

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет**

Кафедра взрывного дела

БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 21.05.03*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021**

УДК 622.235 (073)

БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ: Методические указания для проведения практических занятий / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *В.И. Чернобай, Д.В. Молдован*, СПб, 2021. 29 с.

Изложена программа курса «Буровзрывные работы», контрольные вопросы и расчётные задания для проведения практических занятий

Методические указания для проведения практических занятий предназначены для студентов специальности 21.05.03 «Технология геологической разведки» специализации «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых».

Научный редактор доц. *В.Н. Ковалевский*

Рецензент к.т.н. *А.Е. Румянцев* (ГЛ ООО «Институт Гипроникель»)

ВВЕДЕНИЕ

Основная цель изучения дисциплины – дать будущему специалисту совокупность знаний и навыков, необходимых для успешного выполнения работ, связанных с применением современных технологий буровзрывных работ при разведке месторождений полезных ископаемых.

Задачей изучения дисциплины является получение четкого представления о существующих технологиях буровзрывных работ, возможности их применения в конкретных условиях, принятии оптимальных решений при применении данных технологий с целью разведки месторождений полезных ископаемых.

Курс «Буровзрывные работы» изучается в 4 семестре для подготовки специалистов по специальности «Технология геологической разведки» специализации «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых». Для полноценного усвоения дисциплины требуются знания, полученные ранее при изучении дисциплин «Химия», «Геология», «Физика», «Математика» и «История освоения земных недр». В свою очередь, изучение дисциплины «Буровзрывные работы» послужит базой для последующего изучения следующих дисциплин: Физика горных пород, Безопасность жизнедеятельности; Основы поисков и разведки МПИ; Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ; Буровые машины и механизмы и др., а также для прохождения производственных практик.

Курс «Буровзрывные работы» состоит из 5 разделов: 1) Горно-технологические свойства пород, определяющие применение БВР, при проведении разведочных выработок; 2) Бурение зарядных полостей, при проведении разведочных выработок; 3) Теория взрыва и взрывчатые вещества, используемые при разведке МПИ; 4) Средства и способы инициирования, используемые при разведке МПИ; 5) Методы взрывных работ, применяемые при проведении горно-разведочных выработок. В соответствии с указанными разделами далее представлен материал для изучения дисциплины на практических занятиях с краткими пояснениями и указаниями.

РАЗДЕЛ I. ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОД, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРИМЕНЕНИЕ БВР, ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК

ТЕМА 1. Горные породы, их свойства и классификации

Программа. Понятие о горных породах. Физико-механические свойства горных пород и их влияние на процесс бурения и взрывания.

Классификации горных пород и их использование для решения различных вопросов горного дела: классификация М.М. Протодяконова. Единая классификация горных пород по буримости. Сравнительные таблицы классификаций горных пород.

При изучении горных пород и их классификаций необходимо прежде всего уяснить определения основных свойств горных пород (твердости, хрупкости, вязкости, упругости, устойчивости, трещиноватости и др.) и выяснить их влияние на эффективность производственных процессов бурения и взрывания.

Следует обратить особое внимание на стандартные условия испытания пород при определении категории в различных классификациях. Необходимо выяснить достоинства и недостатки различных классификаций и их практическое значение, В заключение следует ознакомиться с таблицей сравнения различных классификаций горных пород. Понятие о дробимости ГП.

Контрольные вопросы

1. Изложите сущность понятий: твердость, вязкость, хрупкость, крепость, буримость и взрываемость горных пород.
2. Отличия пород по устойчивости и трещиноватости.
3. Что представляет собой коэффициент крепости по М.М. Протодяконову.?
4. Перечислите основные недостатки классификации М.М. Протодяконова.
5. В чем основное отличие классификаций по буримости и взрываемости от классификации М.М. Протодяконова?
6. Перечислите стандартные условия для определения показателя буримости горной породы. Перечислите допустимые отклонения от стандартных условий.

ТЕМА 2. Определение энергоемкости разрушения пород

Программа. Понятие о энергоемкости разрушения горных пород. Физико-механические свойства горных пород и их влияние на энергоемкость разрушения.

Способы и методики определения энергоемкости разрушения ГП. Методики обработки экспериментальных данных.

Дробление породы и связь с энергоемкостью ее разрушения. Основные закономерности. Связь энергии удара с энергоемкостью разрушения. Установки для определения энергоемкости разрушения. Связь общей поверхности разрушенных кусков ГП с энергоемкостью разрушения. Средний диаметр всех кусков ГП. Фракционный состав разрушенной ГП. Связь энергоемкости разрушения ГП с ее крепостью. Достоверность и надежность экспериментальных данных.

Контрольные вопросы

1. Что такое удельная энергоемкость разрушения горных пород?
2. Для чего необходимо знать энергоемкость разрушения горной породы?
3. Какие свойства горных пород затрудняют ее разрушение?
4. Как влияет упругость горной породы на величину удельной энергоемкости?
5. Чем предопределяется вязкость горных пород и как она влияет на энергоемкость разрушения?
6. Каким показателем оценивается дробимость горных пород?

РАЗДЕЛ II. БУРЕНИЕ ЗАРЯДНЫХ ПОЛОСТЕЙ, ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК

ТЕМА 3. Технология разрушения горных пород вращательным бурением шпуров

Программа. Общие сведения о буровзрывных работах, Взаимосвязь буровых и взрывных работ. Размещение ВВ в массиве горных пород. Способы бурения шпуров. Ручное бурение. Враща-

тельное бурение шпуров. Классификация сверл и область их применения. Устройство электрических и пневматических сверл. Буровой инструмент для вращательного бурения. Типы резцов и коронок. Установочные приспособления для электросверл. Мотобуры. Оптимальные режимы бурения. Организация буровых работ в забое. Производительность бурения и определяющие ее факторы. Правила безопасности при вращательном бурении. Пылеподавление. Перспективы развития вращательного бурения шпуров.

