

Кафедра горного дела и техносферной безопасности

ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Методические материалы для выполнения лабораторных работ
обучающихся всех форм обучения

специальность «21.05.04 Горное дело»
специализация 01 «Подземная разработка пластовых месторождений»,
03 «Открытые горные работы», 09 «Горные машины и оборудование»

Составитель В. Ф. Белов

Рассмотрены и утверждены на
заседании кафедры
Протокол № 6 от 17.01.2023г.
Рекомендованы учебно-методической
комиссией специальности 21.05.04
«Горное дело» в качестве
электронного издания для
использования в учебном процессе
Протокол № 3 от 17.01.2023г.

Введение

Рабочей программой по дисциплине предусмотрено выполнение 6 лабораторных работ, затрагивает основные разделы дисциплины, позволяет обучающимся получить достаточно полное представление об организации охраны труда и промышленной безопасности на угольных предприятиях.

Освоение дисциплины направлено на формирование:
общефессиональных компетенций:

ОПК-9 - способность осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций.

ОПК-15 - способность в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические и методические документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ.

ОПК-17 - способность применять методы обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- технику и технологию безопасного ведения буровзрывных работ с применением взрывчатых материалов промышленного назначения;
- права и обязанности персонала для взрывных работ, работ со взрывчатыми материалами, требования безопасности их труда;
- требования безопасности при ведении общих и специальных видов взрывных работ;
- правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения и другие нормативные и инструктивные документы, регламентирующие разработку, согласование и утверждение технической документации и безопасное ведение взрывных работ;
- требования, предъявляемые к качеству выполнения взрывных работ, виды брака, причины аварий и способы их предупреждения или устранения;
- основы теории разрушающего действия взрыва заряда взрывчатого вещества в породном массиве;

- сведения о безопасном применении взрывных работ при строительстве, эксплуатации горнодобывающих предприятий, подземных объектов, в том числе в шахтах, опасных по взрыву метана и угольной пыли.

Уметь:

- самостоятельно составлять проекты, паспорта, схемы взрывных работ;
- выбирать способы ведения буровзрывных работ, взрывчатые материалы, приборы и оборудование для их механизации;
- организовывать ведение взрывных работ и ликвидацию отказов зарядов взрывчатых веществ, осуществлять контроль их качества.
- профессионально понимать техническую документацию для ведения буровзрывных работ;
- анализировать, критически оценивать и совершенствовать комплекс мероприятий по обеспечению безопасности персонала, снижению травматизма и профессиональных заболеваний;
- использовать нормативные, методические документы, справочную техническую литературу для принятия технологических решений при проектировании отработки месторождений твёрдых полезных ископаемых с применением взрывных работ.

Владеть:

- способностью обосновывать технологию, порядок и режимы безопасного ведения буровзрывных работ в различных горно-геологических условиях;
- методами расчета основных технических параметров при разработке документации для эффективного и безопасного производства буровзрывных работ и регламентирующей работы со взрывчатыми материалами.
- способностью осуществлять контроль над выполнением требований нормативных, проектных документов в области промышленной и экологической безопасности при производстве буровзрывных работ и работ со взрывчатыми материалами;
- методами проведения контрольных испытаний промышленных взрывчатых материалов с целью определения безопасности и пригодности их применения;
- навыками выбирать оптимальную технологию и организацию ведения взрывных работ при проектировании освоения месторождений твердых полезных ископаемых подземным способом, в том числе в породах, склонных к горным ударам;
- владение материалом при защите и сдаче выполненных практических работ при собеседовании с преподавателем;
- соблюдение правил техники безопасности;
- своевременность сдачи отчётов.

Тематика лабораторных работ

1. Энергоёмкость разрушения горных пород.
2. Бурение шпуров в горных породах.
3. Испытание взрывчатых веществ.
4. Средства инициирования и взрывные сети.
5. Расчёт паспорта буровзрывных работ.
6. Расчёт параметров проекта массового взрыва.

Для обучающихся очной формы обучения специальности «21.05.04 Горное дело», специализации 01 «Подземная разработка пластовых месторождений» предусмотрены дополнительно две лабораторных работы

1. Приборы для электрического взрывания
2. Взрывание сосредоточенных зарядов

Критерии оценивания защиты отчёта:

- 85–100 баллов, если отчёт содержит все требуемые структурные элементы, получены правильные

и полные ответы на два контрольных вопроса;

- 65–84 балла, если отчёт содержит все требуемые структурные элементы, получены

правильный и полный ответ на один контрольный вопрос и неполный ответ на второй вопрос;

- 50–64 баллов, если отчёт содержит не все требуемые структурные элементы, получены

неполные ответы на два контрольных вопроса;

- менее 49 баллов, если отчёт содержит не все требуемые структурные элементы, получен

неполный ответ только на один контрольный вопрос.

Количество баллов 0 – 49 50 – 64 65 – 84 85 – 100

Количество баллов	0-49	50-64	65-84	85-100
Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Тема №1 . Энергоёмкость разрушения горных пород

Цель работы: изучить один из способов определения энергоёмкости разрушения горных пород

Содержание работы:

Изучить теорию и ответить на два контрольных вопроса, предложенных преподавателем.

Современные технологические процессы добычи полезных ископаемых неразрывно связаны с отделением части горной массы от целого массива и ее дроблением до необходимой крупности различного рода ударными нагрузками. Дробление породы сопровождается увеличением обнаженной поверхности кусков отбитой горной массы. Способность породы сопротивляться разрушению под воздействием ударных нагрузок может быть оценена по величине обнаженной поверхности. Знание энергоёмкости разрушения горных пород необходимо для проектирования различных технологических процессов горного производства и для определения основных энергетических характеристик проектируемых горных машин. В лабораторных условиях энергоёмкость разрушения горных пород может быть определена методом дробления образцов породы действием падающего груза на ударном копре (рис. 1). Расчет энергоёмкости разрушения горной породы \mathcal{E} , Дж/см², производится по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{A}{S_k - S_n}$$

где A – энергия удара, Дж;

S_n – начальная поверхность образца до его разрушения, см²;

S_k – суммарная конечная поверхность всех кусков породы после дробления образца, см².

Энергия удара (Дж), затраченная на разрушение породы, определяется из выражения

$$A = Qg h k,$$

где Q – масса сбрасываемого груза, кг;

h – высота сбрасывания груза, м;

g – ускорение свободного падения;

k – количество сбрасываний груза.

Поверхность образца, взятого для испытания, может быть условно принята как поверхность шара и определена по формуле

$$S = \pi d_n$$

где d_n – диаметр (средняя величина из трех замеров по взаимно перпендикулярным осям) испытуемого образца до его разрушения.

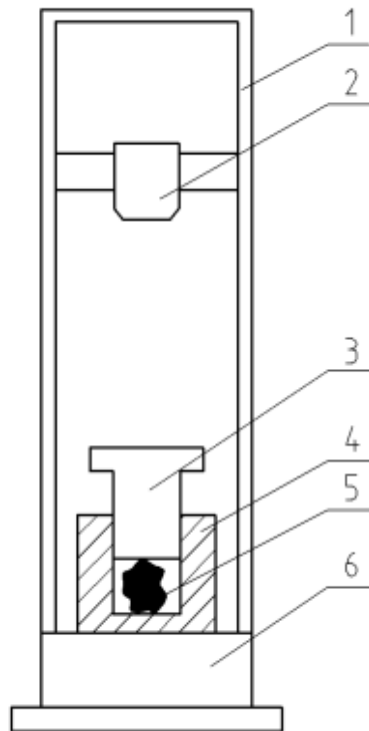


Рис. 1 Установка для дробления породы

1-направляющие копра; 2-падающий груз; 3-бойк; 4-ступка; 5- порода; 6- станина.

Общая поверхность кусочков после разрушения образца будет равна сумме поверхностей отдельных кусочков.

Для определения этой поверхности нужно знать количество кусочков после дробления и их диаметры. Для определения диаметра кусочков и их количества расчетным методом разрушенная порода рассеивается на 3 фракции через систему сит.

Диаметр кусочков крупной фракции, оставшейся на верхнем сите 1, определяется путем обмера наибольшего кусочка, а за наименьший принимается диаметр отверстия верхнего сита. Средний диаметр всех кусочков определяется как средняя величина между наибольшим и наименьшим кусочками.

За диаметр частиц 2-й и 3-й фракций принимается средняя величина диаметра отверстий верхнего сита и сита, на котором данная фракция задержалась. Каждая фракция взвешивается на аналитических весах

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?
7. Каким показателем оценивается взрываемость горных пород?
8. В чем сущность использованного метода определения удельной энергоемкости горных пород?
9. Что вы знаете о классификациях горных пород, для чего они созданы?
10. Какие классификации горных пород используются при добыче полезных ископаемых?
11. Принцип построения классификации горных пород проф. М. М. Протоdjаконова.
12. Принцип построения классификации горных пород по буримости.
13. Принцип построения классификации горных пород по взрываемости.
14. Принцип построения классификации горных пород по дробимости.
15. Как определял относительный коэффициент крепости горных пород проф. М. М. Протоdjаконов?

Тема №2: Бурение шпуров в горных породах

Цель: изучение закономерностей разрушения горных пород при различных способах бурения и особенностей применяемого бурового инструмента

Содержание работы:

Изучить теорию и ответить на два контрольных вопроса, предложенных преподавателем.

Теоретические основы

В настоящее время применяют три основных способа бурения горных пород: вращательный; ударно-поворотный; вращательно-ударный.

Разрушение горных пород при вращательном бурении

При этом способе бурения бурильная машина сообщает буровому инструменту вращательное движение, а буровой резец под действием осевой нагрузки ($P_{ос}$) и крутящего момента ($M_{кр}$) (рис. 2) срезает стружку по винтовой траектории.

Буровые штанги имеют форму шнека с целью удобства удаления бурового штыба из шпура. Буровые резцы (рис. 3) состоят из корпуса 1, двух перьев 2 и хвостовика, предназначенного для соединения резца со штангой

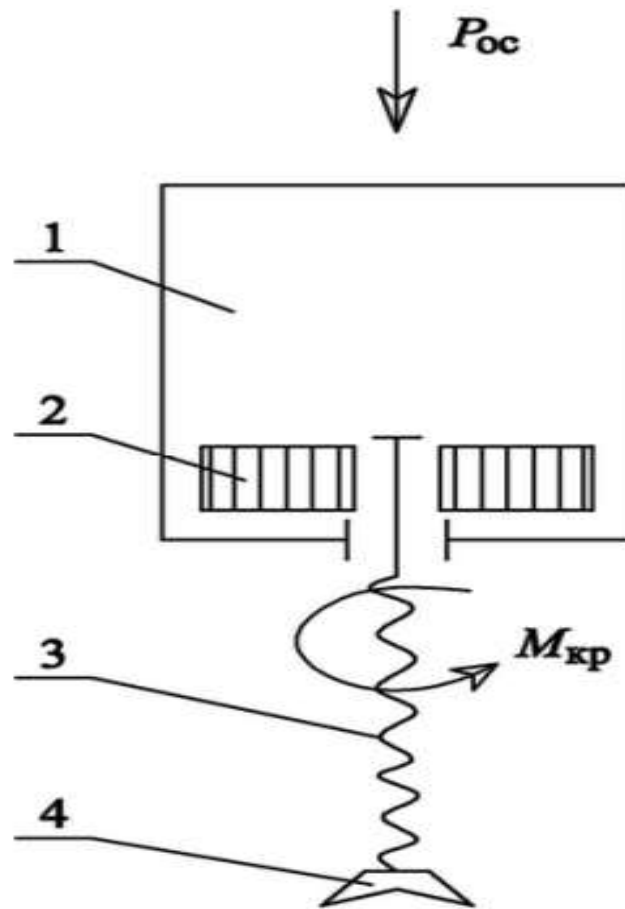


Рис. 2 Кинематическая схема бурового инструмента при вращательном бурении

- 1- бурильная машина; 2-механизм вращения; 3-буровая штанга;
4- буровой резец

Геометрия резца характеризуется следующими параметрами:

1. Диаметр резца d – расстояние между внешними точками основных режущих граней перьев.

2. Диаметр рассечки d_1 – расстояние между внутренними точками вспомогательных режущих граней перьев.

3. Угол заточки σ – угол между передней и задней гранями резца, величина этого угла составляет $65-90^\circ$.

4. Задний угол α – угол между плоскостью резания и задней гранью. Величина заднего угла составляет $10-20^\circ$.

5. Угол резания γ – угол между передней гранью и плоскостью резания, он равен сумме углов заточки и заднего: $\gamma = \alpha + \sigma$. Положительный передний угол имеют резцы для мягких пород, отрицательный – для крепких пород. В геометрии резцов выполняется равенство $\alpha + \beta + \sigma = 90$.

