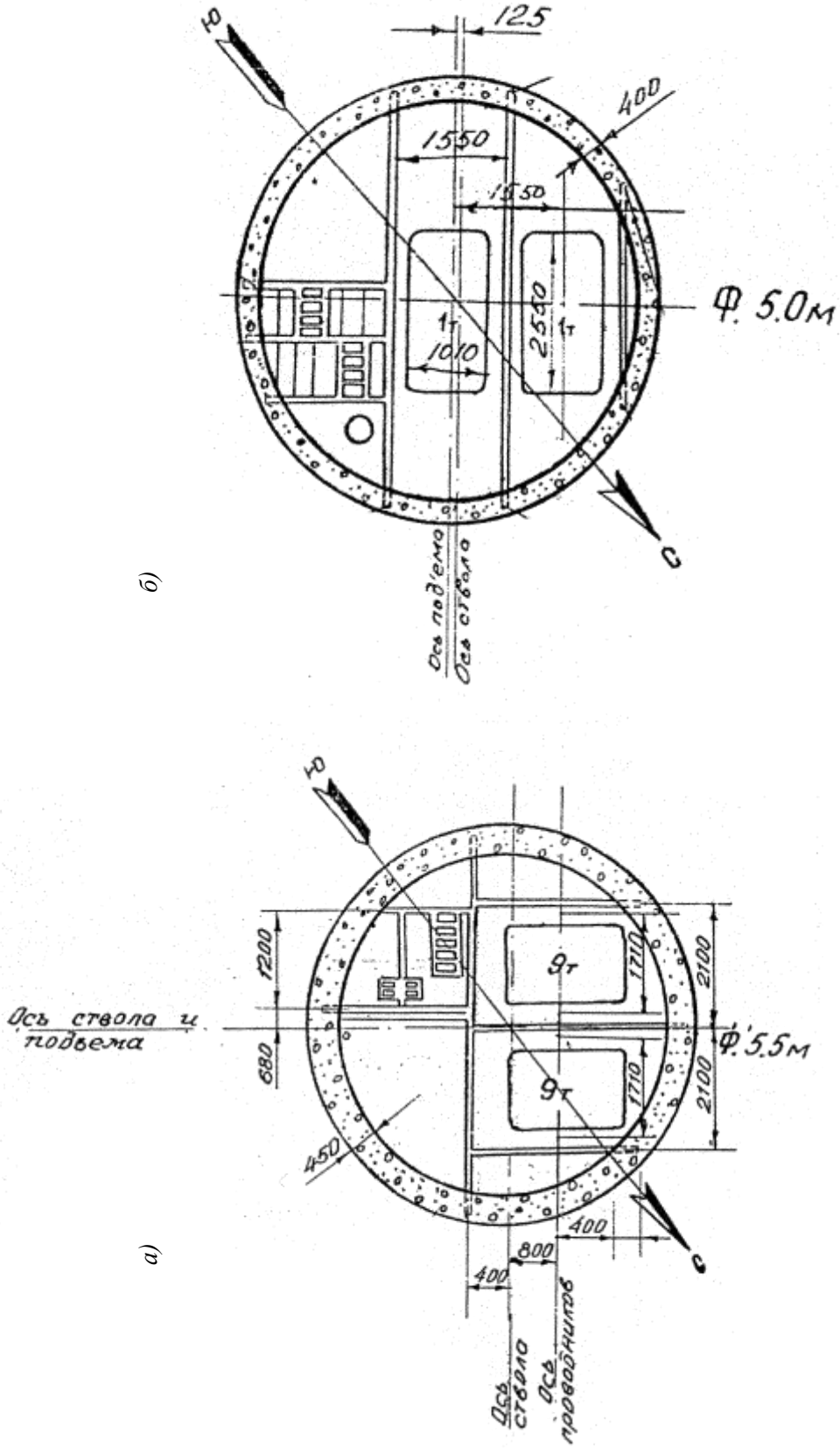


Рис. 9.2. Сечение скипового (а) и клетевого (б) ствола

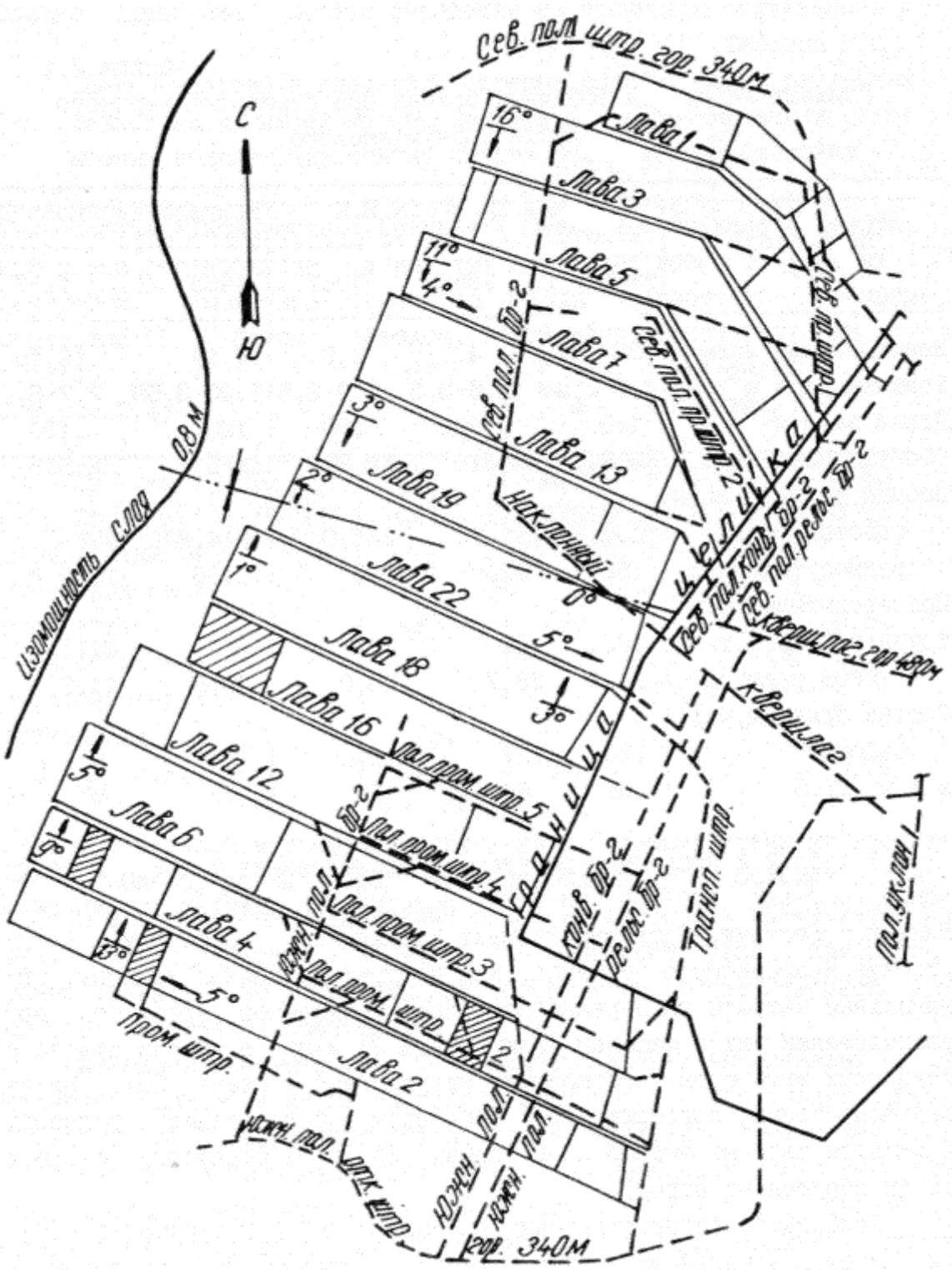


Рис. 9.3. Схема подготовки и отработки шахтного поля ш. «Коркинская»

На шахте «Коркинская» принята слоевая система разработки с отработкой слоев обратным ходом длинными столбами по простиранию. Эта система хорошо освоена на шахте, позволяет дополнительно разведать пласт при его подготовке и дегазировать его. Система высокопроизводительна и обеспечивает нормальные условия проветривания очистного забоя по возвратноточной схеме.

Наклонная высота этажа для южного крыла 900 м, поэтому этаж разделяется на подэтажи. Отработка последующих подэтажей допускается не ранее чем через 9 мес. Допускается работа через подэтаж. При отработке второго и последующих слоев оставляется межслоевая пачка угля мощностью 0,5 м. Как правило, в качестве межслоевой пачки используется породный прослоек между пачками угля.

Принимается слоевая отработка пластов по бесцеликовой схеме между соседними подэтажами. Подготовительные выработки проходятся узким забоем вприсечку к выработанному пространству. Длина очистных забоев устанавливается технической характеристикой применяемых механизированных комплексов и составляет от 110 м до 135 м (средняя 120 м).

9. 6. Мощность шахты и общая организация работ

Режим работы шахты «Коркинская» устанавливается в соответствии с «Нормами технологического проектировании угольных и сланцевых шахт».

Число рабочих дней в году – 300.

Рабочая неделя – прерывная с общим выходным днем для шахты и двумя выходными днями для трудящихся.

Продолжительность рабочей смены:

- для подземных рабочих 6 часов;
- для поверхностных рабочих и для ИТР 8 часов.

Количество рабочих смен:

- в очистных забоях – три по добыче, одна ремонтно-подготовительная;
- в подготовительных забоях – три по проходке, одна ремонтно-подготовительная;
- на поверхности – три смены.

Для обеспечения плановой добычи 600 тыс. т. угля в год на шахте предусматривается работа одной высокопроизводительной лавы. Для подготовки участка необходимо проведение выработок (табл. 9.2).

Таблица 9.2

Объёмы по проведению подготовительных выработок

Наименование выработок	Единица измерения	Объем (пог. метров)
Доставочный бремсберг	пог.м	230
Вентиляционная печь	пог.м	120
Вентиляционный штрек	пог.м	820
Вентиляционный бремсберг	пог.м	100
Конвейерный штрек	пог.м	1150
Монтажная камера	пог.м	120
Итого:		**2540**

Запасы участка составляют 830 тыс. т., объем проведения подготовительных выработок для подготовки участка – 3,2 м/ тыс. т.

Срок отработки участка – 18 месяцев. При очистной добыче 560 тыс. т. в год, годовой объем проведения выработок составляет 1800 пог. м.

Кроме того, на шахте постоянно работают два подготовительных забоя по проведению горно-капитальных выработок с объемом проходки 1000 пог. м в год. Таким образом, годовой объем проведения подготовительных выработок составляет 2800 пог. м, при площади поперечного сечения выработок, проходимых по углю, 16,2 м^2 вчерне. Годовой выход угля из подготовительных работ – 40,0 тыс. т., в сутки – 135 т.

Наряду с подготовкой новых очистных забоев для выполнения работ перспективного направления должны быть пройдены капитальные уклоны: главный конвейерный уклон № 1 и главный конвейерный уклон № 2, по которым уголь будет выдаваться в разрез «Коркинский». Главный конвейерный уклон № 2 проводится со стороны разреза сверху вниз, главный конвейерный уклон № 1 со стороны шахты снизу вверх. Они имеют арочную форму поперечного сечения, и крепятся металлическими рамами из спецпрофиля СВП (рис. 9.4)

Уклоны проводятся в направлении снизу вверх под углом 13^{0}30$^/$. Породы крепости f= 2 - 4: алевролиты, аргиллиты, песчаники. Для проходки применяется мощный комбайн ГПКС (рис. 9.5). Для транспортировки горной массы непосредственно в забое устанавливается скребковый конвейер СР-70, которым отбитая порода доставляется на ленточный конвейер 1Л-80У. Наращивание скребкового конвейера производится ежедневно в ремонтно-подготовительную смену, по мере подвигания забоя на 100 м производится наращивание ленточного конвейера.

Доставка материалов и оборудования в забой осуществляется лебедкой ЛВ-25 по рельсовым путям.

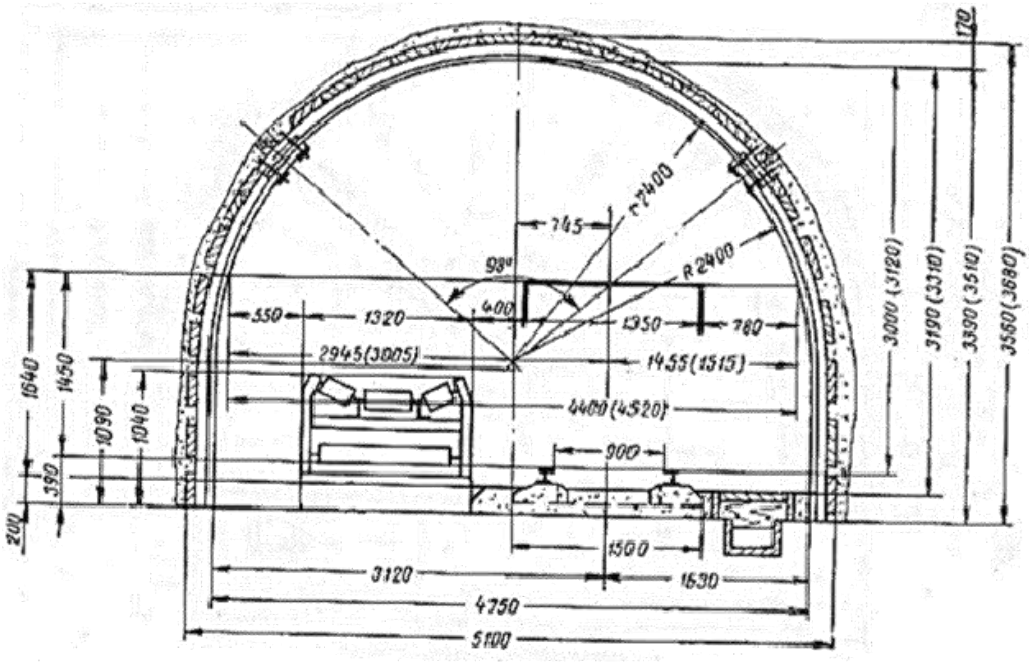


Рис. 9.4. Сечение транспортной выработки

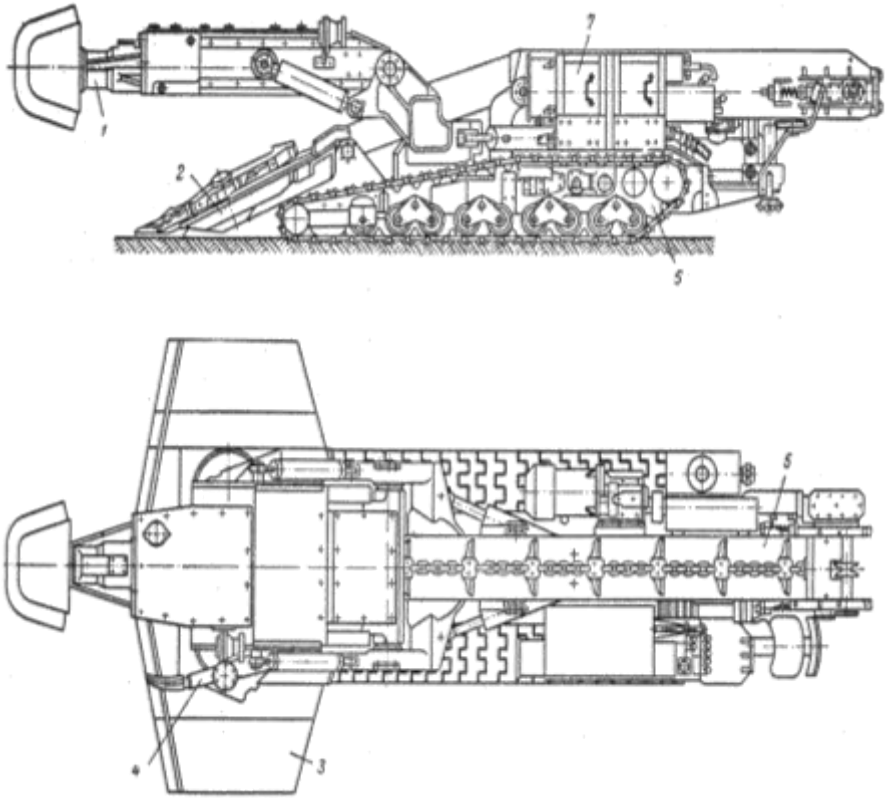


Рис. 9.5. Проходческий комбайн ГПКС

Проветривание осуществляется вентилятором местного проветривания ВМ - 6, установленном на южном полевом откаточном штреке горизонта 480 м. Для обеспечения исправности проветривания устанавливается два вентилятора: рабочий и резервный, включающийся автоматический при остановке рабочего вентилятора.

9.7 Система разработки. Технология, механизация и организация очистных работ

Принята система разработки – длинные столбы по простиранию с отработкой столбов обратным ходом. Способ управления кровлей – полное обрушение – как самый технологичный способ при применении комплексно-механизированной добычи.

По мощности пласта, углам падения, а также исходя из возможностей, принятая механизация – очистной механизированный комплекс КМ 130 с комбайном 1КШЭ и конвейером «Анжера 349Л». Для транспортировки угля непосредственно у лавы устанавливается цепной перегружатель 2ПТК, далее - телескопические конвейера 2ЛТ-100, 1Л100К, и конвейеры 2Л1000А общешахтной линии (рис. 9.6).

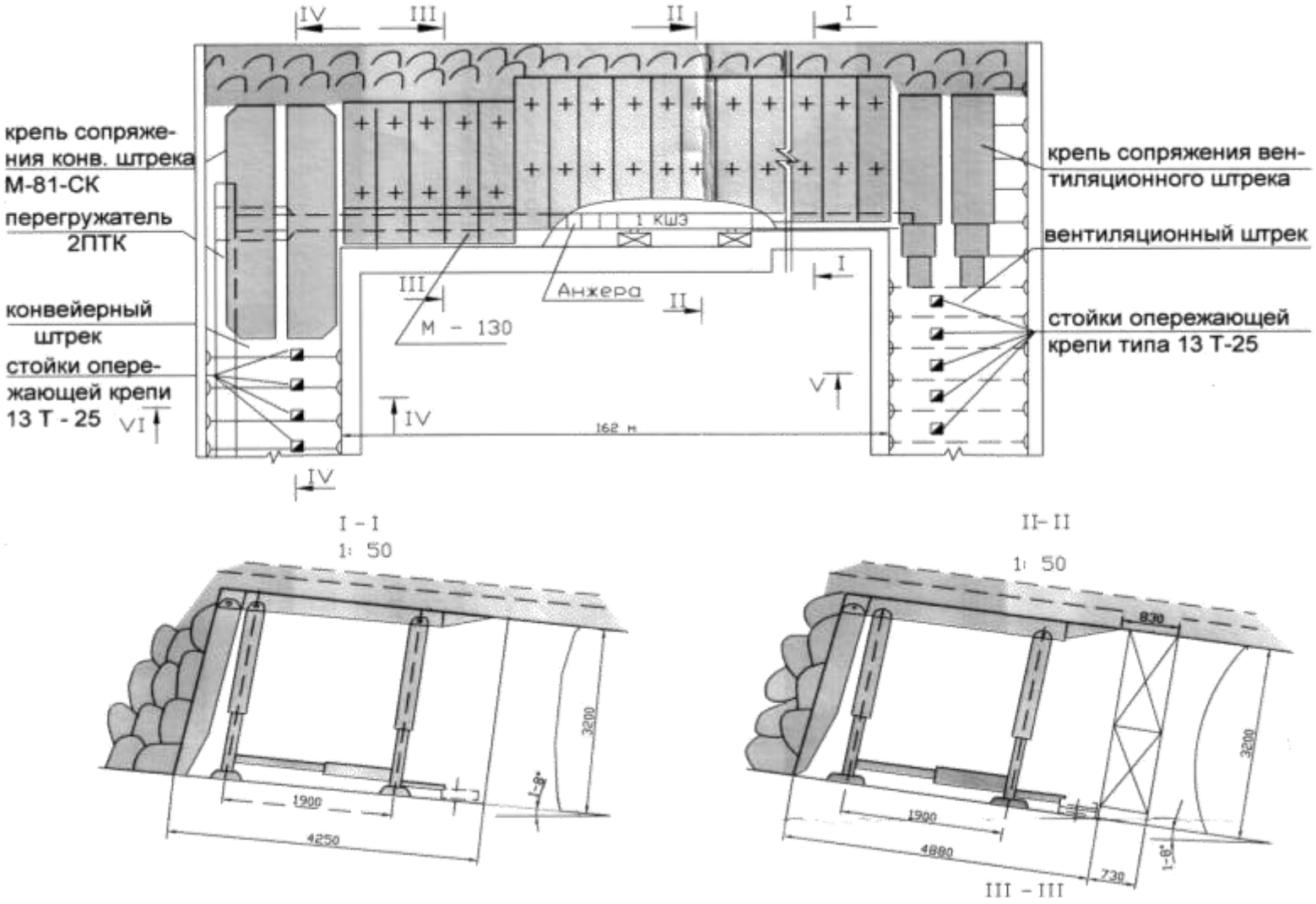


Рис 9.6. Схема механизированного комплекса КМ 130

Доставка материалов и оборудования по вентиляционному штреку осуществляется лебедками ЛВ - 25 по рельсовым путям с колеей 900 мм.

Длиной комплекса в поставке определяется длина лавы по падению – 120 м. Принятый режим работы очистного забоя – 3 смены по 6 часов - добычные, и одна – шестичасовая смена – ремонтно-подготовительная.

В ремонтно-подготовительную смену производится текущий ремонт и наладка оборудования, а также ряд операций, требующих перерывов в работе: укорачивание ленточного конвейера, передвижка энергопоезда и т.д.

На начало работ по добыче комбайн находится внизу лавы, конвейер передвинут к забою, секции выдвинуты. У конвейерного штрека на участке в 10-15 м взята дорожка, обеспечивающая свободный выход на конвейерный штрек. Комбайн, двигаясь вверх с поднятыми шнеками, срубает верхний уступ забоя на высоту 3,0 м от кровли, оставляя у почвы уступ высотой 1,5 м. С отставанием до 10 м производится выдвижение секций крепи. Комбайн поднимается к вентиляционному штреку и движется вниз на расстояние 15-20 м, останавливается и блокируется. Концевая головка лавного конвейера раскрепляется, выдвигается к забою, закрепляется ветвь, после чего комбайн, двигаясь с опущенными шнеками, срубает нижний уступ и производит зачистку дорожки. Следом за комбайном с отставанием до 15 м производится передвижка конвейера. При подходе комбайна к конвейерному штреку на расстояние 15-20 м он останавливается, блокируется. Производится задвижка приводной головки на новую дорожку, после чего возобновляется движение комбайна. Двигаясь к конвейерному штреку, производится зарубка комбайна способом «косой заезд» и одновременно подготовка новой дорожки.

Затем цикл выемки повторяется.

9.8. Меры безопасности при очистных работах

Для предупреждения загазирования выработок очистного забоя метаном, в лаву должен подаваться воздух в количестве, не меньшим расчетного. Монтируется аппаратура автоматического контроля содержания метана. Датчики контроля устанавливаются: в тупике вентиляционного штрека с настройкой 2 %, в 20 м от лав с настройкой 1 % и у сопряжения вентиляционного штрека с вентиляционной печью в 15 м от слияния со свежей струей с настройкой 1 %.

Для борьбы с пылью применяется комплекс мер, предусматривающих снижение пылеобразования в местах отбойки и перегрузки угля, а также орошение водой для обеспечения оседания образовавшейся пыли. Для уменьшения пылеобразования при отбойке не следует допускать работу комбайна с затупившимися зубками на шнеках. Для орошения применяются форсунки КФ или ПФ, к которым подается вода по гибким шлангам от противопожарно-оросительного трубопровода. В местах перегрузки угля над головками конвейеров устраиваются пылезадерживающие короба и устанавливаются форсунки орошения.

Противопожарная безопасность обеспечивается:

а) наличием противопожарно-оросительного трубопровода диаметром 100мм с противопожарными гайками. Концы трубопровода снабжаются пожарными гайками, у которых располагаются пожарные рукава длиной 20 м. Над ленточными конвейерами устанавливаются водяные завесы, включающиеся автоматически при возникновении пожара. Не далее 100 м от лавы на вентиляционном штреке монтируется автоматическая водяная завеса.

б) для предупреждения пожаров от самовозгарания угля применяется профилактическое заиливание выемочного поля по площади с применением передвижного пульпопровода;

в) в гидравлических системах применяется негорючая водно-масляная эмульсия.

Работы в очистном забое выполняются по паспорту, разработанному начальником участка и главным технологом шахты, и утвержденным главным инженером шахты; с паспортом должны быть ознакомлены под роспись все работающие на участке.

К работе на комплексе допускаются только работники, ознакомленные с его устройством и порядком работы.

Все вращающиеся части механизмов ограждаются.

Перед включением механизмов подается предупредительный автоматический звуковой сигнал, длительностью не менее 6 сек.

Лава оборудуется громкоговорящей связью. Приемопередающие устройства располагаются в лаве через 10 м, на сопряжениях со штреками и на энергопоезде.

9.9. Подземный транспорт

Выбор способа транспортирования угля

Транспортировка материалов, оборудования, породы, доставка людей по горизонтальным выработкам с помощью локомотивного транспорта сохраняется по гор. 480 м.

Доставка породы производится в вагонетках ВДК-2,5, оборудования и материалов в специально-оборудованных вагонетках. В шахте эксплуатируются электровозы 2АМ-8Д. Перевозка людей осуществляется в вагонетках типа ВЛ - 18.

Для доставки крепи, материалов, оборудования и людей (при необходимости) по конвейерным и вентиляционным штрекам используются грузовые напочвенные дороги, спроектированные ПКБ ПО «Челябинскуголь», снабженные лебедками ЛВ-25.

Транспорт угля: с забойного конвейера уголь через перегружатель 2ПТК поступает на полустационарный конвейер 2ЛТ-100-01, установленный на конвейерном штреке, затем уголь поступает на ЦПКБ. а выше гор. 480 м в главные конвейерные уклоны № 1 и № 2, где транспортируется конвейерами 1Л1000А до магистрального конвейера разреза «Коркинский».

Запрещается:

1. Перевозка людей с инструментом, выступающим за борт вагона.
2. Переноска грузов во время перевозки людей по выработкам.
3. Перевозка людей в необорудованных грузовых вагонах.

В местах перехода людей через конвейер согласно проекта должны устанавливаться переходные мостики.

Запрещается использование деформированных вагонеток и людских вагонов.

Ленточные конвейеры оборудуются:

1. Центрирующим устройством.
2. Устройством, обеспечивающим центральное загрузка угля.
3. Устройствами очистки ленты и барабанов.
4. Тормозными устройствами (по наклонным выработкам).
5. Устройствами, улавливающими ленту при ее порыве.

Все конвейерные установки оборудуются средствами, обеспечивающими:

1. Подачу звукового сигнала при запуске ленты;
2. Отключение привода при заклинивании;
3. Противопожарным устройством;
4. Отключение ленты КТВ;
5. Отключение при сходе ленты КСЛ.

Перевозка людей на ленточных и скребковых конвейерах запрещена.

Переход через конвейерную линию должен осуществляться только через сооруженные переходные помосты.

Ремонт и зачистка линии должны происходить только при заблокированном приводе механизма, с выполнением организационно-технических мероприятий.

9. 10. Подъем по стволам

На момент сдачи в эксплуатацию гор. 650 м на шахте будет находиться в работе два подъема:

- существующий клетевой подъем ствола № 4 (рис. 9.3);
- переоборудованный в клетевой подъем из скипового ствола № 3.

Подъемы №№ 1 и 5 ликвидируются.

Скиповой подъем ствола № 3 оборудуется двумя индивидуальными клетями и предназначается для спуска – подъема людей при авариях и для осмотра и ремонта ствола.

Клетевой подъем на стволе № 3, переоборудованный из существующего скипового с сохранением подъемной машины, копра и армировки по стволу - двухконцевой одноканатный оборудуется подъемной машиной 2Ц 4 х 1,8 – в настоящее время работающей на скиповом подъеме этого же ствола; одноэтажными клетями индивидуального изготовления с парашютами ПТКА 6,3 и подвесным устройством УП 6,6.

Подъем предназначается для выполнения ремонтным работ по стволу, проведения осмотров ствола и армировки, подъему – спуску людей при авариях.

Принятая к установке подъемная машина 2Ц 4 х 1,8 проходит по всем параметрам, так как находилась в работе с нагрузками, значительно превышающими нагрузки клетевой установки.

Канаты должны соответствовать требованиям действующих ГОСТов.

Подъемные канаты людских и грузолюдских подъемно-транспортных установок являются грузолюдскими марки В, остальные не ниже марки 1.

Запрещается навешивать или продолжать работу стальными канатами с порванными, выпущенными или запавшими прядями, а так же с утончением более 10% от номинального диаметра.

Ежесуточно осматриваются подъемные канаты сосудов и противовесов вертикальных и наклонных подъемных установок.

Еженедельно - уравновешивающиеся канаты подъемных установок с машинами барабанного типа, тормозные и проводниковые канаты.

Ежемесячно – амортизационные и отбойные канаты.

9. 11. Водоотлив

Предварительное осушение шахтного поля с поверхности и из подземных выработок

Отработка запасов пласта II Нижнего до гор. 650 м будет производиться в простых гидрогеологических условиях.

В результате интенсивного ведения горных работ подземные воды сдренированы до глубины 170-200 м, согласно «Отчета о результатах доразведки участка Коркинского Глубокого», не ожидается больших притоков в шахту.

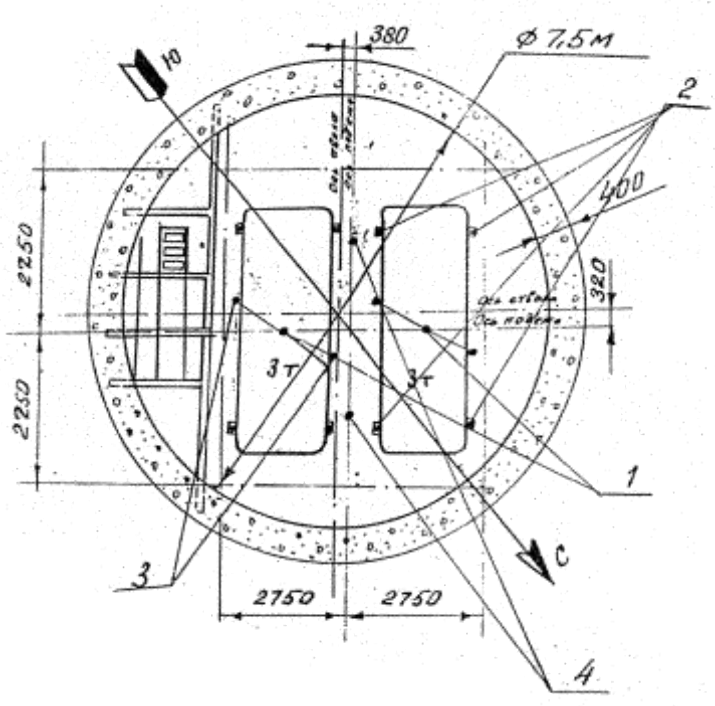


Рис. 9.3. Сечение клетевого ствола (0÷110,6):
1 – головные канаты; *2* – направляющие канаты; *3* – тормозные канаты;
4 – отбойные канаты.

Ожидаемый нормальный водоприток на гор. 650 м составит 74 м^3/ ч. Возможно увеличение водопритоков за счет притоков из тектонических зон при их встрече на 10-15 %.

Таким образом, расчетный приток воды на гор. 650 будет 85 м^3/ ч.

Ожидаемый максимальный приток воды после пуска гор. 650 м составит:

На гор. 580 м – 650 м: 85 + 3 = 88 м^3/ ч.

На гор. 480 м: 75 + 88 = 163 м^3/ ч.

На гор. 340 м: 15 + 66 + 163 = 244 м^3/ ч.

Проектом предусматривается ступенчатая схема водоотлива:

- вода с гор. 580 – 650 м перекачивается в водосборники водоотливной установки гор. 480;
- вода с гор. 480 м перекачивается на гор. 340 м;
- водоприток с гор. 340 м – на поверхность.

Агрессивность вод – вода к металлам не агрессивна; по агрессивности к бетону - воды средней сульфатной агрессивности.

9. 12. Технологический комплекс на поверхности

Промплощадка шахты «Коркинская» включает в себя следующие здания и сооружения:

1. Здания комплекса клетевого ствола, предназначенного для спуска и подъема людей, материалов, оборудования. Ствол оборудован двумя клетями 1НОВ 400-9,0.
2. Административно-бытовой комбинат, включающий в себя: баню, столовую, прачечную, нарядные - общую и участковые, административный комплекс, медпункт, ламповую, гардеробы для одежды.
3. Склад для оборудования и материалов.
4. Вагонная мастерская.
5. Гараж.
6. Мехцех – для ремонта оборудования.
7. Котельная.
8. Главная вентиляторная установка.
9. Поверхностная электроподстанция.
10. Склад угля.
11. Противопожарная насосная с двумя резервуарами для воды емкостью по 250 м^3.