Перед изучением процессов бурения необходимо получить четкое представление о взаимосвязи буровых и взрывных работ, усвоить классификацию способов бурения в зависимости от характера воздействия бурового инструмента на забой. Следует уяснить основные достоинства и недостатки каждого способа бурения, области их применения. При изучении вращательного бурения шпуров необходимо ознакомиться с конструкцией электрических и пневматических сверл различных типов, детально разобраться в конструкции буровых штанг и геометрии резцов и коронок. Нужно изучить основные режимы вращательного бурения шпуров в зависимости от крепости горных пород. При рассмотрении технологии буровых работ следует обратить внимание на правила и технику безопасности.

Контрольные вопросы

1. В чем отличие шпура от скважины?
2. Перечислите способы бурения шпуров.
3. Назовите области применения ручных и колонковых электросверл, пневматических и гидравлических.
4. Начертите схему устройства ручного электросверла.
5. Начертите схему устройства пневмосверла.
6. Перечислите основные достоинства и недостатки электрической и пневматической энергии для бурения шпуров.
7. Какие установочные приспособления применяются при вращательном бурении шпуров? Дайте схему конструкции одного из них.
8. В чем отличие угольных резцов от породных?
9. Что понимается под режимом бурения?
10. Как удаляется шлам при вращательном бурении?

ТЕМА 4. Технология разрушения горных пород ударным бурением шпуров

Программа. Принцип ударного бурения. Перфораторы - классификация и область применения. Устройство перфораторов. Мотоперфораторы. Установочные приспособления для перфораторов в подземных выработках. Автоподатчики и их устройство. Буровой инструмент при перфораторном бурении. Классификация буров. Комплект буров. Коронки. Твердые сплавы и области их применения. Очистка шпуров при ударном бурении и пылеподавлении. Значение борьбы с пылеобразованием. Организация буровых работ. Производительность бурения. Факторы, определяющие производительность бурения: давление сжатого воздуха, тип и мощность перфоратора, диаметр и глубина шпуров. Правила и техника безопасности при ударном бурении шпуров.

Изучение ударного бурения шпуров следует начинать с рассмотрения принципа действия пневматических машин, классификации современных перфораторов по весу, числу ударов и области применения. При изучении конструкций различных типов перфораторов следует ознакомиться с принципиальным устройством основных узлов (ударным механизмом, поворотным механизмом, воздухораспределительным устройством и т.д.). Следует рассмотреть основные параметры современных перфораторов (число ударов, вес, ход и диаметр поршня, расход сжатого воздуха), детально разобратсья во всех факторах, определяющих мощность и производительность перфораторов.

При изучении установочных приспособлений необходимо уяснить принцип устройства пневмоподдержки, распорных, винтовых и пневматических колонок, буровых тележек и манипуляторов в погрузочных машинах, а также податчиков колонковых и телескопных перфораторов.

Изучение бурового инструмента следует начинать со знакомства с основными марками буровой стали, ее формами и размерами, понятием о комплекте буров и классификацией бурового инструмента. Затем нужно изучить конструкции буров, обратив особое внимание на форму коронок, их геометрию, способы соединения коронок с буровой штангой, характеристику, состав и условия при-

менения твердых сплавов, используемых для армирования коронок.

При рассмотрении способов очистки шпуров от буровой мелочи необходимо уяснить вредное воздействие пыли на организм человека и учитывать эффективность способов очистки по снижению запыленности воздуха в забоях выработок. Особый интерес в этом отношении представляет применение специальных добавок, улучшающих смачиваемость пыли. Необходимо обратить внимание на методы сухого пылеулавливания.

Изучая вопроса производства и распространения сжатого воздуха, нужно рассмотреть основные требования к воздухопроводной сети, направленные на то, чтобы избежать потерь давления при передаче сжатого воздуха от компрессора к забою.

Следует четко уяснить положения, касающиеся выбора перфораторов для использования в конкретных условиях. Изучить основные правила безопасности при бурении шпуров.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются перфораторы по условиям применения и весу?
2. Перечислите основные механизмы и устройства в перфораторе.
3. Как осуществляется поворот бура?
4. Какие приспособления применяются для установки перфораторов в забоях?
5. Что такое комплект буров?
6. Какие марки твердого сплава применяют для армировки буров? Назовите размеры, форму и вес пластинок твердого сплава.
7. Перечислите способа продувки шпуров.
8. Перечислите основные меры безопасности при перфораторном бурении шпуров.

ТЕМА 5. Горные выработки

Программа. Понятие о горных работах и горных выработках. Классификация и назначение горных выработок: открытые и подземные, разведочные, капитальные, подготовительные и очистные. Горизонтальные, наклонные и вертикальные выработки. Опре-

деление поперечного сечения выработок

Необходимо ознакомиться с основными типами горных выработок, четко уяснив различие между выработками по их назначению и положению в пространстве. Следует рассмотреть принцип определения поперечного сечения выработок с учетом срока их службы, назначения и использования различного оборудования при проходке и эксплуатации.