6. Передний угол β – угол между передней гранью и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания. Передний угол может быть положительным, нулевым и отрицательным.

7. Угол рассечки ψ – угол между вспомогательными режущими кромками перьев резца.

8. Угол конусности корпуса резца ω – угол между боковой поверхностью корпуса резца и линией, параллельной оси резца, проходящей через внешнюю точку основных режущих кромок.

9. Угол при вершине резца ϕ – угол между основными режущими кромками.

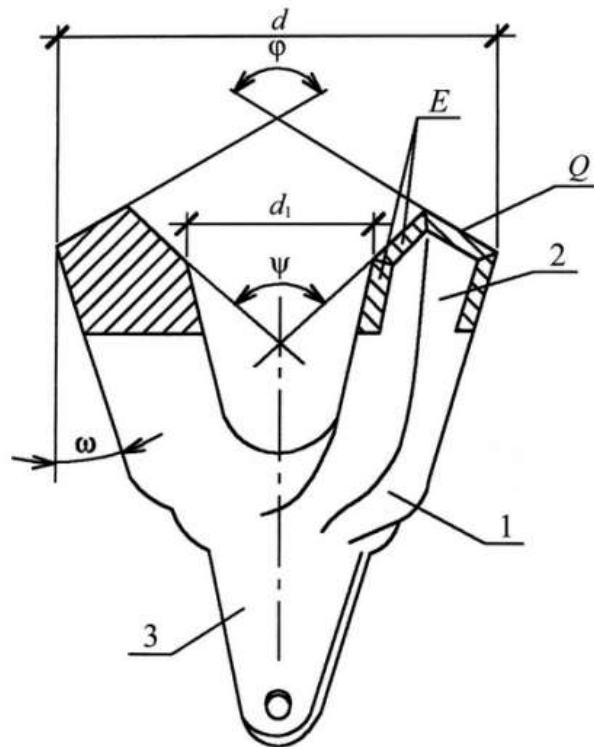


Рис.3 Общий вид резца

1-корпус резца; 2-перо резца; 3-хвостовик.

10. Угол наклона плоскости резания θ – угол между плоскостью резания и горизонтальной линией:

$$\theta = \arctg V_{п} / V_{р} ,$$

где $V_{п}$ – удельная подача бура за 1 оборот;

$V_{р}$ – линейная скорость движения резца.

Основными параметрами режима бурения являются частота вращения резца n и удельная подача бура.

Разрушение горной породы при ударно-поворотном бурении

При ударно-поворотном бурении по буровой штанге наносятся с определенной частотой удары ударником буровой машины (рис.4), а после каждого удара при отскоке бурового инструмента от забоя шпура механизм поворота поворачивает буровой инструмент на некоторый (оптимальный) угол поворота β .

При данном способе бурения буровые штанги изготавливают из высоколегированной стали шестигранного или круглого сечения. Штанги имеют центральный осевой канал для подачи сжатого воздуха или воды с целью удаления бурового штыба из шпура.

Буровые коронки имеют резьбовое или конусное соединение (за счет сил трения) со штангой. Для бурения монолитных пород применяют буровые коронки долотчатого типа, для бурения трещиноватых пород применяют буровые коронки со сложной конфигурацией режущих граней: Т-образные; Z-образные; крестовые; прерывистые.

Лезвия коронки армируются пластиной твердого сплава, угол заточки лезвия коронки составляет для мягких пород 90° , для пород средней крепости – $100-110^{\circ}$, для крепких пород – 120° .

Механизм разрушения породы при ударно-поворотном бурении заключается в следующем. За счет полученной энергии удара лезвие коронки внедряется в породу на величину τ . При этом у лезвия коронки образуется зона тонкого измельчения породы, к этой зоне примыкает зона трещинообразования и скола

(рис. 5). Зона скола выходит на поверхность за счет изгиба трещин у поверхности разрушаемой породы. Ширина следа разрушения несколько шире лезвия коронки на уровне забоя шпура.

После каждого удара при отскоке инструмент поворачивается на некоторый угол β и удар повторяется. При следующем ударе инструмент вновь заглубляется в породу. Угол поворота должен быть таким, чтобы обеспечивалось полное скалывание секторов между соседними заглублениями инструмента.

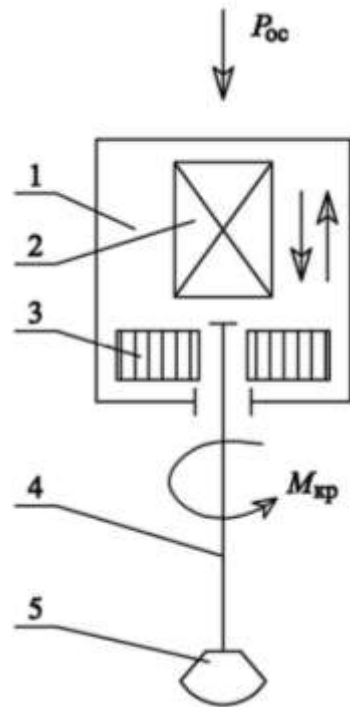


Рис.4 Кинематическая схема действия бурового инструмента при ударно-поворотном бурении

1- буровая машина; 2-ударный механизм; 3-механизм поворота; 4-буровая штанга; 5-буровая коронка

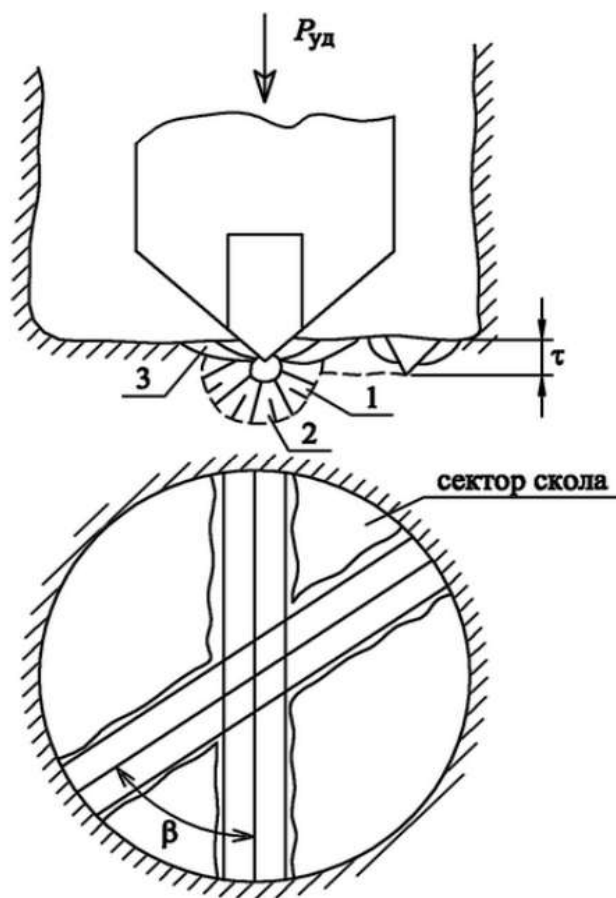


Рис.5 Схема разрушения породы при ударно-поворотном бурении

1-зона тонкого измельчения породы; 2-зона трещинообразования; 3-зона скола породы

Разрушение горной породы при вращательно-ударном бурении

Вращательно-ударное бурение отличается от ударно-поворотного бурения тем, что вместо механизма поворота в бурильной машине имеется механизм вращения (рис. 6).

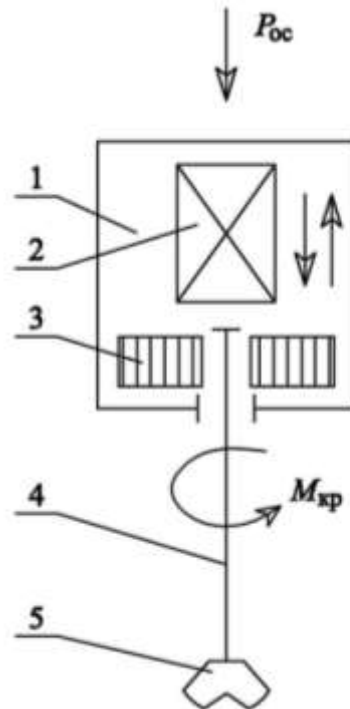


Рис.6 Кинематическая схема действия бурового станка при вращательно-ударном бурении

1-бурильная машина; 2-ударный механизм; 3-механизм вращения; 4-буровая штанга; 5-буровая коронка

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию способов разрушения горной породы при бурении.
2. В чем заключается принцип разрушения горной породы при вращательном бурении шпуров?
3. В чем состоят конструктивные особенности бурового инструмента для вращательного бурения?
4. Перечислите основные геометрические параметры буровых резцов при вращательном бурении.
5. В связи с чем изменяется величина угла конусности в буровых резцах?
6. В связи с чем имеют конструктивные отличия породные и угольные буровые резцы?
7. В чем заключается роль вспомогательных режущих лезвий у буровых резцов?
8. В чем заключается принцип разрушения горной породы при ударно-поворотном бурении?

9. В чем состоят конструктивные особенности бурового инструмента для ударно-поворотного бурения?

10. Как удаляется из шпуров буровая мелочь при ударно-поворотном бурении?

11. Какие модификации буровых коронок применяют при ударно-поворотном бурении?

Тема №3: Испытание взрывчатых веществ

Цель работы: изучение методики проведения контрольных испытаний ВВ для установления их доброкачественности и безопасности в применении и обращении

Содержание работы:

Изучить теорию и ответить на два контрольных вопроса, предложенных преподавателем.

Лабораторно-полигонные испытания ВВ проводят в следующих случаях:

- при выпуске новых партий ВВ;
- по истечении гарантийного срока хранения и через определенные периоды после него;
- при возникновении аварий в процессе производства взрывных работ;
- при подозрении на недоброкачественность ВВ из-за плохих результатов взрыва.

Условно все виды испытаний можно подразделить на три группы.

А. Проверка качественных характеристик ВВ.

1. Наружный и внешний осмотр.
2. Определение плотности.
3. Определение влажности.
4. Определение водоустойчивости.
5. Определение слеживаемости.
6. Определение химической стойкости.
7. Определение экссудации (у нитроглицериновых ВВ).

Б. Проверка энергетических характеристик ВВ.

1. Определение бризантности.
2. Определение работоспособности.
3. Определение скорости детонации.
4. Определение передачи детонации от патрона к патрону.
5. Определение полноты детонации.

В. Проверка ВВ на безопасность их в применении и обращении.

1. Определение предохранительности ВВ в метано- и пыле-воздушной среде.
2. Определение чувствительности к удару.
3. Определение чувствительности к трению.
4. Определение состава ядовитых газов после взрыва.

.
Определение бризантности ВВ (проба Гесса) .

На стальную плиту 1 устанавливается цилиндрический столбик из чистого рафинированного свинца 2 (диаметр 40 мм, высота 60 мм). На него помещается стальной диск 3 (диаметр 41 мм, высота 10 мм).

На диск помещается заряд ВВ 4 массой 50 г в бумажной гильзе (диаметр 40 мм) с электродетонатором мгновенного действия или капсулом-детонатором. Для устойчивости патрон ВВ закрепляется на плите проволочными растяжками 6.

При взрыве заряда ВВ под действием ударной волны свинцовый столбик деформируется. Замеряя высоту столбика до взрыва h_1 и после взрыва h_2 , определяют бризантность ВВ, мм:

$$Б = h_1 - h_2 .$$

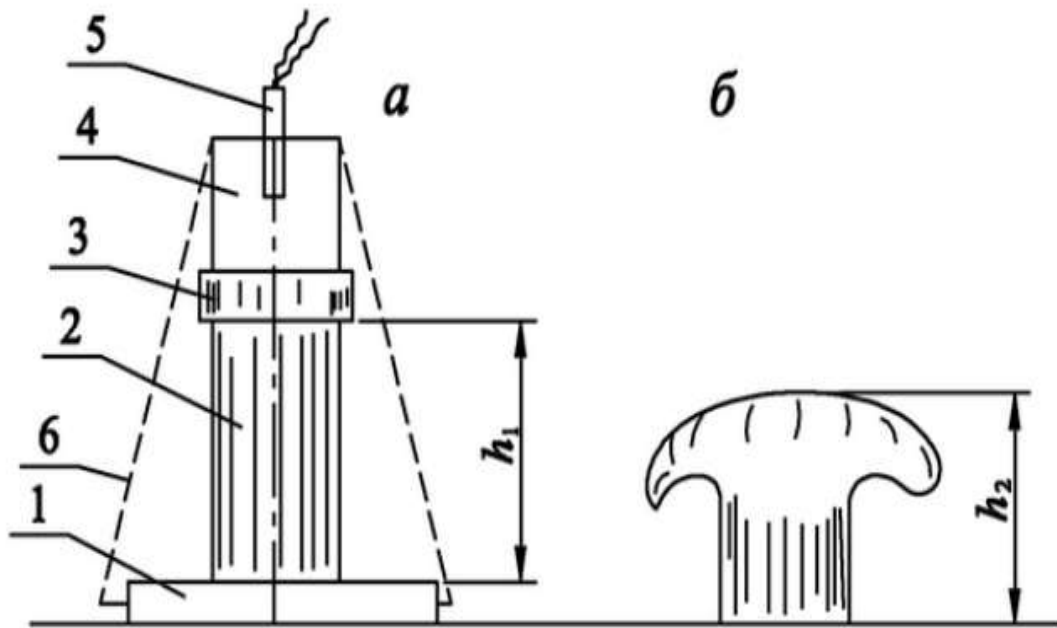


Рис. 7 Определение бризантности

а) до взрыва; б) после взрыва.

