

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УГЛЯ И УГЛЕХИМИИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ФИЦ УУХ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор



В.Н. Кочетков

20 23 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
для поступающих на обучение по программам подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

научная специальность 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород,
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

Кемерово, 2023

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа предназначена для лиц, поступающих в аспирантуру Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Сибирского отделения Российской академии наук» (далее ФИЦ УУХ СО РАН) по научной специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Программа является руководящим учебно-методическим документом для целенаправленной подготовки к вступительному испытанию.

Программа вступительного экзамена сформирована на основе федерального государственного стандарта высшего образования по направлению 21.05.04 «Горное дело» (уровень специалитета).

2. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Вступительный экзамен проводится в устной и письменной формах.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и задачу.

Результаты вступительного экзамена определяются суммой баллов, полученных за ответы на теоретические вопросы - 20-балльной шкале за каждый ответ на теоретический вопрос и решения задачи, оцениваемой по 10-балльной шкале. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания составляет **30 баллов**.

2.1. Критерии оценки ответа на теоретический вопрос

Баллы	Критерии оценивания
17-20	Полные, исчерпывающие, аргументированные ответы на все основные и дополнительные экзаменационные вопросы. Ответы должны отличаться логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание источников, понятийного аппарата и умения ими пользоваться при ответе.
12-16	Достаточно полные и аргументированных ответы на все основные и дополнительные экзаменационные вопросы. Ответы должны отличаться логичностью, четкостью, знанием понятийного аппарата и литературы по теме вопроса при незначительных упущениях при ответах
9-11	В целом неплохое знание рассматриваемого вопроса, но с заметными ошибками
6-8	Неполные и слабо аргументированные ответы, демонстрирующие общее представление и элементарное понимание существа поставленных вопросов, понятийного аппарата и обязательной литературы.
3-5	Самое общее представление о рассматриваемом вопросе, отвечающее лишь минимальным требованиям. Серьезные ошибки.
0-2	Отсутствие ответа на вопросы билета; ответ только на один из вопросов; попытка ответа на оба вопроса без раскрытия основного содержания; подмена ответа на вопросы экзаменационного билета ответом на смежные

вопросы (относящиеся к тем же темам); несанкционированный доступ к учебным материалам)
--

2.2. Критерии оценки решения задачи

Баллы	Критерии оценивания
10	решение задачи верное и выбран рациональный путь решения
9	решение задачи верное, но выбран нерациональный путь решения или есть один – два недочета
8	задача решена в основном верно, но допущена негрубая ошибка или два - три недочета
7	если ход решения задачи и ответ верный, но было допущено несколько негрубых ошибок
6	ход решения задачи верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному ответу
4-5	не получен ответ и приведено неполное решение задачи, но используемые формулы и ход приведенной части решения верны
2-3	получен неверный ответ, связанный с грубой ошибкой, отражающей непонимание участником олимпиады используемых законов и правил информатики
1	приведенные записи соответствуют теме данной задачи.
0	решение задачи отсутствует полностью или приведенные записи не относятся к решению данной задачи; или если приведен правильный ответ, но решение отсутствует

Под недочетами понимаются: негрубые логические ошибки при описании алгоритма; отсутствие пояснений к вводимым обозначениям, используемым формулам и законам; отсутствие обоснований применимости используемых законов и правил; отсутствие анализа входных данных на корректность; рисунок к решению, на котором отсутствуют используемые при решении задачи величины, и т.д.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Геомеханика

1.1. Основные представления о геомеханике как науке о механических явлениях и процессах в земной коре, вызываемых воздействием горных работ, и ее объекте – массиве горных пород, являющемся частью земной коры. Понятие о массивах горных пород, их физических состояниях и важнейших физико-механических свойствах, а также о причинах различия свойств массива и образцов горных пород.

1.2. Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические. Теории прочности и критерии разрушения пород. Полные диаграммы прочности. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород, их физический смысл и размерность. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения.

1.3. Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве. Методы исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород.

1.4. Процессы разупрочнения и предразрушения горных пород при добыче полезных

ископаемых. Управление тяжелыми кровлями угольных месторождений. Особенности деформирования и разрушения породных массивов вблизи забоя, устья и сопряжений выработок. Деформирование и разрушение кровли, почвы и породных целиков очистных выработок. Зоны опорного давления в окрестности выработок.