Контрольные вопросы

1. Что такое горные работы и горные выработки?
2. Как различаются выработки по назначению и углу наклона?
3. Дайте определение горно-разведочным выработкам: шурфу, штреку, штольне, квершлагу и стволу шахты.
4. Как определяется поперечное сечение горизонтальных и наклонных выработок?
5. Как определяется поперечное сечение вертикальных выработок?
6. В чем различие между разведочными, подготовительными и капитальными выработками?

ТЕМА 6. Проведение разведочных горизонтальных и наклонных выработок

Программа. Основные проходческие операции. Расчет параметров буровзрывных работ. Буровые комплекты. Паспорт буровзрывных работ - содержание и порядок составления. Техника выполнения работ при шпуровом методе взрывания. Механизация заряжения. Основные правила безопасности. Понятие о контурном взрывании. Проветривание выработок, выбор вентилятора. Освещение и водоотлив. Временное крепление. Уборка породы ручным способом, погрузочными машинами и скреперными установками. Откатка породы. Вагонетки и электровозы. Основное внимание должно быть уделено технике выполнения и способам механизации основных проходческих операций: бурению шпуров, их заряжению и взрыванию, проветриванию, уборке породы и креплению выработки. Необходимо научиться рассчитывать расход ВМ на забой,

определять величину заряда в шпуре и число шпуров на забой, выбирать оптимальную схему вруба.

Контрольные вопросы

1. Какие бурильные машины используются для бурения шпуров в горизонтальных и наклонных выработках?

2. Сколько перфораторов можно установить в забое выработки?

3. Дайте описание основных проходческих операций при проведении горизонтальных и наклонных выработок.

4. В чем заключаются особенности проведения выработок в неоднородных породах?

5. В чем сущность проведения выработок широким и узким ходом?

6. Как рассчитывается паспорт буровзрывных работ при проведении выработок в неоднородных породах?

7. Перечислите основные правила безопасности при производстве взрывных работ в горизонтальных и наклонных выработках.

8. Назовите основные способы уборки и транспортировки породы. В каких условиях применяется каждый способ?

9. Назовите основные способы проветривания выработок. Перечислите достоинства и недостатки различных способов проветривания.

10. Как выбирается вентилятор для проветривания выработок?

11. Как осуществляется осушение горизонтальных и наклонных выработок?

12. Назовите особенности проведения выработок в условиях, опасных по газу и пыли.

13. Опишите технологию проведения выработок в сыпучих и неустойчивых породах.

ТЕМА 7. Проведение разведочных вертикальных выработок

Программа. Проведение вертикальных выработок в мягких и крепких породах вручную, механизированным и буровзрывным способами. Особенности взрывных работ в вертикальных выработ-

ках. Проветривание. Уборка породы. Погрузочное и подъемное оборудование. Временное и постоянное крепление. Укладка основной проходческой рамы. Оборудование устья. Лестничное и бадьевое оборудование. Освещение. Водоотлив. Особенности проведения вертикальных выработок в сыпучих, обводненных и мерзлых породах. Основные правила безопасного ведения работ. Особенности проведения восстающих, разведочных уклонов и камер.

Основное внимание следует уделить проходке шурфов и стволов разведочных шахт. Нужно подробно рассмотреть последовательность операций и технику их выполнения без применения взрывных работ, затем перейти к изучению техники выполнения основных операций при проходке выработок в крепких породах. Особое внимание следует уделить вопросам проведения работ в сложных горно-геологических условиях.

Контрольные вопросы

1. Перечислите схемы организации проведения вертикальных выработок. В чем их сущность?
2. Как осуществляется проведение выработок с помощью шурфопроходческих агрегатов?
3. Назовите основные операции при проведении шурфов в мягких породах.
4. Как крепится устье вертикальной наработки?
5. Как располагаются шпуры в вертикальных выработках?
6. Что такое опорная рама?
7. Что такое проходческий полук?
8. Как осуществляется погрузка породы в бадьи?
9. Какие механизмы применяются для подъема породы на поверхность?
10. Назовите основные меры безопасности при подъеме породы из шурфа.
11. Как обеспечивается сохранность проходческого оборудования при взрывных работах в вертикальных выработках?

РАЗДЕЛ III. ТЕОРИЯ ВЗРЫВА И ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РАЗВЕДКЕ МПИ

ТЕМА 8. Основы теории взрывчатых веществ. Определение расчетных характеристик ВВ

Программа. Общие понятия о взрыве и взрывчатом веществе (ВВ). Факторы, характеризующие взрыв. Реакции взрывчатого превращения. Скорость и формы взрывчатого превращения.

Основные константы ВВ: теплота, объем газообразных продуктов и температура взрыва. Состав продуктов взрыва. Ядовитые газы при взрыве. Кислородный баланс и его значение.

Элементы теории детонации. Факторы, влияющие на скорость детонации, и ее устойчивость. Определение скорости детонации различными методами. Передача детонации на расстояние.

Начальный импульс и чувствительность ВВ. Методы определения чувствительности ВВ.

Бризантное и фугасное действие взрыва. Определение бризантности и работоспособности ВВ. Химическая, физическая и термическая стойкость ВВ.

Изучение темы необходимо начинать с уяснения различия между физическим и химическим взрывом, выделив основные факторы, характеризующие химические реакции взрывчатого превращения: выделение тепловой энергии, образование газообразных продуктов взрыва, высокая скорость реакции, звуковой эффект.

Следует рассмотреть все характерные признаки, присущие ВВ, обратив особое внимание на понятия о начальном импульсе и чувствительности ВВ, детонации ВВ и факторах, определяющих ее устойчивость, кислородном балансе ВВ и его практическом значении.