Существующий скиповой подъем на стволе предусматривается переоборудовать в клетевой с двумя клетями для аварийного спуска – подъема людей и для ремонта ствола.

В связи с переводом выдачи угля по главным конвейерным уклонам №№ 1 и 2 в разрез «Коркинский», ликвидируются обогатительная фабрика и технологическая линия между бывшим скиповым стволом и фабрикой.

Вблизи промплощадки располагаются объекты глинозавода: насосная, отстойник шахтной воды и резервуар емкостью 200 м^3.

10. КОЧКАРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ Г. «ПЛАСТ»

10.1. Общие сведения о месторождении

Кочкарское рудное поле, объединяющее Кочкарское и Новотроицкое золоторудные месторождения, расположено на восточном склоне Южного Урала в Восточно-Уральской мегазоне. Месторождения находятся в Пластовском районе, Челябинской области, непосредственно вблизи от райцентра г.Пласт. Первая золотоносная жила, с которой началась вся золотодобыча в пределах Кочкарского рудного поля, была найдена еще в 1862г, а к началу XX века на территории рудного поля работало уже около 50 приисков с общей добычей порядка 1300кг в год. По опубликованным материалам, с 1845г по 1917г было добыто 59792 кг россыпного и рудного золота. По неофициальным данным, всего на месторождении за период около 150 лет добыто примерно 300 тонн металла.

С 1923 года восстановлением Кочкарских приисков занимался трест «Уралзолото». Восстановление Кочкарского рудника заняло около 10 лет, а максимальная добыча в этот период достигла в 1937г – 1813,8кг. В дальнейшем рудник успешно функционировал, добывая от 1 до 1,7 тонны золота в год.

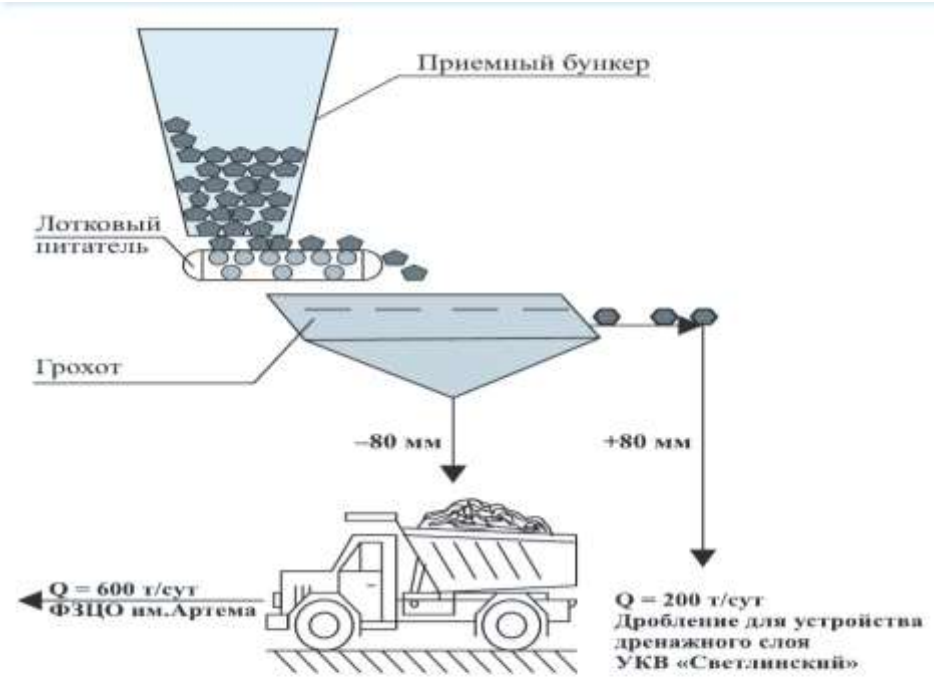
В годы перехода к рыночной экономике рудник постепенно приходил в упадок и количество ежегодно добываемого золота снизилось к 1996 году до 380 кг. С 1997г разработку месторождения возобновила компания ЗАО "Южуралзолото", которое всего за пять лет восстановило уровень добычи на ранее эксплуатировавшихся объектах почти до максимально достигнутого в годы расцвета Кочкарского рудника. Традиции этого предприятия продолжает вновь созданная компания ОАО «Южуралзолото Группа Компаний».

Кочкарское золото-полисульфидно-кварцевое месторождение входит в группу крупных золоторудных объектов мира. Месторождение представлено жилами и жильными зонами золотокварцевых убого сульфидных руд со средними содержаниями золота 11-13 г/т. Жилы существенно кварцевые, примесь сульфидов пирита и арсенопирита составляет 1-5 проц. Мощности жил чаще всего варьируют от 0,5 м до 1,0 м, угол падения – 80-90 град. Вмещающими породами являются плагиограниты.

Кочкарское месторождение разведано шахтами до глубины 740 м, отдельными скважинами – до 1,5 км. Государственным балансом на Кочкарском месторождении учтено 117 жил, из них 44 отнесены к числу эксплуатируемых. В 2006-07 г.г. на месторождении в эксплуатации находилось 20 жильных тел. По данным ЗАО «Южуралзолото» ресурсный потенциал месторождения оценивается в 51 тонну золота. Обеспеченность разведанными запасами для добычи составляет около 15 лет.

Подземным способом Кочкарское месторождение отрабатывается с 1867 г. В последние годы добычные работы обслуживается тремя шахтными стволами с системой горизонтальных и вертикальных подземных выработок на глубинах до 612 – 662 м от поверхности. В будущем месторождение планируется

отрабатывать до глубины 750 м от поверхности. Руда перерабатывается в г. Пласт на ФЗЦО (Фабрика золото цинкового обогащения) им. Артема, принадлежащей ЗАО «Южуралзолото». Схема предварительного обогащения руды показана на рис. 10.1.



Руда	Масса, т/сут	Содержание, г/т	Выход, %
Поступило	800	3,5	100
Концентрат	600	4,4	75
Хвосты	200	0,8	25

Рис. 10.1. Схема предварительного обогащения руды шахты «Центральная»

10.2. Горно- геологическая характеристика месторождения

Подземные горные работы на Центральном рудном поле Кочкарского месторождения ведутся шахтами "Центральная" и "Восточная" на горизонтах 550; 600; 662; 650; 700; 750 м.

Кочкарское месторождение расположено в северной части одноименного рудного поля, в 3 км севернее отработанного Новотроицкого золотомышьякового месторождения и приурочено к центральной части Пластовского массива плагиогранитов. В настоящее время в пределах месторождения отрабатываются только Северная и Центральная рудоносные зоны. Рудные тела в их пределах представлены тонкожильными кварцевыми телами сложной морфологии с наличием двойных, тройных жил, апофиз, раздувов, параллельных прожилков, линз.

В кварце обычно присутствуют в виде вкрапленности сульфиды (пирит, арсено- пирит, халькопирит, пирротин, сфалерит) в количестве 1-5 %. Жилы, как правило, сопровождаются дайками "табашек", которые широко распростра-

нены в пределах Пластовского массива и имеют преимущественно субширотное простирание.

Внутреннее строение рудных жил осложняется наличием почти в каждой из них пространственно обособленных линз, из которых состоит жила. Линзы, как правило, не имеют видимой связи между собой. Протяженность отдельных линз в среднем по простиранию - 20-25 м, по падению - 200-300 м. Протяженность рудных жил по простиранию обычно составляет 300-600 м, по падению- до 1000 м и более. Мощность жил чаще всего варьируют от 0,5 до 1,0 м, угол падения составляет 65-80°.

В настоящее время государственным балансом учтено 117 жил, из них 44 отнесены к числу эксплуатируемых и 73 - к резервным и разведуемым. Горнопроходческие и эксплуатационные работы ведутся по 20 жилам. Степень устойчивости вмещающих пород на Кочкарском месторождении зависит от наличия тектонических нарушений. В пределах тектонических зон породы обычно неустойчивые, местами сыпучие, однако на расстоянии 2-5 м от нарушений их устойчивость резко повышается. Согласно классификации пород по устойчивости на шахтных полях в пределах месторождения устойчивые породы составляют 34 %, породы средней устойчивости -28 %, неустойчивые - 38 %. Коэффициент крепости первичных кварцевых руд и плагиогранитов по шкале проф. Протодьяконова составляет 18-19. Значения его меняются в зависимости от текстурно-структурных особенностей пород и руд наличия крепких пород и высоких напряжений приводят к горным ударам.

В гидрогеологическом отношении Кочкарское рудное поле характеризуется наличием трещинных вод, питающихся за счет атмосферных осадков. Средний приток воды в горные выработки по результатам многолетних наблюдений составляет 750 м^3/ч.

Глубина эксплуатационных работ на Кочкарском рудном поле в настоящее время достигла 650 м от поверхности. Балансовые запасы утверждены до глубины 700 м.

10. 3. Подземные горные работы

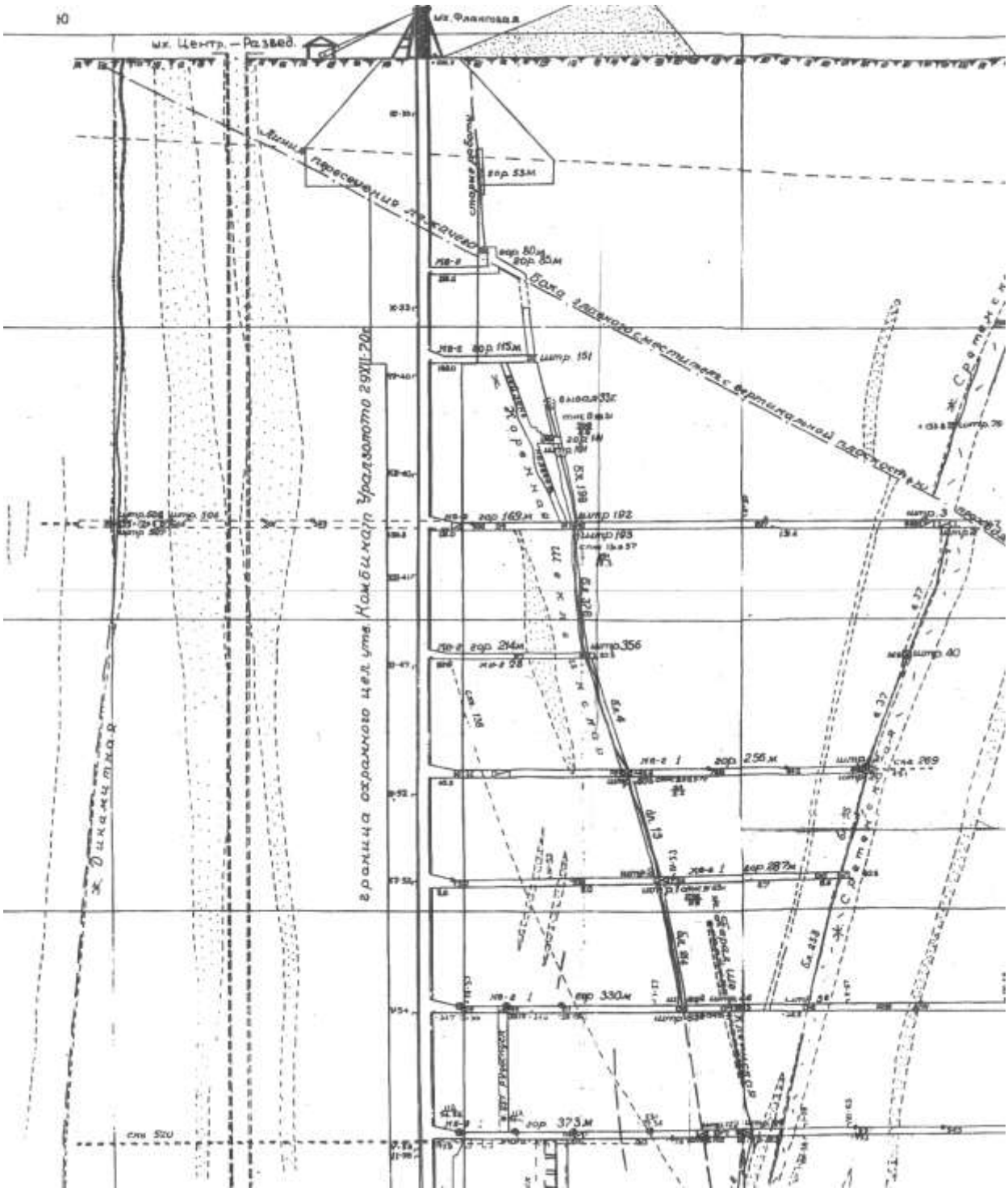
На шахтах Кочкарского рудника проведена реконструкция горного хозяйства. Вместо десяти стволов небольшого сечения с деревянным креплением пройдено три ствола, закреплённых бетоном, сечением 19,6 – 25,0 м^2 и глубиной 750 м (один ствол Скиповой производительностью по руде и горной массе 620 тыс. т в год и два вспомогательных ствола - Центральный и Восточный). Фрагмент схемы вскрытия месторождения показан на рис. 10.2.

Шахты "Центральная" и "Восточная" объединены в единую схему проветривания при помощи сбоек главных откаточных выработок по горизонтам 500 (512) м и 550 (562) м, по горизонту 600 (612) м такая сбойка выполнена в 2005 г. По горизонту 662 м от ствола шахты "Восточная" начата проходка выработок в сторону стволов шахты "Центральная".

Кроме обеспечения единой схемы проветривания шахт, главные откаточные выработки служат запасными выходами, а также предназначаются для

доставки руды и породы по стволу Скиповой, оборудованному двумя независимыми скиповыми подъемами (рудный и породный). Стволы Скиповой и

Центральный сбиты также на горизонтах 700-750 м выработками рудных дворов, а от ствола Восточный шахты "Центральная" ведутся работы по проходке штрека горизонта 650 м.


ю
шх. Центр. – Развед.
шх. Фланговая
Граница охранного цел. ута. Камбилкар Уралзолото 29.VII.70г.
Ж. Оленчатая
Ж. Сарматская
Ж. Сарматская
Ж. Сарматская

В 2007 г. была проведена сбойка между стволами Центральный и Скиповой на горизонте 650 м, необходимая для дальнейшего развития горизонта, далее намечается сбойка с шахтой "Восточная" на горизонте 650 м. В перспективе также строительство вагоноопрокидывателя на 650-м горизонте, а позднее и на 700-м. Проходка выработок на шахте "Центральная" ведется на горизонтах 550; 600 и 650 м, на шахте "Восточная" - 562; 612 и 662 м. В соответствии с принятым вариантом вскрытия все горизонты сбиваются между стволами и по мере проходки оборудуются постоянными коммуникациями.

Подземные работы ведутся по 21 жилам и на трех горизонтах. Общая протяженность поддерживаемых горизонтальных выработок около 25 км. Шахты полностью обеспечены горно-транспортным оборудованием, регулярно проводятся его осмотр и ремонт. Бурение шпуров при отбойке руды и проходке выработок производится перфоратором ПП-63, установленным на распорной колонке типа ЛКР, УПБ. Доставка руды в очистных блоках осуществляется скреперными лебедками 17ЛС, 30ЛС, доставка руды по горизонтам 550; 600; 650 м-электровозами К-10 в вагонетках ВГ-2,2.

Доставка руды на поверхность осуществляется в вагонетках по стволу шахты "Восточная", оборудованному подъемной машиной ШПМ-2Ц 6х2,4, и по стволу Скиповому скипами. Погрузка руды в вагоны производится из люков и с помощью погрузочных машин ППН-1С. После выдачи руды на поверхность она транспортируется на ФЗЦО им. Артема автомобилями КамАЗ.

Сейчас в работе находятся 45 забоев, где трудятся по скользящему графику 30 бригад. Забойная группа насчитывает 200 чел.

На шахте "Центральная" шесть участков: два добычных ("Центр" и "Фланговый"), один проходческий ("Строительно-монтажных работ"), а также участки "Внутришахтного транспорта", "Новой техники" и "Водоотливных установок".

Участок "Строительно-монтажных работ" ведет подготовку запасов к отработке, строительство водоочистных комплексов, рудодворов.

Добычной участок "Центр" отрабатывает запасы жил Северо-Александровская и Новая на южном крыле. Бригады участка "Фланговый" работают на северном крыле на жилах Суторминская, Удачная, Николаевская.

Всего за последние 10 лет работы на шахтах "Центральная" и "Восточная" пройдено около 40 тыс. пог. м выработок, отбито 2380 тыс. т руды.

10.4. Системы разработки

Добыча золотосодержащих руд на Кочкарском месторождении подземным способом ведется более 160 лет. За этот период на рудниках прошли промышленное испытание несколько систем разработки и к настоящему времени накопился значительный опыт их применения. Показатели практического применения систем приведены в табл. 10.1

Из данных, приведенных в табл. 10.1., можно сделать следующие выводы:

1.Наиболее высокую производительность труда забойных рабочих обеспечивает система разработки вертикальными прирезками с использованием комплексов очистной выемки КОВ-25.Однако применение комплексов возможно в условиях выдержанных рудных жил при мощности не менее 1,0-1,5 м и достаточно устойчивых вмещающих породах, не требующих крепления, что сегодня встречается крайне редко. Комплексы имеют высокую стоимость, а их эксплуатация характеризуется сложностью организации труда (бурение штанговых шпуров с полка КОВ-25, проведение взрывных работ, ремонт и техническое обслуживание и пр.).

2. Системы разработки горизонтальными слоями с гидро- или твердеющей закладкой характеризуется самой низкой производительностью труда забойной группы и их применение связано со значительными дополнительными затратами (до 20-25 % себестоимости добычи 1 т руды) по приготовлению, транспортировке и подаче закладочной смеси в выработанное пространство. Применение систем вызывает дополнительные безвозвратные потери руды, ухудшает условия эксплуатации откаточных выработок из-за необходимости отвода технологической воды с высоким содержанием ила и шламов и, главное, резко снижает интенсивность отработки очистных блоков, что крайне нежелательно в удароопасных рудах и породах. Наибольшее распространение за последние 15 лет эксплуатации месторождения получили две системы разработки: с магазинированием руды; отбойки руды использованием подэтажных штреков и варианты этой системы. Системы обеспечивают хорошую производительность труда (3,1-2,50 м^3/(чел см) забойной группы, высокую интенсивность отработки запасов руды в очистных блоках, возможность непрерывного и регулируемого выпуска отбитой руды.

Таблица 10.1

Показатели различных систем разработки на Кочкарском месторождении

Системы разработки	показатели			
	Удельный вес системы, %	Потери, %	Разубоживание, %	Производительность труда, м^3/(чел см.)
С маганизированием руды	10.0	5.0	65.0	2.20
Подэтажными штреками	5.0	5.0	75.0	2.65
Горизонтальными слоями с закладкой	50.0	0	61.5	1.7
Вертикальная прирезка с комплексом КОВ-25	15.0	3.0	60.0	7.0
Горизонтальными слоями с твердеющей закладкой	20.0	2.0	57.5	2.0

Система разработки с магазинированием руды

Система предусматривает мелкошпуровой способ отбойки слоев руды равномерным выпуском руды из дучек. Применяется в устойчивых вмещающих

породах при выдержанной мощности рудных жил. В зависимости от принимаемых способов доставки руды до загрузочных пунктов возможны следующие способы доставки:

- скреперная доставка руды с искусственным креплением выработок выпуска и доставки;
- скреперная доставка руды с оставлением надштрекового целика;
- доставка руды самоходно-доставочными машинами (типа ПТ-4) с погрузкой из специальных ниш (торцевой выпуск).

Длина блоков составляет 40-60 м. Восстающий проходится на одном из флангов блока, на другом фланге блока оборудуется ходок по мере отработки блока (крепится сплошной венцовой крепью). Остальные параметры системы рассчитываются аналогично системам использованием подэтажных штреков.

Применение системы с магазинированием руды предусматривается в двух вариантах (рис. 10.3). При этом 2-й вариант (рис. 10.3 а) применяется при отсутствии динамических признаков проявления горного давления (шелушение, стреляние горной породы, интенсивное заколообразование).

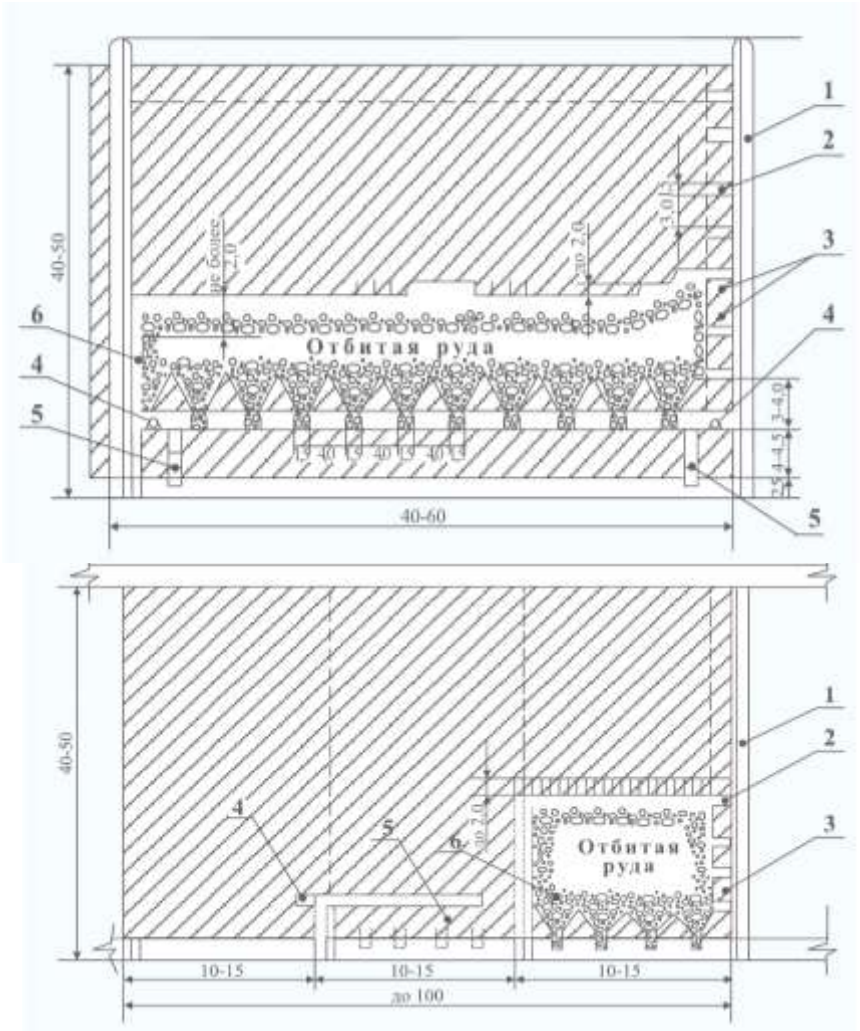


Рис. 10. 3. *а*) Система разработки с маганизирование руды (горизонтальные слои)
б) Система разработки с маганизирование руды (вертикальные прирезки)
1-блоковый восстающий*; 2*- скреперная лебедка; *3*- вентиляционная сбойка;
4- штрек подсечки; *5*-охранный целик; *6*-ходок в «магазин»

Система разработки с использованием подэтажных штреков

На шахтах ЗАО "Южуралзолото" для отработки запасов руды рекомендуется применять два варианта системы (рис. 10.4 и 10.5). Их применение позволяет решать следующие задачи:

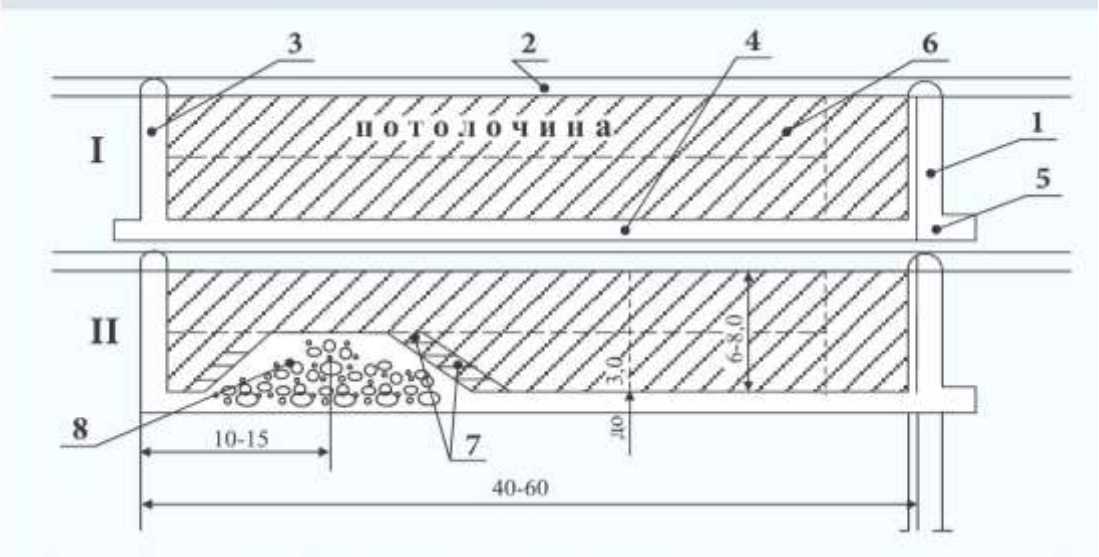


Рис. 10.4. Система разработки с использованием подэтажных штреков с мелкошпуровой отбойкой руды наклонными слоями и частичным маганизированием
1-вентиляционный ходовой восстающий на 3 отделения; *2*-вентиляционный штрек; *3*-вентиляционный ходок; *4*-подэтажный штрек; *5*-скреперная лебедка; *6*-контуры охранных целиков; *7*-шпуры; *8*-навал отбитой руды; I-стадия окончания нарезных работ
II-начало мелкошпуровой отбойки запасов руды

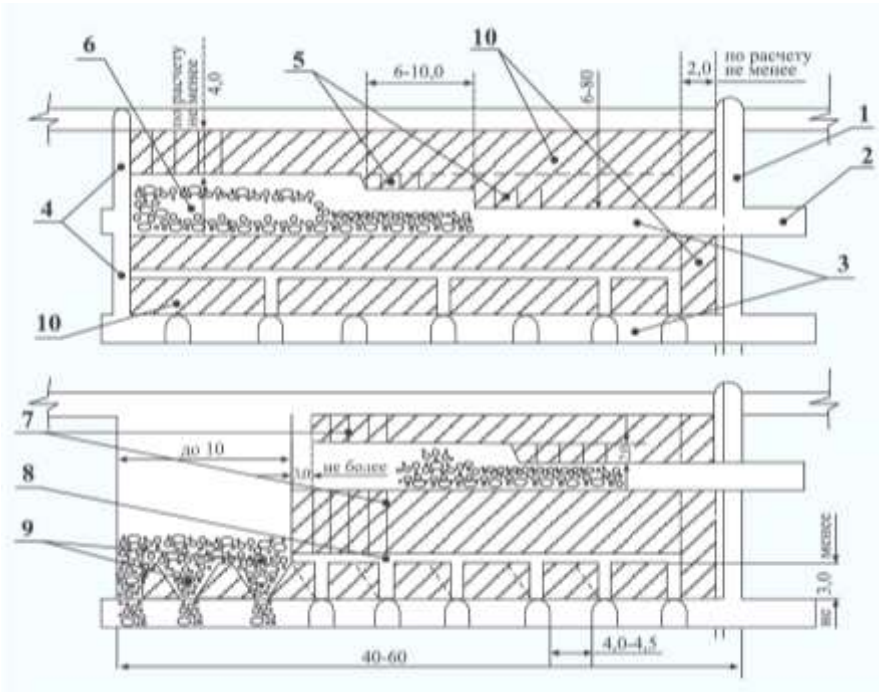


Рис. 10. 5. Система разработки с использованием подэтажных штреков и частичным маганизированием
1-блоковый восстающий с ценцевой крепью на 2-3 отделения; *2*-засечка подэтажного штрека *3*- подэтажные штреки; *4*-вентиляционный ходки; *4*-горизонтальные слои (1-2); *6*-замаганизированая руд; *7*-шпуры; *8*-штреки подсечки; *9*-приемная воронка дучки; 10-целики (потолочина, подштрековый, охранный)

- производить бурение шпуров по потолочине с использованием телескопных перфораторов типа ПТ-48, ПТ-36, что снижает сейсмические воздействия при отбойке запасов руды;
- - более четко устанавливать и выдерживать ширину выемочной мощности жилы;
- установить при необходимости распорное (подвесное)крепление непосредственно под потолочиной;
- снижать число подэтажей, что сказывается положительно на состоянии крепления блоковых восстающих.

Сложные горно-технические условия эксплуатации Кочкарского месторождения практически не позволяют использовать на очистных и проходческих работах самоходную технику или механизированные комплексы очистной выемки типа КОВ-25 и "Алимак" (Канада).

Повышение производительности труда на шахтах ЗАО "Южуралзолото" достигается путем замены бурового оборудования и инструмента на более производительные. Например, до недавнего времени на горно-подготовительных и нарезных работах применялась установка УПБ-1, оснащенная перфоратором ПП-63В. Замена ПП-63В на более производительный китайский аналог, перфоратор марки YT-28, позволила увеличить скорость бурения на 15 %. Важным элементом мелкошпурового бурения является правильный подбор коронок. На шахте "Центральная" прошли испытания коронки различных фирм: "Атлас Копко", "Мицубиси", "Сандвик Тамрок" и др.

11. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

11.1. Общие положения

В период прохождения практики каждый студент обязан строго соблюдать правила техники безопасности. Спуск бригады или отдельных студентов в шахту разрешается только после прохождения вводного инструктажа и проверки знаний правил безопасности (техникума) Без ведома руководителя практики спуск студентов в шахту категорически воспрещается.

Перед спуском в шахту студент должен надеть спецодежду и шахтерскую предохранительную каску. Находится в шахте без каски запрещается.

При индивидуальном порядке пользовании самоспасателями, студенты должны получить их перед спуском в шахту, проверить целостность корпуса, наличие и исправность колец для вскрытия самоспасателей и плечевых ремней для ношения самоспасателя.

При спуске в шахту каждый студент должен иметь индивидуальный светильник. При получении светильника необходимо тщательно проверить его исправность (накаливание обоих волосков лампы, герметичность аккумулятора, целостность предохранительного стекла). При обнаружении неисправности светильник следует заменить в ламповой. Строго запрещается:

а) курить в ламповой, на копре и в клети;

б) спускаться или подниматься в клети при открытой двери;

в) входить в клеть или выходить из клети после сигнала отправления;

г) во время движения клети высовываться или выставлять из нее руки и различные предметы;

д) кататься на вагонетках;

е) лежать на породе;

ж) пить шахтную воду (она не пригодна для питья и может вызвать серьезные желудочные заболевания).

При несчастном случае члены бригады должны оказать первую помощь пострадавшему и сообщить о несчастном случае преподавателю и горному мастеру.

11.2. Передвижение по горизонтальным, вертикальным и наклонным выработкам

После выхода из клети студенты должны следовать к месту работы, не задерживаясь в околоствольном дворе. Переходить с одной стороны околоствольного двора на другую можно только по обходной выработке или по специальному переходу под лестничным отделением ствола. Запрещается проходить через ствол шахты по клетевому отделению.

При передвижении к месту работы и обратно нужно строго придерживаться указаний предупредительных знаков, установленных в шахте. Движение должно проходить только по разрешенным для хождения выработкам, хождение по рельсовым путям запрещается.

При передвижении по выработкам путь нужно освещать лампой, наблюдая за состоянием почвы и кровли выработки и остерегаясь ушибов о выступающие предметы (фланцы труб, крепь и т. д.). О замеченных опасностях следует немедленно сообщить рядом идущему человеку.

Передвигаясь по выработкам, необходимо следить за световыми сигналами. В случае приближения поезда нужно остановиться в свободном проходе или специальной нише, став спиной к стенке выработки, и пропустить поезд. Если при приближении поезда возникает опасность или грозит авария поезду, необходимо остановить поезд. Сигналом для остановки поезда служит поперечное движение лампой (от одного бока выработки к другому). Нужно иметь в виду, что тормозной путь электровоза с составом равен 40 метрам. Подходя к закруглению или повороту откаточной выработки, в случае приближения электровоза встаньте в безопасное место.

Не пролезайте между вагонетками, через канаты тягальных и скреперных лебедок во время их работы.

При передвижении по выработкам, где имеют место контактные провода или проложены кабели, надо опасаться поражения электрическим током.

Нельзя прикасаться к контактным проводам руками, головой, одеждой или каким-либо предметом. Запрещается брать кабель руками без средств защиты (резиновых электротехнических перчаток).