1.5. Сдвигание породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ. Связь сдвига горных пород и газовыделения в горные выработки и на поверхность. Определение параметров сдвига породных массивов и земной поверхности.

1.6. Динамические проявления геомеханических процессов в виде горных ударов и внезапных выбросов; их прогноз и предупреждение. Основные признаки удароопасности пород. Механизм внезапных выбросов. Геодинамическое районирование. Раскройка шахтных полей в условиях блочного строения массива, рациональное расположение выработок в активных геодинамических зонах.

1.7. Устойчивость горных выработок и подземных сооружений. Взаимодействие массива горных пород с инженерными конструкциями подземных сооружений. Основные положения механики подземных сооружений. Крепи горных выработок и их роль в управлении напряженно-деформированным состоянием массива. Капитальные, подготовительные и очистные выработки. Требования к выбору типа и параметров крепи.

1.8. Понятие о сейсмических волнах, их параметры и воздействие сейсмических сигналов на строящиеся и эксплуатируемые подземные сооружения. Принципы и приемы геомеханического воздействия на массив для повышения интенсивности и продолжительности нефте- и газоотдачи скважин. Методы контроля. Связь между геомеханическими и геодинамическими процессами. Влияние подземных вод на устойчивость горных выработок и отколов горных пород. Горно-строительный дренаж. Осадка толщ горных пород в результате глубокого водопонижения.

Раздел 2. Разрушение горных пород

2.1. Разрушение горных пород взрывом. Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения. Классификация взрывчатых веществ (ВВ), средств взрывания и области их эффективного применения. Влияние структуры и диаметра заряда на параметры детонации. Методы определения работоспособности и расчета детонационных параметров ВВ. Бризантные и фугасные свойства непереходных и переходных ВВ. Системы электрического и неэлектрического инициирования зарядов ВВ. Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках, физические и механические модели разрушения горных пород взрывом. Основы моделирования действия взрыва в горных породах. Методы анализа законов распределения кусковатости взорванной горной массы, определение размеров среднего куска и показателя равномерности дробления. Методы управления энергией взрыва при выполнении различных видов работы (выброс, перемещение, дробление) в условиях горного предприятия. Конструкция заряда и механизм воздействия ее на разрушаемый горный массив. Методы расчета параметров БВР при взрыве системы скважинных зарядов. Оценка результатов взрыва и основные технико-экономические критерии эффективности. Закономерности формирования и распространения сейсмических волн и ударной воздушной волны при массовых взрывах. Основные экологические проблемы и методы их решения при ведении взрывных работ.

2.2. Разрушение пород при бурении шпуров и скважин и комбинированной проходке выработок. Способы бурения и расширения шпуров и скважин. Вращательное, ударно-вращательное, шарошечное, термическое, электротермическое, электрофизическое, гид-

равлическое, гидромеханическое и другие комбинированные способы бурения. Влияние основных физико-механических свойств горных пород на показатели бурения и расширения шпуров и скважин, энергоёмкость разрушения.

2.3. Разрушение негабаритов: Способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения.

2.4. Разрушение горных пород и углей при выемке полезного ископаемого комбайнами и стругами. Особенности процесса разрушения угля и горных пород инструментами (резцами и шарошками). Свойства горных пород, влияющих на процессы механического разрушения углей и угольных пластов. Типизация угольных пластов по разрушаемости. Физические особенности разрушения горных пород и углей резцовым инструментом, дисковыми и штыревыми шарошками, комбинированным инструментом. Схемы резания и выбор их оптимальных параметров. Влияние параметров породоразрушающих инструментов, режима и схем разрушения на силовые и энергетические показатели процессов механического разрушения горных пород и углей.

2.5. Разрушение горных пород электрофизическими способами. Электрическое поле в диэлектрике. Диэлектрические характеристики горных пород.

2.6. Гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями воды высокого давления. Методы расчета динамических и структурных характеристик высокоскоростных струй воды.

2.7. Разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями. Сущность способа. Факторы, определяющие эффективность процесса разрушения горных пород и других материалов гидроабразивными струями воды. Гидромеханическое разрушение угля и горных пород. Сущность способа и основные положения гидромеханического способа разрушения угольного и породного массива применительно к использованию в очистных и проходческих комбайнах.