Изучая основные константы и характеристики ВВ, следует ознакомиться с методами аналитического и экспериментального определения теплоты и температуры взрыва, объема газообразных продуктов взрыва, скорости детонации, а также с определением бризантности и работоспособности ВВ.

При изучении данной темы следует обращать внимание на практическое значение основных понятий, констант и характеристик ВВ.

Контрольные вопросы

1. Что такое взрыв и взрывчатое вещество?
2. Какие факторы определяют возможность химического взрыва?
3. Что такое кислородный баланс? Какое практическое значение имеет кислородный баланс промышленных ВВ?
4. Что понимается под чувствительностью ВВ? В чем заключается свойство избирательной чувствительности ВВ к различным формам начального импульса?
5. В чем сущность детонации ВВ?
6. Какие факторы влияют на скорость и устойчивость детонации? Почему детонация должна быть устойчивой?
7. Как определяются объем газов, теплота и температура взрыва? Какое практическое значение имеют эти константы?
8. Как определяется бризантность, работоспособность и скорость детонации ВВ? Какое практическое значение имеют эти характеристики?
9. Чем объясняется высокая концентрация энергии у ВВ?
10. Что представляет собой передача детонации на расстояние?

ТЕМА 9. Взрывчатые вещества и их испытания

Программа. Классификации ВВ по составу, условиям применения, степени опасности при хранении и перевозке по характеру действия на окружающую среду.

Основные требования, предъявляемые к ВВ. Пороха дымные, бездымные и термостойкие. Нитросоединения: тротил, гексоген, их сплавы. алюмотол. Термостойкие ВВ. Нитроглицериновые ВВ (детониты). Аммиачно-селитренные ВВ: аммониты, аммоналы, простейшие ВВ. Предохранительные ВВ. Иницирующие ВВ: гремучая ртуть, азид свинца, ТНПС. Пиротехнические составы.

Промышленные ВВ, как правило, представляют собой механические смеси различных компонентов, включая и однородные взрывчатые химические соединения, поэтому изучение ВВ следует начинать с подробного рассмотрения следующих соединений: тротила, гексогена, аммиачной селитры, нитроглицерина, гремучей

ртути, ТНРС и азида свинца.

Для производства взрывных работ при проходке геологоразведочных выработок наиболее используют аммиачно-селитренные и низкопроцентные нитроглицериновые ВВ. Значительно реже используются нитросоединения (прострелочно-взрывные работы в скважинах).

При изучении указанных типов ВВ необходимо детально рассмотреть состав каждого ВВ и уяснить назначение каждого компонента.

Рассматривая те или иные ВВ, целесообразно четко определить их положительные и отрицательные свойства, установить область применения и ознакомиться с методами оценки эффективности конкретного ВВ.

В процессе изучения ВВ рекомендуется составить таблицу всех ВВ, допущенных к применению для указанных выше работ, указав в ней состав, основные свойства и область применения.

Контрольные вопросы

1. Перечислите требования, предъявляемые к ВВ.
2. Перечислите основные свойства тротила, гексогена, азида свинца, гремучей ртути и тенереса.
3. Перечислите основные достоинства и недостатки аммиачной селитры как основного компонента ВВ.
4. Что такое окислители, горючие добавки, сенсibilизаторы, флегматизаторы, стабилизаторы и пламегасители?
5. Какими способами повышается водостойчивость аммонитов?
6. Назовите основные принципы создания предохранительных ВВ.
7. Перечислите термостойкие ВВ.
8. Чем объясняется необходимость в термостойких ВВ?
9. Перечислите цвета оболочек патронов ВВ, применяемых в различных условиях.
10. Что такое “старение” и “экссудация”? К каким ВВ относятся эти понятия?
11. Какие ВВ являются токсичными? Назовите основные мероприятия по охране труда при работе с токсичными ВВ.

12. Что такое предохранительные оболочки?
13. Назовите основные недостатки инициирующих ВВ.
14. Почему азид свинца используют в комбинации с тенересом?

РАЗДЕЛ IV. СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ИНИЦИИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РАЗВЕДКЕ МПИ

ТЕМА 10. Способы и средства инициирования зарядов ВВ

Программа. Общие сведения о способах и средствах инициирования (СИ): суть огневого, электрического и электроогневого способов взрывания и взрыва с помощью детонирующего шнура. Достоинства, недостатки и область применения каждого способа.

Средства взрывания: капсуль-детонатор, огнепроводный шнур и средства для его зажигания, электродетонаторы, детонирующий шнур и средства короткозамедленного взрывания.

Общие сведения по теории электродетонаторов. Источники тока и контрольно-измерительная аппаратура при электровзрывании.

Провода, схемы соединения электродетонаторов и расчеты взрывных сетей. Дублирование взрывных сетей. Меры предотвращения преждевременных взрывов при электрическом взрывании.

Порядок выполнения работ и основные правила безопасности при различных способах взрывания. Электровоспламенители. Взрывные патроны.

Взрывание зарядов может производиться огневым, электрическим, электро-огневым и бескапсульным (взрывание с помощью детонирующего шнура) способами.

Рассмотрение каждого способа взрывания следует начать с выяснения его сущности.

При изучении СИ необходимо обратить внимание на их устройство, используемые ВВ и порядок подготовки к взрыву.

Изучая электрический способ взрывания, следует рассмотреть источники тока, виды контрольно-измерительной аппаратуры и принцип действия, схемы соединения электродетонаторов и методы расчета электровзрывных сетей. Необходимо четко определить дос-

тоинства и недостатки различных схем соединения электродетонаторов.

При изучении порядка выполнения работ при различных способах взрывания следует учитывать требования правил безопасности.