Для оценки работоспособности ВВ применяют следующие экспериментальные методы: взрывание заряда в свинцовой бомбе (проба Трауля), взрывание на баллистическом маятнике или в баллистической мортире, взрывание в полевых условиях шпуровых или скважинных зарядов в однородном грунте или породе, подводное взрывание и, наконец, взрывание подвешенных в воздухе зарядов с измерением параметров воздушной ударной волны .

Наиболее простым и распространенным испытанием является испытание в свинцовой бомбе. Этот метод признан международным и используется во всех странах. Он заключается в следующем: небольшой заряд ВВ взрывают в канале свинцового цилиндрического блока с песчаной забойкой и по величине расширения канала, выраженного в объемных единицах, судят о работоспособности ВВ. Поскольку величина расширения объема свинцовой бомбы не находится в линейной зависимости с истинной работоспособностью, то получаемые по этому методу результаты характеризуют лишь относительную

работоспособность. Их обычно сопоставляют с работоспособностью кристаллического тротила, принятого за эталон

При использовании метода баллистического маятника взрыв заряда осуществляют в канале мортиры, соприкасающейся с телом маятника, который представляет собой массивный подвешенный груз, продукты взрыва сообщают ему количество движения, отклоняя на определенный угол.

Данный метод позволяет испытывать заряды большой массы (200-500 г), что важно для оценки ВВ, не полностью детонирующих от КД в условиях свинцовой бомбы Трауля.

Методы определения влажности промышленных ВВ основаны на высушивании навески ВВ при заданной температуре в течение некоторого времени. Допустимая температура сушки зависит от термической стабильности ВВ, а время - от степени его влажности. ВВ, содержащие нитроэфиры, сушат при комнатной температуре над высушивающим веществом.

Методами сушки вместе с влагой выявляются и летучие компоненты или примеси, присутствующие в ВВ. Эти методы позволяют установить лишь относительное содержание влаги, поскольку полностью высушить

ВВ не удастся без заметных потерь некоторых его компонентов. Истинное содержание влаги в них, причем без других летучих примесей, можно определить по ГОСТ 14870-69 путем экстрагирования навески методом Дина и Старка, если испытуемое ВВ допускает кипение в экстрагируемой жидкости, или методом Фишера.

В соответствии с ГОСТ 14839.12-69 содержание влаги в ВВ, в которых отсутствуют нитроэфиры, устанавливают в сушильных шкафах (термостатах) или с помощью прибора ускоренной сушки с инфракрасной электролампой.

Метод определения механической прочности гранул предусматривает раздавливание отдельных гранул испытуемого вещества на специальном приборе с определением усилия, затрачиваемого на разрушение, пригоден для испытания гранул селитры и ВВ.

Пробу гранул продукта выдерживают в закрытой банке до принятия окружающей температуры. Из пробы отбирают 25 гранул диаметром

1,52 мм. На правую тарелку весов под поршень пресса устанавливают алюминиевую плоскую подставку, на которую по центру укладывают испытуемую гранулу. Затем опускают поршень пресса до соприкосновения с гранулой, продолжая медленно, равномерно и непрерывно наращивать давление на гранулу до ее разрушения. С ростом давления соответственно отклоняется стрелка циферблата весов. Момент разрушения устанавливают по вздрагиванию этой стрелки.

Максимальная величина нагрузки в граммах, считываемая с циферблатных весов в момент вздрагивания стрелки, служит показателем прочности гранулы. Описанным способом испытывают 25 гранул и за результат определения прочности берут среднее арифметическое из этих опытов. Если гранула сплющивается (спрессовывается), то данный опыт не учитывают, гранулу заменяют новой и повторяют испытание.

Критический диаметр является важнейшей характеристикой детонационной способности взрывчатого вещества. По нему определяют, в зарядах какого диаметра данное ВВ можно применять на взрывных работах.

Для отыскания критического диаметра обычно последовательно взрывают серию цилиндрических зарядов с постепенным увеличением или уменьшением их диаметра в зависимости от результатов предыдущего взрыва. Таким образом находят диаметр заряда, меньше которого детонация не способна устойчиво распространяться и затухает вследствие слишком больших химических потерь на фронте детонационной волны.

Чтобы установить, затухающая или не затухающая детонация прошла вдоль заряда, длину его берут не меньше пяти диаметров. Если испытуемое ВВ способно устойчиво детонировать только в заряде диаметром 100 мм и более, то длину берут равной 500 мм, а в некоторых случаях и до 250 мм, чтобы уменьшить массу одновременно взрывающегося ВВ и воздействие взрыва на окружающую среду.

Плотность взрывчатого вещества по длине заряда должна быть равномерной.

Контрольные вопросы

1. Для чего и в каких случаях необходимо проводить контрольные испытания ВВ?
2. На какие группы подразделяют испытания?
3. Какие виды испытаний входят в группу проверки качественных характеристик ВВ?
4. Что такое плотность насыпная и плотность зарядания?
5. Что такое гигроскопичность ВВ?
6. Что такое водостойкость ВВ и как она определяется?
7. Что такое слеживаемость ВВ, причина ее возникновения?
8. Что такое химическая стойкость ВВ, как она определяется?
9. Что такое экссурация ВВ, как она определяется?
10. Какие виды испытаний входят в группу проверки энергетических характеристик ВВ?

Тема №4: Средства инициирования и взрывные сети

Цель работы: изучение конструктивных особенностей и технологии применения средств инициирования, применяемых при различных способах взрывания.

Содержание работы:

Изучить теорию и ответить на два контрольных вопроса, предложенных преподавателем.

Инициирование заряда - это его подрыв при помощи определенной системы или устройства. Ни одно предприятие, использующее взрывные работы, не обходится без системы инициирования. В настоящее время известны следующие основные способы инициирования: огневой с применением огнепроводного шнура, электроогневой, электрический, детонирующим шнуром, неэлектрический с применением ударно-волновых трубок (УВТ), табл. 4. При электрическом

инициировании зарядов ВВ производят проверку электродетонаторов и электрической схемы коммутации контрольно-измерительными приборами (КИП).

Неэлектрическая система инициирования СИНВ

СИНВ-С - скважинные капсули- детонаторы с замедлением от 100 до 500 мс (11 ступеней замедления), позволяют осуществлять донное инициирование и внутрискважинное замедление исключаяе подбором взрывной сети.

СИНВ-П - поверхностные замедлители с замедлением от 0 – до 109 м/сек дают большой выбор и разброс по времени, что позволяет использовать различные схемы монтажа взрывной сети.

СИНВ-СТАРТ - ударно волновая трубка длиной 600 м с капсулем, обеспечивает подрыв сети с безопасного расстояния без применения электродетонаторов и взрывных машинок, что намного безопаснее и эффективнее.

СИНВ-С ДИШВ 773979.007ТУ – устройства инициирующие с замедлением скважинные, не содержащие инициирующих ВВ. Решением Госгортехнадзора России, изделия СИНВ-С допущены для замедления внутрискважинного инициирования боевиков скважинных и шпуровых зарядов при взрывных работах на дневной поверхности.



Устройства СИНВ предназначены для инициирования зарядов, состоят из ударно-волновой трубки (УВТ) и капсуля-детонатора с замедлением, который не содержит инициирующих ВВ, что обеспечивает высокую устойчивость устройства к механическим воздействиям, воздействию постоянного и переменного тока, а также статического электричества.

Масса ВВ в УВТ в сотни раз меньше, чем у детонирующих шнуров, что позволяет полностью исключить боковое воздействие устройства СИНВ на заряд ВВ при инициировании скважин и шпуровых зарядов.



Устройства СИНВ-П состоят из ударно-волновой трубки и капсуля-детонатора с замедлением, расположенного в фиксаторе и предназначены для монтажа взрывной сети и задержки передачи инициирующего импульса устройству СИНВ-С при взрывных работах на земной поверхности. С помощью фиксатора к устройству СИНВ-П может быть присоединено до 6 устройств СИНВ. Устройства СИНВ-П имеют 9 ступеней замедления (от 0 до 200мс).



Волновод предназначен для трансляции инициирующего импульса к капсулю-детонатору. Применяется в системах СИНВ, а также в стартовых устройствах, позволяющих осуществить инициирование с безопасного места. Длина волновода выполняется в соответствии с требованиями заказчика и поставляется в бухтах или катушках.

Наружный диаметр волновода составляет 3,2мм, масса ВВ 20 мг/м. Усилие на разрыв не менее 200Н, относительное удлинение с сохранением работоспособности не менее 100%. Условия эксплуатации – температура от -50°С до +50°С. При воздействии повышенной до 90°С температуры работоспособность сохраняется в течение 12 часов.

Волновод обладает восприимчивостью к импульсу от пускового устройства, от детонирующего шнура марок ДША, ДШВ, ДШЭ-12 или от КД-8С, ЭД или от устройства СИНВ-П.

Стартовые устройства СИНВ представляют из себя устройство СИНВ-П с волноводом, длина которого позволяет вывести его конец за границы опасной зоны. Инициирование стартового устройства СИНВ производится механическим или электроискровым пусковыми устройствами, при этом полностью исключается применение штатных средств инициирования (ЭД, КД), что значительно повышает безопасность работ.



Стартовые устройства СИНВ выпускаются в двух модификациях: СИНВ-Старт-В (предназначено для инициирования взрывных сетей, смонтированных с применением устройств СИНВ-П) и СИНВ-Старт-Ш (предназначено для инициирования взрывных сетей, смонтированных с применением детонирующего шнура).

Применение устройства СИНВ при ведении взрывных работ на земной поверхности имеет следующие преимущества по сравнению с традиционными средствами взрывания:

- высокий уровень управляемости массовыми взрывами за счет возможности индивидуального замедления каждого скважинного заряда, широкого выбора времени замедления и реализации самых разнообразных схем взрывания;

- внутрискважинное замедление, исключаящее подбой взрывной сети, отсутствие бокового энерговыделения УВТ, позволяет эффективно использовать энергию заряда, особенно при применении простейших ВВ, где повышение эффективности использования энергии заряда может составлять 10-13%. Кроме того, применение СИНВ позволяет реализовывать наиболее эффективное «донное» инициирование скважинных зарядов;

- низкий сейсмический эффект и слабая интенсивность воздушных ударных волн, малый разлет кусков горной массы при взрыве, обусловленные индивидуальным замедлением взрывания каждого заряда, что позволяет вести взрывные работы в стесненных условиях и вблизи охраняемых объектов.

Электродетонаторы ЭД-КЗ-ПКМ

ЭД-КЗ-ПКМ предохранительные электродетонаторы короткозамедленного действия, нормальной чувствительности к воздействию зарядов статического

электричества и блуждающих токов. Электродетонаторы ЭД-КЗ-ПКМ имеют 10 серий замедления.

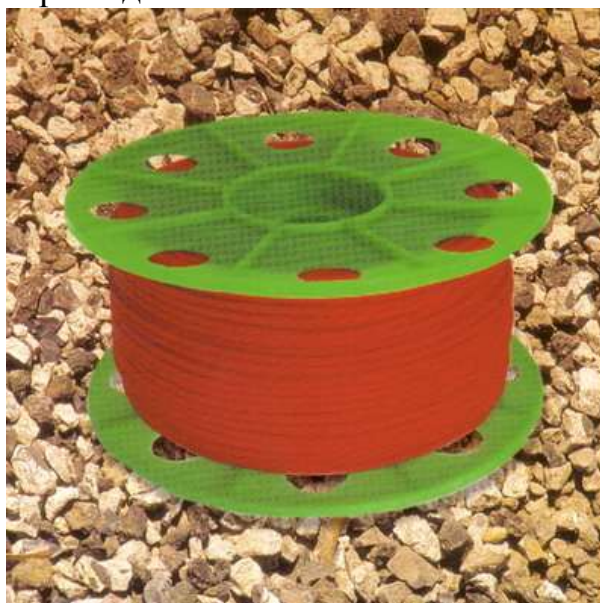


Детонирующие шнуры

Детонирующие шнуры общего назначения нормальной мощности (ДШ-А, ДШ-В и ДШЭ-12) предназначены для передачи детонационного импульса на расстояние в скважинных и магистральных сетях при взрывных работах на земной поверхности и в подземных выработках шахт, не опасных по газу и пыли.

