**Программа вступительного экзамена в аспирантуру**

**ПФИЦ УрО РАН по специальности - 2.8.6 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика**

1. Геомеханика

Современные представления о геомеханике как науке о механических явлениях и процессах в земной коре, вызванных природными и техногенными воздействиями, и ее объекте – массиве горных пород, входящем в состав земной коры.

Горные массивы, их физическое состояние и важнейшие физико-механические свойства, модели массивов, в том числе иерархически-блочная модель горного массива. Методы определения свойств горных пород. Напряженное состояние горных пород. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях объемного напряженно-деформированного состояния, в том числе в зоне запредельного деформирования. Устойчивость выходов горных пород в горных выработках. Основные гипотезы горного давления. Современные методы обеспечения устойчивости горных выработок. Динамические проявления геомеханических процессов в виде горных ударов и внезапных выбросов; их предсказание и предупреждение. Основные признаки ударной и выбросоопасности горных пород. геодинамическое районирование.

2. Разрушение горных пород

Особенности применения взрыва при открытом и подземном способах разработки месторождений. Классификация взрывчатых веществ (ВВ), средств взрывания и области их эффективного применения. Системы электрического и неэлектрического инициирования зарядов взрывчатых веществ.

Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках, физико-механические модели разрушения горных пород взрывом. Распространение волн напряжений в трещиноватых средах и влияние столкновений деталей на эффективность взрыва. Методы анализа закономерностей распределения кусковатости взорванной горной массы, определения размера среднего куска и показателя равномерности дробления. Методы управления энергией взрыва при выполнении различных видов работ (выброс, перемещение, дробление) на горном предприятии. Методы расчета параметров бурения и бурения при взрыве системы скважинных зарядов. Особенности действия взрыва зарядов взрывчатого вещества в сжимаемой среде. Оценка результатов взрыва и основные технико-экономические критерии эффективности.

Закономерности образования и распространения сейсмических волн и ударных воздушных волн при массовых взрывах. Основные экологические проблемы и методы их решения при проведении взрывных работ.

Способы бурения и расширения шпуров и скважин. Вращательное, ударно-вращательное, шарошечное, термическое, электротермическое, электрофизическое, гидравлическое, гидромеханическое и другие комбинированные способы бурения. Влияние основных физико-механических свойств горных пород на показатели бурения и расширения шпуров и скважин, энергоемкость разрушения. Разрушение негабаритов. Способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения. Механизм разрушения и расчет параметров разрушения каждым из указанных способов.

3. Рудничная аэрогазодинамика

Рудничная газодинамика шахт и рудников. Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов. Основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере.

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.

Статика и динамика рудничных вентиляционных систем. Газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики. Переходные газодинамические процессы в шахтных вентиляционных системах. Основные закономерности аэрогазодинамики тупиковых выработок и камер, выемочных участков, выработанных пространств.

Пылевая обстановка подземных шахт и рудников. Физические процессы, связанные с переносом пыли в системах горных выработок. Способы нормализации пылевой обстановки на калийных рудниках.

Аэрология карьеров. 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. Методы и средства контроля состояния атмосферы.

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.

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.

4. Горная теплофизика

Основы термодинамики горных пород. Термодинамические системы. Термодинамические процессы. Энтальпия и энтропия термодинамических процессов. Термодинамическая вероятность. Фазовые переходы в горных породах. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Тепловые свойства твердых тел. Изменение свойств горных пород и минералов в зависимости от температуры.

Тепломассоперенос. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия. Критерии подобия в термодинамике. Виды теплоносителей и теплообмена. Пограничный слой и механизм конвективного теплообмена. Определение термодинамических параметров теплоносителей. Методы расчета параметров нагрева твердых тел.

Теплообмен в горных выработках. Требования к тепловому режиму в подземных выработках. Каналы теплообмена человека. Источники тепла в горных выработках. Способы нормализации микроклимата шахт. Нормирование микроклиматических параметров.