Необходимо тщательно рассмотреть достоинства и недостатки каждого способа взрывания, оценить целесообразность применения того или иного способа, прежде всего с точки зрения его безопасности и гарантии безотказного взрывания всех зарядов.

Контрольные вопросы

1. Нарисуйте схему устройства капсюля-детонатора, электродетонатора мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия.

2. Перечислите состав и вес инициирующих ВВ, применяемых для снаряжения детонаторов.

3. Что такое контрольная и зажигательная трубки? Чем они отличаются? Как определить длину контрольной трубки?

4. Перечислите средства зажигания огнепроводного шнура.

5. Где запрещено применение огневого способа взрывания?

6. Перечислите основные правила безопасности при изготовлении зажигательных трубок.

7. Назовите особенность устройства сейсмического электродетонатора.

8. Перечислите порядок работы на сейсмической взрывной машинке.

9. Перечислите марки детонирующего шнура. Назовите области их применения.

10. Как соединяются отрезки детонирующего шнура?

ТЕМА 11. Источники тока и контрольно-измерительная аппаратура для электрического взрывания

Программа. Понятие о процессах передачи электрического импульса средствам взрывания. Конструктивные особенности и правила работы с взрывными машинками и контрольно-измерительными приборами при монтаже взрывных сетей и произ-

водства взрыва комплекта шпуровых зарядов.

Теоретические основы электрического взрывания. Способы заряжания конденсатора-накопителя взрывных приборов. Основные узлы взрывных машинок. Индукторы. Узлы умножения напряжения. Преобразователи постоянного тока. Неоновый релаксатор. Пакетные миллисекундные переключатели. Источники питания.

Типы и предназначение контрольно-измерительных приборов. Омметры. Измерительные мосты. Взрывные испытатели. Метанометры. Измерители сопротивления взрывной сети. Приборы контроля взрывного импульса. Приборы контроля параметров электрических средств взрывания.

Контрольные вопросы

1. Какие источники тока могут быть использованы при электрическом взрывании зарядов ВВ?
2. На какие группы подразделяются взрывные машинки в зависимости от источника питания?
3. Нарисуйте блок-схему взрывных машинок.
4. В чем состоит принцип работы конденсаторных индукторных взрывных машинок?
5. В чем состоит принцип работы конденсаторных взрывных машинок с низковольтным автономным источником питания?
6. Для чего предназначен блок преобразования энергии во взрывных машинках?
7. Для чего предназначен блок накопления энергии во взрывных машинках?
8. Какие сигналы и для чего выдает блок сигналов?
9. Какие вы знаете типы конденсаторных индукторных взрывных машинок и область их применения?
10. Какие вы знаете типы конденсаторных взрывных машинок с низковольтным автономным питанием и область их применения?
11. По какой причине во взрывных машинках ограничено время выдачи импульса тока и до какого предела?
12. Какие специфические особенности взрывных машинок ПИВ-100М, ЖЗ-2460 и ЖЗ-2462?
13. Назначение контрольно-измерительных приборов.

14. В чем состоят особенности приборов ВИС-1 и ИМС-1?
15. Порядок работы с приборами контроля состояния взрывной сети?
16. Для чего предназначены приборы контроля электрических источников взрывания?

РАЗДЕЛ V. МЕТОДЫ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНО-РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК

ТЕМА 12. Действие взрыва в среде

Программа. Понятие о заряде и зарядной камере. Классификация зарядов по расположению относительно объекта воздействия взрыва, по конструкции, форме и характеру действия.

Действия взрыва в безграничном однородном массиве горных пород. Зоны разрушения. Разрушение у поверхности. Воронка взрыва и ее элементы. Понятие о показателе действия взрыва. Расчет величины зарядов рыхления и выброса.

Переходя к изучению вопросов действия взрыва в различных средах, следует рассмотреть общие вопросы, касающиеся классификации зарядов и их действия в горных породах.

Вследствие неоднородности горных пород и скоротечности взрыва физическая сущность процесса разрушения пород изучена недостаточно, поэтому необходимо рассмотреть все существующие гипотезы.

Нужно ознакомиться с принципами расчета величины заряда рыхления, выброса.

Особое внимание следует обратить на вопросы защиты окружающей среды при взрыве зарядов ВВ в различных условиях.

Контрольные вопросы

1. Что называется зарядом и зарядкой камерой? Что такое коэффициент заряжения?
2. Что такое сосредоточенный, внутренний и фигурный заряды?
3. Опишите физическую сущность процесса разрушения скальных горных пород взрывом.

4. Перечислите зоны разрушения.
5. Расскажите основные особенности построения формул для определения зарядов рыхления и выброса.
6. Что такое воронка взрыва и показатель действия взрыва.

ТЕМА 13. Методы взрывных работ

Программа. Методы ведения взрывных работ наружными, шпуровыми, скважинными и камерными зарядами. Схемы расположения шпуров при проходке выработок, типы врубов. Расчет параметров БВР при методе шпуровых зарядов. Паспорт БВР. Общие правила безопасного ведения работ.

Особое внимание следует уделять методу шпуровых зарядов как основному методу взрывных работ при проходке горно-разведочных выработок. При этом необходимо подробно рассмотреть принципы расположения шпуров, типы врубов, методику расчета параметров буровзрывных работ, а также научиться составлять паспорт БВР.

Остальные методы ведения взрывных работ достаточно уяснить в общем виде.