ДШ-В детонирующий шнур нормальной мощности, повышенной водостойкости. Предназначен для передачи импульса ВВ на расстояние при температуре окружающей среды от -35°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Взрывчатая сердцевина ТЭНа заключена в оплетки из хлопчатобумажной или льняной пряжи, капроновой (полиамидной) нити. Наружное покрытие – поливинилхлоридный пластикат.

Детонационный шнур общего назначения ДШН-8 – средней мощности, повышенной прочности и водостойкости. Предназначен для передачи детонационного импульса ВВ на расстоянии при температуре окружающей среды от -50°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Взрывчатая сердцевина ТЭНа заключена в синтетические нити. Наружное покрытие – специальный пластикат, устойчивый в холодных и горячих растворах аммиачной селитры и дизельном топливе.



Взрывные сети

Электровзрывные сети.

При производстве взрывных работ электрическим способом электродетонаторы могут быть соединены последовательно, параллельно и по смешанным схемам.

Параллельное соединение ЭД может быть осуществлено по параллельно-пучковым и параллельно-ступенчатым схемам. Из смешанных схем применяются как параллельно-последовательные, так и последовательно-параллельные соединения (рис. 8).

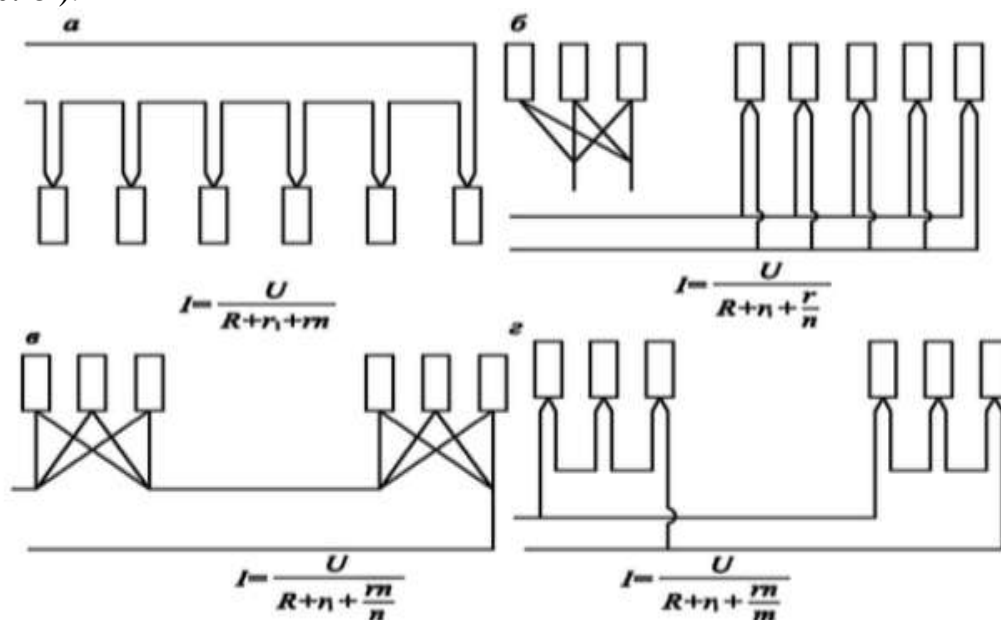


Рис. 8

а) последовательная; б) параллельная; в) параллельно-последовательная; г) последовательно- параллельная.

Последовательное соединение отличается легкостью контроля за исправностью сети. При параллельном соединении от маломощного источника можно взорвать большое количество зарядов, но затруднен контроль за исправностью каждого электродетонатора. В последовательно-параллельном соединении электродетонаторы в группах соединены последовательно, а группы между собой соединены параллельно по пучковой или ступенчатой схеме. При параллельно-последовательном соединении детонаторы в группах соединяются параллельно, а группы между собой – последовательно. Смешанные схемы отличаются сложностью монтажа, но позволяют от источника тока ограниченной мощности взорвать большое количество электродетонаторов.

При монтаже взрывной сети места соединения концов проводников ЭД между собой и с магистралью должны быть тщательно изолированы. Для этого следует применять специальные предохранительные зажим контакты (рис. 9).

Для изготовления патрона-боевика специальной проколкой в торце патроны ВВ (не разворачивая оболочку) проделывают отверстие, в которое утапливают полностью электродетонатор. Затем на патрон ВВ накидывают двойную петлю

проводниками ЭД, чтобы при досылке его в шпур не выдергивался электродетонатор из патрона ВВ (рис. 10).

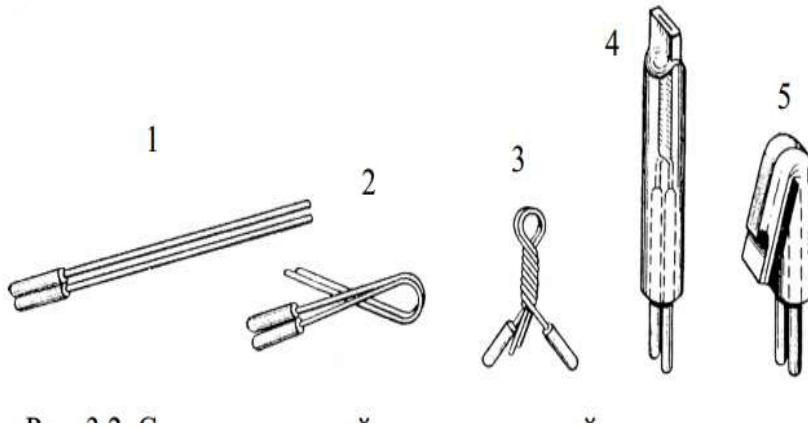


Рис. 9 Схема соединений электровзрывной сети с помощью изолирующих зажимов-контактов

1,2,3- соединение проводов; 4-размещение соединения в зажиме; 5- загибание зажима для фиксации соединения проводов.

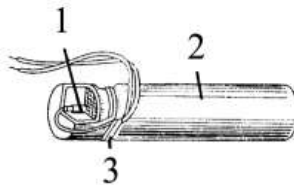


Рис.10 Патрон-боевик при электрическом взрывании

1- Электродетонатор; 2- патрон ВВ; 3- петля из концевых проводов

Сети из детонирующего шнура.

Взрывание сети детонирующего шнура осуществляют капсулем-детонатором или электродетонатором. Затем по ДШ детонация передается одновременно всем взрываемым зарядам ВВ.

Применение детонирующего шнура позволяет за один прием взорвать любое количество зарядов и устраняет необходимость размещения в зарядах детонаторов. Заряды детонирующим шнуром могут быть соединены последовательно или параллельно (рис. 11).

Во взрывной сети из детонирующего шнура не должно быть скруток, петель и резких перегибов. Все ответвления шнура от магистрали к зарядам должны быть уложены по ходу волны детонации. Последовательность взрывания зарядов достигается за счет применения в сети из ДШ пиротехнических замедлителей.

Для обеспечения короткозамедленного взрывания во взрывную сеть вмонтируют специальные пиротехнические реле-замедлители РП-Н или РП-Д.

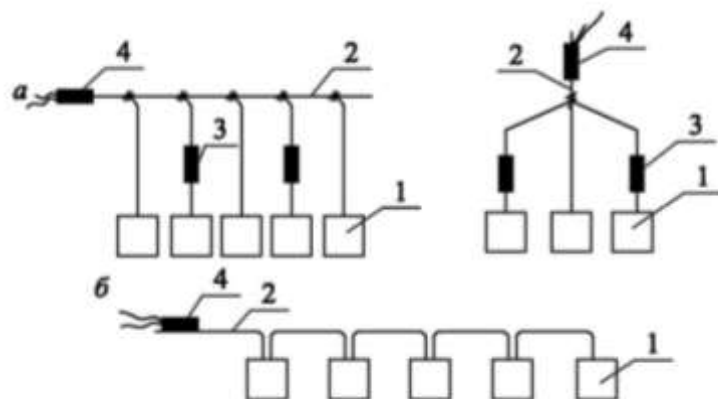


Рис.11 Схемы соединения зарядов ВВ с ДШ

а) параллельная; б) последовательная; 1- заряды ВВ; 2- магистральная сеть ДШ; 3- пиротехнические замедлители; 4- электродетонатор

Реле РП-Н двухстороннего действия предназначены для создания замедления во взрывных сетях детонирующего шнура при ведении взрывных работ на земной поверхности, а также в шахтах не опасных по газу или пыли. Реле имеют 3 серии замедления: 20, 35 и 50 мс.

Идентификация серий замедления выполнена путем отличительной окраски (маркировки) гильз реле. Реле РП-Н-20 со временем замедления 20 мс имеют гильзу красного цвета. Реле РП-Н-35 со временем замедления 35 мс - белого цвета, а реле РП-Н-50 со временем замедления 50 мс - черного цвета.

Реле пиротехнические РП-Д повышенной стойкости к механическим воздействиям имеют 6 серий замедления: 20; 30; 45; 60; 80 и 100 мс и соответственно имеют окраску: РП-Д-20 - красновато-оранжевую; РП-Д-30 - желтую; РП-Д-45 - красную; РП-Д-60 - синюю; РП-Д-80 - зеленую; РП-Д-100 - коричневую.

Реле состоят из двух капсулей-детонаторов с замедлителем между ними, соединенных между собой с помощью пластмассовой втулки методом обжимки. В свободных торцах гильз КД методом обжимки зафиксированы отрезки детонирующего шнура марки ДШ-В длиной 30-50 см. Материал гильзы - сталь с томпаковым покрытием.

Соединение реле с детонирующим шнуром осуществляется морским узлом или внахлестку с помощью изоляционной ленты или шпагата.

Для соединения устройств, инициирующих с замедлением СИНВ с детонирующим шнуром, или для соединения детонирующего шнура с детонирующим шнуром при монтаже взрывных сетей с целью исключения соединения их морским узлом применяют специальный соединитель ИВШП.

Способы соединения ДШ с магистралью или между собой показаны на рис. 5, а соединение скважинных заряды ВВ во взрывную сеть – на рис. 12.

Взрывание с помощью ДШ называется бескапсюльным потому, что при изготовлении боевиков не требуются электродетонаторы или капсули-

детонаторы, достаточно ДШ соединить с ВВ любым способом (рис.13) и детонация заряду ВВ будет надежно передана.

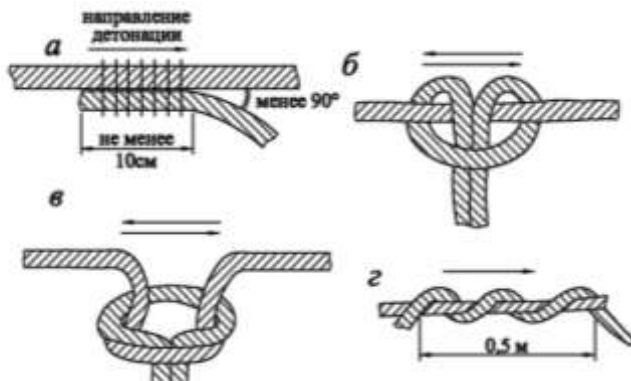


Рис.12 Способы соединения детонирующих шнуров
а) внахлест; б) простым узлом; в) морским узлом; г) внакрутку

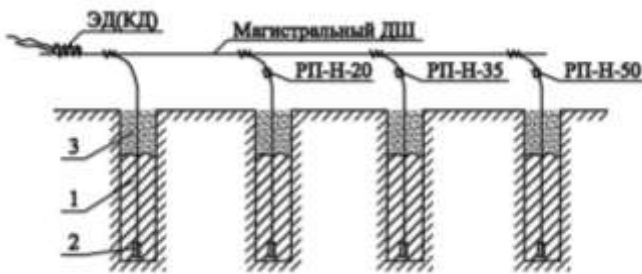


Рис.13 Взрывная сеть при бескапсюльном взрывании
1-заряд ВВ; 2-боевик; 3-внутренняя забойка

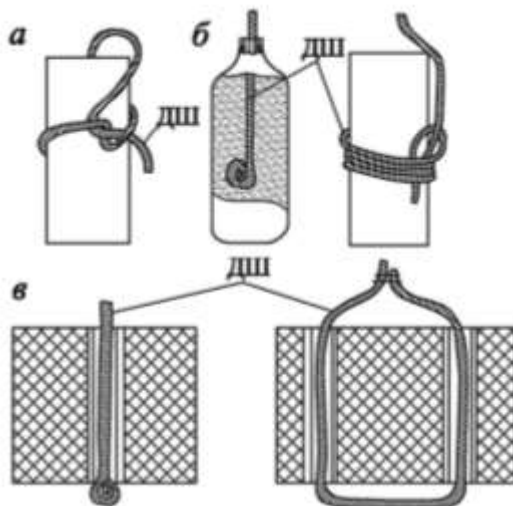


Рис.14 Способы изготовления боевиков
а,б- из патронов ВВ; в-из тротильных шашек

При бескапсюльном взрывании зарядов конец детонирующего шнура, вводимый в патрон, необходимо завязывать узлом или складывать не менее чем вдвое.