Запрещается входить в нерабочие, временно остановленные, заброшенные выработки. Запрещающим знаком входа служит знак из сбитых крестнакрест досок, установленный поперек выработки, или специальный аншлаг: «ПОМНИ: пребывание в непроветриваемой выработке опасно для жизни». Нельзя останавливаться и задерживаться в местах с неисправной крепью. Запрещается проходить около люков в момент выпуска руды. При передвижении по неосвещенным горизонтальным выработкам с испорченной лампой необходимо руководствоваться рельсовыми путями, направлением вентиляционной струи воздуха (двигаться навстречу свежей струе) или течением воды в водоотливной канавке (идти по течению воды).

Поднимаясь по лестницам в восстающих выработках, тщательно проверяйте прочность стремянок (ступенек). Пока нога не ступит на лестничный полок, необходимо крепко держаться за стремянки. Между лестничными полками одного пролета разрешается подниматься одному человеку.

При передвижении в вертикальных и наклонных выработках необходимо следить за исправностью лестниц и полков, в случае обнаружения неисправности сообщить об этом лицам технического надзора.

11.3. Краткие сведения о ядовитых газах

Угарный газ (оксид углерода, CO) - это газ без цвета и запаха, немного легче воздуха, относительная плотность 0,97. Отравляющее действие окиси углерода объясняется тем, что этот газ во много раз быстрее, чем кислород, соединяется с гемоглобином крови. Содержание окиси углерода в воздухе в количестве свыше 0,0017 % по объему опасно для жизни. Если где-либо произошло загорание, в процессе которого выделяется окись углерода, узнать об этом можно по дыму или запаху гари. При необходимости прохождения по выработкам, заполненным продуктами горения, обязательно пользование самоспасателем и выход на свежую струю.

Окислы азота образуются при взрывных работах и работе машин с двигателями внутреннего сгорания. Вступая в реакцию с влагой, окислы азота образуют азотную кислоту, пары которой сильно раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей. Содержание окислов азота в воздухе в количестве более 0,00026 % по объему в пересчете на NO_2 опасно для жизни. В забой входить после взрывных работ можно только после тщательного проветривания выработки и; после истечения времени, предусмотренного графиком проветривания.

Углекислый газ (диоксид углерода, CO_2) - это бесцветный газ со слабокислым вкусом и запахом, относительная плотность 1,52, поэтому он скапливается внизу выработок. Образуется при гниении дерева, дыхании людей, взрывных работах и пожарах. Допустимое содержание углекислого газа на рабочих местах 0,5 %.

Фильтрующие самоспасатели пригодны только для защиты от окиси углерода. Самоспасатель не может быть использован при содержании в шахтном воздухе менее 17 % кислорода.

11.4. Сведения из правил техники безопасности при производстве взрывных работ

При производстве взрывных работ в подземных горных выработках обязательно применение звуковых сигналов. Запрещается подача сигналов голосом. Сигналы должны быть хорошо слышны.

Звуковые сигналы подаются взрывником, а при одновременной работе нескольких взрывников - руководителем взрывных работ в следующем порядке:

первый сигнал - предупредительный (один продолжительный). Все люди, не занятые заряжанием и взрыванием, должны удалиться за пределы опасной зоны или в безопасное место, заранее указанное ответственным за ведение взрывных работ, а у мест возможного входа в опасную зону должны быть выставлены посты охраны;

второй сигнал - боевой (два продолжительных). По этому сигналу взрывники зажигают огнепроводные шнуры и удаляются в укрытия, а при электрическом взрывании включают ток;

третий сигнал - отбой (три коротких) - подается после окончания взрывных работ.

Допуск к месту взрыва разрешается лицом технадзора, осуществляющим непосредственное руководство взрывными работами, после принудительного проветривания.

11.5. Меры безопасности при авариях в шахте. Самоспасание

Сигналом аварии служит появление запаха тухлой капусты из труб сжатого воздуха (запах этантиола) или пятикратное включение-отключение света. При сигнале «авария» все должны немедленно оставить работу и уходить согласно плану ликвидации аварий. При возникновении аварии соблюдайте спокойствие и действуйте по указанию лиц горного надзора. Если лиц горного надзора нет, нужно узнать по телефону или громкоговорящей связи о месте и характере аварии и выходить на поверхность в соответствии с планом ликвидации аварий.

Во всех случаях прорыва воды в выработки необходимо быстро перекрыть водоупорные перемычки, подняться на вышележащий горизонт и по запасным выходам выйти на поверхность. При возникновении пожара необходимо использовать самоспасатель. Для этого вскройте самоспасатель, возьмите мундштук в рот и выходите на свежую струю воздуха. Не бегите, а идите быстро и ровно, дышите ртом через самоспасатель.

Если самоспасатель и вдыхаемый вами воздух нагревается, - это значит, что самоспасатель работает исправно. Ни при каких обстоятельствах не выбрасывайте мундштук изо рта и не снимайте носового зажима до тех пор, пока не выйдете на свежий воздух. Берегите самоспасатель и не вскрывайте его без надобности. Самоспасатель без пломбы, с надорванной лентой или пробитым

корпусом непригоден для пользования, и его нужно своевременно обменять на исправный.

11.6. Оказание первой помощи при поражении электрическим током

Быстро освободить пострадавшего от источника тока, оказать ему первую помощь, немедленно вызвать врача. При освобождении пострадавшего от тока следует принять все меры личной предосторожности. Лучше всего в этом случае отключить напряжение. Если этого сделать нельзя, надо освободить пострадавшего от проводника тока. В электрических установках до 1 кВ для отделения пострадавшего от земли или токоведущих материалов следует пользоваться сухой одеждой, пеньковым канатом, палкой, доской или каким-нибудь другим сухим непроводником, действуя по возможности одной правой рукой. При высоком напряжении для отделения пострадавшего от земли или от токоведущих частей следует надеть резиновые боты, перчатки. При напряжении до 6 кВ, если пострадавший касается одного полюса или одной фазы (ток идет через тело в землю), можно подложить под ноги пострадавшему сухую доску или другое изолирующее приспособление.

На линиях электропередачи, когда освобождение пострадавшего одним из указанных способов не может быть осуществлено быстро и безопасно, необходимо прибегнуть к замыканию накоротко (например, набросом проволоки) всех проводов линии и к надежному заземлению их.

Набрасываемая проволока не должна касаться тела пострадавшего. Кроме того: а) если пострадавший на высоте, то надо обезопасить его от падения; б) если пострадавшего касается один провод, то достаточно заземлить этот провод; в) осуществляя заземление или закорачивание, необходимо применяемый для этого провод сначала соединить с землей, а затем набросить его на провода, подлежащие отключению; г) необходимо также помнить, что при отключении линии бронированного кабеля на нем может сохраниться опасный для жизни заряд, для снятия которого каждая жила кабеля должна быть соединена с землей в течение минуты (до полного разряда). При прикосновении заземленной штанги к жилам кабеля не должна проскакивать искра.

11.7. Самопомощь, взаимопомощь пострадавшим и способы искусственного дыхания

Легко пострадавшие при авариях люди должны сами оказать себе доврачебную помощь, используя для этого индивидуальный пакет и аптечку. Тяжело пострадавшим доврачебную помощь должны оказать работающие рядом люди. Все подземные рабочие должны иметь при себе индивидуальные перевязочные пакеты в прочной водонепроницаемой оболочке.

При обмороке и потере сознания пострадавшему необходимо расстегнуть воротник одежды, ослабить пояс и уложить так, чтобы его ноги были выше головы.

В случае сотрясения мозга пострадавшего укладывают так, чтобы его голова была приподнята, и, обеспечивая полный покой, кладут на лоб смоченное холодной водой полотенце. Признаки сотрясения мозга: потеря сознания, а после его восстановления головокружение, тошнота, рвота. Транспортировать пострадавшего нельзя до тех пор, пока он не придет в сознание.

При шоке наблюдается тяжелое общее состояние, безучастный вид пострадавшего, бледность, снижение температуры тела (иногда до 34,5°).

Пострадавшего освобождают от стесняющей одежды и укладывают так, чтобы его ноги были выше головы, и согревают все тело. До выведения из состояния шока пострадавшего транспортировать нельзя.

При ушибах пострадавшему создают покой и на ушибленное место накладывают холодные компрессы и давящие повязки.

При вывихах необходимо придать поврежденной конечности наиболее удобное положение и наложить повязку. Вправление вывихнутого сустава производит хирург.

В случае перелома к поврежденной конечности необходимо прибинтовать шину, а если перелом открытый, то на него предварительно надо наложить стерильную повязку.

Искусственное дыхание необходимо производить во всех случаях ослабленного или едва заметного дыхания человека, при потере сознания или мнимой смерти. Если появились судороги, то искусственное дыхание производить нельзя.

Искусственное дыхание производится с помощью оживляющих аппаратов («Горноспасатель - 8» и др.), а при их отсутствии - способом «рот в рот» с одновременным непрямым массажем сердца. Способ искусственного дыхания «рот в рот» заключается в том, что оказывающий помощь делает выдох из своих легких в легкие пострадавшего через специальное приспособление или непосредственно в рот или нос пострадавшего.

Приспособление состоит из двух отрезков резиновой или гибкой пластмассовой трубки диаметром 8-12 мм, длиной 60 - 100 мм, натянутых на металлическую или твердую пластмассовую трубку длиной 40 мм, и овального фланца, вырезанного из плотной резины.

Прежде чем приступить к искусственному дыханию, необходимо пострадавшего положить на спину, быстро, не теряя ни секунды, освободить его от стесняющей одежды - расстегнуть ворот, брюки и т. п.; освободить рот от слизи; если рот крепко стиснут, раскрыть его путем выдвижения нижней челюсти.

Для предотвращения западания языка и закрывания дыхательного пути необходимо запрокинуть голову пострадавшего назад так, чтобы подбородок оказался на одной линии с шеей.

Пострадавшему следует вложить в рот трубку (приспособление) длинным концом, следя за тем, чтобы она попала в дыхательное горло, а не в пищевод. Затем, встав на колени над головой пострадавшего, следует плотно пристегнуть к его губам фланец, а большими пальцами обеих рук зажать пострадавшему нос, после чего оказывающий помощь делает в трубку выдохи со скоростью 10-12 выдохов в минуту (каждые 5-6 с). При этом после каждого вдува-

ния должны освобождаться нос и рот пострадавшего (при этом не вынимать изо рта трубки).

При отсутствии приспособления (трубки) следует, проделав все необходимые подготовительные операции, делать выдох в рот пострадавшему. Вдувание воздуха можно производить через марлю, салфетку или носовой платок.

При отсутствии у пострадавшего пульса необходимо одновременно с искусственным дыханием проводить наружный массаж сердца путем ритмичных (60-70 раз в минуту) нажатий на переднюю стенку грудной клетки.

Производить искусственное дыхание пострадавшему надо до тех пор, пока у него не восстановится самостоятельное правильное дыхание (искусственное дыхание иногда производится в течение 4-5 часов) или не появятся признаки явной биологической (действительной) смерти, устанавливаемой врачом.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

12.1. Основная литература

1. *Половов Б. Б., Химич А.А., Валиев Н. Г.* Основы горного дела. Екатеринбург:Изд-во УГГУ, 2012. 789 с.

2. *Егоров П. В., Бобер Е. А., Кузнецов Ю. Н., Косьминов Е. А., Решетов С. Е., Красюк Н. Н.* Основы горного дела: учебник для вузов / П. В. Егоров. М:. Изд-во Московского гос. горного университета, 2006. 408 с.

12.2. Дополнительная литература

3. *Корнилков В. Н.* Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. Подземная разработка пластовых месторождений: Учебник для вузов. Екатеринбург: изд-во Уральского государственного горного университета, 2005. 494 с.

4. *Дементьев И. В., Химич А. А., Осинцев В. А., Чурин А. Ю.* Основы горного дела. Часть 1. Геология. Горное предприятие и выработки. Горные работы. Проведение горных выработок: учебное пособие. 3-е изд., доп. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 290 с.

5. *Агошков М. И., Борисов С. С., Боярский В. А.* Разработка рудных и нерудных месторождений. М.: Недра, 1983. 423 с.

6. *Борисов С. С.* Горное дело. М.: Недра, 1988. 320 с.

7.*Задачник по подземной разработке угольных месторождений*: учебное пособие для вузов/ Сапицкий К. Ф., Дорохов Д. В.,Зборщик М. П., Андрушко В.Ф. М.: Недра, 1981. 311 с.

8. *Краткий справочник горного инженера угольной шахты* / Под ред. А. С. Бурчакова, Ф. Ф. Кузюкова. М.: Недра, 1982. 454 с.

9. *Нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт*. М.: Минуглепром СССР, 1986. 104 с.

10. *ПБ 05-618-03. Правила безопасности в угольных шахтах*. Серия 05. Выпуск II / Колл. авт. – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. – 296 с.

11. *ПБ 06-553-03. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом*. / Постановление Госгортехнадзора России от 13.05.2003 г. № 30; приказ Ростехнадзора РФ от 31.07.2009 г. № 667, 2009.

12. *ПБ 03-498-02. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом* / Постановление Госгортехнадзора России от 09.09.2002 г. № 57; приказ Ростехнадзора РФ от 28.07.2011 г. № 435). 2011.

13. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. М.: Недра, 1976.303 с.

14. *Правила технической эксплуатации рудников, приисков и шахт, разрабатывающих месторождения цветных, редких и драгоценных металлов*. М.: Недра, 1980. 109 с.

15. *Справочник по горнорудному делу.* / Под ред. В. А. Гребенюка, Я. С. Пыжьянова, И. Е. Ефремова. М.: Недра, 1983. – 816 с.

16. *Хохряков В. С.* Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1991. 335 с.

Учебное издание

Нияз Гадым оглы Валиев
Александр Михайлович Вандышев
Владимир Валентинович Потапов

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА

Учебно-методическое пособие
по учебной практике для студентов специальности
130400.65 – «Горное дело» специализаций
«Подземная разработка пластовых месторождений», «Подземная разработка рудных месторождений», «Маркшейдерское дело», «Шахтное и подземное строительство», «Взрывное дело» очного обучения

Редактор *Л.В. Устьянцева*

Подписано в печать _____2014 г. Бумага писчая. Формат 60 х 84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. Уч.-изд. л. . Тираж 100. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГБОУ ВПО

«Уральский государственный горный университет»

ВСКРЫТИЕ И РАЗРАБОТКА РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Методическое руководство

по выполнению выпускной квалификационной работы инженера специальности 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых” (ПРМ) направления 130400 - “Горное дело”

Екатеринбург

2013

Министерство образования и науки
Российской Федерации

ФГБОУ ВПО

«Уральский государственный
горный университет»

О Д О Б Р Е Н О
Методической комиссией
горно-технологического
факультета
“_____” _____2013г.
Председатель комиссии
_____доц. В. П. Тюлькин

ВСКРЫТИЕ И РАЗРАБОТКА РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Методическое руководство
по выполнению выпускной квалификационной работы
инженера специальности 130404 - “Подземная разработка
месторождений полезных ископаемых” (ПРМ)
направления 130400 - “Горное дело”

Издание УГГУ Екатеринбург, 2013

Программа и методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы (ВКР) инженера специальности 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых” (ПРМ), специализация «Подземная разработка рудных месторождений» (РРМ), тема «Вскрытие и разработка рудного месторождения», направление 130400 - “Горное дело” /Н. Г. Валиев, В. А. Осинцев, В. Д. Пропп, В. В. Стряпунин, Н. А. Киселев, А. А. Химич/. Уральский государственный горный университет.

Кафедра Горного дела. - Екатеринбург: Изд. УГГГУ, 2013. – 39с.

Программа и методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы (ВКР) инженера «Вскрытие и разработка рудного месторождения» предназначены для студентов очного и заочного обучения специальности 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых”, специализации РРМ направления 130400 - “Горное дело”.

В программе изложены общие положения и требования к содержанию работы, организации ее выполнения, приводится перечень графических материалов и технико-экономических показателей, необходимых для выполнения ВКР, а также тематика возможных специальных разделов ВКР.

Программа и методические указания рассмотрены на заседании кафедры разработки рудных месторождений “___”_____2013., (протокол № ___) и рекомендованы для издания в УГГУ.

Рецензент: В. Г. Поль - директор ОАО «УРАЛГИПРОРУДА»

© Уральский государственный
горный университет, 2013
© Н. Г. Валиев, В. А. Осинцев,
В. Д. Пропп, В. В. Стряпунин,
Н. А. Киселев, А. А. Химич., 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения……4
2. Тематика специальных разделов ……5
3. Организация и общие требования по выполнению ВКР инженера……7
4. Содержание ВКР инженера……8
4.1. Реферат……8
4.2. Введение……8
4.3. Общая характеристика района и горно-геологические особенности месторождения……9
4.4. Определение предельной глубины открытых горных работ и контуров карьера……9
4.5. Общая организация работы шахты (рудника)……9
4.6. Годовая производительность шахты и срок её существования……..10
4.7. Выбор и обоснование системы разработки ……11
4.8. Вскрытие и подготовка месторождения…….. 30
4.9. Шахтный транспорт……32
4.10. Шахтный подъем……32
4.11. Водоотлив…… 32
4.12. Пневмохозяйство……..…33
4.13. Электроснабжение, освещение……33
4.14. Проветривание шахты……33
4.15. Генеральный план поверхности……34
4.16 Охрана труда……34
4.17. Охрана природы……..35
4.18. Экономическая часть……35
4.19. Анализ основных технико-экономических показателей……..36
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…….37

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Данная программа и методические разработки по выпускной квалификационной работе инженера составлены в соответствии с Положением о Государственных Аттестационных Комиссиях и на основе Инструкции по подготовке ВКР инженера.

ВКР инженера является важнейшей работой студента, завершающей его подготовку в высшей школе. Задачей ВКР инженера является проверка общей подготовленности студента к самостоятельному решению инженерно-технических вопросов по разработке месторождения полезных ископаемых. В этой работе студент должен показать высокий уровень знаний в области специальных и экономических дисциплин, достижений горнодобывающей промышленности.

При выполнении ВКР инженера студент обязан руководствоваться положениями по развитию горнорудной промышленности, рациональному использованию минеральных ресурсов и охране окружающей среды.

Выпускная квалификационная работа инженера должна отвечать реальным запросам промышленности. В работе должны быть использованы современные достижения науки и техники, комплексной механизации и автоматизации производства, научной организации труда.

При выполнении ВКР основное внимание должно быть обращено на увязку отдельных звеньев технологических процессов. Основные расчеты и выбор оборудования должны производиться по упрощенным методам, с максимальным использованием укрупненных показателей, стандартов, номограмм, таблиц.

Специальная часть должна содержать самостоятельные решения и выводы.

Экономическая часть ВКР инженера предусматривает решение следующих вопросов:

1. Определение капитальных вложений, потребных для строительства или реконструкции рудника (вскрытие и подготовка шахтного поля).

2. Определение себестоимости руды в пределах выемочного участка или блока.

Для получения реальных результатов экономические расчеты должны производиться на основе действующих норм выработки, расценок, тарифных ставок и окладов; технически обоснованных норм расхода материалов, топлива, энергии; их стоимость должна приниматься по ценам в период выполнения ВКР.

2. ТЕМАТИКА СПЕЦИАЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРА

Тема специальной части ВКР устанавливается предварительно перед отъездом студента на вторую производственную и преддипломную практику. Окончательно специальная часть определяется после анализа материалов практики и утверждается в установленном порядке. Изменение темы в процессе работы не допускается.

В качестве специальной части рекомендуются следующие вопросы:

1. Выбор рационального способа вскрытия и подготовки рудничного поля или нижних горизонтов эксплуатируемого месторождения.

2. Выбор сроков и порядка подготовки этажей, панелей, блоков в шахтном поле.

3. Выбор рациональной системы разработки на основе технико-экономического анализа.

4. Разработка и экономическая оценка конструктивных параметров системы разработки.

5. Технология и организация буровзрывных работ при очистной выемке.

6. Обоснование технологии, организации и учета выпуска руды из обрушенных блоков.

7. Определение размеров целиков, способов их выемки.

8. Разработка эффективной технологии закладочных работ.

9. Оценка валового и селективного способов отработки месторождений.

10. Обоснование рациональных способов управления горным давлением.

11. Вопросы рудничной вентиляции.

12. Вопросы улучшения условий труда, разработка оперативной части плана ликвидации аварий применительно к горизонту или участку.

13. Физико-химические и специальные методы разработки полезных ископаемых (расплавление, растворение, гидродобыча, выщелачивание, повторная разработка месторождений и т.п.)

14. Изыскание путей снижения потерь и разубоживания руды.

15. Разработка мероприятий по совершенствованию организации и управления производством.

16. Оценка эффективности производства в новых условиях рыночных отношений.

17. Разработка календарного плана строительства и развития предприятия и т.д.

18. Перспективное календарное планирование горных работ.

19. Текущее и оперативное календарное планирование всех видов горных работ.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРА

К выполнению ВКР инженера допускается студент, сдавший все экзамены и зачеты в соответствии с учебным планом. Работа над ВКР осуществляется под руководством руководителя и консультантов по отдельным разделам.

Общее время на выполнение ВКР инженера и защиту работы отводится 14 недель или 84 рабочих дней. В законченном виде ВКР сдается на предварительный просмотр руководителю. В случае положительной оценки ВКР направляется на отзывы консультантам по разделам и на отзыв рецензенту от промышленности.

За 2-3 дня до защиты ВКР с отзывами и заключением руководителя представляется заведующему кафедрой для окончательного решения вопроса о допуске студента к защите в Государственной Аттестационной Комиссии..

Графическая часть ВКР выполняется в туши, на листах формата AI (594×811), общее количество чертежей устанавливается по согласованию с руководителем и не должно быть меньше пяти. Допускается выполнение графического материала с применением компьютерной графики при условии самостоятельной работы над программой. Их оформление должно соответствовать требованиям ГОСТ 2.850-75, ГОСТ 2.857-75.

Пояснительная записка должна быть написана и оформлена грамотно, аккуратно и четким почерком или напечатана на компьютере. Не допускается сокращение слов, за исключением общепринятых стандартов. Текст записки должен иметь сквозную нумерацию, таблицы должны иметь название и номер по порядку.

При использовании литературных и других источников необходимо делать ссылку на них.

Приводимые формулы и расчеты должны быть снабжены необходимыми пояснениями. Общеизвестные положения не обосновываются.

При изложении материала необходимо максимально использовать таблицы и графики, что позволит уменьшить объем текстовой части. В тексте записки должны быть сделаны ссылки на чертежи.

Пояснительная записка выполняется в виде рукописи на бумаге формата А 4 чернилами, пастой согласно ГОСТ 2.106-68 или может быть отпечатана на компьютере по ГОСТ 2.105-79.

Текст записки оформляется согласно ГОСТ 2.105-79. Объем текстовой части не должен превышать 90-120 страниц.

Решение о подготовленности студента для работы в качестве инженера и о присвоении ему квалификации выносится Государственной Аттестационной Комиссией. В своем решении Государственная Аттестационная Комиссия учитывает не только качество выполненной работы, но и качество ее защиты.

4. СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРА

4.1. Реферат.

Общие требования к реферату по ГОСТ 7.9-77.

В начале реферата указать общий объем пояснительной записки (стр.), количество иллюстраций, таблиц, использованной литературы, приложений; объем графической части проекта (листов чертежей).

В тексте реферата отразить сущность выполненной выпускной квалификационной работы, краткие выводы, сведения об эффективности, возможные области использования рекомендаций. В конце приводится

список ключевых слов (10…15 слов прописными буквами в именительном падеже, отражающие суть работы).

4.2. Введение.

Во введении излагаются: цель деятельности предприятия, возможные виды продукции, спрос потребителей на данную продукцию, требования к качеству у потребителей, конкуренты и их возможности
(объемы, качество продукции, качественная оценка уровня затрат или рентабельности), максимальный спрос.

Так как темой ВКР является строительство рудника, то оценку величины спроса и оценку его удовлетворения следует производить на момент начала стабильной добычи.

4.3. Общая характеристика района и горно-геологические особенности месторождения.

4.3.1. Общие сведения

Местоположение месторождения по географическим признакам и административному положению. Климатические условия района. Наличие лесных и строительных материалов. Степень промышленного освоения района. Водоснабжение, транспортные коммуникации. Источники получения рабочей силы.

4.3.2. Краткая геологическая характеристика месторождения

Горно-геологическая характеристика месторождения.

Генезис и тектоника месторождения. Формы и элементы залегания рудных тел. Физико-механические характеристики руд и вмещающих пород. Гидрогеология. Ожидаемые притоки вод. Степень разведанности месторождения. Исходные положения, принятые при подсчете запасов (плотность, содержание полезных компонентов и т.д.). Подсчет запасов руд. Принятый метод определения запасов. Обеспеченность запасами.

Графическая часть по согласованию с руководителем работы может быть представлена:

1. Геологической картой с рельефом поверхности в масштабе 1:2000, 1:5000.

2. Характерными продольными и поперечными разрезами с нанесением тектонической обстановки.

Материалы раздела излагаются кратко с описанием сведений, которые необходимы для решения основных технологических вопросов по добыче и первичному переделу руды. Целесообразно количественные данные по элементам залегания месторождения, физико-механическим свойствам руд давать в виде таблиц.

4.4. Определение предельной глубины открытых горных работ и контуров карьера

Нормы технологического проектирования требуют решения этой задачи для вновь разрабатываемых месторождений. В нашем случае необходимо определить экономически целесообразную границу между открытыми и подземными работами, для чего достаточно использовать графический метод [11]. В дальнейшем на схеме вскрытия указывается предельная глубина открытых горных работ и контуры карьера.

4.5. Общая организация работы шахты (рудника)

В ВКР должен быть запроектирован режим работы предприятия: число рабочих дней в году, число рабочих смен в сутки и их продолжительность для всех участков, цехов и отделов.

Прерывный режим работы с пятидневной рабочей неделей можно принимать без обоснования.

Устанавливаются: общая организация работы шахты (рудника), организация работы поверхностного комплекса.

Приводится перечень сторонних организаций, выполняющих отдельные производственные процессы на руднике.

4.6. Годовая производительность рудника и срок его существования

Перед расчетом годовой производительности необходимо наметить по горно-геологическим условиям месторождения возможную к применению систему разработки (на основании раздела “Системы разработки”). Принять показатели потерь и разубоживания.

Обоснование оптимальной годовой производительности проектируемого предприятия производится с учетом горно-геологических условий месторождения.

При решении задачи рекомендуется определять производительность рудника по годовому понижению горных работ.

При отработке месторождений горизонтального и пологого залегания производительность рудника может быть определена по скорости подвигания очистных забоев.

В случае малых сроков отработки этажа или горизонта должны быть определены основные рекомендации по организации скоростных методов проходки выработок.

В заключение раздела устанавливается срок службы шахты (рудника) с учетом периода развития и затухания горных работ.

Определение годовой производительности рудника (шахты) носит предварительный характер для возможности всех последующих технологических расчетов. При этом принимаются во внимание общие требования к решению вопросов сырьевой базы конкретной области, анализ передовых аналогов отечественной и зарубежной практики в решении данного вопроса.

В разделе “Системы разработки” годовая производительность окончательно корректируется по срокам подготовки этажа и количеству блоков одновременно находящихся в работе.

В отдельных случаях производительность предприятия может быть задана руководителем проекта. В случае проектирования или реконструкции предприятия на базе полиметаллического месторождения в комплексе с обогатительной фабрикой проектная производительность устанавливается по концентрату.

Для вновь отрабатываемых месторождений целесообразна наметка мероприятий по сокращению сроков освоения проектной производительности.

4.7. Выбор и обоснование системы разработки

При этом обоснование и выбор необходимо производить в следующем порядке:

4.7.1. Геологические особенности месторождения, влияющие на технологию его разработки.

4.7.2. Распределение запасов месторождения на участки с характерными горно-геологическими условиями (по мощности, устойчивости руд и вмещающих пород, углу падения и т.д.), предопределяющими различные системы разработки и определение их долевого участия.

4.7.3. Выбор системы разработки с участием постоянных и 6переменных горнотехнических факторов для каждого выделенного участка месторождения.

К постоянным факторам относятся: устойчивость руд, устойчивость вмещающих пород, мощность и угол падения рудного тела. Переменные факторы: склонность руд к самовозгоранию, слеживанию, необходимость сохранения земной поверхности, наличие в рудном теле включений пустых пород и забалансовых руд, характер контактов залежи (в отношении их четкости и правильности), большая глубина разработки, необходимость интенсивной разработки месторождения, наличие или отсутствие дешевых местных материалов для твердеющей закладки, ценность руды и т.д.

По данным задания на проектирование принимаются значения постоянных и определяется перечень переменных факторов.

Например, условия: руды устойчивые, вмещающие породы неустойчивые, мощность 10 м, угол падения 60^0, руды повышенной ценности.

Затем производится постепенное исключение неприемлемых систем разработки в результате последовательного рассмотрения постоянных и переменных факторов. Рассмотрению подлежат все системы разработки по классификации проф. Именитова В.Р. При рассмотрении каждого из факторов, следующие после него, в тот момент, не принимаются во внимание. Системы разработки, оказавшиеся неприемлемыми по какому-то фактору, исключаются из дальнейшего рассмотрения по всем оставшимся факторам.

Рассмотрение систем по постоянным и переменным факторам удобнее осуществлять в табличной форме (табл. 4.7.1).

Таблица 4.7.1

Отбор технически приемлемых систем разработки

Факторы	Приемлемые системы		
	С естественным поддержанием очистного пространства (I класс)	С обрушением руды и вмещающих пород (II класс)	С искусственным поддержанием очистного пространства (III класс)
А. Постоянные: 1. Руды устойчивые	Сплошная Камерно – столбовая. Этаж-	Этажное принудительное обрушение с компенсационными	Однослойная выемка с закладкой. Горизонтальные слои с за-

	но-камерная. С подэтажной отбойкой. Потолкоуступная. С распорной крепью	камерами. Этажное принудительное обрушение со сплошной выемкой. Подэтажное принудительное обрушение с донным выпуском. Подэтажное принудительное обрушение с торцовым выпуском	кладкой. Наклонные слои с закладкой. Система разработки тонких жил с раздельной выемкой. Нисходящая слоевая выемка с твердеющей закладкой. С усиленной распорной крепью. С крепежными рамами. Однослойная выемка с обрушением кровли. Слоевое обрушение.
2. Вмещающие породы неустойчивые	—	Все раннее рассмотренные системы	Все, ранее рассмотренные системы
3. Мощность 10 м	—	Подэтажное принудительное обрушение с донным выпуском. Подэтажное принудительное обрушение с торцовым выпуском	Горизонтальные слои с закладкой. Нисходящая слоевая выемка с твердеющей закладкой. Слоевой обрушение
4. Угол падения 60^0	—	--"--"--	--"--"--
Б. Переменные 1. Повышенная ценность руды	—		--"--"--

В результате отбора остается одна или несколько систем разных классов.

В том случае, когда остается одна система разработки, она принимается для дальнейшего расчета.

Вариант принятой системы разработки выбирается заведомо лучший, т.е. лучший по каким-либо одним показателям при постоянстве других.

Если остается несколько систем разработки и они принадлежат одному или разным классам, то производится выбор лучшей системы по технико-экономическим показателям.

4.7.4. Выбор системы разработки по технико-экономическим показателям.

Из числа систем, приемлемых по горно-техническим факторам, предпочтение отдается системе, при которой проще обеспечить безопасность. Помимо требований безопасности система разработки должна по возможности обеспечить низкую себестоимость добычи руды и высокую производительность труда, минимальные потери и разубоживание руды, благоприятные санитарно-гигиенические условия труда (хорошее проветривание очистных забоев, незначительное пылеобразование и т.д.), надежность безаварийной работы предприятия (предупреждение пожаров, прорыва плывунов и т.д.), благоприятные условия для дальнейшего совершенствования механизации работ и автоматизации управления.

Учитывая, указанные выше требования, производят технико-экономическую оценку систем разработки. Технико-экономическая оценка производится по минимуму потерь и разубоживания руды., по минимуму объема подготовительно - нарезных работ на 1000 т запасов руды в блоке, по максимуму производительности забойного рабочего по системе. Возможно привлечение и других показателей (производительность блока за единицу времени и т.д.). Перечисленные показатели принимаются по данным практики и горнотехнической литературе.

При наличии данных по себестоимости добычи руды рассматриваемыми системами разработки в аналогичных заданию условиях, возможно проведение экономического сравнения.

После оценки технико-экономических показателей делается окончательный вывод о выбранной для данных конкретных условий системе разработки.

Выбранную систему разработки студент обязан согласовать с руководителем ВКР.

4.7.5. Описание выбранной системы разработки

Дается краткое описание особенностей принятого варианта системы разработки. Приводится порядок подготовки и нарезки блока. Указывается последовательность отработки элементов блока, методы их выемки. Освещаются специфические особенности отработки выемочного блока в

сложных горно-геологических условиях. Описание системы выполняется после того как будут решены вопросы подготовки и нарезки блока, разбивки его на элементы и механизации основных производственных процессов. Излагаемый материал иллюстрируется на листе формата А1.