Необходимо твердо усвоить основные правила безопасности при определении границ опасной зоны и ее охране, характер подаваемых сигналов, порядок допуска рабочих к месту взрыва для последующих работ, технику выполнения взрывных работ, способы ликвидации отказавших зарядов.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы взрывной воронки.
2. Как производится расчет зарядов рыхления и выброса?
3. При каких методах ведения взрывных работ применяются сосредоточенные заряды?
4. Каково назначение врубовых, вспомогательных и оконтуривающих шпуров?
5. Перечислите основные типы врубов и укажите область их рационального применения.
6. Напишите формулы, по которым определяется величина заряда ВВ на одну заходку и в отдельных шпурах.

7. Из каких элементов состоит паспорт БВР?
8. Какими факторами определяются размеры опасной зоны?
Как она охраняется?
9. Расскажите о порядке подачи сигналов и действиях лиц, выполняющих взрывные работы, при подаче каждого сигнала.
10. Кем осуществляется допуск рабочих в забой по окончании взрывных работ?
11. Как производится зарядание шпуровых зарядов?
12. Изложите правила ликвидации отказов при взрывных работах.

ЗАДАЧИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ (АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ И/ИЛИ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА)

ТЕМА 1. Основы теории взрывчатых веществ. Расчёт характеристик ВВ

Общие характеристики взрывных процессов. Химический взрыв. Необходимые условия протекания взрывчатых химических реакций. Формы химического превращения ВВ. медленное разложение, взрывное горение, детонация, Характерные особенности процесса детонации. Формы возбуждения процесса детонации. Чувствительность ВВ к начальному импульсу. Кислородный баланс ВВ. Состав и объем продуктов взрыва, ядовитые газы. Теплота взрыва. Температура и давление продуктов детонации.

Следует обратить особое внимание на необходимые условия протекания химической реакции в форме взрыва, четко усвоить, какие химические превращения могут претерпевать ВВ в зависимости от внешних воздействий, в какой степени различные факторы определяют устойчивость и скорость детонации ВВ.

Студент должен выполнять тот вариант контрольного задания, номер которого соответствует последней цифре шифра его зачетной книжки.

Варианты заданий

Определить термохимические и детонационные характеристики следующей марки ВВ (см. варианты 1-10). При выполнении контрольного задания необходимо решить следующие вопросы: из учебного пособия выписать состав и процентное соотношение компонентов данной марки; рассчитать кислородный баланс смесового ВВ; определить теплоту взрыва по закону Гесса; определить температуру взрывчатого разложения ВВ используя формулы Каста; определить объем и давление газообразных продуктов взрыва; используя теплоту взрыва, определить скорость детонации данного ВВ и давление в ударной волне с учетом исходной плотности.

Вариант 1. Аммонал

Вариант 2. Аммонит №6ЖВ.

Вариант 3. Граммонит 30/70.

Вариант 4. Аммонал скальный.

Вариант 5. Детонит.

Вариант 6. Гранулит АС-8.

Вариант 7. Гранулит АС-6.

Вариант 8. Аммонит АП-5ЖВ.

Вариант 9. Аммонит Т-19.

Вариант 10. Гранулит М.

ТЕМА 2. Средства и способы взрывания зарядов. Расчёт электровзрывных сетей

Классификация способов взрывания. Средства огневого и электроогневого способа взрывания. Способ огневого и электроогневого взрывания. Средства и способ электрического взрывания. Электровзрывная цепь. Расчет цепи. Взрывные машинки и КИП. Средства и способ бескапсюльного взрывания. Правила монтажа взрывной сети из детонирующего шнура. Неэлектрические системы инициирования. Устройство капсуля-детонатора НСИ и ударно-волновой трубки. Поверхностные замедлители. Внутрискважинные замедления. Правила монтажа и инициирования НСИ. Особенности систем «СИНВ», «НОНЕЛЬ», «ДИНОШОК», «ПРИМАДЕТ» и др. Безопасность при изготовлении боевиков и монтаже взрывных цепей.

Последовательно рассматривая разные способы взрывания, следует изучить соответствующие им средства инициирования, правила их подготовки и изготовления, а также технологию применения. Особое внимание нужно обратить на допустимую ЕПБ при взрывных работах область применения каждого из способов взрывания на их положительные и отрицательные стороны. Особое внимание обратите на правила безопасности.

Варианты заданий

Рассчитать сопротивление электровзрывной сети при последовательном и пучковом соединении ЭД и определить возможность взрыва данных ЭВС от взрывной машинки КПМ-3М, ПИВ-100М, ВМК-500 и источника переменного тока 220В, 127 (см. варианты 1-10). Считать расстояние между зарядами постоянным для всех вари-

антов задач и равным 4 м. Использовать данные из учебных пособий. При выполнении контрольного задания необходимо решить следующие вопросы: составить схему ЭВС для последовательного и параллельного соединения ЭД; рассчитать общее сопротивление при параллельном и последовательном соединении ЭД; используя характеристики взрывных машинок, проводов, коэффициентов запаса и значения гарантийных токов, определить возможность взрыва конкретного соединения.

Вариант 1. Марка магистрального провода: СП-1. Остальные провода – ВМП. Количество зарядов – 5, расположение в один ряд. Глубина расположения боевиков – 10м. Радиус опасной зоны – 200м. Радиус ожидаемой зоны развала – 20м. Подвод магистрали – по центру, перпендикулярно расположению зарядов.

Вариант 2. Марка магистрального провода: СП-2. Остальные провода – АПР. Количество зарядов – 5, расположение в один ряд. Глубина расположения боевиков – 5м. Радиус опасной зоны – 200м. Радиус ожидаемой зоны развала – 20м. Подвод магистрали – по центру, перпендикулярно расположению зарядов.