При оболочке патрона из бумаги или хлопчатобумажной ткани разрешается обматывать детонирующий шнур вокруг патрона.

При использовании для приготовления патронов-боевиков шашек прессованных взрывчатых веществ разрешается пропускать шнур в гнезде шашек. Расширять, углублять и проделывать новые гнезда в шашках категорически запрещается.

Контрольные вопросы:

1. Что относят к средствам инициирования?
2. На какие виды подразделяют способы взрывания в зависимости от применяемых средств инициирования?
3. Какие средства инициирования применяют при огневом и электроогневом способах инициирования?
4. Какие СИ применяют при электрическом и бескапсюльном способах взрывания?
5. Назовите конструктивные особенности ОШ и ДШ.
6. Назовите конструктивные особенности КД и ЭД.
7. Нарисуйте устройство электровоспламенительной капельки.
8. Назовите конструктивные особенности зажигательных и электрозажигательных патронов.
9. Какие ЭД бывают в зависимости от времени их срабатывания?
10. В чем сущность неэлектрической системы взрывания СИНВ?
11. Какими способами можно соединять отрезки ДШ?
12. С помощью чего достигают КЗВ при бескапсюльном способе взрывания?
13. Какие схемы соединения ЭД можно применять при электрическом взрывании?
14. В чем сущность электродетонаторов с электронным замедлением ЭДЭЗ?
15. Что из себя представляет взрывная сеть при использовании ДШ?

Тема №5: Расчёт паспорта буровзрывных работ

Цель работы: изучить методику составления паспорта буровзрывных работ

Содержание работы:

Из таблицы 9 по варианту, предложенному преподавателем рассчитать паспорт БВР

Взрывной способ разрушения горных пород универсален. Он может применяться при любой крепости угля и пород как в очистных, так и в подготовительных выработках шахт.

Данный способ разрушения горных пород основан на применении взрывчатых веществ, при быстротечном процессе детонации которых освобождающаяся энергия отделяет от массива породу и осуществляет ее дробление.

Применяют следующие способы ведения взрывных работ: шпуровой,

скважинный, камерный и накладными зарядами. Шпуровой метод применяют при проведении выработок.

Шпуром называется продольное цилиндрическое углубление глубиной до 5 м и диаметром до 75 мм, пробуриваемое в разрушаемом массиве бурильными машинами. При шпуровом методе ведения взрывных работ применяют сплошной заряд. На шахтах, опасных по газу и пыли, применяют предохранительные взрывчатые вещества (ВВ) и сплошные заряды.

На шахтах, опасных по газу и пыли, применяют электрический способ взрывания зарядов используя предохранительные ВВ (II-VII классы). В качестве средств инициирования (СИ) используют электродетонаторы короткозамедленного действия, например, типа ЭДКЗ-ПК, ЭДКЗ-ПКМ (Приложение 1).

Проведение подземных горных выработок буровзрывным способом в обязательном порядке производится на основании технической документации – паспорта БВР в соответствии с нормативными документами.

Паспорта должны утверждаться руководителем той организации, которая ведет взрывные работы. Паспорта составляются на основании и с учетом результатов не менее трех опытных взрываний. По разрешению руководителя взрывных работ организации допускается вместо опытных взрываний использовать результаты взрывов, проведенных в аналогичных условиях. Практикой накоплен значительный опыт ведения буровзрывных работ для угольных шахт. Примеры паспортов БВР приведены в Приложении 2.

Паспорт БВР должен включать:

а) схему расположения шпуров, наименования взрывчатых материалов, число шпуров, их глубину и диаметр, массу и конструкцию зарядов и боевиков, последовательность и количество приемов взрывания зарядов, материал забойки и ее длину, схему монтажа электровзрывной сети с указанием длины (сопротивления), замедлений, схему и время проветривания забоев;

б) размер радиуса опасной зоны;

в) схему мест укрытия мастера-взрывника и рабочих на время производства взрывных работ, которые должны располагаться за пределами опасной зоны.

Кроме того, для шахт, опасных по газу или пыли, в паспорте должны быть указаны количество и схема расположения специальных средств по предотвращению взрывов газа (пыли).

Эффективность взрывных работ при проведении горных выработок характеризуется показателями: подвиганием забоя за взрыв, коэффициентом использования шпуров (КИШ), обеспечением требуемого оконтуривания выработки без излишних переборов породы за ее периметром, качеством дробления разрушенных взрывом пород, минимальными затратами времени и средств на проведение выработки.

Подвигание забоя за взрыв непосредственно связано с глубиной шпуров – параметром работ, определяющим объем основных операций в проходческом цикле и скорость проведения выработки. Здесь должны учитываться площадь и форма забоя, свойства взрывааемых пород, работоспособность применяемых ВВ, тип бурового оборудования, требуемое подвигание забоя за взрыв и др.

Коэффициент использования шпуров (КИШ) есть отношение длины

оторванной части массива пород в забое к длине забуренного шпура. КИШ зависит от крепости, трещиноватости и слоистости взрывааемых пород, площади забоя, числа открытых поверхностей во взрывааемом массиве, работоспособности ВВ, глубине шпуров, качества забойки шпуров, очередности взрывания зарядов и других факторов. При правильном распределении всех параметров, строгом выполнении технологии ведения взрывных работ КИШ изменяется от 0,75 до 0,95. Например, в песчаниках и крепких известняках КИШ равен 0,75-0,8, в забоях по углю 0,8-0,95.

Переборы породы за проектным контуром выработки в паспортах на ее проведение устанавливаются от 3 до 5 %. Однако на практике случаются большие переборы породы (8-20 %). В итоге ухудшается устойчивость пород, значительно увеличивается трудоемкость и опасность работ, снижается эффективность проведения выработки. Величины переборов могут быть уменьшены оптимальным расположением шпуров, особенно оконтуривающих, правильным определением

величин зарядов и диаметром патронов ВВ, применением контурного взрывания.

Удельный расход ВВ – важнейший комплексный показатель эффективности взрывных работ. Число шпуров на площадь забоя, расход ВВ на 1 м² разрушаемой взрывом породы и на длину заходки (кг/м³) зависят от крепости, характера залегания и трещиноватости пород, площади забоя, работоспособности ВВ, диаметра патронов, материала и величины забойки, очередности взрывания зарядов, требуемой точности оконтуривания периметра выработки и степени дробления пород. Требуемое количество ВВ должно быть рассчитано так, чтобы при наименьших затратах труда и взрывчатых материалов результаты взрыва были максимальными.

В общем, параметры взрывных работ в угольных и сланцевых шахтах выбираются прежде всего из условий безопасности, и только после этого принимается оптимальная или хотя бы достаточная эффективность взрывных работ.

1. РАСЧЕТ ЗАРЯДОВ ВВ

Наиболее широкое распространение для определения удельного расхода ВВ получила методика Н. М. Покровского [5].

Удельный расход ВВ на 1 м³ обуренной породы определяют по формуле

$$q=0,1 \cdot f \cdot f^I \cdot v \cdot e, \text{ кг/м}^3 \quad (1)$$

где: f – коэффициент крепости породы по шкале проф. М.М. Протождяконова; f^I – коэффициент структуры породы; v – коэффициент зажима породы, зависящий от площади поперечного сечения выработки; e – коэффициент работоспособности применяемого ВВ.

Значение коэффициента крепости f принимается из таблицы исходных данных (табл. 9). При наличии разных пород, в условиях которых проводится выработка, вычисляется среднее значение коэффициента крепости пород.

Значение коэффициента f^I выбирается в зависимости от свойств и структуры

пород, их залегания и трещиноватости (классификация пород по категориям) с привлечением эмпирических зависимостей. Так предельное значение $f^I = 2$ характерно для вязких, упругих, пористых пород. Другое предельное значение $f^I = 1,1$ характерно для плотных, массивных, хрупких пород. С целью упрощения расчетов в данной работе значение коэффициента структуры породы f^I принимаем $f^I = 1,2$.

Коэффициент зажима породы ν подготовительных выработок имеет наибольшее значение для малых поперечных сечений, с увеличением площади поперечного сечения выработок, проводимых в одних и тех же породах, расход ВВ уменьшается. Значение коэффициента ν при одной обнаженной поверхности (взрывание выполняется на полное сечение проходческого забоя за один прием) определяют по формуле

$$\nu = \frac{6,5}{\sqrt{S_{вч}}} , \quad (2)$$

где: $S_{вч}$ – площадь поперечного сечения выработки в черне, m^2 . Для арочной и трапециевидной форм поперечного сечения выработки можно принять $S_{вч} = 1,1 \cdot S_{св}$, где $S_{св}$ – площадь поперечного сечения выработки в свету, m^2 – принимается из таблицы исходных данных (табл. 9).

Коэффициент работоспособности e применяемого ВВ определяют

$$e = \frac{380}{P_x} , \quad (3)$$

где: 380 – работоспособность стандартного ВВ (обычно принимается аммонит 6ЖВ); P_x – работоспособность применяемого ВВ – выбирается в зависимости от f крепости пород (табл. 1), cm^3 .

Таблица 1

Работоспособность применяемого ВВ

f - коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протоdjeяконова	Работоспособность применяемого ВВ				
	1-3	3-8	8-10	более 10	
P_x - работоспособность рекомендуемых ВВ, cm^3	130 (Угленит Э-6)	265-280 (ПЖВ-20, Т-19)	320 (АП-5ЖВ)	320-380 (Игданит, АП-6ЖВ)	400-600 (Детонит)

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ШПУРОВ

Глубина шпуров принимается на основании практических данных и рекомендуемой глубины шпуров в зависимости от крепости пород и площади забоя (табл. 2).

Рекомендуемая глубина шпуров в зависимости
от крепости пород и сечения выработок

Коэффициент крепости пород f	Глубина шпуров $l_{ш}$, м, для выработки сечением, m^2	
	$S_{вч} = 6-12 m^2$	$S_{вч} = 13-18 m^2$
< 3	1,0-1,6 м	1,0-1,8 м
3-6	2,0-2,5 м	2,5-3,0 м
> 6	1,5-2,0 м	2,0-2,5 м

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ШПУРОВ И ИХ РАСПОЛОЖЕНИЕ

Число шпуров в забое N зависит от крепости пород, площади поперечного сечения выработки вчерне, вместимости шпуров и определяется по формуле

$$N = \frac{1,27 \cdot q \cdot S_{вч}}{d^2 \cdot k_3 \cdot \Delta}, \text{ шпуров} \quad (4)$$

где: q – удельный расход ВВ на $1 m^3$ обуренной породы, kg/m^3 – определяется по формуле 1;

$S_{вч}$ – площадь поперечного сечения выработки вчерне, m^2 . Для арочной и трапециевидной форм поперечного сечения выработки $S_{вч} = 1,1 \cdot S_{св}$, где $S_{св}$ – площадь поперечного сечения выработки в свету, m^2 ;

d – диаметр патрона ВВ, м (принимают $d = 0,036$ м);

k_3 – коэффициент заполнения шпура k_3 для шахт, опасных по газу и пыли, склонных к внезапным выбросам угля и газа, определяют по условиям минимально

допустимой длины забойки шпуров. При глубине шпуров $l_{ш} = 0,6-1,0$ м, $k_3 = 0,5$; при $l_{ш} > 1,0$ м, $k_3 = 0,7$;

Δ – плотность ВВ в заряде (принимают применительно к предохранительным ВВ, равным $1000-1150 kg/m^3$).