2.8. Дробление горной массы: типы дробилок, область их применения, механизм разрушения, параметры дробления и его энергоёмкость. Измельчение горной массы: типы мельниц, условия их применения, механизмы измельчения, энергозатраты и способы их снижения.

Раздел 3. Рудничная аэрогазодинамика

3.1. Рудничная газодинамика шахт и рудников.

3.1.1. Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов. Понятие динамически активных и пассивных газов в рудничной атмосфере. Температурно-влажностный режим шахт (рудников) и факторы его определяющие. Основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере. Газоносность угольных пластов, горных пород, горных выработок и шахт. Виды выделения метана в шахтах. Прогноз газо-выделения в горные выработки. Управление газовой выделением. Способы дегазации и их эффективность. Тепловой баланс шахт и кондиционирование шахтного воздуха. Шахтная пыль. Горючие и взрывчатые свойства угольной и сланцевой пыли. Особенности взрывов угольной пыли в шахтах. Режимы движения воздуха в шахтах (рудниках). Природа турбулентности. Основные характеристики турбулентности в шахтных вентиляционных потоках. Фильтрационные течения. Критическое число Рейнольдса. Природа аэродинамических сопротивлений элементов шахтной вентиляционной сети: сопротивление трения, местные и лобовые сопротивления. Закон сопротивления горных выработок, выработанных пространств.

3.1.2. Газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики. Пере-

ходные газодинамические процессы в шахтных вентиляционных системах. Основные закономерности аэрогазодинамики тупиковых выработок и камер, выемочных участков, выработанных пространств. Моделирование аэрогазодинамических процессов в шахтах. Критерии подобия при моделировании. Числа Архимеда, Нуссельта, Пекле, Прандтля, Стентона, Струхалья, Фруда, Шмидта, Эйлера.

3.2. Аэрология карьеров.

3.2.1. Состав атмосферы карьеров и предъявляемые к нему требования. Вредные примеси атмосферного воздуха, их свойства, предельно допустимые концентрации. Источники загрязнения атмосферы карьеров пылью и газами, их виды. Источники ионизирующего излучения. Методы и средства контроля состояния атмосферы. Микроклимат карьеров и его влияние на воздухообмен. Основные элементы микроклимата карьеров. Температурная стратификация атмосферы в карьерах. Возникновение воздушных потоков в результате неравномерного распределения тепла по бортам карьера. Основы аэромеханики и газовой динамики. Физические свойства воздуха. Основные законы аэродинамики. Распространение вредных газов и пыли при взрывных работах. Характеристики пылегазового облака. Проветривание карьеров за счет энергии ветра. Конвективная схема проветривания (условия возникновения, схемы движения воздуха, скорость и режим движения воздуха, вынос вредностей из карьера). Инверсионная схема движения воздуха (условия возникновения, схемы движения воздуха, скорость накопления вредностей в карьерном пространстве). Комбинированные схемы проветривания.

3.2.2. Интенсификация естественного воздухообмена. Способы и средства искусственной вентиляции. Способы и средства нормализации атмосферы карьеров. Создание комфортных условий в кабинах горных и транспортных машин. Пылеулавливание. Нейтрализация вредных газов. Снижение запыленности воздуха при массовых взрывах. Основы проектирования вентиляции карьеров.

Раздел 4. Горная теплофизика

4.1. Основы термодинамики горных пород. Термодинамические системы. Термодинамические процессы. Энтальпия и энтропия термодинамических процессов. Термодинамическая вероятность. Фазовые переходы в горных породах.

4.2. Тепломассоперенос. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Сопло Лавала. Температура адиабатного торможения потока. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия. Критерии подобия в термодинамике. Виды теплоносителей и теплообмена. Методы расчета параметров нагрева твердых тел.

4.3. Тепло земных недр. Термодинамические параметры земной коры. Источники тепла земных недр. Теплоперенос в недрах Земли. Использование тепла земных недр.

4.4. Теплообмен в горных выработках. Требования к тепловому режиму в подземных выработках. Каналы теплообмена человека. Источники тепла в горных выработках. Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха.