4.7.6. Обоснование параметров выемочного блока и его элементов

В зависимости от выбранной системы разработки дается обоснование высоты блока (этажа), ширины и длины блока (панели). Принимаются параметры камер и целиков (панельных, опорных, междукамерных и междуэтажных), толщина потолочины, высота днища, высота подэтажа отрабатываемого слоя, уступа и т.д. Обосновывается расстояние между выработками выпуска и между выпускными отверстиями (погрузочными камерами). Высота блока равна высоте этажа и принимается по параметрам системы разработки.

Ширина и длина блока (панели) принимаются по аналогии с опытом действующих предприятий или по данным технической литературы и учебников. Один из параметров может определятся мощностью рудного тела.

Блок разбивается на выемочные элементы.

Параметры камер при системах подэтажных штреков (ортов) и этажно-камерной принимать из условия, что камерные запасы должны составлять не менее 35% запасов блока. Необходимо стремиться к увеличению удельного веса камерных запасов с учетом последующей эффективной и безопасной отработки целиков.

Параметры междукамерных и междуэтажных целиков принимать по данным практики и горнотехнической литературе.

Качество ВКР значительно возрастает если параметры камер и целиков будут проверены расчетами геомеханики. Высота подэтажа отрабатываемого слоя, уступа принимается с учетом горно-геологической характеристики месторождения и комплекса применяемого бурового и погрузочного оборудования.

4.7.7. Расчет геологических запасов блока

На основании принятых параметров определяются геологические запасы выемочного блока в $м^3$, с учетом плотности руды рассчитываются геологические запасы в т. Геологические запасы руды в блоке разбиваются

по элементам системы разработки. (табл. 4.6.2). Для расчетов лучше взять реальный блок.

Таблица 4.7.2.

Геологические запасы руды в блоке

Элементы блока	Параметры элементов				Плотность руды, т/м^3	Запасы руды,		Примечание
	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Объем м^3		т	%	
1. Камерные запасы	45	15	20	27000	x	x	x	
2. Междукамерный целик	15	15	40	9000	x	x	x	
3. Днище блока	60	15	14	12600	x	x	x	
4.....								
5.....								
Всего				x	x	x	100	

4.7.8. Выбор метода отработки и схем механизации основных производственных процессов каждого элемента блока.

В зависимости от принятой системы разработки принимается метод отработки каждого элемента блока. Принятие метода от работки каждого элемента блока должно быть увязано с горно-геологическими особенностями месторождения, основной сущностью системы разработки и порядком развития очистных работ в блоке. Возможные методы отработки элементов блока принимаются по аналогии с опытом действующих предприятий или по горнотехнической литературе.

В зависимости от принятого метода отработки элементов блока принимается схема механизации основных производственных процессов.

Выбирается тип машины, механизма или комплекс машин. Следует стремиться к однотипности оборудования для всех элементов блока.

В соответствии с намеченными методами отработки элементов блока и стадийностью очистных работ определяется перечень производственных процессов (бурение, заряжание и взрывание, погрузка и доставка руды, закладка, крепление и т.д.). Обосновываются для каждого элемента

блока рациональные методы отбойки (шпуровая, штанговыми скважинами, глубокими скважинами), Выбирается диаметр шпуров (скважин) и тип бурового оборудования, принимается тип ВВ, метод заряжания и взрывания, средства механизации, в зависимости от принятого варианта отработки элементов блока принимается способ выпуска руды - донный или торцовый, способ погрузки и доставки рудной массы. Принимается тип и марка оборудования, метод вторичного дробления негабаритных кусков руды и ликвидации зависаний в рудовыпускных выработках, способ крепления выработанного пространства. Принимается тип крепления (распорные стойки, крепежные рамы, станковая крепь, штанговое крепление и т.п.), механизация процесса крепления, способы закладки выработанного пространства (при соответствующей системе разработки), вид закладочного материала, методы размещения закладки, сопутствующие процессы и работы (установка перемычек, дренирование, гидроизоляция и т.д.), механизация закладочных работ, закладочные работы при отработке пожароопасных месторождений, сопутствующие процессы и работы. Механизация заиловочных работ.

В результате рассмотрения всех процессов по элементам блока набирается комплекс основных машин и оборудования необходимый для ведения очистных работ. Машины, входящие в комплекс, увязываются по производительности и количеству с целью равномерной загрузки их и максимального использования по времени.

Кроме машин для выполнения основных производственных процессов в комплекс включаются машины для вспомогательных процессов - бульдозеры, самоходные транспортные тележки, доставщики горюче-смазочных материалов и воды, машины для транспортирования людей, дорожные машины, телескопические вышки для осмотра кровли и т.д.

В конце раздела приводится состав принятого комплекса машин и оборудования.

4.7.9. Выбор способа подготовки и нарезки блока

На основе выбранной системы разработки, принятых параметров блока и его элементов, методов отработки их и схем механизации производится конструктивное оформление блока. Графика выполняется на листе формата А1 и должна содержать:

- разрез по простиранию (проекция на вертикальную плоскость), на которой изображается нормальная стадия очистных работ в блоке;

- разрез вкрест простирания;

- план рабочего горизонта.

На чертеже должны быть показаны все подготовительные выработки, обеспечивающие компоновку основного откаточного горизонта, блоковые восстающие, выработки горизонта вентиляции, в качестве которых обычно используются выработки откаточного горизонта выше расположенного этажа или они могут быть пройдены специально.

Одновременно конструируется схема расположения нарезных выработок, обеспечивающих непосредственное осуществление очистных работ.

К нарезным выработкам следует отнести: выработки выпуска и погрузки (доставки) горной массы, бурового горизонта, подсечки и отрезки, вентиляционные сбойки, рудоспуски и т. д. При размещении выработок в пределах блока следует помнить - для каких целей проводится выработка, какие машины и оборудование будут размещены в ней, где и из какой выработки начинается проведение данной выработки, где заканчивается выработка, метод проведения выработки, вентиляция выработок в период отработки блока.

Расчет проведения одной из нарезных выработок (по согласованию с руководителем):

- штрек (орт) выпуска и доставки;

- штрек подсечки; буровой штрек;

- блоковый восстающий.

Поперечные размеры выработок принимаются в зависимости от габаритов размещаемого и эксплуатируемого в них оборудования. При использовании в блоке самоходного оборудования желательно проведение подготовительных и нарезных выработок с применением этого же комплекса машин.

После полного конструктивного оформления блока определяется состав и объем подготовительных и нарезных выработок (табл. 4.6.3). Рассчитываются промышленные запасы руды по элементам блока и по блоку в целом, за вычетом запасов извлекаемых при проведении подготовительно-нарезных выработок (табл. 4.7.4; 4.7.5). Определяется объем подгото-

вительно-нарезных выработок приходящихся на 1000 т готовых к выемке запасов руды в м/1000 т и $м^3$/1000 т.

4.7.10. Расчет количества добываемой рудной массы по элементам блока и по блоку в целом

Определяются запасы рудной массы добываемой из блока, одновременно определяются запасы рудной массы и по элементам блока (табл. 4.7.2). При расчете коэффициенты потерь (П) и разубоживания (R) принимают по данным практики на аналогичных предприятиях или по нормативным показателям в зависимости от методов отработки элементов блока.

4.7.11. Определение порядка отработки элементов блока, объемов работ в них и состава производственных процессов

На основании принятой системы разработки назначается очередность отработки элементов блока (последовательность выемки камерных запасов, междуэтажного и междукамерного целика для камерных систем, проведение закладочных работ, осуществление заиловки или порядок отработки подэтажей при подэтажном обрушении, последовательность их выемки, опережение верхнего подэтажа относительно нижнего и панелей в подэтаже и т.д.

При назначении очередности отработки элементов блока следует еще раз проверить обеспечивают ли принятые схемы подготовки и нарезки возможность выемки каждого элемента в принятой последовательности.

В каждом элементе блока определяется состав работ и их объем (например, в системе с подэтажной отбойкой руды отработка камерных запасов включает следующий состав работ: образование отрезной щели, подсечку камеры и отработку собственно запасов камеры; отработка днища блока включает образование рудоприемных выработок: воронок, траншей и отработку собственно запасов днища, очень часто совмещаемую с отработкой потолочины или междуэтажного целика и т.д.).

Для каждого вида работ в элементе блока определяется состав производственных процессов (бурение, заряжание и взрывание, выпуск и доставка руды, закладка, крепление и т.д.).

4.7.12. Расчет процесса буровзрывных работ

В соответствии с намеченными методами отработки элементов блока, рационального метода отбойки, выбранного диаметра шпуров (скважин), типа бурового оборудования, типа ВВ, метода заряжания и взрывания, а также средств механизации рассчитывается комплекс буровзрывных работ.

С учетом подготовительно-нарезных работ намечается схема расположения шпуров и скважин.

Производится расчет параметров буровзрывных работ. Определяется расход основных материалов: ВВ и СВ, буровой стали, твердых сплавов.

Расчеты производятся для каждого элемента блока, при различных методах буровзрывных работ в них, а затем определяются суммарные показатели по блоку.

4.7.13. Расчет процесса выпуска и доставки руды

В соответствии с намеченными методами отработки блока, принятой схемой механизации и выбранным оборудованием рассчитывается процесс выпуска и доставки руды. При донном выпуске руды (система этажного принудительного обрушения, этажного самообрушения и подэтажного обрушения с повышенной высотой этажа) принимается планограмма и доза выпуска. Рассчитывается производительность оборудования, занятого на выпуске рудной массы.

Определяется расход материалов: канатов и стали для скребков при скреперной доставке; дизельного топлива, смазочных материалов и шин при использовании самоходных машин и т.д.

Расчеты производятся для каждого элемента блока и определяются суммарные затраты по блоку.

4.7.14. Расчет процесса крепления выработанного пространства

В зависимости от принятого способа крепления рассчитываются параметры крепи или принимаются по аналогии. Расход крепежного материала рассчитывается по паспорту крепления.

4.7.15. Расчет процесса закладки

Рассчитывается потребное количество закладочного материала, его состав для твердеющей закладки, определяется требуемая прочность.

Принимается схема ведения закладочных работ и рассчитывается количество закладки, подаваемой в блок по стадиям его отработки (заполнение слоя, первичной и вторичной камеры, заходки и т.д.), условно полагая, что закладочный комплекс обеспечивает требуемое количество закладочного материала.

Выбирается схема транспортирования закладки в блок.

Определяется состав сопутствующих процессов: распределение закладки в заполняемом объеме, дозакладка, укладка и снятие настила, проведение гидроизоляционных работ, слив отстоявшейся воды, устройство перемычек и т.д.

Таблица 4.7.3.

Объем подготовительно-нарезных работ в блоке

Наименование Выработок	Число Выра-бо-ток	Размеры			Длина, м			Объем, м^3			Плот-ность руды, т/м^3	Извлека-емые за-пасы, т
		Ширина, м	Высота, м	Сечение, м^2	По руде	По поро-де	Суммар-ная	По руде	По поро-де	Суммар-ная		
1.Подготовительные												
1.1. Орт-заезд	1	3,0	3,0	9,0	15	30	45	135	270	405	3,6	486
1.2. Восстающий полевой	1	3,0x1,5	—	4,5	—	60	60	—	270	270	—	—
1.3. Восстающий рудный	1	3,0x1,5	—	4,5	60	—	60	270	—	270	3,6	972
1.4.												
1.5.												
Итого:	—	—	—	—	x	x	x	X	x	x	—	x
2. Нарезные												
2.1. Подэтажный штрек	1	2,5	3,0	7,5	50	—	50	375	—	375	3,6	1290
2.2.												
2.3.												
Итого:	—	—	—	—	x	x	x	X	x	x	—	x
Всего:	—	—	—	—	x	x	x	X	x	x	—	x

Таблица 4.7.4

Подготовительно-нарезные выработки, проводимые по руде

Элементы блока, Наименование выработки	Длина, м	Сечение, $м^2$	Объем, $м^3$
1. Днище блока 1.1. Орт-заезд 1.2.			
Всего			
2. Междукамерный целик 2.1. Восстающий 2.2.....			
Всего			
3. Камера 3.1. Отрезной восстающий 3.2.....			
Всего			
4. Потолочина 4.1. Буровой орт 4.2.			
Всего			
Итого			

Таблица 4.7.5

Промышленные запасы блока, подлежащие очистной выемке

Элемент Блока	Объем элемента блока, $м^3$	Суммарный объем выработок, проводимых по руде, $м^3$	Объем элемента блока, подлежащий очистной выемке, $м^3$	Плотность руды, $т/м^3$	Промышленные запасы блока, т
1. Днище блока 2. Междукамерный целик 3. Камера 4. Потолочина					
Всего					

4.7.16. Расчет процесса заиливания

При обработке пожароопасных месторождений системами с обрушением вмещающих пород или с обрушением руды и вмещающих пород обязательно предусматривать профилактическое заиливание. Принимается состав заиловочной смеси и требуемое количество ее на блок.

Выбирается способ заиливания, определяется перечень сопутствующих работ (возведение перемычек и т.д.).

Аналогично рассматриваются и другие производственные процессы, которые могут выявиться в связи с особенностями принятой системы разработки (смыв рудной мелочи в блоке и т.д.).

4.7.17. Организация работ в выемочном блоке

В расчет организации работ в выемочном блоке входит:

- расчет продолжительности производственных процессов в цикле очистных работ;

- построение календарного графика организации работ в блоке, включая подготовительные, нарезные и очистные работы.

Расчет продолжительности производственных процессов в цикле очистных работ и продолжительности цикла по элементам блока

В зависимости от системы разработки принимается объем руды, добываемый за один цикл очистных работ (объем одного отбиваемого слоя в системах с открытыми камерами с этажной отбойкой, в системе с магазинированием руды, в системах с закладкой: одной обрушаемой секции в “зажатой среде” и т.д.).

При стадийной отработке блока, объем руды добываемой за цикл, определяется для каждого элемента блока.

Устанавливается перечень производственных процессов, входящих в цикл каждого элемента блока. По расчетным данным производственных процессов и объема руды, отбиваемого за цикл, определяется объем требуемой работы. Делением требуемого объема работы на производительность используемого оборудования определяется продолжительность процесса в цикле

Таблица 4.7.6

Количество добываемой рудной массы из блока

Элементы блока	Промышленные запасы блока, (Б) Т	Коэффициент потерь (К п), доли ед.	Количественные потери (П), т	Коэффициент извлечения ($К_и$=1- Кп), доли ед.	Извлекаемые запасы руды (Б · $К_и$), т	Коэффициент разубоживания (R), доли ед.	Кол-во пустой породы, примешиваемой к руде (В=Д· R), т	Кол-во добываемой рудной массы (Д=Б), т	Доля стадии в количестве добытой рудной массы из блока, %
Днище блока Междукамерный целик Камерные запасы Потолочина	X X X X								
Итого:	X	Средн.		Средн.		Средн.		x	
Подготовительно-нарезные работы	X			1,0				x	
Всего по блоку	X	Средн.		Средн.		Средн.		x	100

где П и В - количественные потери руды и количество примешанной к рудной массе породы по видам работ.

Количество одновременно работающего оборудования определяется расстановкой.

По определенной продолжительности процессов с учетом рабочих смен в сутки строится график организации работ в цикле (табл. 4.7.7). При построении графика учитывается возможность совмещения производственных процессов.

На основании графика определяется продолжительность цикла в сутках и производительность (т/сут) по рассматриваемому элементу блока.

Отдельные производственные процессы могут принадлежать элементу блока в целом (закладка камеры перед отбойкой целиков при системе с подэтажной отбойкой руды или закладка первичных и вторичных камер, заиловка отработанного подэтажа и т. д.). В этом случае эти процессы учитываются при определении продолжительности отработки элемента блока.

Построение календарного графика очистных работ по элементам блока

На основании эксплуатационных запасов элементов блока, очередности их отработки и производительности цикла по элементам строится календарный график очистных работ в блоке (табл. 4.7.8).

По графику организации очистных работ в блоке определяется продолжительность отработки каждого элемента блока (смен) и производительность при отработке элементов(т/мес).

Календарный график подготовки, нарезки и очистной выемки блока

Для определения времени подготовки, нарезки и отработки блока составляется календарный график.

Исходными данными служат: планы и разрезы конструктивного оформления блока, перечень и объемы подготовительных и нарезных выработок, эксплуатационные запасы блока в целом и по элементам, нормативные скорости проведения выработок, производительность очистных работ.

Составление календарного графика начинается с установления последовательности работ по подготовке, нарезке блока и очередности развития очистных работ.

Оформление календарного графика осуществляется в форме таблицы (табл. 4.7.9).

Таблица 4.7.7

График организации работ в цикле при отработке_____

(указывается элемент блока)

Наименование Процессов	Объем Работ по процессу, м, $м^3$, т, шт	Производительность при выполнении процесса, м/см, $м^3$/см, т/см	Продолжительность процесса, смен	I сутки			II сутки			III сутки		
				1 смена	2 смена	3 смена	1 смена	2 смена	3 смена	1 смена	2 смена	3 смена
1. Бурение												
2. Заряжание и взрывание												
3. Проветривание												
4. Выпуск и погрузка												
5. Крепление												
6.												
7.												

Таблица 4.7.8

График организации очистных работ в блоке

Наименование элементов блока	Кол-во Добываемой Рудной Массы (Д), т	Производительность цикла, т/сут	Продолжительность отработки элемента блока, мес	1 год месяцы												2 год месяцы				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Камера,	X	x	x																	
в том числе: отрезная щель	X	x	x																	
Подсечка	X	x	x																	
собственно камера	X	x	x																	
.....																				
Междукамерный целик	X	x	x																	
Потолочина	X	x	x																	
.....																				
.....																				
Всего :	x																			

Таблица 4.7.9

Календарный план подготовки, нарезки и очистной выемки блока

Наименование Работ	Длина Выработок, м	Скорость проведения выработки, м/мес.	Продолжительн. проведения выработки, мес.	Запасы рудной массы в блоке (Д), т	Средняя производительность блока, т/мес.	Продолжительность очистной выемки, мес.	1 год												2 год	
							I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
1. Подготовительные выработки:																				
Орт	------	------	------																	
Восстающий	------	------	------																	
2. Нарезные выработки:																				
Штрек скреперования	-----	-----	-----																	
Штрек подсечки	-----	-----	-----																	
Отрезной восстающий	-----	-----	-----																	
Буровой штрек	-----	-----	-----																	
3. Очистные работы Блок № 1				------	------	-----														

4.7.18. Вопросы безопасности работ

Рассматриваются основные вопросы, связанные с обеспечением безопасных методов ведения очистных работ в блоке, принимаемые решения подтверждаются ссылкой на соответствующий параграф и раздел “Единых правил безопасности”.

4.7.19. Технико-экономические показатели по системе разработки

Содержание экономических расчетов сводится к экономической оценке системы разработки, т.е. даются выводы о целесообразности применения рассмотренной системы разработки в заданных горнотехнических условиях. В случае, если выбор системы разработки является специальным разделом ВКР, выполняется анализ технико-экономических показателей нескольких систем разработки с учетом требований безопасности, санитарно-гигиенических условий труда и т.п., делается окончательный вывод о применении той или иной системы разработки.

Обязательно рассчитываются следующие технико-экономические показатели (табл. 4.7.10)

Таблица 4.7.10

Технико-экономические показатели по системе разработки

Наименование показателей	Показатели, полученные в ВКР
1. Система разработки 2. Параметры блока, м х м х м 3. Объем блока, $м^3$ 4. Промышленные запасы руды в блоке, т 5. Запасы рудной массы в блоке, т 6. Среднее значение потерь по блоку, % 7. Среднее значение разубоживания по блоку, % 8. Количество подготовительно-нарезных выработок на 1000 т запасов руды в блоке, м/1000т, $м^3$/1000т 9. Выход рудной массы на 1 м шпура или скважины, т/м 10. Расход ВВ на 1 т рудной массы, кг/т 11. Расход вспомогательных материалов на 1т рудной массы, кг/т. $м^3$/т, шт/т 12. Расход электроэнергии на 1т рудной массы, кВт-ч/т 13. Расход сжатого воздуха на 1 т рудной массы, $м^3$/т 14. Средняя производительность труда забойной группы, т/чел-смену 15. Средняя производительность блока, т/мес.	

Графическая часть

1. Система разработки в масштабе 1:500, 1:200 с деталировкой по указанию руководителя.

2. Паспорта буровзрывных работ при очистной выемке.

3. Паспорт буровзрывных работ при проведении подготовительно – нарезной выработки.

4.8. Вскрытие и подготовка месторождения

Решение вопросов вскрытия месторождения производится в соответствии с темой ВКР. При вновь разрабатываемом месторождении состав раздела следующий:

1. Анализ горно-геологических условий месторождения.

2. Обоснование и выбор главной вскрывающей выработки.

3.Число и типы главных и вспомогательных вскрывающих выработок, выбор их места заложения.

4. Обоснование высоты этажа (в разделе 4.6. она уже выбрана).

5. Охранные целики, построение границ зоны сдвижения.

6. Величина ступени вскрытия.

7. Инженерное обоснование способов вскрытия для последующего технико-экономического анализа.

8. Технико-экономическое сравнение выбранных способов вскрытия и выбор оптимального варианта. Краткая характеристика принятого варианта.

9. Выбор и обоснование схемы подготовки горизонта.

10 Выбор схемы околоствольного двора.

11. Организация работ и комплексная механизация при вскрытии и подготовке горизонта. Календарный или сетевой график проведения работ по вскрытию месторождения по годам строительства.

12. Экономическая часть:

-суммарный объем горно-капитальных работ;

-сводка капитальных затрат по руднику (инвестиции в основной капитал) на момент его пуска в эксплуатацию.

Сравнение вариантов вскрытия месторождения осуществляется с периодичностью 2 - 7 лет. Решение о варианте вскрытия во многом пред-

определяет будущие технико-экономические показатели отработки запасов.

Для технико-экономического сравнения вариантов вскрытия и подготовки месторождения необходимо пользоваться в качестве критерия оптимальности методикой экономических (реальных) инвестиций.

Оценку вариантов лучше всего производить по сроку окупаемости или по моменту, когда ЧДД (чистый дисконтированный доход) становится положительным.

Методика оценки вариантов представлена в работах (6 и 7). Не следует забывать, что рекомендуемые расчеты необходимо производить по каждому рассматриваемому варианту.

При большом количестве вариантов следует произвести предварительный отбор их, сократив общее число до 2 – 3.

При расчете капитальных затрат на горные работы на период сдачи шахты в эксплуатацию необходимо учитывать только те выработки, которые проводятся до начала производства очистных работ.

При выборе способа вскрытия, схемы подготовки горизонта и типа околоствольного двора необходимо увязывать все вопросы с технологией отработки месторождения, системой разработки, транспортом руды, вентиляцией и общим направлением развития работ на горизонте.

Графическая часть

1. Продольная проекция горных работ на вертикальную плоскость с нанесением основных вскрывающих и подготовительных выработок, границ охранных целиков.

2. Разрез вкрест простирания месторождения с нанесением основных выработок, зон сдвижения пород, охранных целиков.

3. План основного, концентрационного и промежуточного горизонтов.

4. Сечения основных вскрывающих и откаточных выработок.

5. План околоствольного двора с характерными поперечными разрезами. Вертикальный разрез по подземному бункеру.

6. Календарный или сетевой график вскрытия месторождения или горизонтов (по согласованию с руководителем).

4.9. Шахтный транспорт

В разделе решаются следующие задачи:

1. Выбор и обоснование рациональных видов шахтного транспорта.

2. Расчет магистрального шахтного транспорта (электровозная откатка, конвейерный транспорт и др.)

3. Организация работы шахтного транспорта.

4. Определение пропускной способности околоствольного двора.

5. Мероприятия по технике безопасности на транспорте.

Графическая часть

1. План околоствольного двора в масштабе 1:500 с указанием транспортного оборудования.

2. Узел сопряжения откатки со скиповым подъемом (разрез по бункеру).

3. Сечения основных выработок околоствольного двора.

4.10. Шахтный подъем

Исходные данные для проектирования подъема: годовая производительность шахты, глубина разработки в увязке с величиной ступени вскрытия, количество подъемных установок. В главе выполняется:

1. Расчет скипового и клетевого подъема. Определение величины полезного груза; обоснование типа скипа, системы подъема и подъемной машины. Определение скорости подъема и выбор двигателя. Кинематика и динамика подъема.

2. Режим работы главного и вспомогательного подъемов.

Графическая часть

1. Схема расположения подъемных машин, диаграмма усилий, скоростей и ускорений (на вкладке в пояснительной записке).

Экономическую часть расчетов производят в экономической части ВКР.

4.11. Водоотлив

1. Обоснование схемы водоотлива.

2. Насосная камера и водосборники. Тип, производительность и количество насосов. Определение мощности электродвигателей.

Графическая часть

1. Схема водоотлива (на вкладке в пояснительной записке).

Экономическая часть расчетов производится в экономической части ВКР.

4.12. Пневматическое хозяйство

1. Расчет потребного количества воздуха.

2. Выбор типа и количества компрессоров.

Графическая часть

1. Схема воздухопроводов с указанием потребителей воздуха (на вкладке в пояснительной записке).

Экономические расчеты производятся в экономической части ВКР.

4.13 . Электроснабжение, освещение

1. Принципиальная схема электроснабжения шахты (рудника).

2. Определение потребной мощности и выбор поверхностных и подземных силовых трансформаторов.

3. Освещение капитальных, подготовительных и очистных выработок. Расчет подземных и поверхностных осветительных сетей.

4. Общие энергетические показатели.

5. Расчет расхода и стоимости электроэнергии по процессам.

Графическая часть

1. Схема обеспечения потребителей электроэнергией (на вкладке в пояснительной записке).

Экономические расчеты выполняются по методике кафедры ЭГП.

4.14. Проветривание шахты

В данной главе необходимо решить следующие вопросы:

1. Определить необходимое количество воздуха для проветривания шахты.

2. Обосновать схему проветривания шахты и блоков для условий запроектированных систем разработки.

Графическая часть

1. Схема проветривания шахты с указанием количества проходящего по выработкам воздуха, депрессии, вентиляционных сооружений, замерных станций и т.п.

4.15. Генеральный план поверхности

1. Расположение основных зданий и сооружений на поверхности, их характеристика.

2. Транспортные магистрали и инженерные коммуникации (снабжение электроэнергией и сжатым воздухом промплощадки, теплоснабжение, система противопожарного водопровода)

Графическая часть

1. Генеральный план поверхности шахты с ориентировкой и изображением розы ветров.

4.16.Охрана труда

В настоящей главе разрабатываются общие мероприятия по безопасности, промсанитарии и противопожарной защите в целом по проектируемому руднику. В общем виде состав решаемых вопросов следующий:

1. Разработка организационных и технических мероприятий по технике безопасности и промсанитарии.

2. Составление оперативной части плана ликвидации аварий.

3. Мероприятия по предупреждению эндогенных и экзогенных пожаров.

4. Комплекс мероприятий по борьбе с пылью, газами, шумом, вибрацией и др.

5. Меры против попадания в шахту ливневых и паводковых вод и прорыва воды при вскрытии обводненных залежей, старых выработок или зоны закарстованных, трещиноватых, обводненных пород.

6. Расположение запасных выходов и пунктов аварийной сигнализации.

7. Места и порядок санитарно-бытового обслуживания работающих, организация медицинской помощи.

При рассмотрении вопросов техники безопасности и промсанитарии в данной главе, а также в соответствующих технологических разделах следует руководствоваться требованиями “Единых правил безопасности” , но не следует их повторять.

4.17. Охрана природы

При выполнении раздела необходимо руководствоваться следующими документами, в которых приведены его состав, объем, содержание, а также методические указания по выполнению с конкретизацией основных положений и требований для разработки проектных решений по охране

земных недр, атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, земель, растительного и животного мира:

- Законы Российской Федерации “Об охране окружающей природной среды” (от 19.12.91) и “О недрах” (от 21.02.92);

- “Пособие по составлению раздела проекта (рабочего проекта) “Охрана окружающей природной среды” к СНиП 1.02.01.85”;

- Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды”, М.: Экономика, 1986;

- Единые правила охраны недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых”. М.: Недра, 1987.

В разделе должны найти отражение следующие вопросы:

1. Целесообразность замены систем разработки с обрушением системами с закладкой с целью сохранения поверхности.

2. Рациональное размещение природных отвалов.

3. Очистка шахтных вод.

4. Сохранение окружающих месторождение лесных массивов.

5. Пути уменьшения потерь и разубоживания руды

6. Комплексное использование рудного сырья.

4.18.Экономическая часть

В разделе “Системы разработки” приводится подсчет затрат на подготовительные и нарезные выработки и оформляется в виде таблицы. Для дальнейших расчетов необходима стоимость этих выработок на 1 т товарной руды.

Расчет затрат на очистные работы производится на ПЭВМ по методике курсовой работы по экономике. Расчет производится обязательно на годовой объем добычи. Количество систем разработки определяет руководитель. Если спецчасть работы «выбор рациональной системы разработки», возможен расчет себестоимости по нескольким системам с целью выбора наилучшей.

В конце раздела “Вскрытие и подготовка месторождения” приводится смета на горно-капитальные работы по принятому варианту вскрытия.

Для проектов по разработке месторождений включаются затраты на 2-3 рабочих горизонта.

4.19. Анализ основных технико-экономических показателей

Все полученные в ВКР технико-экономические показатели, а также фактические показатели рудника-аналога заносятся в таблицу 4. 15.1.

После заполнения указанной таблицы студент обязан объяснить, за счет каких технических решений , заложенных в ВКР получены лучшие экономические результаты.

Таблица 4.19.1 также выполняется в виде иллюстрационного чертежа и входит в графическую часть ВКР.

Перечень графических материалов и экономических показателей, необходимых для выполнения ВКР%

1. Геология месторождения с тектоникой , рельефом местности, сеткой разведочных скважин с указанием отметок их устья, глубины, отметки подсечки рудных тел, мощности и содержания полезных компонентов.

2. Продольный разрез по месторождению или проекция на горизонтальную плоскость с нанесением горных работ на момент проектирования.

3. Поперечные разрезы по основным и вспомогательным вскрывающим выработкам.

4. Планы горных работ по горизонтам.

5. Планы околоствольных дворов основных и промежуточных горизонтов, продольные профили скиповой, клетевой и обгонной ветвей.

6. Поперечные сечения стволов шахт.

7. Паспорта крепления капитальных подготовительных и нарезных выработок.

8. Системы разработки.

9. Схема вентиляции рудника.

10. План промплощадки.

11. Стоимость зданий и сооружений на поверхности пообъектно.

12. Стоимость горно-капитальных работ по видам выработок.

13. Стоимость новой техники.

14. Штатное расписание.

15. Нормы выработки на новое оборудование.

16. Производительность труда трудящихся и рабочих: по шахте, по системам разработки, на подготовительно-нарезных работах.

17. Средняя заработная плата по категориям рабочих забойной группы, на подготовительно - нарезных работах.

18. Штаты ремонтных рабочих по процессам и всех рабочих на поверхности.

20. Калькуляция себестоимости добычи руды.

21. Цены на материалы и оборудование.

22. Отпускные цены на руду.

23. Нормы расхода материалов на очистные работы.

24. Калькуляция себестоимости и добычи руды по шахте.

25. Годовое понижение горных работ.

Таблица 4.15.1

Основные технико-экономические показатели ВКР инженера

Наименование показателей	Единица измерен.	Показатели полученные по ВКР инженера	Фактические показатели на аналогичном предприятии	Результаты сравнения (+, -)
Добыча руды в год	Тыс. т			
Себестоимость добычи 1 т руды:				
а) по очистным работам	Руб./ т			
б) по шахте	Руб./ т			
Рентабельность	%			
Балансовая прибыль	тыс. руб.			
Численность:				
а) трудящихся	чел.			
б) рабочих	чел.			
в) подземных рабочих	чел.			
Производительность труда:				
на 1 трудящегося в год	т			
на 1 рабочего в год	т			
на подземного в смену	т			
Заработная плата в месяц:				
Трудящегося	руб.			

Рабочего Подземного Расход электроэнергии на 1 т добычи Стоимость строительства Удельные капзатраты	руб. руб. кВт/ч тыс. руб. руб./т			

Рекомендуемая литература:

1. Агошков М. И. и др. Разработка рудных и нерудных месторождений. – М.: Москва. – 511с.

2. ГОСТ 2.850-75 и др. Горная графическая документация: Сборник.-Введ. с 01.07.77.-Содерж.: ГОСТ 2.850-75 – ГОСТ 2.857-75.

3. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. – М.: НПО ОБТ, 2003. – 135с.

4.Именитов В. Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. – М. Недра, 1984. – 504с.

5. Инфантьев А. Н. Вскрытие и подготовка мощных рудных месторождений. – М.: Недра, 1978. – 245с.

6. Киселев Н. А. Методические рекомендации по оценке вариантов вскрытия и подготовки рудных месторождений. Учебн. пособие. - Екатеринбург. Изд-во УГГА. 2003. – 25с.

7. Киселев Н. А., Кузьминых Н. Б. Экономические расчеты в выпускной квалификационной работе. Методическое руководство. Екатеринбург, 2008. - 48с.

8. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки. ВНТП 13-2-93. – Санкт-Петербург.: Комитет Российской Федерации по металлургии. Гипроруда, 1993. – 234с.

9. Справочник по горнорудному делу. Под редакцией Гребенюка В. А. и др., М..: Недра, 1983. – 816с.

10. Стряпунин В. В. Вскрытие и подготовка рудных месторождений: Учеб. пособие. – Екатеринбург. Изд. УГГА, 1999. – 80с.

11. Хохряков В. С.. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. М. «Недра» 1991, с. 304…321.

12. Шахтное и подземное строительство. Под редакцией Корнилкова М . В. и др. Екатеринбург. 2002. – 191с.

Программа и методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы инженера специальности 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых” (РРМ) направление 130400 – «Горное дело»

Авторы: Н. Г. Валиев, проф. д.т.н., В. А. Осинцев, проф., к.т.н.,
О. В. Славиковский, проф. д.т.н., В. Д. Пропп, проф., к.т.н.,
В. В. Стряпунин, доцент, к.т.н., Н. А. Киселев, доцент,
к.т.н., А. А. Химич, проф., к.т.н.

Ответственный: Осинцев В. А., Химич А. А.

Корректура кафедры ГД

Подписано к печати Формат бумаги 60 х 84 1/16

Печ. л. 2,8 Тираж 150 экз. Заказ

Цена С.

Лаб. множительной техники УГГУ,
620144 Екатеринбург, Куйбышева, 30

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГБОУ ВПО

«Уральский государственный горный университет»

ДАЛЬНЕЙШАЯ РАЗРАБОТКА РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Методическое руководство

по выполнению выпускной квалификационной работы инженера специальности 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых” (ПРМ) направления 130400 - “Горное дело”

Екатеринбург

2013

Министерство образования и науки
Российской Федерации

ФГБОУ ВПО

«Уральский государственный горный университет»

О Д О Б Р Е Н О
Методической комиссией
горно-технологического
факультета
“_____” _____2013 г.
Председатель комиссии
_____доц. В. П. Тюлькин

ДАЛЬНЕЙШАЯ РАЗРАБОТКА РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Методическое руководство
по выполнению выпускной квалификационной работы
инженера специальности 130404 - “Подземная разработка
месторождений полезных ископаемых” (ПРМ)
направления 130400 - “Горное дело”

Издание УГГУ Екатеринбург, 2013

Программа и методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы (ВКР) инженера специальности 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых” (ПРМ), специализация «Подземная разработка рудных месторождений» (РРМ), тема «Дальнейшая разработка рудного месторождения»,направление 130400 - “Горное дело” /Н. Г. Валиев, В. А. Осинцев, О. В. Славиковский, В. Д. Пропп, В. В. Стряпунин, Н. А. Киселев, А. А. Химич/. Уральский государственный горный университет.
Кафедра Горного дела. - Екатеринбург: Изд. УГГГУ, 2013. – 38с.

Программа и методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы (ВКР) инженера «Дальнейшая разработка рудного месторождения» предназначены для студентов очного и заочного обучения специальности 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых”, специализации РРМ направления 130400 - “Горное дело”.

В программе и методических указаниях изложены общие положения, требования к содержанию работы, организации ее выполнения, приводится перечень графических материалов и технико-экономических показателей, необходимых для выполнения ВКР, а также тематика возможных специальных разделов ВКР.

Программа и методические указания рассмотрены на заседании кафедры разработки рудных месторождений “____”_____2013г., (протокол № ___) и рекомендованы для издания в УГГУ.

Рецензент: В. Г. Поль - директор ОАО «УРАЛГИПРОРУДА»

© Уральский государственный горный университет, 2013
© Н. Г. Валиев, В. А. Осинцев, В. Д. Пропп, В. В. Стряпунин, Н. А. Киселев, А. А. Химич, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения……4
2. Тематика специальной части ВКР инженера…….5
3. Организация и общие требования по выполнению ВКР инженера……7
4. Содержание ВКР инженера……8
4.1. Реферат…….8
4.2. Введение……8
4.3. Общая характеристика района и горно-геологические особенности месторождения……8
4.4. Современное состояние горных работ …….....9
4.5. Общая организация работы шахты (рудника)……10
4.6. Годовая производительность шахты и срок её существования……..10
4.7. Выбор и обоснование системы разработки ……11
4.8. Вскрытие и подготовка месторождения…….. 30
4.9. Шахтный транспорт……32
4.10. Шахтный подъем…….33
4.11. Водоотлив……33
4.12. Пневмохозяйство…….33
4.13. Электроснабжение, освещение…….34
4.14. Проветривание шахты……34
4.15. Генеральный план поверхности……34
4.18. Охрана труда……35
4.19. Охрана природы……..35
4.20. Экономическая часть…….36
4.21. Анализ основных технико-экономических показателей……..36
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…….38

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Данная программа и методические разработки по выпускной квалификационной работе инженера составлены в соответствии с Положением о Государственных Аттестационных Комиссиях и на основе Инструкции по подготовке ВКР инженера.

ВКР инженера является важнейшей работой студента, завершающей его подготовку в высшей школе. Задачей ВКР инженера является проверка общей подготовленности студента к самостоятельному решению инженерно-технических вопросов по разработке месторождения полезных ископаемых. В этой работе студент должен показать высокий уровень знаний в области специальных и экономических дисциплин, достижений горнодобывающей промышленности.

При выполнении ВКР инженера студент обязан руководствоваться решениями по развитию горнорудной промышленности, рациональному использованию минеральных ресурсов и охраны окружающей среды.

Выпускная квалификационная работа инженера должна отвечать реальным запросам промышленности. В работе должны быть использованы современные достижения науки и техники , комплексной механизации и автоматизации производства, научной организации труда.

При выполнении ВКР основное внимание должно быть обращено на увязку отдельных звеньев технологических процессов. Основные расчеты и выбор оборудования должны производится по упрощенным методам, с максимальным использованием укрупненных показателей, стандартов, номограмм, таблиц.

Специальная часть должна содержать самостоятельные решения и выводы.

Экономическая часть ВКР инженера предусматривает решение следующих вопросов:

1. Определение капитальных вложений, потребных для реконструкции рудника (вскрытие и подготовка нижних горизонтов шахтного поля).

2. Определение себестоимости руды в пределах выемочного участка или блока.

Для получения реальных результатов экономические расчеты должны производиться на основе действующих норм выработки, расценок, тарифных ставок и окладов; технически обоснованных норм расхода материалов, топлива, энергии; их стоимость должна приниматься по ценам в период выполнения ВКР.

2. ТЕМАТИКА СПЕЦИАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРА

Тема специальной части устанавливается предварительно перед отъездом студента на вторую производственную практику. Окончательно тема специальной части определяется после анализа материалов практики и утверждаются в установленном порядке. Изменение темы в процессе работы не допускается.

Тематикой ВКР инженера могут быть следующие вопросы:

1. Проект реконструкции действующего предприятия (дальнейшая разработка).

2. Вскрытие глубоких горизонтов шахтного поля.

3. Доработка месторождения.

При поступлении запросов от горнорудных предприятий темы ВКР могут быть приняты и другие.

В качестве специальной части рекомендуются следующие вопросы:

1. Выбор рационального способа вскрытия и подготовки нижних горизонтов эксплуатируемого месторождения.

2. Выбор сроков и порядка подготовки этажей, панелей, блоков в шахтном поле.

3. Выбор рациональной системы разработки на основе технико-экономического анализа.

4. Разработка и экономическая оценка конструктивных параметров системы разработки.

5. Обоснование технологии, организации и учета выпуска руды из обрушенных блоков.

6. Определение размеров целиков, способов их выемки.

7. Разработка эффективной технологии закладочных работ.

8. Оценка валового и селективного способов отработки месторождений.

9. Технология и организация буровзрывных работ при очистной выемке.

10. Обоснование рациональных способов управления горным давлением.

11. Вопросы рудничной вентиляции.

12. Вопросы улучшения условий труда, разработка оперативной части плана ликвидации аварий применительно к горизонту или участку.

13. Физико-химические и специальные методы разработки полезных ископаемых (расплавление, растворение, гидродобыча, выщелачивание, повторная разработка месторождений и т.п.)

14. Изыскание путей снижения потерь и разубоживания руды.

15. Разработка мероприятий по совершенствованию организации и управления производством.

16. Оценка эффективности производства в новых условиях рыночных отношений.

17. Разработка календарного плана строительства и развития предприятия и т.д.

18. Перспективное календарное планирование горных работ.

19. Текущее и оперативное календарное планирование всех видов горных работ.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРА

К выполнению ВКР инженера допускается студент, сдавший все экзамены и зачеты в соответствии с учебным планом. Работа над ВКР осуществляется под руководством руководителя и консультантов по отдельным разделам.

Общее время на выполнение ВКР инженера и защиту работы отводится 14 недель или 84 рабочих дней. В законченном виде ВКР сдается на предварительный просмотр руководителю. В случае положительной оценки ВКР направляется на отзывы консультантам по разделам и на отзыв рецензенту от промышленности.

За 2-3 дня до защиты ВКР с отзывами и заключением руководителя представляется заведующему кафедрой для окончательного решения вопроса о допуске студента к защите в Государственной Аттестационной Комиссии..

Графическая часть ВКР выполняется в туши, на листах формата AI (594×811), общее количество чертежей устанавливается по согласованию с руководителем и не должно быть меньше семи. Их оформление должно соответствовать требованиям ГОСТ 2.850-75, ГОСТ 2.857-75.

Пояснительная записка должна быть написана и оформлена грамотно, аккуратно и четким почерком или напечатана на компьютере. Не допускается сокращение слов, за исключением общепринятых стандартов. Текст записки должен иметь сквозную нумерацию, таблицы должны иметь название и номер по порядку.

При использовании литературных и других источников необходимо делать ссылку на них.

Приводимые формулы и расчеты должны быть снабжены необходимыми пояснениями. Общеизвестные положения не обосновываются.

При изложении материала необходимо максимально использовать таблицы и графики, что позволит уменьшить объем текстовой части. В тексте записки должны быть сделаны ссылки на чертежи.

Пояснительная записка выполняется в виде рукописи на бумаге формата А 4 чернилами, пастой согласно ГОСТ 2.106-68 или может быть отпечатана на компьютере по ГОСТ 2.105-79.

Текст записки оформляется согласно ГОСТ 2.105-79. Объем текстовой части не должен превышать 90-120 страниц.

Решение о подготовленности студента для работы в качестве инженера и о присвоении ему квалификации выносится Государственной Аттестационной Комиссией. В своем решении Государственная Аттестационная Комиссия учитывает не только качество выполненного проекта, но и качество его защиты.

4. СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРА

4.1. Реферат.

Общие требования к реферату по ГОСТ 7.9-77.

В начале реферата указать общий объем пояснительной записки (стр.), количество иллюстраций, таблиц, использованной литературы, приложений; объем графической части проекта (листов чертежей).

В тексте реферата отразить сущность выполненной выпускной квалификационной работы, краткие выводы, сведения об эффективности, возможные области использования рекомендаций. В конце приводится список ключевых слов (10…15 слов в именительном падеже, отражающие суть работы).

4.2. Введение.

Во введении излагаются: цель деятельности предприятия, возможные виды продукции, спрос потребителей на данную продукцию, требования к качеству у потребителей, конкуренты и их возможности (объемы, качество продукции, качественная оценка уровня затрат или рентабельности), максимальный спрос.

Если темой ВКР является строительство рудника, то оценку величины спроса и оценку его удовлетворения следует производить на момент начала стабильной добычи.

4.3. Общая характеристика района и горно-геологические особенности месторождения.

4.3.1. Общие сведения

Местоположение месторождения по географическим признакам и административному положению. Климатические условия района. Наличие лесных и строительных материалов. Степень промышленного освоения района. Водоснабжение, транспортные коммуникации. Источники получения рабочей силы.

4.3.2. Краткая геологическая характеристика месторождения

Горно-геологическая характеристика месторождения.

Генезис и тектоника месторождения. Формы и элементы залегания рудных тел. Физико-механические характеристики руд и вмещающих пород. Гидрогеология. Ожидаемые притоки вод. Степень разведанности месторождения. Исходные положения, принятые при подсчете запасов (плотность, содержание полезных компонентов и т.д.). Подсчет запасов руд. Принятый метод определения запасов. Обеспеченность запасами.

В зависимости от темы ВКР графическая часть по согласованию с руководителем работы может быть представлена:

1. Планами одного - двух горизонтов с нанесением геологической обстановки 1:2000, 1:5000.

2. Характерными продольными и поперечными разрезами с нанесением границы отработанных этажей, тектонической обстановки.

Материалы раздела излагаются кратко с описанием сведений, которые необходимы для решения основных технологических вопросов по добыче и первичному переделу руды. Целесообразно количественные данные по элементам залегания месторождения, физико-механическим свойствам руд давать в виде таблиц.

4.4. Современное состояние горных работ

Данный раздел выполняется в том случае, когда темой ВКР являются вопросы, связанные с дальнейшим развитием горных работ на шахте (доработка).

В разделе дается краткое описание горных работ на 01 января текущего года в целом по шахтному полю, вскрывающим выработкам, приводятся номера блоков, находящихся в очистной выемке, объемы производства рудника (добыча, проходка всех видов, закладочные и буровые работы) за предыдущий год.

Описывается схема вскрытия рудника и схема подготовки этажа. Дается характеристика вскрывающих выработок и оборудования подъемов (емкость скипов, скорость движения скипов), тип и основные параметры околоствольного двора.

Приводятся данные о применяемых системах разработки и их технико-экономических показателях. Указываются типы используемого оборудования для бурения скважин (шпуров), доставки руды в блоке.

Тип транспорта и его оборудование. Схема вентиляции шахты (рудника).

Описывается развитие очистных работ по шахтному полю и указываются этажи, находящиеся в эксплуатации (с указанием, по возможности, отработанных и оставшихся блоков).

При решении последующих вопросов ВКР, обязательно учитывается состояние горных работ на начало проектируемого периода.

Современное состояние горных работ (по согласованию с руководителем) отражается на листах графики “Геология месторождения” и “Вскрытие месторождения”

.

4.5. Общая организация работы шахты (рудника)

В ВКР должен быть запроектирован режим работы предприятия: число рабочих дней в году, число рабочих смен в сутки и их продолжительность для всех участков, цехов и отделов.

Прерывный режим работы с пятидневной рабочей неделей можно принимать без обоснования.

Устанавливаются: общая организация работы шахты (рудника), организация работы поверхностного комплекса.

Приводится перечень сторонних организаций, выполняющих отдельные производственные процессы на руднике.

4.6. Годовая производительность рудника и срок его существования

Перед расчетом годовой производительности необходимо дать анализ применяемых систем и наметить по горно-геологическим условиям месторождения, возможные к применению более эффективные системы (на основании раздела “Системы разработки”). Принять параметры системы разработки и показатели потерь и разубоживания.

Обоснование оптимальной годовой производительности проектируемого предприятия производится с учетом горно-геологических условий месторождения.

При решении задачи рекомендуется определять производительность рудника по годовому понижению горных работ.

При отработке месторождений горизонтального и пологого залегания производительность рудника может быть определена по скорости подвигания очистных забоев.

В случае малых сроков отработки этажа или горизонта должны быть определены основные рекомендации по организации скоростных методов проходки выработок.

В заключение раздела устанавливается срок службы шахты (рудника) с учетом периода развития и затухания горных работ.

Определение годовой производительности рудника (шахты) носит предварительный характер для возможности всех последующих технологических расчетов. При этом принимаются во внимание общие требования к решению вопросов сырьевой базы конкретной области, анализ передовых аналогов отечественной и зарубежной практики в решении данного вопроса.

В разделе “Системы разработки” годовая производительность окончательно корректируется по срокам подготовки этажа.

В отдельных случаях производительность предприятия может быть задана руководителем проекта. В случае проектирования или реконструкции предприятия на базе полиметаллического месторождения в комплексе с обогатительной фабрикой проектная производительность устанавливается по концентрату.

4.7. Выбор и обоснование системы разработки

При этом обоснование и выбор необходимо производить в следующем порядке:

4.7.1. Геологические особенности месторождения, влияющие на технологию его разработки.

4.7.2. Распределение запасов месторождения на участки с характерными горно-геологическими условиями (по мощности, устойчивости руд и вмещающих пород, углу падения и т.д.), предопределяющими различные системы разработки и определение их долевого участия.

4.7.3. Выбор системы разработки с участием постоянных и переменных горнотехнических факторов для каждого выделенного участка месторождения.

К постоянным факторам относятся: устойчивость руд, устойчивость вмещающих пород, мощность и угол падения рудного тела. Переменные факторы: склонность руд к самовозгоранию, слеживанию, необходимость сохранения земной поверхности, наличие в рудном теле включений пустых пород и забалансовых руд, характер контактов залежи (в отношении их четкости и правильности), большая

глубина разработки, необходимость интенсивной разработки месторождения, наличие или отсутствие дешевых местных материалов для твердеющей закладки, ценность руды и т.д.

По данным задания на проектирование принимаются значения постоянных и определяется перечень переменных факторов.

Например, условия: руды устойчивые, вмещающие породы неустойчивые, мощность 10 м, угол падения 60^0, руды повышенной ценности.

Затем производится постепенное исключение неприемлемых систем разработки в результате последовательного рассмотрения постоянных и переменных факторов. Рассмотрению подлежат все системы разработки по классификации проф. Именитова В.Р. При рассмотрении каждого из факторов, следующие после него, в тот момент, не принимаются во внимание. Системы разработки, оказавшиеся неприемлемыми по какому-то фактору, исключаются из дальнейшего рассмотрения по всем оставшимся факторам.

Рассмотрение систем по постоянным и переменным факторам удобнее осуществлять в табличной форме (табл. 4.7.1).

Таблица 4.7.1

Отбор технически приемлемых систем разработки

Факторы	Приемлемые системы		
	С естественным поддержанием очистного пространства (I класс)	С обрушением руды и вмещающих пород (II класс)	С искусственным поддержанием очистного пространства (III класс)
А. Постоянные: 1. Руды устойчивые	Сплошная Камерно – столбовая. Этажно-камерная. С подэтажной отбойкой. Потолкоуступная. С распорной крепью	Этажное принудительное обрушение с компенсационными камерами. Этажное принудительное обрушение со сплошной выемкой. Подэтажное принудительное обрушение с донным выпуском. Подэтажное принудительное обрушение с торцовым выпуском	Однослойная выемка с закладкой. Горизонтальные слои с закладкой. Наклонные слои с закладкой. Система разработки тонких жил с раздельной выемкой. Нисходящая слоевая выемка с твердеющей закладкой. С усиленной распорной крепью. С крепежными рамами. Однослойная выемка с

			обрушением кровли. Слоевое обрушение. Щитовая система.
2. Вмещающие породы неустойчивые	—	Все раннее рассмотренные системы	Все, ранее рассмотренные системы
3. Мощность 10 м	—	Подэтажное принудительное обрушение с донным выпуском. Подэтажное принудительное обрушение с торцовым выпуском	Горизонтальные слои с закладкой. Нисходящая слоевая выемка с твердеющей закладкой. Со станковой крепью. Слоевой обрушение
4. Угол падения 60^0	—	--”--”--	--”--”--
Б. Переменные			
1. Повышенная ценность руды	—		

В результате отбора остается одна или несколько систем разных классов.

В том случае, когда остается одна система разработки, она принимается для дальнейшего расчета.

Вариант принятой системы разработки выбирается заведомо лучший, т.е. лучший по каким-либо одним показателям при постоянстве других.

Если остается несколько систем разработки и они принадлежат одному или разным классам, то производится выбор лучшей системы по технико-экономическим показателям.

4.7.4. Выбор системы разработки по технико-экономическим показателям.

Из числа систем, приемлемых по горно-техническим факторам, предпочтение отдается системе, при которой проще обеспечить безопасность. Помимо требований безопасности система разработки должна по возможности обеспечить низкую себестоимость добычи руды и высокую производительность труда, минимальные потери и разубоживание руды, благоприятные санитарно-гигиенические условия труда (хорошее проветривание очистных забоев, незначительное пылеобразование и т.д.),

надежность безаварийной работы предприятия (предупреждение пожаров, прорыва плывунов и т.д.), благоприятные условия для дальнейшего совершенствования механизации работ и автоматизации управления.

Учитывая, указанные выше требования, производят технико-экономическую оценку систем разработки. Технико-экономическая оценка производится по минимуму потерь и разубоживания руды., по минимуму объема подготовительно - нарезных работ на 1000 т запасов руды в блоке, по максимуму производительности забойного рабочего по системе. Возможно привлечение и других показателей (производительность блока за единицу времени и т.д.). Перечисленные показатели принимаются по данным практики и горнотехнической литературе.

При наличии данных по себестоимости добычи руды рассматриваемыми системами разработки в аналогичных заданию условиях, возможно проведение экономического сравнения.

После оценки технико-экономических показателей делается окончательный вывод о выбранной для данных конкретных условий системе разработки.

Выбранную систему разработки студент обязан согласовать с руководителем ВКР.

4.7.5. Описание выбранной системы разработки

Дается краткое описание особенностей принятого варианта системы разработки. Приводится порядок подготовки и нарезки блока. Указывается последовательность отработки элементов блока, методы их выемки. Освещаются специфические особенности отработки выемочного блока в сложных горно-геологических условиях. Описание системы выполняется после того как будут решены вопросы подготовки и нарезки блока, разбивки его на элементы и механизации основных производственных процессов. Излагаемый материал иллюстрируется на листе формата А1.

4.7.6. Обоснование параметров выемочного блока и его элементов

В зависимости от выбранной системы разработки дается обоснование высоты блока (этажа), ширины и длины блока (панели). Принимаются параметры камер и целиков (панельных, опорных, междукамерных и междуэтажных), толщина потолочины, высота днища, высота подэтажа отрабатываемого слоя, уступа и т.д. Обосновывается расстояние между выработками выпуска и между выпускными

отверстиями (погрузочными камерами). Высота блока равна высоте этажа и принимается по параметрам системы разработки.

Ширина и длина блока (панели) принимаются по аналогии с опытом действующих предприятий или по данным технической литературы и учебников. Один из параметров может определятся мощностью рудного тела.

Блок разбивается на выемочные элементы.

Параметры камер при системах подэтажных штреков (ортов) и этажно-камерной принимать из условия, что камерные запасы должны составлять не менее 35% запасов блока. Необходимо стремиться к увеличению удельного веса камерных запасов с учетом последующей эффективной и безопасной отработки целиков.

Параметры междукамерных и междуэтажных целиков принимать по данным практики и горнотехнической литературе.

Качество ВКР значительно возрастает если параметры камер и целиков будут проверены расчетами геомеханики. Высота подэтажа отрабатываемого слоя, уступа принимается с учетом горно-геологической характеристики месторождения и комплекса применяемого бурового и погрузочного оборудования.

4.7.7. Расчет геологических запасов блока

На основании принятых параметров определяются геологические запасы выемочного блока в $м^3$, с учетом плотности руды рассчитываются геологические запасы в т. Геологические запасы руды в блоке разбиваются по элементам системы разработки. (табл. 4.6.2). Для расчетов лучше взять реальный блок.

Таблица 4.7.2.

Геологические запасы руды в блоке

Элементы блока	Параметры элементов				Плотность руды, $т/м^3$	Запасы руды,		Примечание
	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Объем $м^3$		т	%	
1. Камерные запасы	45	15	20	27000	x	x	x	
2. Междукамерный целик	15	15	40	9000	x	x	x	
3. Днище блока	60	15	14	12600	x	x	x	

4..... 5.....								
Всего				x	x	x	100	

4.7.8. Выбор метода отработки и схем механизации основных производственных процессов каждого элемента блока.

В зависимости от принятой системы разработки принимается метод отработки каждого элемента блока. Принятие метода от работки каждого элемента блока должно быть увязано с горно-геологическими особенностями месторождения, основной сущностью системы разработки и порядком развития очистных работ в блоке. Возможные методы отработки элементов блока принимаются по аналогии с опытом действующих предприятий или по горнотехнической литературе.

В зависимости от принятого метода отработки элементов блока принимается схема механизации основных производственных процессов.

Выбирается тип машины, механизма или комплекс машин. Следует стремиться к однотипности оборудования для всех элементов блока.

В соответствии с намеченными методами отработки элементов блока и стадийностью очистных работ определяется перечень производственных процессов (бурение, заряжание и взрывание, погрузка и доставка руды, закладка, крепление и т.д.). Обосновываются для каждого элемента блока рациональные методы отбойки (шпуровая, штанговыми скважинами, глубокими скважинами), Выбирается диаметр шпуров (скважин) и тип бурового оборудования, принимается тип ВВ, метод заряжания и взрывания, средства механизации, в зависимости от принятого варианта отработки элементов блока принимается способ выпуска руды - донный или торцовый, способ погрузки и доставки рудной массы. Принимается тип и марка оборудования, метод вторичного дробления негабаритных кусков руды и ликвидации зависаний в рудовыпускных выработках, способ крепления выработанного пространства. Принимается тип крепления (распорные стойки, крепежные рамы, станковая крепь, штанговое крепление и т.п.), механизация процесса крепления, способы закладки выработанного пространства (при соответствующей системе разработки), вид закладочного материала, методы размещения закладки, сопутствующие процессы и работы (установка перемычек, дренирование, гидроизоляция и т.д.), механизация

закладочных работ, закладочные работы при отработке пожароопасных месторождений, сопутствующие процессы и работы. Механизация заиловочных работ.

В результате рассмотрения всех процессов по элементам блока набирается комплекс основных машин и оборудования необходимый для ведения очистных работ. Машины, входящие в комплекс, увязываются по производительности и количеству с целью равномерной загрузки их и максимального использования по времени.

Кроме машин для выполнения основных производственных процессов в комплекс включаются машины для вспомогательных процессов - бульдозеры, самоходные транспортные тележки, доставщики горюче-смазочных материалов и воды, машины для транспортирования людей, дорожные машины, телескопические вышки для осмотра кровли и т.д.

В конце раздела приводится состав принятого комплекса машин и оборудования.

4.7.9. Выбор способа подготовки и нарезки блока

На основе выбранной системы разработки, принятых параметров блока и его элементов, методов отработки их и схем механизации производится конструктивное оформление блока. Графика выполняется на листе формата А1 и должна содержать:

- разрез по простиранию (проекция на вертикальную плоскость), на которой изображается нормальная стадия очистных работ в блоке;

- разрез вкрест простирания;

- план рабочего горизонта.

На чертеже должны быть показаны все подготовительные выработки, обеспечивающие компоновку основного откаточного горизонта, блоковые восстающие, выработки горизонта вентиляции, в качестве которых обычно используются выработки откаточного горизонта выше расположенного этажа или они могут быть пройдены специально.

Одновременно конструируется схема расположения нарезных выработок, обеспечивающих непосредственное осуществление очистных работ.

К нарезным выработкам следует отнести: выработки выпуска и погрузки (доставки) горной массы, бурового горизонта, подсечки и отрезки, вентиляционные сбойки, рудоспуски и т. д. При размещении выработок в пределах блока следует помнить - для каких целей проводится выработка, какие машины и оборудование будут размещены в ней, где и из какой выработки начинается проведение данной выработки,

где заканчивается выработка, метод проведения выработки, вентиляция выработок в период отработки блока.

Расчет проведения одной из нарезных выработок (по согласованию с руководителем):

- штрек (орт) выпуска и доставки;
- штрек подсечки; буровой штрек;
- блоковый восстающий.

Поперечные размеры выработок принимаются в зависимости от габаритов размещаемого и эксплуатируемого в них оборудования. При использовании в блоке самоходного оборудования желательно проведение подготовительных и нарезных выработок с применением этого же комплекса машин [4].

После полного конструктивного оформления блока определяется состав и объем подготовительных и нарезных выработок (табл. 4.7.3). Рассчитываются промышленные запасы руды по элементам блока и по блоку в целом, за вычетом запасов извлекаемых при проведении подготовительно-нарезных выработок (табл. 4.7.4; 4.7.5). Определяется объем подготовительно-нарезных выработок приходящихся на 1000 т готовых к выемке запасов руды в м/1000 т и $м^3$/1000 т.

4.7.10. Расчет количества добываемой рудной массы по элементам блока и по блоку в целом

Определяются запасы рудной массы добываемой из блока, одновременно определяются запасы рудной массы и по элементам блока (табл. 4.7.6). При расчете коэффициенты потерь(n) и разубоживания (p) принимают по данным практики на аналогичных предприятиях или по нормативным показателям в зависимости от методов отработки элементов блока.

4.7.11. Определение порядка отработки элементов блока, объемов работ в них и состава производственных процессов

На основании принятой системы разработки назначается очередность отработки элементов блока (последовательность выемки камерных запасов, междуэтажного и междукамерного целика для камерных систем, проведение закладочных работ, осуществление заиловки или порядок отработки подэтажей при подэтажном обрушении, последовательность их выемки, опережение верхнего подэтажа относительно нижнего и панелей в подэтаже и т.д.

При назначении очередности отработки элементов блока следует еще раз проверить обеспечивают ли принятые схемы подготовки и нарезки возможность выемки каждого элемента в принятой последовательности.

В каждом элементе блока определяется состав работ и их объем (например, в системе с подэтажной отбойкой руды отработка камерных запасов включает следующий состав работ: образование отрезной щели, подсечку камеры и отработку собственно запасов камеры; отработка днища блока включает образование рудоприемных выработок: воронок, траншей и отработку собственно запасов днища, очень часто совмещаемую с отработкой потолочины или междуэтажного целика и т.д.).

Для каждого вида работ в элементе блока определяется состав производственных процессов (бурение, заряжание и взрывание, выпуск и доставка руды, закладка, крепление и т.д.).

4.7.12. Расчет процесса буровзрывных работ

В соответствии с намеченными методами отработки элементов блока, рационального метода отбойки, выбранного диаметра шпуров (скважин), типа бурового оборудования, типа ВВ, метода заряжания и взрывания, а также средств механизации рассчитывается комплекс буровзрывных работ.

С учетом подготовительно-нарезных работ намечается схема расположения шпуров и скважин.

Производится расчет параметров буровзрывных работ. Определяется расход основных материалов: ВВ и СВ, буровой стали, твердых сплавов.

Расчеты производятся для каждого элемента блока, при различных методах буровзрывных работ в них, а затем определяются суммарные показатели по блоку.

4.7.13. Расчет процесса выпуска и доставки руды

В соответствии с намеченными методами отработки блока, принятой схемой механизации и выбранным оборудованием рассчитывается процесс выпуска и доставки руды. При донном выпуске руды (система этажного принудительного обрушения, этажного самообрушения и подэтажного обрушения с повышенной высотой этажа) принимается планограмма и доза выпуска. Рассчитывается производительность оборудования, занятого на выпуске рудной массы.

Определяется расход материалов: канатов и стали для скребков при скреперной доставке; дизельного топлива, смазочных материалов и шин при использовании самоходных машин и т.д.

Расчеты производятся для каждого элемента блока и определяются суммарные затраты по блоку.

4.7.14. Расчет процесса крепления выработанного пространства

В зависимости от принятого способа крепления рассчитываются параметры крепи или принимаются по аналогии. Расход крепежного материала рассчитывается по паспорту крепления.

4.7.15. Расчет процесса закладки

Рассчитывается потребное количество закладочного материала, его состав для твердеющей закладки, определяется требуемая прочность.

Выбирается схема транспортирования закладки в блок.

Таблица 4.7.3

Подготовительно-нарезные выработки, проводимые по руде

Элементы блока, Наименование выработки	Длина, м	Сечение, $м^2$	Объем, $м^3$
1. Днище блока 1.1. Орт-заезд 1.2.			
Всего			
2. Междукамерный целик 2.1. Восстающий 2.2.....			
Всего			
3. Камера 3.1. Отрезной восстающий 3.2.....			
Всего			
4. Потолочина 4.1. Буровой орт 4.2.			
Всего			
Итого			

Таблица 4.7.4

Промышленные запасы блока, подлежащие очистной выемке

Элемент Блока	Объем элемента блока, $м^3$	Суммарный объем выработок, проводимых по руде, $м^3$	Объем элемента блока, подлежащий очистной выемке, $м^3$	Плотность руды, $т/м^3$	Промышленные запасы блока, т
1. Днище блока 2. Междукамерный целик 3. Камера 4. Потолочина					
Всего					

4.7.16. Расчет процесса заиливания

При обработке пожароопасных месторождений системами с обрушением вмещающих пород или с обрушением руды и вмещающих пород обязательно предусматривать профилактическое заиливание. Принимается состав заиловочной смеси и требуемое количество ее на блок.

Выбирается способ заиливания, определяется перечень сопутствующих работ (возведение перемычек и т.д.).

Аналогично рассматриваются и другие производственные процессы, которые могут выявиться в связи с особенностями принятой системы разработки (смыв рудной мелочи в блоке и т.д.).