При проведении горной выработки различают следующие площади поперечного сечения (m^2):

$S_{св}$ – площадь в свету – ее размеры определяются требованиями Правил безопасности в угольных шахтах;

$S_{вч}$ – площадь вчерне – больше $S_{св}$ на величину толщины рамы крепи (например, для рамы крепи из спецпрофиля СВП17 ее толщина 95 мм, соответственно СВП22 – толщина 110 мм, СВП 27 – толщина 123 мм) и толщины затяжки (50 мм);

$S_{п}$ – площадь в проходке – в паспортах проведения выработки принимается $S_{п} \leq 1,05 S_{вч}$. По факту значение $S_{п}$ относительно $S_{вч}$ при проведении с помощью БВР может быть увеличено до 20 % (осуществляется перебор породы, который значительно снижает эффективность проведения выработки).

Шпуры подразделяются на: врубовые, отбойные и оконтуривающие (рис.15).

Число врубовых шпуров в зависимости от крепости пород, площади поперечного сечения горных выработок вчерне должно быть не менее четырех и

не более восьми. При однородных горных породах вруб располагается в центре площади сечения горной выработки.

В тех случаях, когда в сечении горной выработки присутствует угольный пласт, то вруб располагается, как правило, в плоскости пласта (меньшая крепость относительно породы по шкале М.М. Протодяконова).

В соответствии Приказом Ростехнадзора от 03.12.2020 № 494 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правил безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения" для построения графической части паспорта проведения горной выработки приведем некоторые требования:

262. Запрещается размещать в одном шпуре взрывчатые вещества различных классов и при сплошном заряде - более одного патрона-боевика.

263. Минимальная глубина шпуров при взрывании по углю и породе должна быть 0,6 м.

264. Заряд, состоящий из двух патронов взрывчатого вещества и более, необходимо вводить в шпур одновременно. Боевик может досылаться отдельно.

265. В качестве забойки при производстве взрывных работ в шахтах и рудниках, опасных по газу или пыли, должны применяться глина, смесь глины с песком, гидрозабойка в шпурах в сочетании с запирающей забойкой из глины или смеси глины с песком или аналогичными материалами.

266. При взрывании по углю и по породе минимальная величина забойки для всех забоечных материалов должна составлять:

- а) при глубине шпуров 0,6 - 1,0 м - половину глубины шпура;
- б) при глубине шпуров более 1 м - 0,5 м;
- в) при взрывании зарядов в скважинах - 1 м.

267. Расстояние от заряда взрывчатых веществ до ближайшей поверхности должно быть не менее 0,5 м по углю и не менее 0,3 м по породе, в том числе и при взрывании зарядов в породном негабарите. В случае применения взрывчатых веществ VI класса при взрывании по углю это расстояние допускается уменьшать до 0,3 м.

268. Минимально допустимые расстояния между смежными шпуровыми зарядами должны соответствовать показателям, приведенным в табл. 3.

Таблица 3

Условия взрывания	Минимально допустимое расстояние (м) между смежными шпуровыми зарядами при применении взрывчатых веществ класса			
	II	III - IV	V	VI
По углю	0,6	0,6	0,5	0,4
По породе:				
при $f < 7$	0,5	0,45	0,3	0,25
при $f = 7 \div 10$	0,4	0,3	-	-

Пример расположения шпуров в забое выработок для конкретных условий представлен на рис. 15.

Врубовые шпуры 1-4, взрыв зарядов в которых создаст дополнительную поверхность обнажения в забое и улучшает условия работы остальных шпуров. Врубовые шпуры обычно бурят на 0,2-0,3 м глубже остальных. В практике встречается множество схем расположения врубовых шпуров.

Отбойные шпуры 5-13, заряды которых взрываются после врубовых, предназначены для расширения объема первоначального вруба. При малых сечениях выработки отбойных шпуров может и не быть, а при большом сечении отбойными шпурами разрушается большая часть породы в забое.

Оконтуривающие шпуры 14-26, заряды которых взрываются последними. Они придают выработке проектную форму поперечного сечения.

В связи с тем, что в шахтах, опасных по взрыву метана и угольной пыли, взрывание должно производиться за один прием, но с разным интервалом замедления взрыва врубовых, отбойных и оконтуривающих шпуров. Период замедления осуществляется за счет применения электродетонаторов в соответствии с табл. 4.

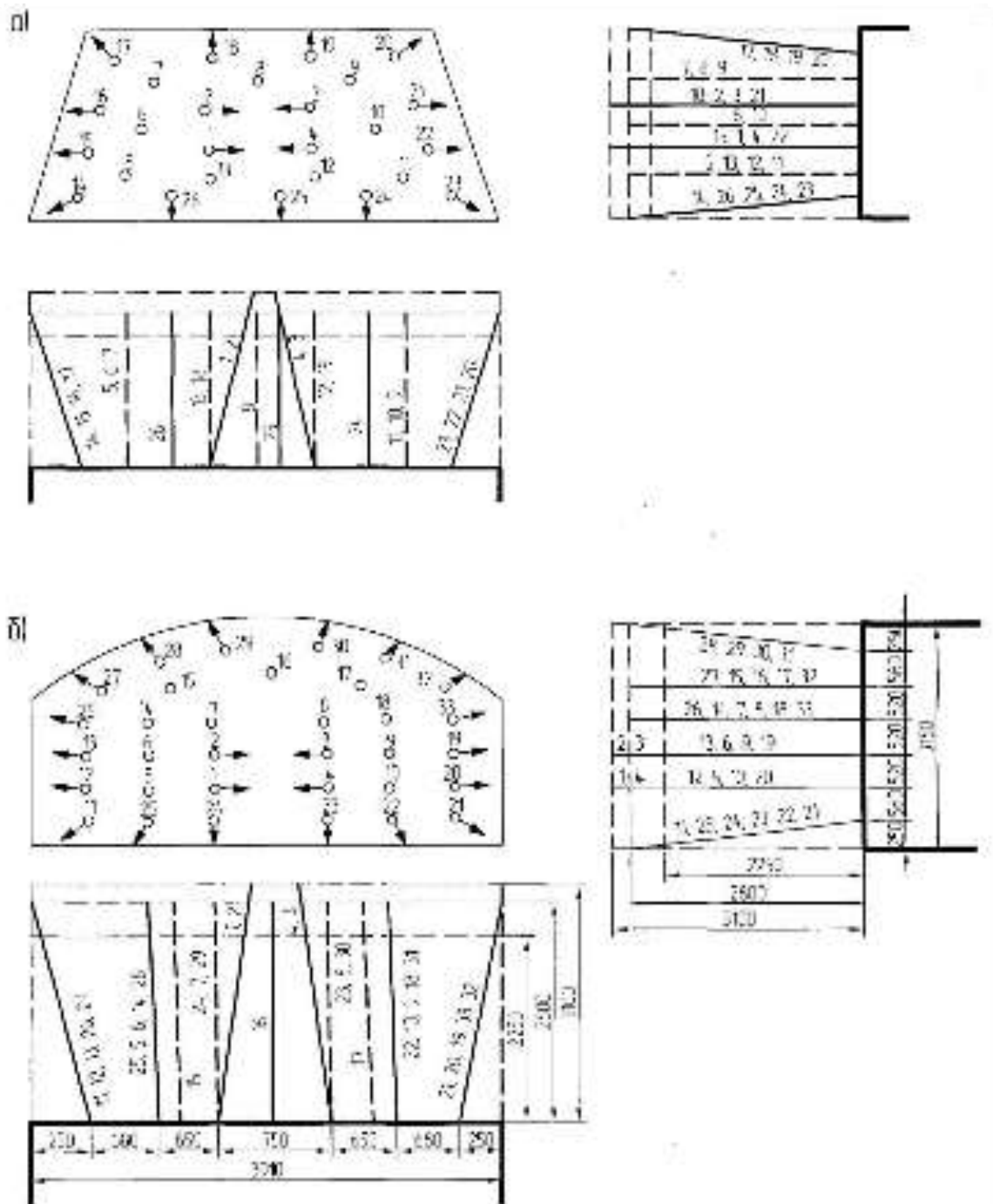


Рис. 15. Схема расположения шпуров в забое выработки:

а) – трапецевидной формы сечения: 1-4 – врубовые шпуров; 5-13 – отбойные шпуров; 14-26 – оконтуривающие шпуров;

б) – арочной формы сечения: 1-4 – врубовые шпуров; 5-8 – отбойные шпуров; 11-33 – оконтуривающие шпуров.

Врубовые шпуров рекомендуется заряжать с интервалом замедления ноль (0 мс).

Техническая характеристика средств электрического инициирования зарядов ВВ

Электродетонатор	Число серий замедлений	Интервал серий замедлений, мс	Безопасный ток, А	Примечание
ЭД-КЗ-ПК	1-9	0; 25; 50; 75; 100; 125; 150; 175; 250	0,18	Пониженная чувствительность к воздействию зарядов статического электричества и блуждающих токов. Для ВР в шахтах опасных по газу и угольной пыли
ЭД-КЗ-ПКМ	1-10	0; 20; 40; 60; 80; 100; 125; 150; 175; 200	0,18	Пониженная чувствительность к воздействию зарядов статического электричества и блуждающих токов. Для ВР в шахтах опасных по газу и угольной пыли

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ВВ НА ЗАХОДКУ (ЦИКЛ)

Массу заряда на одну заходку определяют по формуле:

$$Q = q \cdot S_{\Pi} \cdot l_{\text{ш}}, \text{ кг}, \quad (5)$$

где: S_{Π} – площадь поперечного сечения выработки в проходке, м^2 ; $l_{\text{ш}}$ – глубина шпура, м; q – удельный расход ВВ, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Масса заряда в среднем на один шпур:

$$q_{\text{ш}} = \frac{Q}{N}, \text{ кг}. \quad (6)$$

Масса шпурового заряда по группам шпуров ориентировочно равна:

$$q_{\text{вр}} = (1,10 \div 1,15) \cdot q_{\text{ш}}; \quad q_{\text{от}} = q_{\text{ш}}; \quad q_{\text{ок}} = (0,85 \div 0,8) \cdot q_{\text{ш}}, \quad (7)$$

где $q_{\text{вр}}$, $q_{\text{от}}$, $q_{\text{ок}}$ – масса шпурового заряда соответственно врубовых, отбойных и оконтуривающих шпуров, кг. Здесь в записи $(1,10 \div 1,15)$ понимается интервал изменений коэффициента от 1,10 до 1,15. Из этого интервала можно принять значение, например, 1,12. Аналогично, из интервала $(0,85 \div 0,8)$ принимаем, например, 0,8.

Масса заряда в шпуре корректируется по целому числу патронов в шпуре. Обычно для шахт, опасных по газу и пыли, патроны предохранительных ВВ выпускаются массой q_{Π} от 0,2 до 0,3 кг, длиной l_{Π} соответственно от 160 до 300 мм, диаметром 36 мм.

Основные размеры патронов ВВ, применяемых в шахтах, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Длина q_{Π} и вес l_{Π} патрона промышленных ВВ

Тип ВВ	Диаметр патрона ВВ (мм)	Длина патрона (см) при массе (г)		
		200 г	250 г	300 г
Аммонит 6ЖВ	31-37	20 см	23 см	26 см
Детонит М	27-37	33 см	30 см	28 см
Аммонит АП-5ЖВ	36-37	18 см	21 см	27 см
Аммонит ПЖВ-20	36-37	18 см	22 см	28 см
Аммонит Т-19	36-37	17 см	21 см	25 см
Угленит Э-6	36-37	16 см	20 см	24 см

Число патронов на один шпур определяют как:

$$n_{вр} = q_{вр}/q_{\Pi}; \quad n_{от} = q_{от}/q_{\Pi}; \quad n_{ок} = q_{ок}/q_{\Pi}, \quad (8)$$

где q_{Π} – масса патрона ВВ, кг. – выбирается из табл. 5.

Число патронов определяют округлением величин $q_{вр}$, $q_{от}$, $q_{ок}$ до целого кратного числа.

В связи с округлением величин $q_{вр}$, $q_{от}$, $q_{ок}$ изменится и величина заряда на заходку, поэтому окончательный фактический расход ВВ на цикл (заходку) определяем по формуле:

$$Q_{ф} = q_{\Pi} (n_{вр} \cdot N_{вр} + n_{от} \cdot N_{от} + n_{ок} \cdot N_{ок}) + (0,25 \div 0,35) \cdot q, \text{ кг}, \quad (9)$$

где $(0,25 \div 0,35) \cdot q$ – расход ВВ на проведение водосточной канавки.

Необходимо определить:

- количество врубовых шпуров $N_{вр}$;
- количество отбойных шпуров $N_{от}$;
- количество оконтуривающих шпуров $N_{ок}$.