4.5. Промерзание связных пород на открытых разработках. Уравнение колебаний температуры внешней среды. Расчет глубины промерзания. Расчет толщины и свойств теплоизоляционных покрытий с целью полного или частичного предотвращения промерзания пород. Технология получения теплоизоляционных покрытий. Оттаивание связных пород на открытых разработках. Оттаивание прямым нагревом. СВЧ - методы оттаивания (механизм, техника, технология, область применения). Гидрооттаивание (механизм, параметры, техника

и технология, область применения). Замораживание пород при строительстве подземных сооружений. Тепломассоперенос в горных породах при замораживании.

4.6. Термическое разрушение горных пород. Разрушение плавлением. Хрупкое термическое разрушение (ХТР). Поле температур и напряжений при ХТР. Механизм и параметры ХТР. Термическое бурение шпуров и скважин, термическое расширение скважин (техника, технология, режимы и параметры, область применения).

4.7. Скважинные геотехнологии добычи полезных ископаемых на основе теплофизики. Подземная выплавка серы (условия применения, тепловой баланс, расчет параметров, техника и технология). Подземная газификация твердого топлива (частичная и полная газификация угля, механизм газификации, канал газификации, его формирование и пространственно-временные параметры, техника и технология подземной газификации угля).

4.8. Термические процессы при подготовке рудного сырья к металлургическому переделу. Обжиг окатышей и брикетов, агломерация руд (механизм спекания, восстановительные и окислительные процессы, расчет параметров нагрева с учетом фазовых переходов и тепловых эффектов, техника и технология). Сушка горной массы.

Основная литература:

1. Борщ - Компониец В. И. Практическая механика горных пород. Учебное пособие. М.: Горная книга, 2013.
2. Гальперин А.М. Геомеханика открытых горных работ. Учебное пособие. – М.: Изд. «Горная книга», 2012. – 480 с.
3. Артемьев В.Б. Внезапные выбросы метана: теоретические основы/ В.Б. Артемьев, Е.А. Колесниченко, И.Е. Колесниченко И.Е. – М.: Горное дело, 2013, 232 с.
4. Репин Н.Я. Процессы открытых горных работ: учебник для вузов /Н.Я. Репин, Л.Н. Репин. – М.: Изд. «Горная книга», 2015. – 518 с.

Дополнительная литература:

5. Баклашов И.В. Геомеханика: учеб. для вузов: в 2 т. // Основы геомеханики. Т. 1. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2004. – 208 с.
6. Геомеханика: учеб. для вузов: в 2 т. Геомеханические процессы. Т. 2. / И.В. Баклашов [и др.]. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2004. – 249 с.
7. Отечественная маркшейдерия и геомеханика. – М.: Недра, 1987.
8. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. – Л.: Недра, 1989.
9. Иофис М.А. Научные основы управления деформационными и дегазационными процессами при разработке полезных ископаемых. – М.: ИПКОН АН СССР, 1984.
10. Иофис М.А., Шмелев А.И. Инженерная геомеханика при подземных разработках. – М.: Недра, 1985.
11. Навитный А.М., Иофис М.А., Айруни А.Т. Опыт разработки угольных пластов под инженерными и природными объектами / ЦНИЭИуголь. – М., 1987.
12. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. – М.: Недра, 1986.
13. Линьков А.М., Зубков В.В., Хейб М.А. Метод решения трехмерных задач о пластовых выработках и геологических нарушениях // ФТПРПИ. – 1997. – № 4. – С. 3–25.
14. Подильчук Ю.Н. Пространственные задачи механики горных пород. – Киев: Наук.

думка, 1983. – 160 с.

15. Бульчев Н.С. Механика подземных сооружений: учеб. для вузов. – М.: Недра, 1982. – 270 с.

16. Баклашов И.В. Деформирование и разрушение породных массивов. – М.: Недра, 1988. – 271 с.

17. Внезапные разрушения почвы и прорывы метана в выработки угольных шахт / А.М. Морев [и др.]. – М.: Недра, 1992. – 174 с.

18. Петухов И.М., Линьков А.М. Механика горных ударов и выбросов. – М.: Недра, 1983. – 280 с.

19. Николаевский В.Н. Геомеханика и флюидодинамика. – М.: Недра. – 1996. – 447 с.