4.7.17. Организация работ в выемочном блоке

В расчет организации работ в выемочном блоке входит:

- расчет продолжительности производственных процессов в цикле очистных работ;

- построение календарного графика организации работ в блоке, включая подготовительные, нарезные и очистные работы.

Расчет продолжительности производственных процессов в цикле очистных работ и продолжительности цикла по элементам блока

В зависимости от системы разработки принимается объем руды, добываемый за один цикл очистных работ (объем одного отбиваемого слоя в системах с открытыми

камерами с этажной отбойкой, в системе с магазинированием руды, в системах с закладкой: одной обрушаемой секции в “зажатой среде” и т.д.).

При стадийной отработке блока, объем руды добываемой за цикл, определяется для каждого элемента блока.

Устанавливается перечень производственных процессов, входящих в цикл каждого элемента блока. По расчетным данным производственных процессов и объема руды, отбиваемого за цикл, определяется объем требуемой работы. Делением требуемого объема работы на производительность используемого оборудования определяется продолжительность процесса в цикле

Таблица 4.7.5

Количество добываемой рудной массы из блока

Элементы блока	Промышленные запасы блока, (Б) Т	Коэффициент потерь (Кп), доли ед.	Количественные потери (П), т	Коэффициент извлечения ($К_и$=1- п), доли ед.	Извлекаемые запасы руды (Б · $К_и$), т	Коэффициент разубоживания (R), доли ед.	Кол-во пустой породы, примешиваемой к руде (В=Д· R), т	Кол-во добываемой рудной массы (Д=Б), т	Доля стадии в количестве добытой рудной массы из блока, %
Днище блока Междукамерный целик Камерные запасы Потолочина	X X X X								
Итого:	X	Средн.		Средн.		Средн.		x	
Подготовительно-нарезные работы	X			1,0				x	
Всего по блоку	X	Средн.		Средн.		Средн.		x	100

где П и В - количественные потери руды и количество примешанной к рудной массе породы по видам работ.

Количество одновременно работающего оборудования определяется расстановкой.

По определенной продолжительности процессов с учетом рабочих смен в сутки строится график организации работ в цикле (табл. 4.7.7). При построении графика учитывается возможность совмещения производственных процессов.

На основании графика определяется продолжительность цикла в сутках и производительность (т/сут) по рассматриваемому элементу блока.

Отдельные производственные процессы могут принадлежать элементу блока в целом (закладка камеры перед отбойкой целиков при системе с подэтажной отбойкой руды или закладка первичных и вторичных камер, заиловка отработанного подэтажа и т. д.). В этом случае эти процессы учитываются при определении продолжительности отработки элемента блока.

Построение календарного графика очистных работ по элементам блока

На основании эксплуатационных запасов элементов блока, очередности их отработки и производительности цикла по элементам строится календарный график очистных работ в блоке (табл. 4.7.8).

По графику организации очистных работ в блоке определяется продолжительность отработки каждого элемента блока (смен) и производительность при отработке элементов(т/мес).

Календарный график подготовки, нарезки и очистной выемки блока

Для определения времени подготовки, нарезки и отработки блока составляется календарный график.

Исходными данными служат: планы и разрезы конструктивного оформления блока, перечень и объемы подготовительных и нарезных выработок, эксплуатационные запасы блока в целом и по элементам, нормативные скорости проведения выработок, производительность очистных работ.

Составление календарного графика начинается с установления последовательности работ по подготовке, нарезке блока и очередности развития очистных работ.

Оформление календарного графика осуществляется в форме таблицы

(табл. 4.7.9).

Таблица 4.7.6

График организации работ в цикле при отработке_____

(указывается элемент блока)

Наименование Процессов	Объем Работ по процессу, м, $м^3$, т, шт	Производительность при выполнении процесса, м/см, $м^3$/см, т/см	Продолжительность процесса, смен	I сутки			II сутки			III сутки		
				1 смена	2 смена	3 смена	1 смена	2 смена	3 смена	1 смена	2 смена	3 смена
1. Бурение												
2. Заряжание и взрывание												
3. Проветривание												
4. Выпуск и погрузка												
5. Крепление												
6.												
7.												

Таблица 4.7.7

График организации очистных работ в блоке

Наименование элементов блока	Кол-во Добываемой Рудной Массы (Д), т	Производительность цикла, т/сут	Продолжительность отработки элемента блока, мес	1 год												2 год				
				месяцы												месяцы				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Камера,	X	x	x																	
в том числе: отрезная щель	X	x	x																	
Подсечка	X	x	x																	
собственно камера	X	x	x																	
.....																				
Междукамерный целик	X	x	x																	
Потолочина	X	x	x																	
.....																				
.....																				
Всего :	x																			

Таблица 4.7.8

Календарный план подготовки, нарезки и очистной выемки блока

Наименование Работ	Длина выработок, м	Скорость проведения выработки, м/мес.	Продолжительн. проведения выработки, мес.	Запасы рудной массы в блоке (Д), т	Средняя производительность блока, т/мес.	Продолжительность очистной выемки, мес.	I XII	II	III	IV	V
1. Подготовительные выработки:											
Орт	------	------	------								
Восстающий	------	------	------								
2. Нарезные выработки:											
Штрек скреперования	-----	-----	-----								
Штрек подсечки	-----	-----	-----								
Отрезной восстающий	-----	-----	-----								
Буровой штрек	-----	-----	-----								
3. Очистные работы Блок № 1				------	------	-----					

4.7.18. Вопросы безопасности работ

Рассматриваются основные вопросы, связанные с обеспечением безопасных методов ведения очистных работ в блоке, принимаемые решения подтверждаются ссылкой на соответствующий параграф и раздел “Единых правил безопасности”.

4.7.19. Технико-экономические показатели по системе разработки

Содержание экономических расчетов сводится к экономической оценке системы разработки, т.е. даются выводы о целесообразности применения рассмотренной системы разработки в заданных горнотехнических условиях. В случае, если выбор системы разработки является специальным разделом ВКР, выполняется анализ технико-экономических показателей нескольких систем разработки с учетом требований безопасности, санитарно-гигиенических условий

труда и т.п., делается окончательный вывод о применении той или иной системы разработки.

Обязательно раскрываются следующие технико-экономические показатели (табл. 4.7.10)

Таблица 4.7.9

Технико-экономические показатели по системе разработки

Наименование показателей	Показатели, полученные в ВКР
1. Система разработки 2. Параметры блока, м х м х м 3. Объем блока, $м^3$ 4. Промышленные запасы руды в блоке, т 5. Запасы рудной массы в блоке, т 6. Среднее значение потерь по блоку, % 7. Среднее значение разубоживания по блоку, % 8. Количество подготовительно-нарезных выработок на 1000 т запасов руды в блоке, м/1000т, $м^3$/1000т 9. Выход рудной массы на 1 м шпура или скважины, т/м 10. Расход ВВ на 1 т рудной массы, кг/т 11. Расход вспомогательных материалов на 1т рудной массы, кг/т. $м^3$/т, шт/т 12. Расход электроэнергии на 1т рудной массы, кВт-ч/т 13. Расход сжатого воздуха на 1 т рудной массы, $м^3$/т 14. Средняя производительность труда забойной групы, т/чел-смену 15. Средняя производительность блока, т/мес.	

Графическая часть

1. Система разработки в масштабе 1:500, 1:200 с деталировкой по указанию руководителя.

2. Паспорта буровзрывных работ при очистной выемке.

3. Сечение и паспорт буровзрывных работ нарезной выработки в масштабе 1:50.

4.8. Вскрытие и подготовка месторождения

Тема ВКР предусматривает дальнейшую разработку месторождения, поэтому начальный этап решения вопросов вскрытия нижних горизонтов решается в следующем порядке:

1. Определяется производительность существующего подъема с проектной (предельной) глубины вскрытия.

2. Производится сравнение производительности существующего подъема и производительности шахты в целом (раздел 4.6.)..

3. Инженерное обоснование и конструирование вариантов вскрытия нижних горизонтов (с использованием существующих вскрывающих выработок) для последующего технико-экономического анализа.

4. Технико-экономическое сравнение выбранных способов вскрытия и выбор оптимального варианта. Краткая характеристика принятого варианта.

5. Выбор и обоснование схемы подготовки горизонта.

6 Выбор схемы околоствольного двора.

7. Организация работ и комплексная механизация при вскрытии и подготовке горизонта. Календарный или сетевой график проведения работ по вскрытию месторождения по годам строительства.

8. Экономическая часть:

-суммарный объем горно-капитальных работ;

-сводка капитальных затрат по руднику (инвестиции в основной капитал) на момент его пуска в эксплуатацию.

Сравнение вариантов вскрытия месторождения или нижнего горизонта на предприятии осуществляется с периодичностью 2 - 7 лет. Решение о варианте вскрытия во многом предопределяет будущие технико-экономические показатели отработки запасов.

Для технико-экономического сравнения вариантов вскрытия и подготовки месторождения необходимо пользоваться в качестве критерия оптимальности методикой экономических (реальных) инвестиций.

Оценку вариантов лучше всего производить по сроку окупаемости или по моменту, когда ЧДД (чистый дисконтированный доход) становится положительным.

Методика оценки вариантов представлена в работе (14). Не следует забывать, что рекомендуемые расчеты необходимо производить по каждому рассматриваемому варианту.

При большом количестве вариантов следует произвести предварительный отбор их, сократив общее число до 2 – 3.

При расчете капитальных затрат на горные работы на период сдачи шахты в эксплуатацию необходимо учитывать только те выработки, которые проводятся до начала производства очистных работ.

При выборе способа вскрытия, схемы подготовки горизонта и типа околоствольного двора необходимо увязывать все вопросы с технологией отработки месторождения, системой разработки, транспортом руды, вентиляцией и общим направлением развития работ на горизонте.

Графическая часть

1. Продольная проекция горных работ на вертикальную плоскость с нанесением основных вскрывающих и подготовительных выработок, границ охранных целиков.

2. Разрез вкрест простирания месторождения с нанесением основных вскрывающих выработок, зон сдвижения пород, охранных целиков.

3. План основного, концентрационного и промежуточного горизонтов.

4. Сечения основных вскрывающих и откаточных выработок.

5. План околоствольного двора с характерными поперечными разрезами. Вертикальный разрез по подземному бункеру.

6. Календарный или сетевой график вскрытия месторождения или горизонтов (по согласованию с руководителем).

4.9. Шахтный транспорт

В разделе решаются следующие задачи:

1. Выбор и обоснование рациональных видов шахтного транспорта.

2. Расчет магистрального шахтного транспорта (электровозная откатка, конвейерный транспорт и др.)

3. Организация работы шахтного транспорта.

4. Определение пропускной способности околоствольного двора.

5. Мероприятия по технике безопасности на транспорте.

Графическая часть

1. План околоствольного двора в масштабе 1:500 с указанием транспортного оборудования.

2. Узел сопряжения горизонта откатки со скиповым подъемом (разрез по бункеру).

3. Сечения основных выработок околоствольного двора.

4.4.3. Шахтный подъем

Исходные данные для проектирования подъема: годовая производительность шахты, глубина разработки в увязке с величиной ступени вскрытия, количество подъемных установок. В главе выполняется:

1. Расчет скипового и клетевого подъема. Определение величины полезного груза; обоснование типа скипа, системы подъема и подъемной машины. Определение скорости подъема и выбор двигателя. Кинематика и динамика подъема.

2. Режим работы главного и вспомогательного подъемов.

Графическая часть

1. Схема расположения подъемных машин, диаграмма усилий, скоростей и ускорений (на вкладке в пояснительной записке).

Экономическую часть расчетов производят в экономической части ВКР.

4.4.4. Водоотлив

1. Обоснование схемы водоотлива.

2. Насосная камера и водосборники. Тип, производительность и количество насосов. Определение мощности электродвигателей.

Графическая часть

1. Схема водоотлива (на вкладке в пояснительной записке).

Экономическая часть расчетов производится в экономической части ВКР.

4.4.5. Пневматическое хозяйство

1. Расчет потребного количества воздуха.

2. Выбор типа и количества компрессоров.

Графическая часть

1. Схема воздухопроводов с указанием потребителей воздуха (на вкладке в пояснительной записке).

Экономические расчеты производятся в экономической части ВКР.

4.4.6. Электроснабжение, освещение

1. Принципиальная схема электроснабжения шахты (рудника).

2. Определение потребной мощности и выбор поверхностных и подземных силовых трансформаторов.

3. Освещение капитальных, подготовительных и очистных выработок. Расчет подземных и поверхностных осветительных сетей.

4. Общие энергетические показатели.

5. Расчет расхода и стоимости электроэнергии по процессам.

Графическая часть

1. Схема обеспечения потребителей электроэнергией (на вкладке в пояснительной записке).

Экономические расчеты выполняются по методике кафедры ЭГП.

4.10. Проветривание шахты

В данной главе необходимо решить следующие вопросы:

1. Определить необходимое количество воздуха для проветривания шахты.

2. Обосновать схему проветривания шахты и блоков для условий запроектированных систем разработки.

Графическая часть

1. Схема проветривания шахты с указанием количества проходящего по выработкам воздуха, депрессии, вентиляционных сооружений, замерных станций и т.п..

4.11. Генеральный план поверхности

1. Расположение основных зданий и сооружений на поверхности, их характеристика.

2. Транспортные магистрали и инженерные коммуникации (снабжение электроэнергией и сжатым воздухом промплощадки, теплоснабжение, система противопожарного водопровода)

Графическая часть

1. Генеральный план поверхности шахты с ориентировкой и изображением розы ветров.

4.12.Охрана труда

В настоящей главе разрабатываются общие мероприятия по безопасности, промсанитарии и противопожарной защите в целом по проектируемому руднику. В общем виде состав решаемых вопросов следующий:

1. Разработка организационных и технических мероприятий по технике безопасности и промсанитарии.

2. Составление оперативной части плана ликвидации аварий.

3. Мероприятия по предупреждению эндогенных и экзогенных пожаров.

4. Комплекс мероприятий по борьбе с пылью, газами, шумом, вибрацией и др.

5. Меры против попадания в шахту ливневых и паводковых вод и прорыва воды при вскрытии обводненных залежей, старых выработок или зоны закарстованных, трещиноватых, обводненных пород.

6. Расположение запасных выходов и пунктов аварийной сигнализации.

7. Места и порядок санитарно-бытового обслуживания работающих, организация медицинской помощи.

При рассмотрении вопросов техники безопасности и промсанитарии в данной главе, а также в соответствующих технологических разделах следует руководствоваться требованиями “Единых правил безопасности” , но не следует их повторять.

4.13. Охрана природы

При выполнении раздела необходимо руководствоваться следующими документами, в которых приведены его состав, объем, содержание, а также методические указания по выполнению с конкретизацией основных положений и требований для разработки проектных решений по охране земных недр, атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, земель, растительного и животного мира:

- Законы Российской Федерации “Об охране окружающей природной среды” (от 19.12.91) и “О недрах” (от 21.02.92);

- “Пособие по составлению раздела проекта (рабочего проекта) “Охрана окружающей природной среды” к СНиП 1.02.01.85”;

- Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды”, М.: Экономика, 1986;

- Единые правила охраны недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых”. М.: Недра, 1987.

В разделе должны найти отражение следующие вопросы:

1. Целесообразность замены систем разработки с обрушением системами с закладкой с целью сохранения поверхности.

2. Рациональное размещение природных отвалов.

3. Очистка шахтных вод.

4. Сохранение окружающих месторождение лесных массивов.

5. Пути уменьшения потерь и разубоживания руды

6. Комплексное использование рудного сырья.

4.14.Экономическая часть

В разделе “Системы разработки” приводится подсчет затрат на подготовительные и нарезные выработки и оформляется в виде таблицы. Для дальнейших расчетов необходима стоимость этих выработок на 1 т товарной руды.

Расчет затрат на очистные работы производится на ПЭВМ по методике курсовой работы по экономике. Расчет производится обязательно на годовой объем добычи. Количество систем разработки определяет руководитель. Если спецчасть работы «выбор рациональной системы разработки», возможен расчет себестоимости по нескольким системам с целью выбора наилучшей.

В конце раздела “Вскрытие и подготовка месторождения” приводится смета на горно-капитальные работы по принятому варианту вскрытия. Для проектов по разработке месторождений включаются затраты на 2-3 рабочих горизонта.

При составлении проекта на доработку месторождений в смету следует включать лишь то оборудование, которое необходимо заменять. Решение об использовании уже имеющегося оборудования принимается на основании сопоставления сроков службы его и сроков отработки месторождений.

4.15. Анализ основных технико-экономических показателей

Все полученные в ВКР технико-экономические показатели, а также фактические показатели рудника-аналога заносятся в таблицу 4. 19.1.

После заполнения указанной таблицы студент обязан объяснить, за счет каких технических решений , заложенных в ВКР получены лучшие экономические результаты.

Таблица 4.15.1 также выполняется в виде иллюстрационного чертежа и входит в графическую часть ВКР.

Перечень графических материалов и экономических показателей, необходимых для выполнения ВКР%

1. Геология месторождения с тектоникой , рельефом местности, сеткой разведочных скважин с указанием отметок их устья, глубины, отметки подсечки рудных тел, мощности и содержания полезных компонентов.

2. Продольный разрез по месторождению или проекция на горизонтальную плоскость с нанесением горных работ на момент проектирования.

3. Поперечные разрезы по основным и вспомогательным вскрывающим выработкам.

4. Планы горных работ по горизонтам.

5. Планы околоствольных дворов основных и промежуточных горизонтов, продольные профили скиповой, клетевой и обгонной ветвей.

6. Поперечные сечения стволов шахт.

7. Паспорта крепления капитальных подготовительных и нарезных выработок.

8. Системы разработки.

9. Схема вентиляции рудника.

10. План промплощадки.

11. Стоимость зданий и сооружений на поверхности пообъектно.

12. Стоимость горно-капитальных работ по видам выработок.

13. Стоимость новой техники.

14. Штатное расписание.

15. Нормы выработки на новое оборудование.

16. Производительность труда трудящихся и рабочих: по шахте, по системам разработки, на подготовительно-нарезных работах.

17. Средняя заработная плата по категориям рабочих забойной группы, на подготовительно - нарезных работах.

18. Штаты ремонтных рабочих по процессам и всех рабочих на поверхности.

20. Калькуляция себестоимости добычи руды.

21. Цены на материалы и оборудование.

22. Отпускные цены на руду.

23. Нормы расхода материалов на очистные работы.

24. Калькуляция себестоимости и добычи руды по шахте.

25. Годовое понижение горных работ.

Таблица 4.15.1

Основные технико-экономические показатели ВКР инженера

Наименование показателей	Единица измерен.	Показатели полученные по ВКР Инженера	Фактические показатели на аналогичном предприятии	Результаты сравнения (+, -)

Добыча руды в год	Тыс. т			
Себестоимость добычи 1 т руды:				
а) по очистным работам	Руб./ т			
б) по шахте	Руб./ т			
Рентабельность	%			
Балансовая прибыль	тыс. руб.			
Численность:				
а) трудящихся	чел.			
б) рабочих	чел.			
в) подземных рабочих	чел.			
Производительность труда:				
на 1 трудящегося в год	т			
на 1 рабочего в год	т			
на подземного в смену	т			
Заработная плата в месяц:				
Трудящегося	руб.			
Рабочего	руб.			
Подземного	руб.			
Расход электроэнергии на 1 т добычи	кВт/ч			
Стоимость строительства	тыс. руб.			
Удельные капзатраты	руб./т			

Рекомендуемая литература:

1. Агошков М. И. и др. Разработка рудных и нерудных месторождений. – М.: Москва. – 511с.

2. ГОСТ 2.850-75 и др. Горная графическая документация: Сборник.-Введ. с 01.07.77.-Содерж.: ГОСТ 2.850-75 – ГОСТ 2.857-75.

3. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. – М.: НПО ОБТ, 2003. – 135с.

4.Именитов В. Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. – М. Недра, 1984. – 504с.

5. Инфантьев А. Н. Вскрытие и подготовка мощных рудных месторождений. – М.: Недра, 1978. – 245с.

6. Киселев Н. А. Методические рекомендации по оценке вариантов вскрытия и подготовки рудных месторождений. Учебн. пособие. - Екатеринбург. Изд-во УГГА. 2003. – 25с.

7. Киселев Н. А., Кузьминых Н. Б. Экономические расчеты в выпускной квалификационной работе. Методическое руководство. Екатеринбург, 2008. - 48с.

8. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки. ВНТП 13-2-93. – Санкт-Петербург.: Комитет Российской Федерации по металлургии. Гипроруда, 1993. – 234с.

9. Справочник по горнорудному делу /Под редакцией Гребенюка В. А. и др., М..: Недра, 1983. – 816с.

10. Стряпунин В. В. Вскрытие и подготовка рудных месторождений: Учеб. пособие. – Екатеринбург. Изд. УГГА, 1999. – 80с.

11. Хохряков В. С.. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. М. «Недра» 1991, с. 304…321.

12. Шахтное и подземное строительство. Под редакцией Корнилкова М . В. и др. Екатеринбург. 2002. – 191с.

Программа и методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы инженера специальности 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых” (РРМ) направление 130400 – «Горное дело»

Авторы: Н. Г. Валиев, проф. , В. А. Осинцев, проф., к.т.н.,
проф. В. Д. Пропп, проф., к.т.н.
В. В. Стряпунин, доцент, к.т.н., Н. А. Киселев, доцент, к.т.н., .
А. А. Химич, проф., к.т.н.

Ответственный: Осинцев В. А., Химич А. А.

Корректура кафедры ГД
Подписано к печати Формат бумаги 60 х 84 1/16

Печ. л. 2,8 Тираж 150 экз. Заказ
Цена С.

Лаб. множительной техники УГГУ,
620144 Екатеринбург, Куйбышева, 30

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

ПРОЕКТ РАЗРАБОТКИ ВЫЕМОЧНОГО БЛОКА (УЧАСТКА) РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Методическое руководство

по выполнению выпускной квалификационной работы инженера для студентов специализации «ПРРМ» специальности 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых” направления 130400 - “Горное дело”

Екатеринбург

2013

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВПО

«Уральский государственный горный университет»

О Д О Б Р Е Н О

Методической комиссией

горно-технологического

факультета

“_____” _____2013г.

Председатель комиссии

_____доц. В. П. Тюлькин

Методическое руководство

по выполнению выпускной квалификационной работы

инженера для студентов специальности 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых”

направления 130400 - “Горное дело”

Издание УГГУ Екатеринбург, 2013

Программа и методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы (ВКР) инженера: тема «Проект разработки выемочного блока (участка) рудного месторождения», специальность 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых” , специализация «Подземная разработка рудных месторождений» , направление 130400 - “Горное дело” / Н. Г. Валиев, В. А. Осинцев, В. Д. Пропп,
В. В. Стряпунин, Н. А. Киселев, А. А. Химич/. Уральский государственный горный университет. Кафедра Горного дела. - Екатеринбург: Изд. УГГГУ, 2013. –40с.

Программа и методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы (ВКР) инженера предназначены для студентов очного и заочного обучения специальности 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых” специализации РРМ направления 130400 - “Горное дело”.

В методических указаниях по выполнению ВКР инженера изложены общие положения, требования к содержанию работы, организации ее выполнения, приводится перечень графических материалов и технико-экономических показателей, необходимых для выполнения ВКР, а также тематика возможных ВКР.

Программа и методические указания рассмотрены на заседании кафедры разработки рудных месторождений “__15__”__ноября__2013 г., (протокол № ___) и рекомендованы для издания в УГГУ.

Рецензент: Пиленков Ю. Ю. Зам. генерального директора УНИПРОМЕДЬ инжиниринг, канд. техн. наук.

© Уральский государственный горный университет, 2013
© Валиев Н. Г., Осинцев В. А., Пропп В. Д., Стряпунин В. В., Киселев Н. А., Химич А. А., 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.		Общие положения……	4
2.		Тематика ВКР……	5
3.		Организация и общие требования по выполнению ВКР…	6
4.		Содержание ВКР инженера……..……	7
	4.1.	Реферат……	7
	4.2.	Введение……	7
	4.3.	Общая характеристика района и горно-геологические особенности месторождения……	8
	4.4.	Современное состояние горных работ……	8
	4.4.1.	Вскрытие и подготовка месторождения……..	9
	4.4.2.	Шахтный транспорт……	10
	4.4.3.	Шахтный подъем……	11
	4.4.4.	Водоотлив……	11
	4.4.5.	Пневмохозяйство……	11
	4.4.6.	Электроснабжение, освещение……	12
	4.4.7.	Проветривание шахты……	12
	4.4.8.	Генеральный план поверхности……	12
	4.5.	Общая организация работы шахты (рудника)……	13
	4.6.	Годовая производительность шахты и срок её существования…….	13
	4.7.	Проект разработки выемочного блока (участка)……	14
	4.7.1.	Выбор и обоснование системы разработки ……	14
	4.7.2.	Обоснование параметров выемочного блока (участка) с позиций геомеханики……	17
	4.7.3.	Выбор схемы подготовки и нарезки блока (участка)…….	20
		Расчет проходки подготовительной (нарезной) выработки в блоке……..……..	21
		Выбор и расчет способа отбойки руды в блоке ……	26
		Выбор и расчет способа выпуска и доставки руды……	27
		Проветривание блока (участка)……	33
		Расчет технико-экономических показателей и себестоимости руды по блоку (участку)……	33

Охрана труда……. 35
Охрана природы…… 36
Анализ основных технико-экономических
показателей…….. 37

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ……. 39

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Данная программа и методические разработки по выпускной квалификационной работе инженера составлены в соответствии с Положением о Государственных Аттестационных Комиссиях и на основе Инструкции по подготовке ВКР инженера.

ВКР инженера является важнейшей работой студента, завершающей его подготовку в высшей школе. Задачей ВКР инженера является проверка общей подготовленности студента к самостоятельному решению инженерно-технических вопросов по разработке месторождения полезных ископаемых. В этой работе студент должен показать высокий уровень знаний в области специальных и экономических дисциплин, достижений горнодобывающей промышленности.

При выполнении ВКР инженера студент обязан руководствоваться решениями по развитию горнорудной промышленности, рациональному использованию минеральных ресурсов и охраны окружающей среды.

Выпускная квалификационная работа инженера должна отвечать реальным запросам промышленности. В работе должны быть использованы современные достижения науки и техники, комплексной механизации и автоматизации производства, научной организации труда.

При выполнении ВКР основное внимание должно быть обращено на увязку отдельных звеньев технологических процессов. Основные расчеты и выбор оборудования должны производиться по упрощенным методикам, с максимальным использованием укрупненных показателей, стандартов, номограмм, таблиц.

Специальная часть должна содержать самостоятельные решения и выводы.

2. ТЕМАТИКА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРА

Тема ВКР инженера и специальная часть устанавливаются предварительно перед отъездом студента на преддипломную практику. Окончательно тема и специальная часть определяются после анализа материалов практики и утверждаются в установленном порядке. Изменение темы в процессе работы не допускается.

Темой ВКР инженера предполагается:

1. Проект разработки выемочного блока (участка) рудного месторождения.

При поступлении запросов от горнорудных предприятий темы ВКР могут быть приняты и другие.

В качестве специальной части рекомендуются следующие вопросы:

1. Выбор рациональной системы разработки на основе технико-экономического анализа.

2. Разработка и экономическая оценка конструктивных параметров системы разработки.

3 Определение размеров целиков, способов их выемки.

4. Технология и организация буровзрывных работ при очистной выемке.

5. Обоснование технологии, организации и учета выпуска руды из обрушенных блоков.

6. Выбор и обоснование эффективного способа доставки руды из обрушенных блоков.

7. Разработка эффективной технологии закладочных работ.

8. Обоснование рациональных способов управления горным давлением.

9. Вопросы рудничной вентиляции блока.

10. Вопросы улучшения условий труда, разработка оперативной части плана ликвидации аварий применительно к горизонту или участку.

11. Изыскание путей снижения потерь и разубоживания руды.

12. Текущее и оперативное календарное планирование всех видов горных работ в очистном блоке

3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРА

К выполнению ВКР инженера допускается студент, сдавший все экзамены и зачеты в соответствии с учебным планом. Работа над ВКР осуществляется под руководством руководителя и консультантов по отдельным разделам.

Общее время на выполнение ВКР инженера и защиту работы отводится 16 недель. В законченном виде ВКР сдается на предварительный просмотр руководителю. В случае положительной оценки ВКР направляется на отзывы консультантам по разделам и на отзыв рецензенту от промышленности.

За 2-3 дня до защиты ВКР с отзывами и заключением руководителя представляется заведующему кафедрой для окончательного решения вопроса о допуске студента к защите в государственной аттестационной комиссии.

Графическая часть ВКР выполняется в туши, на листах формата AI (594×811), общее количество чертежей устанавливается по согласованию с руководителем и не

должно быть меньше семи. Их оформление должно соответствовать требованиям ГОСТ 2.850-75, ГОСТ 2.857-75 /2/.

Пояснительная записка должна быть написана и оформлена грамотно, аккуратно и четким почерком или напечатана на компьютере. Не допускается сокращение слов, за исключением общепринятых стандартов. Текст записки должен иметь сквозную нумерацию, таблицы должны иметь название и номер по порядку.

При использовании литературных и других источников необходимо делать ссылку на них.

Приводимые формулы и расчеты должны быть снабжены необходимыми пояснениями. Общеизвестные положения не обосновываются.

При изложении материала необходимо максимально использовать таблицы и графики, что позволит уменьшить объем текстовой части. В тексте записки должны быть сделаны ссылки на чертежи.

Пояснительная записка выполняется в виде рукописи на бумаге формата А 4 чернилами, пастой согласно ГОСТ 2.106-68 или может быть отпечатана на компьютере по ГОСТ 2.105-79.

Текст записки оформляется согласно ГОСТ 2.105-79. Объем текстовой части не должен превышать 90-120 страниц.

Решение о подготовленности студента для работы в качестве инженера и о присвоении ему квалификации выносится Государственной Аттестационной Комиссией. В своем решении государственная аттестационная комиссия учитывает не только качество выполненного проекта, но и качество его защиты.

4. СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРА

4.1. Реферат (1 с)

Общие требования к реферату по ГОСТ 7.9-77.

В начале реферата указать общий объем пояснительной записки (стр.), количество иллюстраций, таблиц, использованной литературы, приложений; объем графической части проекта (листов чертежей).

В тексте реферата отразить сущность выполненной выпускной квалификационной работы, краткие выводы, сведения об эффективности, возможные области использования рекомендаций. В конце приводится список ключевых слов (10…15 слов в именительном падеже, отражающие суть работы).

4.2. Введение (1-2 с.)

Во введении излагаются: цель деятельности предприятия, возможные виды продукции, спрос потребителей на данную продукцию, требования к качеству у потребителей, конкуренты и их возможности (объемы, качество продукции, качественная оценка уровня затрат или рентабельности), максимальный спрос.

4.3. Общая характеристика района и горно-геологические особенности месторождения (3-5 с.)

4.3.1. Общие сведения

Местоположение месторождения по географическим признакам и административному положению. Климатические условия района. Наличие лесных и строительных материалов. Степень промышленного освоения района. Водоснабжение, транспортные коммуникации. Источники получения рабочей силы.

4.3.2. Краткая геологическая характеристика месторождения

Горно-геологическая характеристика месторождения.

Генезис и тектоника месторождения. Формы и элементы залегания рудных тел. Физико-механические характеристики руд и вмещающих пород. Гидрогеология. Ожидаемые притоки вод. Степень разведанности месторождения. Исходные положения, принятые при подсчете запасов (плотность, содержание полезных компонентов и т. д.). Подсчет запасов руд. Принятый метод определения запасов. Обеспеченность запасами.

Графическая часть (1 лист) по согласованию с руководителем работы может быть представлена:

1. геологической картой с рельефом поверхности в масштабе 1:2000, 1:5000.

2. планами одного - двух горизонтов с нанесением геологической обстановки.

3. характерными продольными и поперечными разрезами с нанесением тектонической обстановки.

Материалы раздела излагаются кратко с описанием сведений, которые необходимы для решения основных технологических вопросов по добыче и первичному переделу руды. Целесообразно количественные данные по элементам залегания месторождения, физико-механическим свойствам руд давать в виде таблиц.

4.4. Современное состояние горных работ (1-3 с.)

В разделе дается краткое описание горных работ на 01 января текущего года в целом по шахтному полю, вскрывающим выработкам, приводятся номера блоков, находящихся в очистной выемке, объемы производства рудника (добыча, проходка всех видов, закладочные и буровые работы) за предыдущий год.

Описывается схема вскрытия шахты (рудника) и схема подготовки этажа. Дается характеристика вскрывающих выработок и оборудования подъемов (емкость скипов, скорость движения скипов), тип и основные параметры околоствольного двора.

Приводятся данные о применяемых системах разработки и их технико-экономических показателях. Указываются типы используемого оборудования для бурения скважин (шпуров), доставки руды в блоке, крепления и т.п.

Тип транспорта и его оборудование. Схема вентиляции шахты (рудника).

Описывается развитие очистных работ по шахтному полю и указываются этажи, находящиеся в эксплуатации (с указанием, по возможности, отработанных и оставшихся блоков).