Количество врубовых шпуров принимаем в зависимости от общего количества шпуров:

$$\begin{aligned} N_{вр} &= 4 \quad \text{при } N < 30; \\ N_{вр} &= 6 \quad \text{при } 30 \leq N < 48; \\ N_{вр} &= 8 \quad \text{при } 48 \leq N < 60. \end{aligned}$$

Тогда количество отбойных и оконтуривающих шпуров:

$$N_{от} + N_{ок} = N - N_{вр}.$$

Полученное число распределяем следующим образом: $N_{от} : N_{ок} = 2 : 3$.

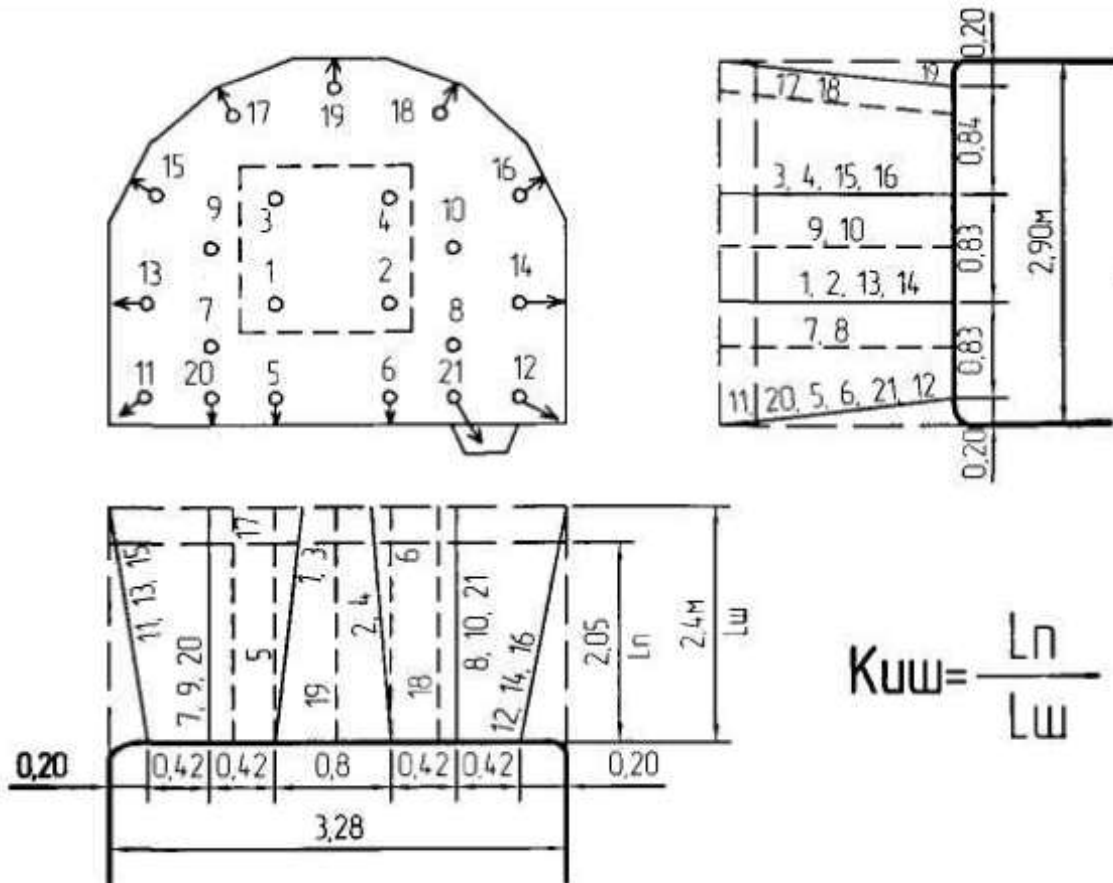
Длина забойки шпуров: при $l_{шп} < 1 \text{ м}$, $l_{заб} \geq 0,5 \cdot l_{шп}$;

при $l_{шп} > 1 \text{ м}$, $l_{заб} \geq 0,5 \text{ м}$;

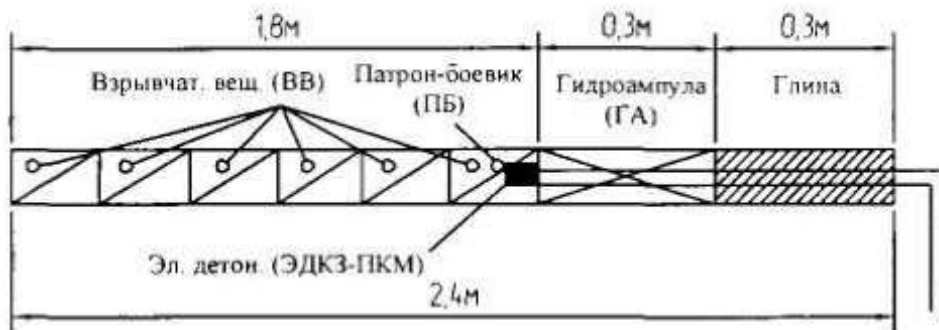
где $l_{шп}$ – длина шпура, м; $l_{заб}$ – длина забойки, м.

Основные расчетные данные, полученные при выполнении индивидуального задания, должны быть представлены в виде пояснительной записки и прилагаемой графической части в масштабе 1:50 в соответствии с примером, представленном на рис. 16.

Показатели	Единицы измерения	Количество
Категория шахт	по газу - III По пыли - опасная	— —
Сечение выработки	в черне в свету	м ² $\frac{75}{6,5}$
Категория крепости по шкале проф. Протодьяконова	угля породы	— 5
Буровые машины	тип УБШ количество	шт 2,0
Коронки, резцы	тип, диаметр количество	мм шт 43,0
Количество шпуров на цикл	по углю по породе	шт — 21
Количество шпурометров за цикл	по углю по породе	м — 50,4
Количество шпурометров на 1м проведения	по углю по породе	м — 24,6
К.И.Ш.	по углю по породе	— — 0,85
Тип ВВ - ПЖВ-20		— —
Расход ВВ	на цикл на 1м	кг $\frac{34,8}{16,9}$
Тип электродетонаторов - ЭДКЗ-ПКМ		— —
Расход электродетонаторов	на цикл на 1м	шт $\frac{21}{10,3}$
Тип взрывной машинки - ВМК-3/50		— —
Подвигание забоя за взрывание, L _п		м 2,05
Выход угля за цикл		— —
Выход породы за цикл		м ³ 15,3



Конструкция шпура



№№ шпуров взрываемых за один прием	Длина каждого шпура, м	Углы наклона		Вес заряда каждого шпура, кг	Очередность взрывания
		в проек- ции II	в проек- ции III		
1-4	2,63	75	90	1,8	I
7-10	2,40	90	90	1,5	II
5-6, 11-21	2,40	85	85	1,8	III

Рис. 16 Показатели и графическая часть паспорта буровзрывных работ проведения полевого штрека

5. РАСЧЕТ СКОРОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫРАБОТКИ

Вычисляется $L_{ц}$ подвигание забоя за цикл:

$$L_{ц} = l_{ш} \cdot \text{КИШ}, \text{ м} \quad (10)$$

где: $l_{ш}$ – глубина шпура, м; КИШ – коэффициент использования шпура.

Количество циклов в сутки принимается равным 4, тогда

$$L_{сут} = 4 \cdot L_{ц}, \text{ м} \quad (11)$$

Подвигание забоя за месяц равно

$$L_{мес} = L_{сут} \cdot t, \text{ м} \quad (12)$$

где t – число рабочих дней по проходке.

Объем взорванной породы в массиве:

$$V = S_{п} \cdot L_{ц}, \text{ м}^3 \quad (13)$$

Расход ВВ на 1 м длины выработки:

$$q_{м} = Q_{ф} / L_{ц}, \text{ кг} \quad (14)$$

Фактический удельный расход ВВ на 1 м³ породы массива:

$$q_{ф} = Q_{ф} / V, \text{ кг} \quad (15)$$

6. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ И РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНЫХ ЦЕПЕЙ

Электровзрывная цепь состоит из электродетонаторов с проводами, концевых проводов, участковых проводов, идущих к источнику тока. Цепь монтируется из изолированных одно- и многопроволочных медных проводов. Для взрывных работ в шахтах применяют провода марок ВП 1, ВП 2х0,7, НГШМ 2х1,5, НГШМ 2х10.

При взрывных работах можно применять следующие схемы соединения электродетонаторов в цепи: последовательную, параллельную (рис. 17).

При взрывании ЭД взрывными приборами в шахтах, опасных по газу и угольной пыли, соединение электродетонаторов должно быть только последовательным. Сопротивление или исправность (целостность) взрывной сети проверяют допущенными для этих целей приборами: ВИС-1; ХН2570 (табл. 6).

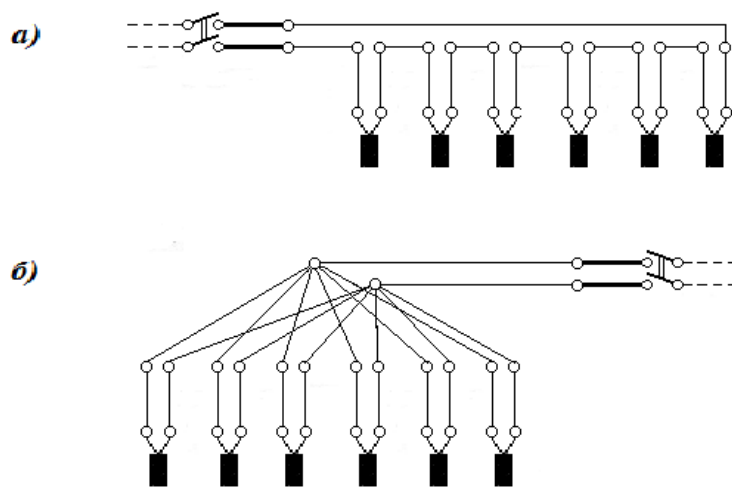


Рис. 17. Схемы электровзрывных цепей

Таблица 6

Основные технические характеристики контрольной и измерительной аппаратуры

Наименование параметров, размерность.	Значение параметров для приборов типа	
	ХН 2570	ВИС-1
Пределы измерения, Ом	1-19000	Контроль предельного сопротивления ВС 320 Ом
Основная погрешность измерения, %	± 2	± 5
Ток в измеряемой цепи(не более), мА	5	5
Основные размеры, мм	145× 80 × 35	135× 65 × 40
Масса, кг	0,38	0,3

Для взрывания большого количества ЭД можно применять последовательно-параллельное соединение ЭД.

Последовательная схема соединения ЭД наиболее эффективна и надежна. Ее целесообразно применять во всех случаях, когда нужно обеспечить получение номинального тока.

Общее сопротивление электровзрывной сети (Ом) при последовательном соединении:

$$R_{\text{общ}} = R_{\text{м}} + R_{\text{с}} + n(r_{\text{к}} + r_{\text{д}}), \quad (16)$$

где: $R_{\text{м}}$ – сопротивление магистрали, Ом;

$R_{\text{с}}$ – сопротивление соединительных проводов, Ом (принимается, что соединительные провода отсутствуют);

n – число электродетонаторов;

$r_{\text{к}}$ – сопротивление одной пары концевых проводов, Ом;

$r_{\text{д}}$ – сопротивление одного электродетонатора, Ом.

$$R_{\text{м}} = L_{\text{м}} \cdot r_{\text{м}}/1000, \text{ Ом} \quad (17)$$

где: $L_{\text{м}}$ – суммарная длина магистрального провода или кабеля, м; $r_{\text{м}}$ – сопротивление 1000 м одной жилы магистрального провода или кабеля, Ом/м (величина его приведена в табл. 7).

Таблица 7

Провода, применяемые для взрывных работ

Провод	Изоляция	Число жил	Число проволок в жиле	Сечение жилы мм ²	Сопротивление 1 км провода при +20° С, Ом
ВП 1	Полиэтиленовая	1	1	0,8	37
ВП 2×0,7	Полиэтиленовая	2	1	0,7	50
НГШМ 2×1,5	Полиэтиленовая	2	12	1,5	13,2
НГШМ 2×10	Полиэтиленовая	2	7	10	1,83

Ток (А), проходящий через каждый электродетонатор, при условии примерно равного их сопротивления:

$$I_d = I_{\text{общ}} = U/R_{\text{общ}}; \quad (18)$$

где: $I_{\text{общ}}$ – общий ток сети, А; U – напряжение в месте присоединения магистрали к источнику тока, В (табл. 8).

В каждый электродетонатор должен поступать гарантийный ток силой не менее 1А при одновременном взрывании до 100 ЭД; не менее 1,3А при одновременном взрывании 100-300 ЭД, соединенных последовательно, и 1,5А при большем числе одновременно взрывааемых последовательно соединенных ЭД.