20. Расчетные методы в механике горных ударов и выбросов: справ. пособие / И.М. Петухов [и др.]. – М.: Недра, 1992. – 256 с.

21. Казикаев Д.М. Геомеханика подземной разработки руд: учеб. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2005. – 542 с.

22. Геомеханика. Практикум по выполнению расчетно-графических работ / А. А. Ренев [и др.] – Кемерово : Изд-во Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева, 2014. – 92 с.

23. Адушкин В.В., Спивак А.А. Геомеханика крупномасштабных взрывов. – М.: Недра, 1993.

24. Протасов Ю.И. Разрушение горных пород: учеб. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2003. – 455 с.

25. Каркашадзе Г.Г. Механическое разрушение горных пород: учеб. пособие. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2004. – 222 с.

26. Физика взрыва / Ф.А. Баум [и др.]; под ред. К.П. Станюковича. – М.: Наука, 1975.

27. Дубнов Л.В., Бахаревич Н.С., Романов А.И. Промышленные взрывчатые вещества. – М.: Недра, 1982.

28. Демидюк Г.П., Бугайский А.Н. Средства механизации и технология взрывных работ с применением гранулированных взрывчатых веществ. – М.: Недра, 1975.

29. Ефремов Э.И., Вовк А.А. Справочник по взрывным работам. – Киев: Наукова думка, 1983.

30. Мосинец Э.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. – М.: Недра, 1976.

31. Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. – М.: Недра, 1990.

32. Электротермическое и электротермомеханическое разрушение крепких горных пород / В.Ф. Бызов [и др.]. – Киев: Техніка, 1989.

33. Никонов Т.П., Кузьмич И.А., Гольдин Ю.А. Разрушение горных пород струями воды высокого давления. – М.: Недра, 1986.

34. Протасов Ю.И. Разрушение горных пород: учеб. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2003. – 455 с.

35. Каркашадзе Г.Г. Механическое разрушение горных пород: учеб. пособие. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2004. – 222 с.

36. Мангуш С.К. Взрывные работы при проведении подземных горных выработок: учеб. пособие. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2005. – 120 с.

37. Киреев А.М., Войтенко В.С. Управление проявлениями горного давления при строительстве нефтяных и газовых скважин. – Тюмень: Экспресс, 2006. – Т. 1–2.

38. Аэрология горных предприятий / К.З. Ушаков [и др.]. – М.: Недра, 1987.

39. Рудничная вентиляция: справ. / под ред. К.З. Ушакова. – М.: Недра, 1988.
40. Лидин Г.Д. Газообильность каменноугольных шахт СССР. – М.: Недра, 1990.
41. Мясников А.А., Рябченко А.С., Садчиков В.А. Управление газовыделением при разработке угольных пластов. – М.: Недра, 1987.
42. Сергеев И.В., Бухны Д.И., Фитерман А.Е. Теоретические и экспериментальные методы исследования газового состояния массива. – М.: Наука, 1988.
43. Соколов Э.М., Качурин Н.М. Углекислый газ в угольных шахтах. – М.: Недра, 1987.
44. Управление газовыделением в угольных шахтах при ведении очистных работ / И.В. Сергеев [и др.]. – М.: Недра, 1992.
45. Ушаков К.З. Газовая динамика шахт. – М.: Недра, 2004.
46. Пучков Л.А. Аэродинамика подземных выработанных пространств / Моск. гос. геол. ун-т. – М., 1993.
47. Пучков Л.А., Каледина И.О. Динамика метана в выработанных пространствах шахт / Моск. гос. геол. ун-т. – М., 1995.
48. Васючков Ю.Ф. Физико-химические способы дегазации угольных пластов. – М.: Недра, 1986.
49. Пучков Л.А., Бахвалов Л.А. Методы и алгоритмы автоматического управления проветриванием угольных шахт. – М.: Недра, 1992.
50. Ушаков К.З. Газовая динамика шахт. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2004.
51. Пучков Л.А., Сластунов С.В., Коликов К.С. Извлечение метана из угольных пластов. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2002.
52. Гендлер С.Г. Тепловой режим подземных сооружений. – Л.: Изд-во Ленингр. горн. ин-та, 1987.
53. Глузберг Е.И. Теоретические основы прогноза и профилактики эндогенных пожаров. – М.: Недра, 1986.
54. Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термическое и комбинированное разрушение горных пород. – М.: Недра, 1987.
55. Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. – М.: Недра, 1990.
56. Дмитриев А.П., Гончаров С.А., Германович Л.Н. Термическое разрушение горных пород. – М.: Недра, 1990.
57. Дядькин Ю.Д. Разработка геотермальных месторождений. – М.: Недра, 1989.
58. Кравченко В.Т., Шувалов Ю.В. Тепловой режим глубоких рудников. – М.: Недра, 1993.
59. Кудряшов Б.Б., Пудовкин М.А. Проблемы управления тепловым режимом скважины // Физические процессы горного производства. – Л.: Изд-во Ленингр. горн. ин-та, 1982. – Вып. 12. – С. 24–31.
60. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Бурение скважин в мерзлых породах. – М.: Недра, 1983.
61. Мисник Ю.М. Основы разупрочнения мерзлых пород СВЧ-полями. – Л.: Изд-во Ленингр. горн. ин-та, 1982.
62. Насонов И.Д., Федюкин В.А., Шуплик М.Н. Технология строительства подземных сооружений. – М.: Недра, 1983.
63. Павлов И.А., Гендлер С.Г., Смирнова Н.Н. Теплообмен в технологических процессах при разработке месторождений полезных ископаемых. – Л.: Изд-во Ленингр. горн. ин-та, 1989.