При решении последующих вопросов ВКР, обязательно учитывается состояние горных работ на начало проектируемого периода.

Современное состояние горных работ (по согласованию с руководителем) отражается на листах графики “Вскрытие месторождения” и “Геология месторождения”.

4.4.1. Вскрытие и подготовка месторождения (3-5 с.)

Решение вопросов вскрытия месторождения производится в соответствии с темой ВКР.

Приводится производительность существующего подъема на проектируемую глубину разработки.

Указывается краткая характеристика принятого способа вскрытия месторождения.

Описывается схема подготовки действующего горизонта шахты.

Приводится схема околоствольного двора основного горизонта.

Графическая часть

1. Продольная проекция горных работ на вертикальную плоскость с нанесением основных вскрывающих и подготовительных выработок, границ охранных целиков.

2. Разрез вкрест простирания месторождения с нанесением основных выработок, зон сдвижения пород, охранных целиков.

3. План основного, концентрационного и промежуточного горизонтов (по согласованию с руководителем).

4. Сечения основных вскрывающих и откаточных выработок.

4.4.2. Шахтный транспорт (1-2 с.)

Дается описание существующего вида транспорта его организация работы, пропускная способность основного горизонта. Приводятся типы подвижного состава, его количество на основном горизонте. Перечисляются мероприятия по технике безопасности на транспорте.

Графическая часть

1. План околоствольного двора в масштабе 1:500 с указанием транспортного оборудования.

2. Узел сопряжения откатки со скиповым подъемом (разрез по бункеру).

3. Сечения основных выработок околоствольного двора.

4.4.3. Шахтный подъем (1-2 с.)

Дается описание скипового и клетевого подъема. Приводятся величины полезного груза; обоснование типа скипа, системы подъема и подъемной машины, скорости подъема и тип двигателя.

Указываются режимы работы главного и вспомогательного подъемов.

4.4.4. Водоотлив (1-2с.)

Указывается водоприток на основном горизонте. Приводится описание схемы водоотлива, насосной камеры и водосборника. Тип, производительность и количество насосов. Определение мощности электродвигателей. меропрятия по технике безопасности на водоотливе.

4.4.5. Пневматическое хозяйство (1-2 с.)

Приводятся данные потребного количества воздуха, тип и количество компрессоров. По возможности дается схема воздухопроводов с указанием потребителей воздуха.

4.4.6. Электроснабжение, освещение (1-2 с.)

Приводится описание принципиальной схемы электроснабжения шахты (рудника) с указанием потребной мощности поверхностных и подземных силовых трансформаторов.

Перечисляются вопросы освещения капитальных, подготовительных и очистных выработок, приводятся общие энергетические показатели.

4.4.7. Проветривание шахты (3-4 с.)

Дается описание существующей схемы проветривания шахты. Указывается необходимое количество воздуха для проветривания шахты (действующего горизонта) и проектируемого участка.

Приводятся данные и основные характеристики вентляционных установок и вентиляторов.

Графическая часть

Схема проветривания шахты и отдельного блока с указанием количества проходящего по выработкам воздуха.

4.4.8. Генеральный план поверхности (1-2 с.)

Приводится расположение основных зданий и сооружений на поверхности, их характеристика. указываются транспортные магистрали и инженерные коммуникации (снабжение электроэнергией и сжатым воздухом промплощадки, теплоснабжение, система противопожарного водопровода)

Графическая часть

1. Генеральный план поверхности шахты с ориентировкой и изображением розы ветров (по согласованию с руководиелем).

4.5. Общая организация работы шахты (рудника) (1 с.)

В ВКР указывается режим работы предприятия: число рабочих дней в году, число рабочих смен в сутки и их продолжительность для всех участков, цехов и отделов.

Прерывный режим работы с пятидневной рабочей неделей можно принимать без обоснования.

Устанавливаются: общая организация работы шахты (рудника), организация работы поверхностного комплекса.

Приводится перечень сторонних организаций, выполняющих отдельные производственные процессы на руднике.

4.6. Годовая производительность рудника и срок его существования (2-3 с.)

Производится обоснование оптимальной годовой производительности проектируемого предприятия производится с учетом горно-геологических условий месторождения /5, 10/.

Для наклонных и крутопадающих месторождений рекомендуется определять производительность рудника по годовому понижению горных работ.

При отработке месторождений горизонтального и пологого залегания производительность рудника может быть определена по скорости подвигания очистных забоев.

В заключение раздела устанавливается срок службы шахты (рудника) с учетом периода развития и затухания горных работ.

В отдельных случаях производительность предприятия может быть задана руководителем проекта. В случае проектирования или реконструкции предприятия на базе полиметаллического месторождения в комплексе с обогатительной фабрикой проектная производительность устанавливается по концентрату.

4.7.1. Выбор и обоснование системы разработки

При этом обоснование и выбор необходимо производить в следующем порядке:

4.7.1.1. Геологические особенности месторождения, влияющие на технологию его разработки.

4.7.1.2. Распределение запасов месторождения на участки с характерными горно-геологическими условиями (по мощности, устойчивости руд и вмещающих пород, углу падения и т.д.), предопределяющими различные системы разработки и определение их долевого участия.

4.7.1.3. Выбор системы разработки с участием постоянных и переменных горнотехнических факторов для каждого выделенного участка месторождения.

К постоянным факторам относятся: устойчивость руд, устойчивость вмещающих пород, мощность и угол падения рудного тела. Переменные факторы: склонность руд к самовозгоранию, слеживанию, необходимость сохранения земной поверхности, наличие в рудном теле включений пустых пород и забалансовых руд, характер контактов залежи (в отношении их четкости и правильности), большая глубина разработки, необходимость интенсивной разработки месторождения, наличие или отсутствие дешевых местных материалов для твердеющей закладки, ценность руды и т.д.

По данным задания на проектирование принимаются значения постоянных и определяется перечень переменных факторов.

Например, условия: руды устойчивые, вмещающие породы неустойчивые, мощность 10 м, угол падения 60^0, руды повышенной ценности.

Затем производится постепенное исключение неприемлемых систем разработки в результате последовательного рассмотрения постоянных и переменных факторов. Рассмотрению подлежат все системы разработки по классификации проф. Именитова В.Р./4/. При рассмотрении каждого из факторов, следующие после него, в тот момент, не принимаются во внимание. Системы разработки, оказавшиеся неприемлемыми по какому-то фактору, исключаются из дальнейшего рассмотрения по всем оставшимся факторам.

Рассмотрение систем по постоянным и переменным факторам удобнее осуществлять в табличной форме (табл. 4.7.1).

Таблица 4.7.1

Отбор технически приемлемых систем разработки

Факторы	Приемлемые системы		
	С естественным поддержанием очистного пространства (I класс)	С обрушением руды и вмещающих пород (II класс)	С искусственным поддержанием очистного пространства (III класс)
А. Постоянные: 1. Руды устойчивые	Сплошная Камерно – столбовая. Этажно-камерная. С подэтажной отбойкой. Потолкоуступная. С распорной крепью	Этажное принудительное обрушение с компенсационными камерами. Этажное принудительное обрушение со сплошной выемкой. Подэтажное принудительное обрушение с донным выпуском. Подэтажное принудительное обрушение с торцовым выпуском	Однослойная выемка с закладкой. Горизонтальные слои с закладкой. Наклонные слои с закладкой. Система разработки тонких жил с раздельной выемкой. Нисходящая слоевая выемка с твердеющей закладкой. С усиленной распорной крепью. С крепежными рамами. Однослойная выемка с обрушением кровли. Слоевое обрушение. Щитовая система.
2. Вмещающие породы неустойчивые	—	Все раннее рассмотренные системы	Все, ранее рассмотренные системы
3. Мощность			Горизонтальные слои с

10 м	—	Подэтажное принудительное обрушение с донным выпуском. Подэтажное принудительное обрушение с торцовым выпуском	закладкой. Нисходящая слоевая выемка с твердеющей закладкой. Со станковой крепью. Слоевой обрушение
4. Угол падения 60^0	—	О же	То же
Б. Переменные 1. Повышенная ценность руды	да		То же

В результате отбора остается одна или несколько систем разных классов.

В том случае, когда остается одна система разработки, она принимается для дальнейшего расчета.

Вариант принятой системы разработки выбирается заведомо лучший, т.е. лучший по каким-либо одним показателям при постоянстве других.

Если остается несколько систем разработки, и они принадлежат одному или разным классам, то производится выбор лучшей системы по технико-экономическим показателям.

4.7.1.4. Выбор системы разработки по технико-экономическим показателям

Из числа систем, приемлемых по горно-техническим факторам, предпочтение отдается системе, при которой проще обеспечить безопасность. Помимо требований безопасности система разработки должна по возможности обеспечить низкую себестоимость добычи руды и высокую производительность труда, минимальные потери и разубоживание руды, благоприятные санитарно-гигиенические условия труда (хорошее проветривание очистных забоев, незначительное пылеобразование и т.д.), надежность безаварийной работы предприятия (предупреждение пожаров, прорыва плывунов и т.д.), благоприятные условия для дальнейшего совершенствования механизации работ и автоматизации управления /1,9/.

Учитывая, указанные выше требования, производят технико-экономическую оценку систем разработки. Технико-экономическая оценка производится по минимуму

потерь и разубоживания руды., по минимуму объема подготовительно - нарезных работ на 1000 т запасов руды в блоке, по максимуму производительности забойного рабочего по системе. Возможно привлечение и других показателей (производительность блока за единицу времени и т.д.). Перечисленные показатели принимаются по данным практики и горно-технической литературе.

При наличии данных по себестоимости добычи руды рассматриваемыми системами разработки в аналогичных заданию условиях, возможно проведение экономического сравнения.

После оценки технико-экономических показателей делается окончательный вывод о выбранной для данных конкретных условий системе разработки.

Выбранную систему разработки студент обязан согласовать с руководителем ВКР.

4.7. Проект разработки выемочного блока (участка) (60-70 с.)

Сначала дается краткое описание особенностей принятого варианта системы разработки. Приводится порядок подготовки и нарезки блока. Указывается последовательность отработки элементов блока, методы их выемки. Освещаются специфические особенности отработки выемочного блока в сложных горно-геологических условиях. Излагаемый материал иллюстрируется на листе формата А1.

4.7.2. Обоснование параметров выемочного блока и его элементов

В зависимости от выбранной системы разработки дается обоснование высоты блока (этажа), ширины и длины блока (панели). Принимаются параметры камер и целиков (панельных, опорных, междукамерных и междуэтажных), толщина потолочины, высота днища, высота подэтажа отрабатываемого слоя, уступа и т. д. Обосновывается расстояние между выработками выпуска и между выпускными отверстиями (погрузочными камерами). Высота блока равна высоте этажа и принимается по параметрам системы разработки.

Ширина и длина блока (панели) принимаются по аналогии с опытом действующих предприятий или по данным технической литературы и учебников. Один из параметров может определятся мощностью рудного тела.

Блок разбивается на выемочные элементы.

Параметры камер при системах подэтажных штреков (ортов) и этажно-камерной принимать из условия, что камерные запасы должны составлять не менее

35% запасов блока. Необходимо стремиться к увеличению удельного веса камерных запасов с учетом последующей эффективной и безопасной отработки целиков.

Параметры междукамерных и междуэтажных целиков принимать по данным практики и горнотехнической литературе, проверив при этом геомеханическими расчетами.

Высота подэтажа отрабатываемого слоя, уступа принимается с учетом горно-геологической характеристики месторождения и комплекса применяемого бурового и погрузочного оборудования.

Расчет геологических запасов блока

На основании принятых параметров определяются геологические запасы выемочного блока в $м^3$, а с учетом плотности руды - в т. Геологические запасы руды в блоке разбиваются по элементам системы разработки. (табл. 4.7.1). Для расчетов лучше взять реальный блок.

Таблица 4.7.1.

Геологические запасы руды в блоке

Элементы блока	Параметры элементов				Плотность руды, $т/м^3$	Запасы руды,		Примечание
	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Объем $м^3$		т	%	
1. Камерные запасы	45	15	20	27000	x	x	x	
2. Междукамерный целик	15	15	40	9000	x	x	x	
3. Днище блока	60	15	14	12600	x	x	x	
4.....								
5.....								
Всего				x	x	x	100	

Выбор метода отработки и схем механизации основных производственных процессов элементов блока

В зависимости от принятой системы разработки принимается метод отработки каждого элемента блока. Принятие метода от работки каждого элемента блока должно быть увязано с горно-геологическими особенностями месторождения, основной

сущностью системы разработки и порядком развития очистных работ в блоке. Возможные методы отработки элементов блока принимаются по аналогии с опытом действующих предприятий или по горнотехнической литературе.

В зависимости от принятого метода отработки элементов блока принимается схема механизации основных производственных процессов.

Выбирается тип машины, механизма или комплекс машин. Следует стремиться к однотипности оборудования для всех элементов блока.

В соответствии с намеченными методами отработки элементов блока и стадийностью очистных работ определяется перечень производственных процессов (бурение, заряжание и взрывание, погрузка и доставка руды, закладка, поддержание очистного пространства и т.д.). Обосновываются для каждого элемента блока рациональные методы отбойки (шпуровая, штанговыми скважинами, глубокими скважинами), Выбирается диаметр шпуров (скважин) и тип бурового оборудования, принимается тип ВВ, метод заряжания и взрывания, средства механизации, в зависимости от принятого варианта отработки элементов блока принимается способ выпуска руды - донный или торцовый, способ погрузки и доставки рудной массы. Принимается тип и марка оборудования, метод вторичного дробления негабаритных кусков руды и ликвидации зависаний в рудовыпускных выработках, способ поддержания очистного пространства. Принимается тип крепления (распорные стойки, крепежные рамы, станковая крепь, штанговое крепление и т.п.), механизация процесса крепления, способы закладки выработанного пространства (при соответствующей системе разработки), вид закладочного материала, методы размещения закладки, сопутствующие процессы и работы (установка перемычек, дренирование воды, гидроизоляция и т. д.), механизация закладочных работ, закладочные работы при отработке пожароопасных месторождений, сопутствующие процессы и операции. Механизация заиловочных работ.

В результате рассмотрения всех процессов по элементам блока набирается комплекс основных машин и оборудования необходимый для ведения очистных работ. Машины, входящие в комплекс, увязываются по производительности и количеству с целью равномерной загрузки их и максимального использования по времени.

Кроме машин для выполнения основных производственных процессов в комплекс включаются машины для вспомогательных процессов - бульдозеры, самоходные транспортные тележки, доставщики горюче-смазочных материалов и воды,

машины для транспортирования людей, дорожные машины, телескопические вышки для осмотра кровли и т. д.

В конце раздела приводится состав принятого комплекса машин и оборудования.

4.7.3. Выбор способа подготовки и нарезки блока

На основе выбранной системы разработки, принятых параметров блока и его элементов, методов отработки их и схем механизации производится конструктивное оформление блока. Чертежи выполняыться на листе формата А1 и должны содержать:

- разрез по простиранию (проекция на вертикальную плоскость), на которой изображается нормальная стадия очистных работ в блоке;
- разрез вкрест простирания;
- планы рабочих горизонтов (бурового, доставочного и т. п.).

На чертеже должны быть показаны все подготовительные выработки, обеспечивающие компоновку основного откаточного горизонта, блоковые восстающие, выработки горизонта вентиляции, в качестве которых обычно используются выработки откаточного горизонта выше расположенного этажа или они могут быть пройдены специально.

Одновременно конструируется схема расположения нарезных выработок, обеспечивающих непосредственное осуществление очистных работ.

К нарезным выработкам следует отнести: выработки выпуска и погрузки (доставки) горной массы, бурового горизонта, подсечки и отрезки, вентиляционные сбойки, рудоспуски и т. д. При размещении выработок в пределах блока следует помнить - для каких целей проводится выработка, какие машины и оборудование будут размещены в ней, где и из какой выработки начинается проведение данной выработки, где заканчивается выработка, метод проведения выработки, вентиляция выработок в период отработки блока.

4.7.4. Расчет проведения нарезной горной выработки

По согласованию с руководителем производится расчет одной из горных выработок (откаточный штрек (орт) в пределах блока, узел сопряжения откаточной выработки и блокового восстающего, узел сопряжения откаточного штрека и орта-заезда, штрек (орт) выпуска и доставки, штрек подсечки, буровой штрек, блоковый восстающий).

Поперечные размеры выработок принимаются в зависимости от габаритов размещаемого и эксплуатируемого в них оборудования. При использовании в блоке самоходного оборудования желательно проведение подготовительных и нарезных выработок с применением этого же комплекса машин. Расчет проходки выработки производится согласно /12/ и заканчивается определением величины трудозатрат и стоимостью проходки 1 $м^3$ горной выработки.

После полного конструктивного оформления блока определяется состав и объем подготовительных и нарезных выработок (табл. 4.7.3). Рассчитываются промышленные запасы руды по элементам блока и по блоку в целом, за вычетом запасов извлекаемых при проведении подготовительно-нарезных выработок (табл. 4.7.4; 4.7.5). Определяется объем подготовительно-нарезных выработок приходящихся на 1000 т готовых к выемке запасов руды в м/1000 т и $м^3$/1000 т.

Расчет количества добываемой рудной массы по элементам блока и по блоку в целом.

Определяются запасы рудной массы добываемой из блока, одновременно определяются запасы рудной массы и по элементам блока (табл. 4.7.6). При расчете коэффициенты потерь (Кп) и разубоживания (R) принимают по данным практики на аналогичных предприятиях или по нормативным показателям в зависимости от методов отработки элементов блока.

Таблица 4.7.3.

Объем подготовительно-нарезных работ в блоке

Наименование Выработок	Число Выработок	Размеры			Длина, м			Объем, м^3			Плотность руды, т/м^3	Извлекаемые запасы, т
		Ширина, м	Высота, м	Сечение, м^2	По руде	По породе	Суммарная	По руде	По породе	Суммарная		
1.Подготовительные												
1.1. Орт-заезд	1	3,0	3,0	9,0	15	30	45	135	270	405	3,6	486
1.2. Восстающий полевой	1	3,0x1,5	—	4,5	—	60	60	—	270	270	—	—
1.3. Восстающий рудный	1	3,0x1,5	—	4,5	60	—	60	270	—	270	3,6	972
1.4.												
1.5.												
Итого:	—	—	—	—	x	x	x	X	x	x	—	x
2. Нарезные												
2.1. Подэтажный штрек	1	2,5	3,0	7,5	50	—	50	375	—	375	3,6	1290
2.2.												
2.3.												
Итого:	—	—	—	—	x	x	x	X	x	x	—	x
Всего:	—	—	—	—	x	x	x	X	x	x	—	x

Таблица 4.7.4

Подготовительно-нарезные выработки, проводимые по руде

Элементы блока, Наименование выработки	Длина, м	Сечение, $м^2$	Объем, $м^3$
1. Днище блока 1.1. Орт-заезд 1.2.			
Всего			
2. Междукамерный целик 2.1. Восстающий 2.2.....			
Всего			
3. Камера 3.1. Отрезной восстающий 3.2.....			
Всего			
4. Потолочина 4.1. Буровой орт 4.2.			
Всего			
Итого			

Таблица 4.7.5

Промышленные запасы блока, подлежащие очистной выемке

Элемент блока	Объем элемен-та блока, $м^3$	Суммарный объем выработок, проводимых по руде, $м^3$	Объем элемента блока, подлежащий очистной выемке, $м^3$	Плотность руды, $т/м^3$	Промыш-ленные запасы блока, т
1. Днище блока 2. Междукамерный целик 3. Камера 4.Потолочи-на					
Всего					

Таблица 4.7.6

Количество добываемой рудной массы из блока

Элементы блока	Промышленные запасы блока, (Б) Т	Коэффициент потерь (п), доли ед.	Количественные потери (П), т	Коэффициент извлечения ($К_и$=1- п), доли ед.	Извлекаемые запасы руды (Б · $К_и$), т	Коэффициент разубоживания (ρ), доли ед.	Кол-во пустой породы, примешиваемой к руде (В=Д· ρ), т	Кол-во добываемой рудной массы (Д=Б), т	Доля стадии в количестве добытой рудной массы из блока, %
Днище блока Междукамерный целик Камерные запасы Потолочина	X X X X								
Итого:	X	Средн.		Средн.		Средн.		x	
Подготовительно-нарезные работы	X			1,0				x	
Всего по блоку	X	Средн.		Средн.		Средн.		x	100

где П и В - количественные потери руды и количество примешанной к рудной массе породы по видам работ, т.

Определение порядка отработки элементов блока, объемов работ в них и состава производственных процессов

На основании принятой системы разработки назначается очередность отработки элементов блока (последовательность выемки камерных запасов, междуэтажного и междукамерного целика для камерных систем, проведение закладочных работ, осуществление заиловки или порядок отработки подэтажей при подэтажном обрушении, последовательность их выемки, опережение верхнего подэтажа относительно нижнего и панелей в подэтаже и т. д.

При назначении очередности отработки элементов блока следует еще раз проверить обеспечивают ли принятые схемы подготовки и нарезки возможность выемки каждого элемента в принятой последовательности.

В каждом элементе блока определяется состав работ и их объем (например, в системе с подэтажной отбойкой руды отработка камерных запасов включает следующий состав работ: образование отрезной щели, подсечку камеры и отработку собственно запасов камеры; отработка днища блока включает образование рудоприемных выработок: воронок, траншей и отработку собственно запасов днища, очень часто совмещаемую с отработкой потолочины или междуэтажного целика и т .д.).

Для каждого вида работ в элементе блока определяется состав производственных процессов (бурение, заряжание и взрывание, выпуск и доставка руды, закладка, крепление и т. д.).

4.7.5. Расчет отбойки руды в блоке

В соответствии с намеченными методами отработки элементов блока, рационального метода отбойки, выбранного диаметра шпуров (скважин), типа бурового оборудования, типа ВВ, метода заряжания и взрывания, а также средств механизации рассчитывается комплекс буровзрывных работ /13,24/.

С учетом подготовительно-нарезных работ намечается схема расположения шпуров и скважин.

Производится расчет параметров буровзрывных работ. Определяется расход основных материалов: ВВ и СВ, буровой стали, твердых сплавов.

Расчеты производятся для каждого элемента блока, при различных методах буровзрывных работ в них, а затем определяются суммарные показатели по блоку.

4.7.6. Расчет процесса выпуска и доставки руды

В соответствии с намеченными методами отработки блока, принятой схемой механизации и выбранным оборудованием рассчитывается процесс выпуска и доставки руды. При донном выпуске руды (система этажного принудительного обрушения, этажного самообрушения и подэтажного обрушения с повышенной высотой этажа) принимается планограмма и доза выпуска. Рассчитывается производительность оборудования, занятого на выпуске рудной массы.

Определяется расход материалов: канатов и стали для скребков при скреперной доставке; дизельного топлива, смазочных материалов и шин при использовании самоходных машин и т.д.

Расчеты производятся для каждого элемента блока и определяются суммарные затраты по блоку.

Расчет процесса крепления выработанного пространства

В зависимости от принятого способа крепления рассчитываются параметры крепи или принимаются по аналогии с существующими на шахте. Расход крепежного материала рассчитывается по паспорту крепления.

Расчет процесса закладки

Рассчитывается потребное количество закладочного материала, его состав для твердеющей закладки, определяется требуемая прочность.

Принимается схема ведения закладочных работ и рассчитывается количество закладки, подаваемой в блок по стадиям его отработки (заполнение слоя, первичной и вторичной камеры, заходки и т.д.), условно полагая, что закладочный комплекс обеспечивает требуемое количество закладочного материала.

Выбирается схема транспортирования закладки в блок.

Определяется состав сопутствующих процессов: распределение закладки в заполняемом объеме, дозакладка, укладка и снятие настила, устройство перемычек, проведение гидроизоляционных работ, слив отстоявшейся воды, и т. д.

Расчет процесса заиливания

При обработке пожароопасных месторождений системами с обрушением вмещающих пород или с обрушением руды и вмещающих пород обязательно предусматривать профилактическое заиливание. Принимается состав заиловочной смеси и требуемое количество ее на блок.

Выбирается способ заиливания, определяется перечень сопутствующих работ (возведение перемычек и т. д.).

Аналогично рассматриваются и другие производственные процессы, которые могут выявиться в связи с особенностями принятой системы разработки (смыв рудной мелочи в блоке и т. д.).

Организация работ в выемочном блоке

В расчет организации работ в выемочном блоке входит:

- расчет продолжительности производственных процессов в цикле очистных работ;

- построение календарного графика организации работ в блоке, включая подготовительные, нарезные и очистные работы.

Расчет продолжительности производственных процессов в цикле очистных работ и продолжительности цикла по элементам блока

В зависимости от системы разработки принимается объем руды, добываемый за один цикл очистных работ (объем одного отбиваемого слоя в системах с открытыми камерами с этажной отбойкой, в системе с магазинированием руды, в системах с закладкой: одной обрушаемой секции в “зажатой среде” и т. д.).

При стадийной отработке блока, объем руды добываемой за цикл, определяется для каждого элемента блока.

Устанавливается перечень производственных процессов, входящих в цикл каждого элемента блока. По расчетным данным производственных процессов и объема руды, отбиваемого за цикл, определяется объем требуемой работы. Делением требуемого объема работы на производительность используемого оборудования определяется продолжительность процесса в цикле.

Количество одновременно работающего оборудования определяется расстановкой.

По определенной продолжительности процессов с учетом рабочих смен в сутки строится график организации работ в цикле (табл. 4.7.7). При построении графика учитывается возможность совмещения производственных процессов.

На основании полученного графика определяется продолжительность цикла в сутках и производительность (т/сут) по рассматриваемому элементу блока.

Отдельные производственные процессы могут принадлежать элементу блока в целом (закладка камеры перед отбойкой целиков при системе с подэтажной отбойкой руды или закладка первичных и вторичных камер, заиловка отработанного подэтажа и т. д.). В этом случае эти процессы учитываются при определении продолжительности отработки элемента блока.

Построение календарного графика очистных работ по элементам блока

На основании определенных эксплуатационных запасов элементов блока, очередности их отработки и производительности цикла по элементам строится календарный график очистных работ в блоке (табл. 4.7.8).

По графику организации очистных работ в блоке определяется продолжительность отработки каждого элемента блока (смен) и производительность используемой техники или ГРОЗ при отработке элементов (т/мес.).

Для определения времени подготовки, нарезки и отработки блока составляется календарный график.

Исходными данными служат: планы и разрезы конструктивного оформления блока, перечень и объемы подготовительных и нарезных выработок, эксплуатационные запасы блока в целом и по элементам, нормативные скорости проведения выработок, производительность очистных работ.

Составление календарного графика начинается с установления последовательности работ по подготовке, нарезке блока и очередности развития очистных работ.

Оформление календарного графика осуществляется в табличной форме (табл. 4.7.9).

Таблица 4.7.7

График организации работ в цикле при отработке_____

(указывается элемент блока)

Наименование Процессов	Объем работ по процессу, м, $м^3$, т, шт	Производительность при выполнении процесса, м/см, $м^3$/см, т/см	Продолжительность процесса, смен	I сутки			II сутки			III сутки		
				1 смена	2 смена	3 смена	1 смена	2 смена	3 смена	1 смена	2 смена	3 смена
1. Бурение												
2. Заряжание и взрывание												
3. Проветривание												
4. Выпуск и погрузка руды												
5. Крепление												
6.												
7.												

Таблица 4.7.8

График организации очистных работ в блоке

Наименование элементов блока	Кол-во добываемой рудной массы (Д), т	Производительность цикла, т/сут	Продолжительность отработки элемента блока, мес	1 год												2 год				
				месяцы												месяцы				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Камера,	X	x	x																	
в том числе: отрезная щель	X	x	x																	
Подсечка	X	x	x																	
собственно камера	X	x	x																	
.....																				
Междукамерный целик	X	x	x																	
Потолочина	X	x	x																	
.....																				
.....																				
Всего :	x																			

Таблица 4.7.9

Календарный график подготовки, нарезки и очистной выемки блока

Наименование Работ	Длина выработок, м	Скорость проведения выработки, м/мес.	Продолжительн. проведения выработки, мес.	Запасы рудной массы в блоке (Д), т	Средняя производительность блока, т/мес.	Продолжительность работ, мес.	1 год												2 год	
							I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
1. Подготовительные выработки:																				
Орт	------	------	------																	
Восстающий	------	------	------																	
2. Нарезные выработки:																				
Штрек скреперования	-----	-----	-----																	
Штрек подсечки	-----	-----	-----																	
Отрезной восстающий	-----	-----	-----																	
Буровой штрек	-----	-----	-----																	
3. Очистные работы Блок № 1				------	------	-----														

4.7.7. Проветривание выемочного блока (1-2 с.)

В данном разделе указывается необходимое количество воздуха для проветривания выемочного блока. Приводится основная схема проветривания с перечислением всех необходимых вентиляционных выработок, механизмов и средств вентиляции.

Графическая часть

Схема проветривания отдельного выемочного блока (участка) по согласованию с консультантом может быть приведена на схеме (плане) горных работ .

4.7.8. Технико-экономические показатели по блоку и расчет участковой себестоимости руды (3-9 с.)

Содержание экономических расчетов сводится к экономической оценке системы разработки, т. е. даются выводы о целесообразности применения рассмотренной системы разработки в заданных горнотехнических условиях. В случае, если выбор системы разработки является специальным разделом ВКР, выполняется анализ технико-экономических показателей нескольких систем разработки с учетом требований безопасности, санитарно-гигиенических условий труда и т.п., делается окончательный вывод о применении той или иной системы разработки.

Обязательно рассчитываются следующие технико-экономические показатели (табл. 4.8.10).

Таблица 4.7.10

Технико-экономические показатели по блоку (участку)

Наименование показателей	Показатели, полученные в ВКР
1. Система разработки 2. Параметры блока, м х м х м 3. Объем блока, $м^3$ 4. Промышленные запасы руды в блоке, т 5. Запасы рудной массы в блоке, т 6. Среднее значение потерь по блоку, % 7. Среднее значение разубоживания по блоку, % 8. Количество подготовительно-нарезных выработок на 1000 т запасов руды в блоке, м/1000т, $м^3$/1000т 9. Выход рудной массы на 1 м шпура или скважины, т/м 10. Расход ВВ на 1 т рудной массы, кг/т 11. Расход вспомогательных материалов на 1т рудной массы, кг/т. $м^3$/т, шт/т 12. Расход электроэнергии на 1т рудной массы, кВт-ч/т	

13. Расход сжатого воздуха на 1 т рудной массы, $м^3/т$ 14. Средняя производительность труда забойной группы, т/чел-смену 15. Средняя производительность блока, т/мес.	

Графическая часть

1. Система разработки в масштабе 1 : 500, 1 : 200 с деталировкой по указанию руководителя.

2. Паспорта буровзрывных работ при очистной выемке.

3. Паспорта или схемы установки средств механизации на выпуске и доставке руды.

4. Схемы ведения закладочных или заиловочных работ.

4.8.Охрана труда (3-5 с.)

В настоящей главе разрабатываются общие мероприятия по безопасности, промсанитарии и противопожарной защите по проектируемому блоку (участку). В общем виде состав решаемых вопросов следующий:

1. Разработка организационных и технических мероприятий по технике безопасности и промсанитарии.

2. Мероприятия по предупреждению эндогенных и экзогенных пожаров.

3. Комплекс мероприятий по борьбе с пылью, газами, шумом, вибрацией и др.

4. Расположение запасных выходов и пунктов аварийной сигнализации.

5. Организация медицинской помощи.

При рассмотрении вопросов техники безопасности и промсанитарии в данной главе, следует руководствоваться требованиями “Единых правил безопасности” , но не следует их повторять /3/.

4.9. Охрана природы

При выполнении раздела необходимо руководствоваться следующими документами, в которых приведены его состав, объем, содержание, а также методические указания по выполнению с конкретизацией основных положений и требований для разработки проектных решений по охране земных недр, атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, земель, растительного и животного мира:

- Законы Российской Федерации “Об охране окружающей природной среды” (от 19.12.91) и “О недрах” (от 21.02.92);

- “Пособие по составлению раздела проекта (рабочего проекта) “Охрана окружающей природной среды” к СНиП 1.02.01.85”;

- Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды”, М.: Экономика, 1986;

- Единые правила охраны недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых”. М.: Недра, 1987.

4.11.Экономическая часть

В разделе “Системы разработки” приводится подсчет затрат на подготовительные и нарезные выработки и оформляется в виде таблицы. Для дальнейших расчетов необходима стоимость этих выработок на 1 т товарной руды.

Расчет затрат на очистные работы производится на ПЭВМ по методике курсовой работы по экономике. Расчет производится обязательно на годовой объем добычи.

4.12. Анализ основных технико-экономических показателей

Все полученные в ВКР технико-экономические показатели, а также фактические показатели рудника-аналога заносятся в таблицу 4. 12.1.

После заполнения указанной таблицы студент обязан объяснить, за счет каких технических решений , заложенных в ВКР получены лучшие экономические результаты.