Вариант 3. Марка магистрального провода: СП-1. Остальные провода – ВМП. Количество зарядов – 6, расположение в один ряд. Глубина расположения боевиков – 7м. Радиус опасной зоны – 250м. Радиус ожидаемой зоны развала – 30м. Подвод магистрали – к крайнему заряду, перпендикулярно расположению зарядов.

Вариант 4. Марка магистрального провода: АПР. Остальные провода – ВМП. Количество зарядов – 5, расположение в один ряд. Глубина расположения боевиков – 8м. Радиус опасной зоны – 300м. Радиус ожидаемой зоны развала – 20м. Подвод магистрали – по центру, перпендикулярно расположению зарядов.

Вариант 5. Марка магистрального провода: СП-1. Остальные провода – ВМП. Количество зарядов – 5, расположение в один ряд. Глубина расположения боевиков – 10м. Радиус опасной зоны – 200м. Радиус ожидаемой зоны развала – 30м. Подвод магистрали – к крайнему заряду, по линии расположения зарядов.

Вариант 6. Марка магистрального провода: СП-2. Остальные провода – СП-1. Количество зарядов – 5, расположение в один ряд. Глубина расположения боевиков – 6м. Радиус опасной зоны –

200м. Радиус ожидаемой зоны развала – 20м. Подвод магистрали – по центру, перпендикулярно расположению зарядов.

Вариант 7. Марка магистрального провода: СП-1. Остальные провода – ВМВЖ. Количество зарядов – 8, расположение в один ряд. Глубина расположения боевиков – 10м. Радиус опасной зоны – 300м. Радиус ожидаемой зоны развала – 30м. Подвод магистрали – к крайнему заряду, перпендикулярно расположению зарядов.

Вариант 8. Марка магистрального провода: АПР. Остальные провода – ВМП. Количество зарядов – 9, расположение в один ряд. Глубина расположения боевиков – 10м. Радиус опасной зоны – 200м. Радиус ожидаемой зоны развала – 20м. Подвод магистрали – по центру, перпендикулярно расположению зарядов.

Вариант 9. Марка магистрального провода: СП-1. Остальные провода – ВМП. Количество зарядов – 5, расположение в один ряд. Глубина расположения боевиков – 10м. Радиус опасной зоны – 400м. Радиус ожидаемой зоны развала – 50м. Подвод магистрали – по центру, перпендикулярно расположению зарядов.

Вариант 10. Марка магистрального провода: АПР. Остальные провода – СП-1. Количество зарядов – 7, расположение в один ряд. Глубина расположения боевиков – 10м. Радиус опасной зоны – 250м. Радиус ожидаемой зоны развала – 40м. Подвод магистрали – по центру, перпендикулярно расположению зарядов.

ТЕМА 3. Методы взрывных работ. Составление паспорта БВР

Классификация методов взрывных работ. Метод накладных зарядов при дроблении негабарита. Метод шпуровых зарядов при проходке горных выработок. Паспорт БВР. Метод котловых зарядов. Метод камерных зарядов рыхления. Метод скважинных зарядов на карьерах. Проект БВР. Метод скважинных зарядов при подземной разработке рудных месторождений. Специальные виды взрывных работ.

Изучая перечисленные методы ведения взрывных работ, особое внимание нужно обратить на их область применения, определение параметров взрыва, технику выполнения и условия безопасности (особенно при производстве взрывных работ в шахтах

опасных по газу и пыли).

Важно усвоить принципы составления паспортов БВР при проходке горных выработок и состав требуемой технической документации. При добычных (очистных) работах метод скважинных зарядов применяют особенно широко как на открытых, так и на подземных работах. Поэтому изучая этот метод, необходимо обратить особое внимание на применяемые схемы расположения скважин, расчет параметров взрыва (диаметра скважин, расстояния между скважинами, линии наименьшего сопротивления, величины заряда ВВ и т.д.), технологию выполнения работ в процессе подготовки к взрыву и безопасность выполнения.

Метод камерных зарядов имеет свои специфические особенности. Необходимо научиться обосновывать применение этого метода для конкретных условий с учетом его достоинств и недостатков по сравнению с методами шпуровых и скважинных зарядов.

Особое внимание следует уделить вопросам механизации взрывных работ. В связи с этим нужно ознакомиться со схемами комплексной механизации взрывных работ на карьерах (разгрузка ВВ, изготовление смесевых ВВ, доставка, зарядка, забойка), средствами механизации основного заряжания шпуров и скважин на подземных работах.

Вопросы безопасности должны быть изучены особенно тщательно.

Изучая конкретные методы взрывных работ, следует усвоить и основы организации взрывных работ.

Варианты заданий

Составить паспорт БВР для указанных условий (см. варианты 1-10). Использовать данные учебного пособия. При выполнении контрольного задания необходимо решить следующие вопросы: выбрать буровое оборудование и инструмент; выбрать тип ВВ, способ и средства взрывания; определить глубину и число шпуров, величину заряда на забой и в каждом шпуре; выбрать схему вруба и составить схему расположения врубовых и отбойных шпуров в трех проекциях; описать основные правила безопасности при выполнении БВР.

Вариант 1. Квершлаг проходят по породам крепостью $f =$

12; площадь забоя 4 м; подвигание забоя за один взрыв 1,8 м; породы монолитные и однородные; выработка не опасна по газу и пыли.

Вариант 2. Ствол шахты проходят по породам с $f = 8$; диаметр ствола в проходке 5 м; планируемое подвигание забоя за один взрыв 1,6 м; породы однородные: шахта не опасна по газу и пыли.