64. Справочник по сооружению шахтных стволов специальными способами / под ред. Н.Г. Трупака. – М.: Недра, 1980.
65. Теплофизические аспекты освоения ресурсов недр / В.Ж. Аренс [и др.]. – Л.: Недра, 1988.
66. Теплофизические свойства горных пород / В.В. Бабаев [и др.]. – М.: Недра, 1987.
67. Филлипов В.А. Технология сушки и термоаэроклассификация углей. – М.: Недра, 1987.
68. Шувалов Ю.В. Регулирование теплового режима шахт и рудников Севера (энергосберегающие технологии). – Л.: Изд-во Ленингр. горн. ун-та, 1988.
69. Щербань А.Н., Брайчева Н.А., Черняк В.П. Методы расчета температуры вентиляционного воздуха подземных сооружений. – Киев: Наукова думка, 1981.
70. Аэрология и безопасность горных предприятий: Сборник научных трудов / под ред. В.Б. Артемьев. – М.: Горное дело, 2013, 245с.

4. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

4.1. Примерные теоретические вопросы

1. Взаимодействие крепи с массивом пород. Расчетные схемы крепи.
2. Монолитная бетонная и железобетонная крепь (обделка). Сборная бетонная и железобетонная крепь.
3. Требования к методам определения механических свойств горных пород и состояний массива. Методы определения деформационных и механических характеристик горных пород.
4. Напряженное состояние массива горных пород до и после начала горных работ. Упругие модели массива.
5. Напряжения и деформации в массиве вокруг незакрепленных выработок в упругом массиве.
6. Жесткопластические, упругопластические, реологические модели массива.
7. Устойчивость обнажений пород в горных выработках.
8. Прочность и разрушение горных пород в условиях объемного сжатия.
9. Опорное давление. Механизм формирования, параметры, динамика.
10. НДС массива вокруг очистных выработок на угольных шахтах.
11. Зоны повышенного горного давления и разгрузки при отработке свит пластов. Механизм формирования, параметры.
12. Анкерная крепь выработок. Механизм воздействия на массив. Типы анкеров.
13. Требования к буровзрывным работам. Основы проектирования взрыва скважинных зарядов при разработке месторождений открытым и подземным способом.
14. Основные требования, предъявляемые к промышленным ВВ.
15. Кислородный баланс и реакции взрывчатого превращения.
16. Физическая сущность детонации промышленных ВВ.
17. Параметры (характеристики) ВВ и методы их оценки.
18. Средства и способы взрывания зарядов ВВ.
19. Коэффициент полезного действия взрыва. Общие принципы расчета
20. Методы ведения взрывных работ. Специальные методы ведения взрывных работ.
21. Технология контурного взрывания. Формирование зон дробления, трещинообра-

зования и откола на волновой стадии действия взрыва.