Таблица 4.12.1 также выполняется в виде иллюстрационного чертежа и входит в графическую часть ВКР.

Перечень графических материалов и экономических показателей, необходимых для выполнения ВКР:

1. Геология месторождения с тектоникой , рельефом местности, сеткой разведочных скважин с указанием отметок их устья, глубины, отметки подсечки рудных тел, мощности и содержания полезных компонентов.

2. Продольный разрез по месторождению или проекция на горизонтальную плоскость с нанесением горных работ на момент проектирования.

3. Поперечные разрезы по основным и вспомогательным вскрывающим выработкам.

4. Планы горных работ по горизонтам.

5. Планы околоствольных дворов основных и промежуточных горизонтов, продольные профили скиповой, клетевой и обгонной ветвей.

6. Поперечные сечения стволов шахт.

7. Паспорта крепления капитальных подготовительных и нарезных выработок.

8. Системы разработки.

9. Схема вентиляции рудника.

10. План промплощадки.

11. Стоимость зданий и сооружений на поверхности пообъектно.

12. Стоимость горно-капитальных работ по видам выработок.

13. Стоимость новой техники.

14. Штатное расписание.

15. Нормы выработки на новое оборудование.

16. Производительность труда трудящихся и рабочих: по шахте, по системам разработки, на подготовительно-нарезных работах.

17. Средняя заработная плата по категориям рабочих забойной группы, на подготовительно - нарезных работах.

18. Штаты ремонтных рабочих по процессам и всех рабочих на поверхности.

20. Калькуляция себестоимости добычи руды выемочного блока.

21. Цены на материалы и оборудование.

22. Отпускные цены на руду.

23. Нормы расхода материалов на очистные работы.

Таблица 4.12.1

Основные технико-экономические показатели ВКР инженера

Наименование показателей	Единица измерен.	Показатели полученные по ВКР Инженера	Фактические показатели на аналогичном предприятии	Результаты сравнения (+, -)
Добыча руды в год	Тыс. т			
Себестоимость добычи 1 т руды:				
а) по очистным работам	Руб./ т			
б) по шахте	Руб./ т			
Рентабельность	%			
Балансовая прибыль	тыс. руб.			
Численность:				
а) трудящихся	чел.			

б) рабочих	чел.			
в) подземных рабочих	чел.			
Производительность труда:				
на 1 трудящегося в год	т			
на 1 рабочего в год	т			
на подземного в смену	т			
Заработная плата в месяц:				
Трудящегося	руб.			
Рабочего	руб.			
Подземного	руб.			
Расход электроэнергии на 1 т добычи	кВт/ч			
Стоимость строительства	тыс. руб.			
Удельные капзатраты	руб./т			

Рекомендуемая литература:

1. Агошков М. И. и др. Разработка рудных и нерудных месторождений. – М.: Москва. – 511с.

2. ГОСТ 2.850-75 и др. Горная графическая документация: Сборник.-Введ. с 01.07.77.-Содерж.: ГОСТ 2.850-75 – ГОСТ 2.857-75.

3. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. – М.: НПО ОБТ, 2003. – 135с.

4.Именитов В. Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. – М. Недра, 1984. – 504с.

5.Стряпунин В.В. Вскрытие и подготовка рудных месторождений. – Учеб. пособие. Екатеринбург. Изд-во УГГГА, 1999. – 75с.

6. Киселев Н. А. Методические рекомендации по оценке вариантов отработки очистного блока. Учебн. пособие. - Екатеринбург. Изд-во УГГУ. 2013. – 25с.

7. Киселев Н. А., Кузьминых Н. Б. Экономические расчеты в выпускной квалификационной работе. Методическое руководство. Екатеринбург, 2008. - 48с.

8. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки. ВНТП 13-2-93. – Санкт-Петербург.: Комитет Российской Федерации по металлургии. Гипроруда, 1993. – 234с.

9. Справочник по горнорудному делу /Под редакцией Гребенюка В. А. и др., М..: Недра, 1983. – 816с.

10. Стряпунин В. В. Вскрытие и подготовка рудных месторождений: Учеб. пособие. – Екатеринбург. Изд. УГГА, 1999. – 80с.

11. Половов Б.Д., Химич А.А., Валиев Н.Г. Основы горного дела: учебник для вузов. – Екатеринбург Изд-во УГГУ, 2012. 789с.

12. Шахтное и подземное строительство. Под редакцией Корнилкова М . В. и др. Екатеринбург. 2002. – 191с.

Программа и методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы инженера специальности 130404 - “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых” (РРМ) направление 130400 – «Горное дело»

Авторы: Н. Г. Валиев, проф. д.т.н., В. А. Осинцев, проф., к.т.н.,
О. В. Славиковский, проф. д.т.н., В. Д. Пропп, проф., к.т.н.
В. В. Стряпунин, доцент, к.т.н., Н. А. Киселев, доцент, к .т.н.
А. А. Химич, проф., к.т.н.

Ответственный: Осинцев В. А., Химич А. А.

Корректура кафедры ГД
Подписано к печати Формат бумаги 60 х 84 1/16

Печ. л. 2,8 Тираж 150 экз. Заказ
Цена С.

Лаб. множительной техники УГГУ, 620144 Екатеринбург, Куйбышева, 30

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

Л. А. Важенин, К. В. Кокарев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (КУРСОВОГО ПРОЕКТА)

Екатеринбург - 2017

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

каф. горного дела

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-технологического факультета,
"_____"_____ 2017 г.

Председатель комиссии
_____ доц. К. В. Кокарев

Л. А. Важенин, К. В. Кокарев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (КУРСОВОГО ПРОЕКТА)

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017
М 54

РЕЦЕНЗЕНТ: *Вандышев А. А*., канд. техн. наук, доцент кафедры горного дела УГГУ

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры горного дела 28 сентября 2017 г. (протокол № 2-17/18) и рекомендованы для издания в УГГУ.

Важенин Л.А., Кокарев К.В.
М 54 Методические указания по оформлению пояснительной записки выпускной квалификационной работы (курсового проекта) / Л.А. Важенин, К.В. Кокарев; ФГБОУ ВО «УГГУ». – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2017. – 25 с.

В методических указаниях даны общие положения, структура и правила оформления пояснительных записок выполнения квалификационной работы (курсового проекта). Указания составлены на основе требований стандартов по оформлению технической документации.

Выполнение данных указаний является обязательным при оформлении курсовых и дипломных проектов.

Для студентов специальности 21.05.04 – Горное дело.

© Уральский государственный горный университет, 2017
© Важенин Л. А.
Кокарев К.В. 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…….....4
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ…….....5
2. СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ…….....6
3. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ…….....7
3.1. Титульный лист…….....7
3.2. Реферат…….....7
3.3. Содержание…….....8
3.4. Введение…….....8
3.5. Основная часть…….....8
3.6. Список использованных источников…….....9
3.7. Приложения…….....9
4. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ…….....9
4.1. Общие требования…….....9
4.2. Нумерация страниц…….....11
4.3. Деление текста…….....11
4.4. Нумерация разделов, подразделов, пунктов и подпунктов….....12
4.5. Перечисления…….....12
4.6. Заголовки разделов, подразделов, пунктов и подпунктов….....13
4.7. Иллюстрации…….....14
4.8. Формулы и уравнения…….....15
4.9. Таблицы…….....17
4.10. Список использованных источников…….....18
ПРИЛОЖЕНИЯ…….....21
Приложение 1. Образец оформления титульного листа пояснительной записки к дипломному проекту…….....21
Приложение 2. Образец оформления титульного листа пояснительной записки к курсовому проекту…….....22
Приложение 3. Латинский алфавит…….....23
Приложение 4. Греческий алфавит…….....24

ВВЕДЕНИЕ

Важной частью любого проекта является пояснительная записка, которая должна быть правильно оформлена.

Квалифицированный инженер должен обладать не только необходимыми техническими знаниями, но и владеть культурой письменной речи, в основе которой лежит технический стиль.

Основные черты технического стиля:

- краткое, четкое и ясное изложение материала, не допускающее неопределенностей и двусмысленностей;

- максимально - необходимое сопровождение текста рисунками, схемами, графиками и т. п., но в то же время не допускающее излишний иллюстративный материал, так как он будет отвлекать от четкого понимания сути изложения;

- широкое применение таблиц, которые позволят компактно представить большой объем материала и оценить (понять) представленный материал «одним взглядом»;

- представление зависимостей в аналитическом виде (формулы и уравнения);

- использование общепринятых буквенных и других символьных обозначений;

- четкая рубрикация текста, облегчающая восприятие излагаемого материала;

- оформление документов в соответствии с требованиями действующих стандартов.

В Методических указаниях…рассматриваются правила оформления пояснительных записок к проектам.

С целью овладения навыками, методикой и техникой инженерного труда требования к выполнению и оформлению курсовых (дипломных) проектов предъявляются те же, что и к обычной технической документации.

Методические указания…составлены на основе следующих стандартов:

ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам;

ГОСТ 2.321-84 ЕСКД. Обозначения буквенные;

ГОСТ 7.1-84 СИБИД. Библиографическое описание документов. Общие требования и правила составления;

ГОСТ 8.417-81 ГСИ. Единицы физических величин;

ГОСТ 9327-60. Бумага и издания из бумаги. Потребительские форматы.

При написании Методических указаний…использованы материалы брошюры «Методические рекомендации в помощь автору вузовской книги»/ сост. Л. В. Устьянцева, под ред. В. Ю. Козлова. Екатеринбург. Изд-во УГГУ, 2007. 51 с.

Выполнение данных указаний обязательно при оформлении всех текстовых документов.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Пояснительную записку (текст, таблицы, формулы, иллюстрации) следует подготовить в электронном виде на компьютере и распечатать на одной стороне листа белой бумаги.

Страницы пояснительной записки должны соответствовать формату А4 (210 х 297 мм) по ГОСТ 9327-60. Допускается представлять иллюстрации и таблицы на листах формата А3 (297 х 420 мм), такие листы размещаются в пояснительной записке в сложенном виде, таким образом, чтобы они не были разрезаны при обрезке переплетенной записки.

Формат текста на листах пояснительной записки должен быть 165 на 250 мм (включая номер страницы). Размеры полей должны быть не менее, мм: левое 30; правое 10; верхнее 20; нижнее 25.

Абзацы в тексте следует начинать отступом размером 5 интервалов. Цвет текста должен быть черный, а иллюстрации могут быть как в черно-белом ис-

пользовании, так и цветными. Иллюстрации в цветном использовании не должны быть очень яркими, резко выделяться на фоне текста.

Как исключение пояснительная записка может быть выполнена рукописным способом на одной стороне листа четким разборчивым почерком с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Текст должен быть написан тушью, чернилами или пастой синего или черного цвета.

2. СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Структурными элементами пояснительной записки к выпускной квалификационной работе (курсовому проекту) являются:

- титульный лист;
- задание на выполнение проекта;
- реферат;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- список использованных источников;
- приложения.

Каждый структурный элемент пояснительной записки следует начинать с нового листа (страницы).

Структура пояснительной записки может быть изменена по согласованию с руководителем выпускной квалификационной работы (курсового проекта).

Требования к оформлению дипломной работы являются такими же, какие предъявляются к оформлению пояснительной записки к дипломному проекту.

Эти требования изложены в нижеследующих разделах Методических указаний…

3. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

3.1. Титульный лист

Титульный лист является первой страницей пояснительной записки. Форма титульного листа приведена в приложениях 1 и 2. Отклонения от установленной формы не допускаются.

3.2. Реферат

Реферат должен содержать:

- сведения об объеме пояснительной записки (количество страниц), количество иллюстраций, таблиц, приложений, количество использованных источников;
- перечень ключевых слов;
- текст реферата.

Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов и словосочетаний из текста, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и пишутся прописными буквами в строку через запятые.

Текст реферата должен содержать:

- объект и цель проектирования;
- основное содержание разделов проекта;
- методы решения проектных задач;
- полученные проектные решения и их новизну;
- экономические показатели проекта.

Объем реферата 1-2 страницы текста.

3.3. Содержание

Содержание включает:

- введение;

- наименование всех разделов, подразделов, пунктов, подпунктов;

- список использованных источников;

- наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы пояснительной записки.

Содержание размещают после реферата на новой странице. Слово «Содержание» записывают посредине страницы с прописной буквы.

3.4.Введение

Введение должно содержать:

- оценку современного состояния техники и технологии ведения горных работ в условиях, аналогичных условиям проектируемого объекта;

- основные исходные данные для разработки проекта;

- методы решения проектных задач;

- основные принятые проектные решения;

- технико-экономические показатели, полученные в проекте.

3.5. Основная часть

Содержание основной части пояснительной записки зависит от темы проекта и включает все разделы выпускной квалификационной работы (курсового проекта), предусмотренные программой выпускной квалификационной работы (курсового проекта).

3.6. Список использованных источников

Список должен содержать сведения обо всех источниках, использованных при составлении пояснительной записки.

3.7. Приложения

В приложения рекомендуется включать спецификации, технические характеристики оборудования, используемый информационный вспомогательный материал в виде таблиц, графиков, номограмм и т. п.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

4.1. Общие требования

Текст записки должен быть написан технически и литературно грамотно, удовлетворять требованиям стандартов и основным стилистическим нормам.

Рекомендуется пользоваться безличной формой: «принято», «показано», «выполнено» и т. п.

Личная форма: «я принял», «я показал», «я выполнил» и т. п. – не допускается.

Предложения должны быть простыми с прямым порядком слов (сказуемое после подлежащего, определение перед определяемым словом). Сложных причастных и деепричастных оборотов следует избегать.

Вводные слова и выражения (ввиду того, как правило, в связи с тем и т. п.) необходимо помещать в начале предложения.

Не допускается применять для одного и того же понятия различные научно - технические термины, а так же иностранные слова при наличии равнозначных слов в русском языке.

Следует применять научно - технические термины, обозначения и определения, установленные стандартами, а при отсутствии стандартов - общепринятые в научно-технической литературе.

При сокращении русских слов и словосочетаний следует руководствоваться ГОСТ 77.12-77. Сокращения слов в тексте и подписях под иллюстрациями не допускаются. Исключение составляют:

- общепринятые в русском языке сокращения сложносокращенных слов (гостехнадзор, шахтопласт, госпошлина и т. п.);

- сокращение слов, установленное правилами русской орфографии и пунктуации (и т. д., и т. п., и др., и пр.).

Не допускается:

- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковинах таблиц и расшифровка буквенных величин, входящих в формулу;

- употреблять математические знаки = (равно), ≤ (меньше или равно), ≥ (больше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент) без цифр;

- применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, и др.) без регистрационного номера.

Ввод текста следует осуществлять со следующими параметрами:

- гарнитура - Times New Roman или Arial. Принятый вид шрифта следует сохранять по всему тексту записки;

- размер шрифта – 14 (допускается 12);

- межстрочный интервал – 1,5;

- таблицы и рисунки выполнять на отдельных страницах или по тексту без «обтекания» текстом.

Текст набирается с соблюдением следующих правил:

- все слова внутри абзаца следует разделять только одним пробелом;

- перед знаками препинания пробел не ставят, а после знака препинания – один пробел;

- между последней цифрой числа и обозначением единицы размерности следует ставить непрерывный пробел (Ctrl + Shift + пробел);

- при наборе следует различать тире (–) и дефис (-);

- между инициалами, после инициалов (перед фамилией), перед сокращениями и между ними ставится неразрывный пробел.

Примеры:

Л. Д. Шевяков; 2012 г.; т. е.; и т. п.;

- выделение курсивом, полужирным шрифтом, прописными буквами обеспечивается средствами Word.

Подчеркивания в качестве выделения не допускаются.

4.2. Нумерация страниц

Страницы пояснительной записки следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всей записке. Номера страниц проставляют в центре нижней части листа без точки.

Приложения, список литературы, а также иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц пояснительной записки.

Титульный лист входит в общую нумерацию, но номер страницы на нем не ставят.

4.3. Деление текста

Основную часть пояснительной записки следует делить на разделы в соответствии с программой дипломного (курсового) проекта.

Разделы обычно делят на подразделы, а подразделы – на пункты. При необходимости более детальной рубрикации текста пункты можно разделить на подпункты. Еще более детальная рубрикация не рекомендуется.

Разделы, подразделы, пункты, подпункты должны иметь номер и содержательный заголовок.

4.4. Нумерация разделов, подразделов, пунктов и подпунктов

Разделы пояснительной записки должны иметь порядковые номера в пределах всей записки, обозначенные арабскими цифрами с абзацного отступа.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой.

Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

4.5. Перечисления

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждым перечислением следует ставить дефис.

Пример:

Добычной комбайн состоит из следующих основных частей:

- моторная часть;

- подающая часть;

- режущая часть.

При необходимости ссылки в тексте записки на одно из перечислений, следует ставить строчную букву с круглой скобкой (за исключением букв: е, з, о, г, ь, й, ы, ъ).

Пример:

К вертикальным горным выработкам относятся:

а) стволы;

б) гезенки;

в) шурфы.

Для дальнейшей детализации перечислений следует использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа.

Пример:

Подземные горные выработки делят на:

а) вертикальные:

1) стволы;

2) гезенки;

3) шурфы;

б) горизонтальные:

1) штреки;

2) квершлаги;

3) штольни;

4) орты;

в) наклонные:

1) бремсберги;

2) уклоны и т. д.

4.6. Заголовки разделов, подразделов, пунктов и подпунктов

Заголовки разделов, подразделов, пунктов и подпунктов следует писать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая.

Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовками, подразделами, предыдущим и последующим текстом, а также между заголовками раздела и подраздела должно быть равно трем интервалам.

Переносы слов в заголовках не допускаются.

4.7. Иллюстрации

Иллюстрации (чертежи, схемы, графики, рисунки, фотографии) следует располагать в пояснительной записке непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые или на следующей странице, а при необходимости в приложении.

Чертежи и схемы, помещаемые в пояснительной записке, должны соответствовать требованиям государственных стандартов ЕСКД.

Иллюстрации должны быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

Для всех видов иллюстраций принято единое обозначение «Рис.» (рисунок). Слово «Рис.», его номер и наименование рисунка располагаются внизу рисунка посредине строки.

Нумерацию рисунков следует производить в пределах каждого раздела двумя цифрами: первая цифра обозначает номер раздела, вторая – порядковый номер иллюстрации в разделе.

В подписи под иллюстрациями знак № перед цифрой не ставится. После наименования рисунка точка не ставится.

Подписи к иллюстрациям следует набирать шрифтом меньшего кегля по сравнению со шрифтом основного текста.

На все иллюстрации должны быть даны ссылки в пояснительной записке. При ссылках в тексте на графическое изображение можно указывать вид графического изображения (схема, график, чертеж, фотография и т.п.).

Ссылки могут входить в текст как составная часть или быть заключены в скобки со словами «см.» (смотри) или без него, если ссылка на иллюстрацию сделана первый раз.

Примеры:

- рис. 1.3 дает представление об общем устройстве шагающего экскаватора;

- корпус комбайна состоит из моторной, подающей и режущей частей (см. рис. 8.7).

Слово «рисунок» пишется сокращенно (Рис.) только в том случае, если рядом цифра, указывающая номер иллюстрации, при отсутствии цифры слово «рисунок» пишется полностью (см. рисунок).

Повторные ссылки в тексте на отдельно расположенные иллюстрации сопровождаются указанием страницы. Ссылка заключается в скобки.

Пример:

Взаимное расположение пластов и вскрывающих выработок видно на вертикальной схеме вскрытия шахтного поля (см. рис. 3.2, с. 18).

Если в тексте делается ссылка на несколько иллюстраций, то слово «рис.» пишут только один раз, при первом порядковом номером

Примеры:

- как видно из графиков (см. рис.1.5, 1,6 и 1.7)…

- …это показано на рис. 2.3, 2.7 и 2.8…

Если в тексте пояснительной записки приводится только одна иллюстрация, то она не нумеруется.

4.8. Формулы и уравнения

Формулы следует набирать в редакторе формул, гарнитуры шрифтов: Times New Roman, Symbol. Рекомендуется использовать следующие размеры шрифтов: основной – кегль 14, крупный индекс – кегль 11, мелкий индекс – кегль 8.

Латинские обозначения, кроме устойчивых форм, наименований типа: max, min, det, sin, cos, tg, log, exp и т. д., набираются курсивом.

Русские, греческие обозначения и цифры всегда набираются прямым шрифтом.

Латинский и греческий алфавиты приведены в приложениях 3 и 4.

Формулы следует выделять в отдельную строку. Выше и ниже формулы должны быть оставлены одна свободная строка. Если формула не умещается в одну строку, то она должна быть перенесена после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (–), умножения (х), деления (:), причем знаки в начале следующей строки повторяются.

Примеры….

Расшифровку буквенных обозначений и числовых коэффициентов следует производить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле.

Пример:

Промышленные запасы шахтного поля определяют по формуле

$$Z_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^{\text{п}} H_i S_i m_i \gamma_i C_{\text{изв}} \qquad (3.1)$$

где $Z_{\text{пр}}$ *- промышленные запасы шахтного поля, т;*

H_i *- размер i-го пласта по падению в пределах шахтного поля, м;*

S_i *- размер i-го пласта по простиранию в пределах шахтного поля, м;*

п *- число пластов в шахтном поле;*

m_i *- мощность i-го пласта, м;*

γ_i *- плотность угля в массиве i-го пласта, т/м*^{3}*;*

$C_{\text{изв}}$ *- коэффициент извлечения угля в шахтном поле.*

Формулы в пояснительной записке следует нумеровать в пределах каждого раздела или в порядке очередности в пределах пояснительной записки. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формул в разделе или сквозного номера по порядку.

Ссылки в тексте записки на порядковые номера формул дают в скобках.

Пример:

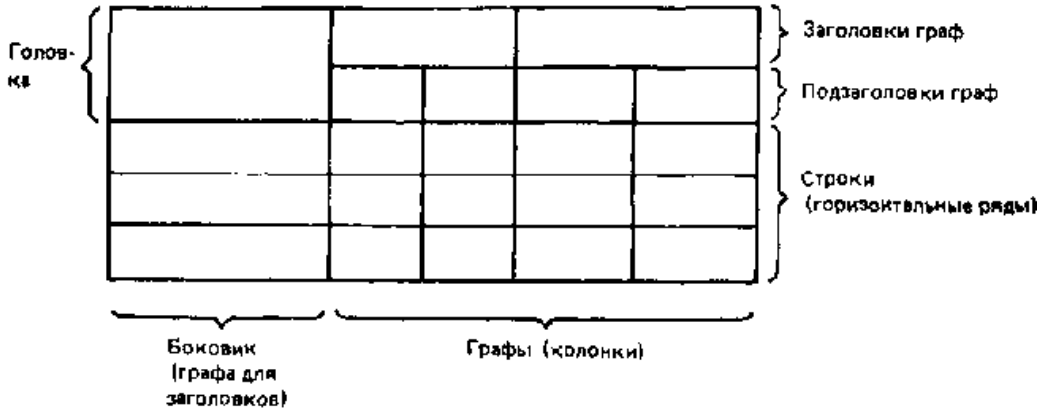
- результат, полученный по формуле(2.3), следует округлить до целых чисел;

- В формулах (2.1), (2.2) и (2.3) значения запасов шахтного поля следует принимать в миллионах тонн.

4.9. Таблицы

Таблица состоит из следующих элементов: порядкового номера таблицы; заголовка (наименование таблицы); головки (заголовки и подзаголовки вертикальных граф); боковика (наименования горизонтальных граф); основной части (горизонтальные и вертикальные графы).

Конструкция таблицы показана на рисунке ниже.



Порядковую нумерацию таблиц следует осуществлять в пределах каждого раздела двумя арабскими цифрами. Первая цифра обозначает номер раздела, вторая – номер таблицы в разделе. Слово «таблица» и ее порядковый номер ставят над заголовком в правом верхнем углу.

Заголовок (название) таблицы помещают на следующей строке по центру.

Головка таблицы может быть одноярусной или многоярусной. В одноярусной головке все заголовки набирают с прописной буквы. В многоярусной головке заголовки верхнего яруса пишут с прописной буквы, а заголовки последующих ярусов – с прописной, если они грамматически не подчинены стоящему над ним заголовку верхнего яруса, а со строчной, если грамматически подчинены стоящему над ними заголовку.

Текст основной части таблицы следует набирать кеглем 12, а текст головки таблицы – кеглем 11.

Ссылки на таблицу в тексте могут нести смысловую нагрузку, а могут быть нейтральными.

Примеры:

- *В табл. 8.2 приведены результаты натурных наблюдений в очистных забоях.*

- *Результаты натурных наблюдений приведены ниже (табл. 8.2).*

При повторных ссылках на одну и ту же таблицу добавляется сокращенное слово «см.».

Пример:

Исходные данные, полученные в результате натурных наблюдений (см. табл. 8.2), использованы для расчетов…

При необходимости сделать ссылку на несколько таблиц слово «табл.» пишется только один раз.

Примеры:

- *Результаты натурных наблюдений в горизонтальных выработках приведены в табл. 8.1; 8.2 и 8.3.*

- *Результаты натурных наблюдений в горизонтальных выработках (см. табл. 8.1, 8.2 и 8.3) хорошо согласуются с расчетами.*

При переносе таблицы на следующую страницу пронумеровывают графы и повторяют их нумерацию на следующей странице, а вместо тематического заголовка пишут «Продолжение табл. 1.2». Если таблица продолжается на трех и более страницах, на следующей пишут «Окончание табл. 1.2».

Примечания и сноски к таблице размещают непосредственно под ней. Сноски к цифрам обозначают только звездочками.

4.10. Список использованных источников

Библиографическая запись осуществляется по ГОСТ 7.1-2003.

Расположение литературы в списке рекомендуется по алфавиту или в порядке появления ссылки в тексте пояснительной записки.

При расположении материала по алфавиту библиографические записи следует делать по алфавиту фамилий авторов или первого слова заглавий книг и статей, если автор не указан.

Авторов–однофамильцев следует располагать по алфавиту их инициалов, труды одного автора – в хронологическом порядке изданий.

Библиографические описания источников осуществляют по определенным правилам с использованием знаков препинания и математических знаков.

Описание этих правил довольно громоздко, проще их показать на конкретных примерах.

Примеры библиографического описания:

- издание одного автора

1) Важенин, Л. А. Математическое моделирование объектов и процессов горного производства: учебное пособие / Л. А. Важенин. – Екатеринбург: УГГУ, 2007. – 363 с.

2) Килячков, А. П. Технология горного производства: учебник для вузов / А. П.Килячков. - М.: Недра, 1992. – 415 с.

-издание двух и трех авторов

Некрасовский, Я. Э. Основы технологии горного производства: учебное пособие / Я. Э. Некрасовский, О. В. Колоколов. – М.: Недра, 1981. – 200 с.

-издание с коллективом авторов более трех

Егоров, П. В. Основы горного дела: учебник / П. В. Егоров [и др.] – М.: МГГУ, 2003. – 405 с.

-издание под заглавием

Глубинное строение и геодинамика литосферы: учебник для вузов / М.Ю.

Бухарина и [др.] / под ред. А. А. Смыслова. – Л.: Недра, 1983. – 276 с.

- статья из журнала

Ключко, В. П. О проектировании пневмозакладочного хозяйства угольных шахт / В. П. Ключко // Уголь. – 1974. – № 5. – С. 22-26.

- диссертации, авторефераты диссертаций

Белозеров, И.В. Религиозная политика Золотой Орды на Руси в 31-14 вв. дисс… канд. ист. Наук: 07.00.02: защищена 22.01.12: утв. 15.07.12 / Белозеров Иван Валентинович. – М., 2012. – 215 с. – Библиогр.: с. 202-213. – 04200201565

- библиографическое описание документа из сети Internet

Бычкова, Л.С. Конструктивизм / Л.С. Бычкова // Культурология 20 ве – «К.» - (http//www.phiosophy.ru/edu/ref/enc/k.html)

Официальные документы ставятся в начале списка.

Литература на иностранных языках ставится в конце списка после литературы на русском языке, образуя дополнительный алфавитный ряд.

Ссылки на литературные источники в тексте записки дают в квадратных скобках.

Примеры:

- Ранее опубликованные данные [31] совпадают с нашими наблюдениями.

- В монографии Сидорова С.С. [28] утверждается, что…

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Образец оформления титульного листа пояснительной записки к дипломному проекту

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

Кафедра горного дела

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Специализация: «Подземная разработка пластовых месторождений»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

на тему:

«Разработка шахтного поля в условиях Челябинского буроугольного месторождения»

Студент_____

(фамилия, имя, отчество)

_____

(личная подпись)

Руководитель_____

(ученая степень, звание, инициалы, фамилия)

_____

(подпись руководителя)

Допустить к защите:

Зав. кафедрой Валиев Н. Г., д.т.н., профессор

"____"_____2017 г. _____

(подпись зав. кафедрой)

Екатеринбург 2017 г.

Приложение 2

Образец оформления титульного листа пояснительной записки к курсовому проекту

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

Кафедра горного дела

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Специализация: «Подземная разработка рудных месторождений»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Подземная разработка пластовых месторождений»
на тему:

«Вскрытие шахтного поля в условиях Челябинского буроугольного месторождения»

Студент_____
(фамилия, имя, отчество)

_____
(личная подпись)

Руководитель_____
(ученая степень, звание, инициалы, фамилия)

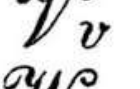
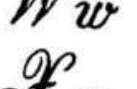
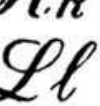
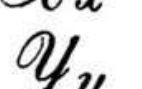
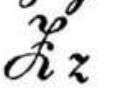
_____
(подпись руководителя)

"____"_____2017 г. Оценка_____

Екатеринбург 2017 г.

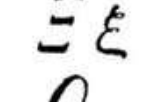
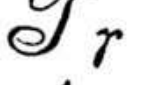
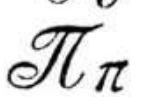
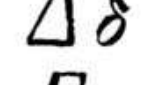
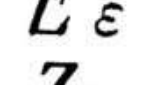
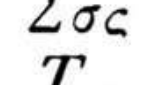
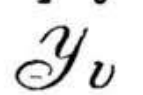
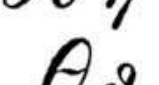
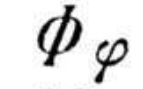
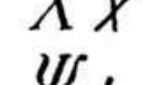
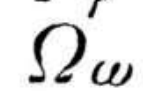
Приложение 3

ЛАТИНСКИЙ АЛФАВИТ

Печатные буквы	Рукописные буквы	Название	Печатные буквы	Рукописные буквы	Название
Aa		а	Nn		эн
Bb		бэ	Oo		о
Cc		цэ	Pp		пэ
Dd		дэ	Qq		ку
Ee		э	Rr		эр
Ff		эф	Ss		эс
Gg		гэ	Tt		тэ
Hh		аш	Uu		у
Ii		и	Vv		вэ
Jj		йот	Ww		дубль-вэ
Kk		ка	Xx		икс
Ll		эль	Yy		игрек
Mm		эм	Zz		зет

Приложение 4

ГРЕЧЕСКИЙ АЛФАВИТ

Печатные буквы	Рукописные буквы	Название	Печатные буквы	Рукописные буквы	Название
Αα		альфа	Νν		ни (ню)
Ββ		бэта	Ξξ		кси
Γγ		гамма	Οο		омикрон
Δδ		дельта	Ππ		пи
Εε		эпсилон	Ρϱ		ро
Ζζ		дзета	Σσ		сигма
Ηη		эта	Ττ		тау
Θϑ		тэта	Υυ		ипсилон
Ιι		иота	Φφ		фи
Κϰ		каппа	Χχ		хи
Λλ		ламбда	Ψψ		пси
Μμ		ми	Ωω		омега

Учебное издание

Леонид Алексеевич Важенин
Константин Владимирович Кокарев

Методические указания по оформлению пояснительной записки к дипломному (курсовому) проекту

Учебно-методическое пособие
по курсовому и дипломному проектированию
для студентов специальности 21.05.04
Горное дело

Редактор изд-ва *Л. В. Устьянцева*
Компьютерная верстка И. *В. Реснянская*

Подписано в печать 15.02.2012 г. Бумага офсетная. Формат 60 × 84 1/16
Печать на ризографе. Гарнитура Times New Roman Печ. л. 25 . Уч.-изд.л. 1,38
Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ

620144, Екатеринбург, Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

ФТД.В.01 ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА

Специализация
21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

Специальность
Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

форма обучения: очная, заочная

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Управления персоналом	Горно-технологический
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т.А	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 17.04.2019	Протокол №7 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические указания по подготовке к опросу	9
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
	Заключение	17
	Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[1]. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

---

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

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

• время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

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

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

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

3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

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

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.

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

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

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

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

ФТД.В.02 СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ В УЧЕБНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки
21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

Направленность
Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

форма обучения: очная, заочная

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Управления персоналом	Горно-технологический
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т.А	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 17.04.2019	Протокол №7 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические указания по подготовке к опросу	9
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
	Заключение	17
	Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[1]. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

---

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

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

• время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

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

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

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

3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

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

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.

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

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

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