Вариант 3. Штрек проходят по породам $f = 14$, площадь забоя 5 м², подвигание забоя за взрыв 1,9 м, шахта не опасна по газу и пыли.

Вариант 4. В неопасной по газу и пыли шахте проводят восстающий по породам с $f = 8$; площадь забоя 2,5 м²; планируемое подвигание за один взрыв 1,6 м.

Вариант 5. Квершлаг проходят по породам с $f = 16$; площадь забоя 4 м²; планируемое подвигание забоя за один взрыв 1,8 м; породы монолитные и однородные; выработка не опасна по газу и пыли.

Вариант 6. Штрек проходят по пласту угля мощностью 1,2 м с подрывкой пород почвы; площадь забоя 5 м²; крепость угля $f = 1,5$; крепость пород $f = 4$; планируемое подвигание забоя за цикл 1,8 м; шахта I категории по газу.

Вариант 7. Ствол шахты проходят по породам с $f = 12$; диаметр ствола в проходке $d = 5$ м; планируемое подвигание забоя за один взрыв 1,8 м; породы однородные; приток воды 5 м³, шахта не опасна по газу и пыли.

Вариант 8. Штрек проходят по породам с $f = 13$; площадь забоя $S = 4$ м² планируемое подвигание забоя за, один взрыв 1,85 м; породы имеют трещиноватость в вертикальной плоскости; шахта не опасна по газу и пыли.

Вариант 9. Восстающий проходят по породам с $f = 9$; площадь забоя 3 м², планируемое подвигание за один взрыв 1,7 м; шахта не опасна по газу и пыли.

Вариант 10. Двухпутевой квершлаг сечением 5 м² проходят в однородных породах с $f = 14$. Глубина отбойных шпуров 2,2 м; шахта не опасна по газу и пыли.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. *Кутузов, Б.Н.* Методы ведения взрывных работ : учебник / Б.Н. Кутузов. 2-е изд., стер. Москва : Горная книга, 2009. Ч. 1. Разрушение горных пород взрывом. 473 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=229029

2. *Кутузов, Б.Н.* Технология и безопасность изготовления м применения ВВ на горных предприятиях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.Н. Кутузов, Г.А. Нишпал. Электрон.дан. Москва : Горная книга, 2004. 245 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/3283>

3. *Кутузов, Б.Н.* Методы ведения взрывных работ. Ч. 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности. Учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. Электрон.дан. Москва: Горная книга, 2008. 512 с.<https://e.lanbook.com/reader/book/1518>

Дополнительная литература:

1. *Мангуш, Сергей Кириллович.* Взрывные работы при проведении подземных горных выработок : учеб.пособие / С.К.Мангуш. Изд. 2-е, стер.М.: Изд-во МГГУ, 2007. 120 с.

2. Сейсмическая безопасность при взрывных работах: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб.пособие / В.К. Совмен [и др.]. Электрон.дан. Москва: Горная книга, 2012. 228 с.<https://e.lanbook.com/reader/book/66461>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Раздел I. Горно-технологические свойства пород, определяющие применение БВР, при проведении разведочных выработок	4
Тема 1. Горные породы, их свойства и классификации	4
Контрольные вопросы	4
Тема 2. Определение энергоемкости разрушения пород	5
Контрольные вопросы	5
Раздел II. Бурение зарядных полостей, при проведении разведочных выработок	5
Тема 3. Технология разрушения горных пород вращательным бурением шпуров	5
Контрольные вопросы	6
Тема 4. Технология разрушения горных пород ударным бурением шпуров	7
Контрольные вопросы	8
Тема 5. Горные выработки	8
Контрольные вопросы	9
Тема 6. Проведение разведочных горизонтальных и наклонных выработок	9
Контрольные вопросы	10
Тема 7. Проведение разведочных вертикальных выработок	10
Контрольные вопросы	11
Раздел III. Теория взрыва и взрывчатые вещества, используемые при разведке МПИ	12
Тема 8. Основы теории взрывчатых веществ. Определение расчетных характеристик ВВ	12
Контрольные вопросы	13
Тема 9. Взрывчатые вещества и их испытания	13
Контрольные вопросы	14
Раздел IV. Средства и способы инициирования, используемые при разведке МПИ	15
Тема 10. Способы и средства инициирования зарядов ВВ	15
Контрольные вопросы	16
Тема 11. Источники тока и контрольно-измерительная аппаратура для электрического взрывания	16

Контрольные вопросы	17
Раздел V. Методы взрывных работ, применяемые при проведении горно-разведочных выработок	18
Тема 12. Действие взрыва в среде	18
Контрольные вопросы	18
Тема 13. Методы взрывных работ	19
Контрольные вопросы	19
Задачи для практических работ (аудиторные занятия и/или самостоятельная работа)	21
Тема 1. Основы теории взрывчатых веществ	21
Расчёт характеристик ВВ	21
Варианты заданий	21
Тема 2. Средства и способы взрывания зарядов. Расчёт электровзрывных сетей	22
Варианты заданий	22
Тема 3. Методы взрывных работ. Составление паспорта БВР	24
Варианты заданий	25
Литература	27

БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 21.05.03*

Сост.: *В.И. Чернобай, Д.В. Молдован*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
взрывного дела

Ответственный за выпуск *В.И. Чернобай*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 14.12.2021. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,7. Усл.кр.-отт. 1,7. Уч.-изд.л. 1,5. Тираж 50 экз. Заказ 1126.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2