22. Методы расчета зон разрушения.

23. Общие принципы расчета удельного расхода ВВ.

24. Заряды рыхления, выброса и камуфлета.

25. Гранулометрический состав разрушенной горной массы.

26. Негативные факторы воздействия взрыва на окружающую среду. Мероприятия, направленные на снижение негативного воздействия взрыва на окружающую среду.

27. Основные требования к хранению и транспортированию ВМ.

28. Атмосферный воздух. Изменение состава атмосферного воздуха при его движении по горным выработкам.

29. Нормативные документы, регламентирующие состав воздуха горных предприятий.

30. Горючие и взрывчатые свойства. Факторы, влияющие на взрывчатость угольной пыли.

31. Особенности взрывов угольной пыли в шахтах. Меры борьбы со взрывами угольной пыли.

32. Способы измерений запыленности воздуха. Внутренние и внешние источники выделения пыли и вредных газов в атмосферу карьера при различных процессах.

33. Микроклимат шахт. Термовлажностные параметры шахтного воздуха.

34. Источники тепла в шахтах и рудниках. Тепловые режимы.

35. Основной закон теплопроводности, дифференциальное уравнение теплопроводности, условия однозначности.

36. Виды теплоносителей и теплообмена.

37. Температурный режим горного массива. Тепловой режим горных выработок.

38. Тепловой баланс шахт. Кондиционирование шахтного воздуха.

39. Микроклимат карьеров. Факторы, определяющие температурно-влажностный режим карьера.

40. Основное уравнение аэростатики. Барометрические формулы.

41. Типы воздушных потоков в горных выработках и их основные характеристики.

42. Свободные и полуограниченные струи. Ограниченные воздушные потоки. Режимы движения воздуха в шахтах.

43. Виды давления в движущемся воздухе. Депрессия. Законы сохранения. Уравнение Бернулли, его следствия. Закон сопротивления.

44. Природа и виды аэродинамического сопротивления. Сопротивление трения. Местное сопротивление. Лобовое сопротивление. Общие закономерности проявления аэродинамического сопротивления. Единицы измерения. Способы снижения аэродинамического сопротивления.

45. Определение фильтрационного течения. Его основные характеристики. Законы фильтрационного течения. Двучленный закон сопротивления.

46. Основные законы движения воздуха в шахтных вентиляционных сетях. Методы расчета естественного воздухораспределения и регулирования в шахтных вентиляционных сетях.

47. Шахтные вентиляторы. Типы и характеристики вентиляторов. Естественная тяга воздуха в шахтах. Факторы, определяющие величину естественной тяги.

48. Уравнения конвективной диффузии. Коэффициент диффузии. Стационарные и нестационарные газодинамические процессы. Диффузия активных газов. Слоевые скопления газов.

49. Источники газовыделения. Газовыделение с обнаженной поверхности горного массива. Газовыделение из отбитой горной массы. Газовыделение при взрывных работах. Газовыделение из выработанного пространства.

50. Управление метановыделением в горные выработки. Влияние скорости воздушного потока на содержание пыли в воздухе.

51. Уравнение энергии воздушного потока. Теплообмен между вентиляционным потоком и горным массивом.

52. Прогнозирование температуры шахтного воздуха. Вентиляционные сооружения на шахтах. Утечки воздуха в шахтах.

53. Требования к схемам вентиляции участков. Схемы вентиляции выемочных участков угольных шахт. Схемы вентиляции очистных блоков рудных шахт. Особенности вентиляции тупиковых выработок. Способы вентиляции.

54. Вентиляция с помощью вентиляторов местного проветривания. Вентиляция выработок большой длины. Проектирование вентиляции тупиковых выработок. Нагнетательный, всасывающий и комбинированный способ вентиляции, области применения.

55. Схемы вентиляции шахт. Центральная схема вентиляции. Фланговая схема вентиляции. Секционная схема вентиляции. Области применения.

56. Задачи и значение управления вентиляцией шахты. Способы и средства управления. Управление вентиляцией при нормальной работе шахты и в аварийных ситуациях.

57. Контроль вентиляции шахт и карьеров. Требования к контролю параметров атмосферы. Методы и технические средства контроля параметров атмосферы горных предприятий.