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.

Литература к разделу 1

Геомеханика. Учебное пособие / Э.В.Каспарьян, А.А.Козырев, А.Б.Макаров и др. – М.: Высш. шк., 2006.

Баклашов И.В. Деформирование и разрушение породных массивов. – М.: Недра, 1992.

Баклашов И.В. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. – М.: Недра, 1992.

Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. – М., Недра, 1989. – 360 с.

Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. Учеб. для Вузов, - 2-е изд., М., Недра, 1994. – 270 с.

Горные науки. Освоение и сохранение недр земли. Под ред. академика РАН К.Н.Трубецкого. – М.: Изд-во АГН, 1997. – 478 с.

Курленя М.В., Опарин В.Н. Скважинные геофизические методы диагностики и контроля напряженно-деформированного состояния массивов горных пород. Новосибирск, Наука, 1999. – 335 с.

Методы и средства контроля состояния и свойств горных пород в массиве.

Проскуряков Н.М. Управление состоянием массива горных пород. Учебник для Вузов. – М., Недра, 1991. – 368 с.

Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В. М. Основы геомеханики. - М., Недра, 1986. – 302 с.

Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Механика деформирования и разрушения горных пород. – М., Недра, 1992.

Управление горным давлением / А.А.Борисов, Ф.Н. Воскобоев, В.И.Матанцев и др. – М., Недра, 1983.

Рыльникова М.В. Геомеханика: учеб. пособие /М.В.Рыльникова, О.В.Зотеев. – М.: Изд. дом "Руда и Металлы", 2003. – 240 с.

Баклашов И.В. Геомеханика. Т.1. Основы геомеханики: учебник /И.В.Баклашов. – М.: Изд-во МГГУ, 2004. – 208 с.

Баклашов И.В. Геомеханика. Т.2. Геомеханические процессы: учебник /И.В.Баклашов и др. – М.: Изд-во МГГУ, 2004. – 248 с.

Казикаев Д.М. Геомеханика подземной разработки руд: учебник /Д.М.Казикаев. – М.: Изд-во Моск. горн. ун-та, 2005. – 542 с .

Певзнер М.Е. Геомеханика: учебник /Μ.Ε.Певзнер, М.А.Иофис, В.Н.Попов. – М.: Изд-во МГГУ, 2005. – 438 с.

Литература к разделу 2

Физика взрыва: монография / под ред. К.П.Станюковича. – 2-е изд., перераб. – М.: Наука, 1975. – 704 с.

Орленко Л.П. Физика взрыва и удара: учебное пособие для вузов /Л.П.Орленко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 304 с.

Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом. – М. Изд. МГИ, 1992. – 536 с.

Кутузов Б.Н. Взрывные работы: учебник. – М.: Недра, 1988.

Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. В 2-х ч. Ч. 1. Разрушение горных пород взрывом. – М.: Издательство «Горная книга», 2007.

Лабораторные и практические работы по разрушению горных пород взрывом / Б.Н.Кутузов, В.И.Комащенко, В.Ф.Носков и др. – М.: Недра, 1982.

Оксанич И.Ф., Миронов П.С. Закономерности дробления горных пород взрывом и прогнозирование гранулометрического состава. – М.: Недра, 1982. – 166 с.

Друкованный М.Ф., Куц В.С., Ильин В.И. Управление действием взрыва скважинных зарядов на карьерах. – М.: Недра, 1980. – 223 с.

Друкованный М.Ф. Бурозврывные работы на карьерах. – М.: Недра, 1978. – 278 с.

Демидюк Г.П., Бугайский А.Н. Средства механизации и технология взрывных работ с применением гранулированных взрывчатых веществ. – М., Недра, 1975. – 311 с.

Ганопольский М.И., Барон В.Л., Белин В.А. и др. Методы ведения взрывных работ. Специальные взрывные работы: учебник. – М.: Издательство московского горного университета, 2007.