58. Вентиляция при сооружении горных выработок большой протяженности. Выбор схемы вентиляции. Условия исключения рециркуляции воздуха.

59. Термодинамика атмосферы карьеров. Источники тепла. Термические силы. Температурная стратификация атмосферы карьера. Туманообразование.

60. Динамика распространения вредностей в карьерах. Типы источников газа и пыли. Газовая динамика в карьере. Методы и средства нормализации состава атмосферы карьера.

61. Комбинированные схемы естественной вентиляции карьеров. Интенсификация естественного воздухообмена на карьерах. Технологические решения, интенсифицирующие воздухообмен.

62. Средства и способы искусственной вентиляции карьеров. Общие требования к проектированию шахтных вентиляционных систем. Этапы проектирования.

63. Определение расхода воздуха для вентиляции выемочного участка и шахты в целом.

64. Распределение воздуха по выработкам и проверка поперечных сечений выработок по допустимым скоростям движения воздуха. Проверка устойчивости движения воздуха в выработках.

65. Расчет необходимого расхода воздуха для вентиляции карьера.

4.2. Типовая задача для вступительного испытания

Задача. Оцените возможности применения защитной выемки при ведении очистных работ.

Решение задачи:

1. Возможность применения защитной выемки оценивается по двум факторам:

- минимально допустимой мощностью междупластья h_{\min} , м;
- критической мощностью защитного пласта m_0 , м.

2. Пласт может считаться защитным, если он подходит по обоим факторам.

Мощность h_{\min} определяется по формулам:

$$h_{\min} = km \cos\alpha \text{ при } \alpha < 60^\circ;$$

$$h_{\min} = km \cos(\alpha/2) \text{ при } \alpha > 60^\circ,$$

где h_{\min} – минимально допустимая мощность междупластья м (при подработке); m – мощность защитного пласта (слоя), м; α – угол падения пласта, град; k – коэффициент, учитывающий горно-геологические и горнотехнические условия разработки пласта.

3. Коэффициент k имеет следующие значения:

- $k = 4$ при разработке защитного пласта с закладкой выработанного пространства;
- $k = 6$ при разработке тонких и средней мощности пластов с полным обрушением кровли;
- $k = 8$ обрушением кровли при интенсивном перепуске пород с вышележащего горизонта;
- $k = 10$ при разработке мощного пласта длинными столбами по простиранию или щитовой системой с обрушением кровли при затрудненном перепуске пород с вышележащего горизонта.

4. Критическая мощность m_0 защитного пласта определяется по номограмме на рис. 1. Если $a > 0,3H$, то при определении m_0 применяется $a = 0,3H$, но не более 250 м.

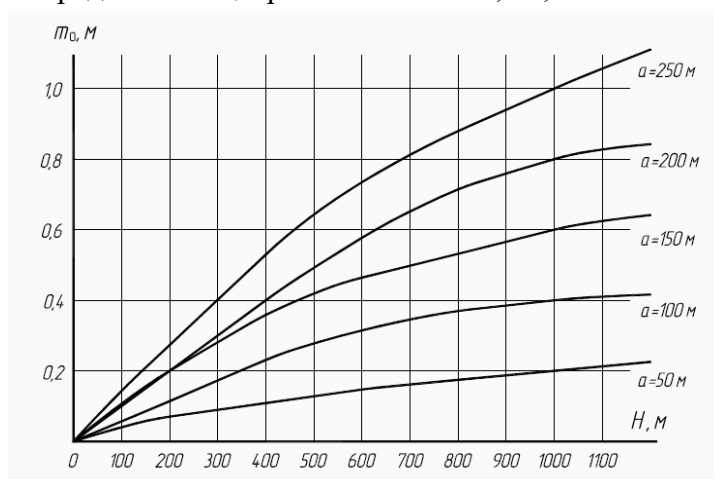


Рис. 1. Номограмма для определения критической мощности защитного пласта m_0 :

a – размер выработанного пространства вкrest простираия пласта, м; H – глубина ведения горных работ на защитном пласте, м

5. Как видно из номограммы, практически все пласты, имеющие балансовое значение мощности, на глубинах до 600 м имеют мощность больше критической, т. е. могут быть защитными.