Комащенко В.И., Носков В.Ф., Исмайлов Т.Т. Взрывные работы: учебник – М.: Высшая школа, 2007.

ПБ 13-407-01. Единые правила безопасности при взрывных работах. Утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 30.01.2001 № 3.

Безопасность при взрывных работах: сборник документов / кол. авт. Вып. 1. Серия 13. – 2-е изд. – М.: Федеральное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2007.

Брылов С.А., Грабчак Л.Г., Комащенко В.И. и др. Охрана окружающей среды: учебник. – М.: Высшая школа, 1985.

Технология и безопасность буровзрывных работ. Ч.1 /Ю.А.Епимахов, Г.С.Торочков, В.Π.Абрамчук, А.Ю.Педчик, Г.В.Додонов, Η.В.Баранов; Отв.ред. В.В.Гущин. – РАН, Кол. науч. центр, ГоИ. – Апатиты, 2000. – 216 с.

Технология и безопасность буровзрывных работ. Учеб. пособие. Часть 2. /Ю.А.Епимахов, Г.С.Торочков, В.П.Абрамчук и др. – РАН, Кол. науч. центр, ГоИ, 2001. – 205 с.

Протасов Ю.И. Разрушение горных пород. Учебник /Ю.И.Протасов. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 453 с.

Матвейчук В.В. Взрывное дело (внимание, взрыв): учеб. пособие /В.В.Матвейчук. – М.: Академ. проект, 2005. – 505 с.

Литература к разделу 3

Скочинский А.А., Комаров В.Б. Рудничная вентиляция. – М.: Углетехиздат, 1959.

Клебанов Ф.С. Воздух в шахте: Трактат о проветривании угольных шахт. – М., 1995. – 574 с.

Цой С., Рогов Е.И. Основы теории вентиляционных сетей. Алма-Ата: Наука, 1965.

Ушаков К.З. Аэромеханика вентиляционных потоков в горных выработках. – М.: Недра, 1975.

Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Пучков Л.А., Медведев И.И. Аэрология горных предприятий. – М.: Недра, 1987 г.

Пучков Л.А. Аэродинамика подземных выработанных пространств. – М.: Изд-во МГГУ, 1993. – 267 с.

Вассерман А.Д. Проектные обоснования параметров вентиляции рудников и подземных сооружений. – Л.: Наука, 1988.

Вассерман А.Д., Алехичев С.П., Максимов Е.Г. Методы оценки вентиляционных систем рудников. – Л.: Наука, 1974.

Никитин В.С., Битколов Н.З. Проектирование вентиляции в карьерах. – М., Недра, 1980. – 171 с.

Битколов Н.З., Медведев И.И. Аэрология карьеров. Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1992. – 272 с.

Рогалев В.А. Нормализация атмосферы горнорудных предприятий. – М., Недра, 1993.

Средства комплексного обеспыливания горных предприятий: Спр. – М.: Недра,1991. – 256 с.

Зорин А.В. Аэрология карьеров: учеб. пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. – 114 с.

Литература к разделу 4

Бобров А.И., Аверин Г.В. Теоретические основы переноса импульса, тепла и примеси в горных выработках. – Макеевка-Донбасс: Изд-во МакНИИ, 1994. – 270 с.

Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. Учебник, М., Недра, 1991.

Дядькин Ю.Д., Гендлер С.Г., Смирнова Н.Н. Геотермальная теплофизика. – СПб., Наука, 1993.

Дядькин Ю.Д., Шувалов Ю.В. и др. Теплофизические аспекты освоения ресурсов недр. – Л., Недра, 1988.

Лыков А.В. Тепломассообмен. М.: Энергия, 1972.

Насонов И.Д., Щуплик М.Н. Закономерности формирования ледопородных ограждений при строительстве стволов шахт способом замораживания. – М., Недра, 1976.

Шувалов Ю.В., Кравченко В.Н. Тепловой режим глубоких рудников. – М., Недра, 1993.