При расчете взрывных сетей необходимо исходить из фактического сопротивления ЭД или же принимать среднее сопротивление, указанное на этикетках коробок. ЭД с эластичным креплением нихромового мостика накаливания имеют сопротивление 2-4,2 Ом, принимаем равным – 3,18 Ом, с жестким креплением мостика – 1,8-3,0 Ом, принимаем равным 2,24 Ом.

Преимущества ЭД – простота и возможность применения источников тока малой мощности. Недостаток – невысокая надежность, т. к. в случае обрыва сети или преждевременного взрыва электродетонатора неизбежен отказ всей серии или части электродетонаторов.

Схема параллельно-последовательного соединения характеризуется параллельным соединением электродетонаторов в группе и последовательным соединением групп. Общее сопротивление сети (Ом) при равенстве соединений всех групп электродетонаторов:

$$R_{\text{общ}} = R_m + R_c + m \cdot (r_k + r_d)/n, \quad (19)$$

где: m – число групп электродетонаторов; n – число электродетонаторов в группе.

Ток (А) для одного электродетонатора:

$$I_d = I_{\text{общ}}/n = U/(n \cdot R_{\text{общ}}). \quad (20)$$

При взрывании от конденсаторных взрывных машинок сопротивление такой сети (Ом) должно составлять: $R_{\text{общ}} \leq R_{\text{пр}}/4$.

Расчет электровзрывных цепей производится с целью выбора взрывных приборов в соответствии с табл. 8.

Таблица 8

Технические характеристики взрывных приборов

Наименование и тип	Исполнение	Напряжение на конденсаторе	Макс.число послед. включенных ЭД	Макс.сопротив. послед. включенных ЭД	Габариты, мм	Масса, кг
Конденсаторный взрывной прибор КВП-1/100М	Рудничное взрывобезопасное (РВ)	600/650	100 шт.	320 ом	152×122××100	2
Конденсаторный взрывной прибор ПИВ-100М	То же	610/670	100 шт.	320 ом	155×126××95	2,7

Устройства взрывные малогабаритные ЖЗ 2462 П	То же	900	100 шт.	340 ом	192×63× ×114	1,0
--	-------	-----	---------	--------	-----------------	-----

7. РАСЧЕТ РАСХОДА ВОЗДУХА ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ТУПИКОВОЙ ВЫРАБОТКИ

Расчет расхода воздуха для проветривания тупиковой выработки, образующихся при взрывных работах, осуществляется по формуле [5].

$$Q_{зп} = \frac{2,25}{T} \cdot \sqrt[3]{\frac{V_{ВВ} \cdot S^2 \cdot l_{п}^2 \cdot k_{обв}}{k_{ут.тр}^2}}, \quad \text{м}^3/\text{мин} \quad (21)$$

где T – время проветривания выработки после взрывания, мин. $T=30$ мин.;
 $V_{ВВ}$ – объем вредных газов, образующихся после взрывания, литры.

$$V_{ВВ} = 100 \cdot V_{уг} + 40 \cdot V_{пор}, \quad \text{литров}$$

(22)

$V_{уг}$, $V_{пор}$ – масса одновременно взрываемых ВВ по углю и породе, кг;

S – средняя площадь поперечного сечения выработки в свету, м^2 ;

$l_{п}$ – длина тупиковой части выработки, м. Принять для горизонтальных и тупиковых выработок $l_{п} = 500$ м;

$k_{обв}$ – коэффициент обводненных выработок. Принять для влажных выработок, проводимых по частично водоносным породам $k_{обв} = 0,6$;

$k_{ут.тр}$ – коэффициент утечек воздуха в вентиляционном трубопроводе. Принять $k_{ут.тр} = 1,17$ для трубопровода диаметром 1 м и расходе воздуха в конце трубопровода 5 $\text{м}^3/\text{с}$.

Пример. Выработка – штрек по углю. Площадь поперечного сечения в свету $S_{св} = 16 \text{ м}^2$. Тупиковая часть выработки $l_{п} = 500$ м. Масса взрываемого ВВ равна 21 кг. Объем вредных газов, образующихся после взрывания $V_{ВВ} = 100 \cdot 21 = 2100$ л. Расход воздуха равен

$$\begin{aligned} Q_{зп} &= \frac{2,25}{30} \cdot \sqrt[3]{\frac{2100 \cdot 256 \cdot 250000 \cdot 0,6}{1,37}} = 0,075 \cdot \sqrt[3]{58861313816,6} = \\ &= 0,075 \cdot 3889,9 = 291,7 \text{ м}^3/\text{мин} \end{aligned}$$

8. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Для заданных условий (табл. 9) произвести расчет паспорта буровзрывных работ (БВР) при проведении горной выработки угольной шахты

Таблица 9

№ варианта	Наименование выработки	Вид сечения	Сечение в свету, $S_{св}, м^2$	f пород кровли	f пород почвы	f угля	Мощность пласта, м	Угол падения пласта, град	$q_{абс.}$ абсолютное выделение $СН_4$, $м^3/мин$ (при $q_{абс.} > 0$ категория шахты – опасная по газу)
1	Квершлаг	арка	14,9	8	8	-	-	-	5
2	Осн. штрек	арка	12,8	6	4	1,4	9	60	8
3	Пром. штрек	трапец.	9,1	6	4	1,35	2,5	45	10
4	Полев. штрек	арка	11,4	8	6	1,8	1,5	35	4
5	Осн. штрек	арка	12,5	8	4	1,5	10	55	10
6	Полев. штрек	арка	12,2	4	6	1,8	4,5	45	6
7	Бремсберг	арка	13,6	8	4	1,45	2,4	10	4
8	Квершлаг	арка	12,0	9	-	-	-	-	4
9	Пром. штрек	арка	10,0	4	4	1,8	1,8	45	6
10	Полев. штрек	арка	11,8	6	6	2,5	4,0	58	4
11	Полев. штрек	арка	13,0	4	6	-	-	25	2
12	Пром. штрек	трапец.	11,1	5	6	1,5	3	55	4
13	Уклон	арка	12,3	6	4	2,2	5	15	6
14	Бремсберг	арка	12,8	6	4	1,8	5	15	6
15	Квершлаг	арка	14,0	10	10	-	-	55	4
16	Осн. штрек	арка	11,6	4	5	2,2	8	45	5

Контрольные вопросы:

1. Каким документом является паспорт БВР?
2. Что включает в себя паспорт БВР?
3. Кто составляет и с кем согласовывают разработанный паспорт БВР?
4. Кто утверждает паспорт БВР и на какой срок?
5. Сколько экземпляров паспортов БВР составляют и где они должны находиться?
6. Какие основные параметры БВР рассчитывают для составления паспорта?

№6: Расчёт параметров проекта массового взрыва

Цель работы: знать общие положения о проекте; проводить подготовку к массовому взрыву; организацию проведения массового взрыва.

Содержание работы:

Изучить теорию рассчитать параметры массового взрыва по варианту, предложенному преподавателем и ответить на два контрольных вопроса, предложенных преподавателем.

Определение (понятие) массового взрыва

Массовым взрывом следует считать:

на подземных работах – взрыв, при осуществлении которого требуется время для проветривания и возобновления работ в руднике, шахте, участке большее, чем это предусмотрено в расчете при повседневной организации работ.

на открытых работах - взрыв смонтированных в общую взрывную сеть двух и более скважинных, котловых или камерных зарядов, независимо от протяженности взрываемой выработки, а так же единичных зарядов в выработках протяженностью более 10м.

По характеру процесса протекания взрывов их принято классифицировать на физические, при которых происходят только физические преобразования веществ (беспламенное взрывание с помощью жидкой углекислоты и сжатого воздуха, взрывы паровых котлов, баллонов со сжиженным газом, электрические разряды и т. д.);

химические, при которых происходят чрезвычайно быстрые изменения химического состава веществ, участвующих в реакции с выделением тепла и газов (взрыв метана, угольной пыли, взрывчатых веществ и т. д.);

ядерные, при которых происходят цепные реакции деления ядер с образованием новых элементов. Существуют два способа выделения атомной энергии при взрыве: превращение наиболее тяжелых ядер в более легкие (радиоактивный распад и деление атомных ядер) и образование из легких ядер более тяжелых (синтез атомных ядер). Например, при термоядерном взрыве из тяжелого водорода образуется гелий. При ядерном и термоядерном взрывах выделяется в миллионы раз больше тепла на единицу взрываемого вещества ($1,6 \cdot 10^{10}$ ккал/кг при ядерном и 10^{11} ккал/кг при термоядерном взрыве), чем при химическом взрыве (103 ккал/кг). Эти взрывы являются наиболее мощными из известных человечеству в настоящее время.

Безопасные расстояния и размеры опасных зон по разлету кусков породы при взрыве, действию ударной воздушной волны (УВВ), сейсмического действия взрыва и допустимая величина одновременно взрываемых зарядов ВВ определяется в соответствии с требованиями ФНИП «Правила безопасности при взрывных работах».

Таблица 10

Наименование параметра	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Тип экскаватора	ЭКГ-5А	ЭКГ-8И	ЭКГ-10	ЭКГ-12	ЭКГ-15	ЭКГ-20А	ЭКГ-10
2. Объем взрываемого блока ($V_{\text{бл}}$), тыс. м ³	60	70	75	80	85	90	95
3. Средний диаметр естественной отдельности (d_e), м	1,0	1,2	0,9	1,3	1,8	1,6	2,0
4. Высота столба воды в скважине (h_g), м	2,8	3,0	2,8	2,8	5,7	3,2	5,0
5. Количество заходок экскаватора (N_g), шт.	2	3	3	2	3	3	2
6. Угол между направлением скорости упругой волны в массиве и линией откоса уступа, град	45	90	60	30	75	65	80
7. Плотность забойки ($\rho_{\text{заб}}$), кг/м ³	1800	1600	1700	1990	2000	1900	2100
8. Показатель характеристики грунта в основании охраняемого объекта (K_c)	12	15	20	12	20	15	20
9. Тип охраняемого объекта (K_c)	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5
10. Степень повреждения объекта (K_g)	45	50	45	50	45	50	45
11. Номер блока на схеме проведения массового взрыва (рис. 1)	6	7	8	9	5	3	18

Таблица 10

Наименование параметра	варианты								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Тип экскаватора	ЭКГ- 12	ЭКГ- 15	ЭКГ-20	РН-2800	WK-34	ЭКГ-17	ЭГ-350	ЭКГ- 5Н	ЭКГ- 5А
2. Объем взрываемого блока ($V_{\text{бл}}$), тыс. м ³	100	105	80	115	120	85	90	55	54
3. Средний диаметр естественной отдельности (d_e), м	1,5	1,4	1,8	0,8	1,4	1,9	1,1	1,6	1,7
4. Высота столба воды в скважине (h_g), м	5,9	2,4	8,3	4,8	9,9	3,9	3,1	2,6	4,7
5. Количество заходок экскаватора (N_g), шт.	3	2	3	2	3	2	3	3	2
6. Угол между направлением скорости упругой волны в массиве и линией откоса уступа, град	75	60	45	50	30	45	90	75	60
7. Плотность забойки ($\rho_{\text{заб}}$), кг/м ³	1600	1500	1700	1800	1900	1600	2000	2100	2200
8. Показатель характеристики грунта в основании охраняемого объекта (K_2)	12	20	15	12	20	15	12	20	15
9. Тип охраняемого объекта (K_c)	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0
10. Степень повреждения объекта (K_g)	45	50	45	50	45	50	45	50	45
11. Номер блока на схеме проведения массового взрыва (рис. 1)	2	1	11	12	13	14	15	16	17

Наименование параметра	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
12. Количество автомашин для доставки ВМ на блок при ручном зарядании (N_m) / их грузоподъемность (Q_m), т	2/12	3/12	4/12	2/15,5	3/15,5	4/15,5	2/20
13. Число взрывников в бригаде ($N_{взр}$), чел.	8	10	8	9	10	11	12
14. Расстояние от гаража до пункта погрузки взрывчатых материалов ($L_{2\Box H}$), км	2	3	4	1	2	3	4
15. Расстояние от пункта погрузки взрывчатых материалов до блока ($L_{c\Box б}$), км	4	3	5	3	2	4	3
16. Расстояние от взрываемого блока до гаража ($L_{б\Box 2}$), км	5	6	7	5	6	7	5
17. Расстояние от гаража до пункта погрузки забоечного материала ($L_{2\Box 3}$), км	2	3	3	2	4	4	3
18. Расстояние от пункта погрузки забоечного материала до взрываемого блока ($L_{nз\Box б}$), км	3	2	3	2	3	2	3

Наименование параметра	Варианты								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
12. Количество автомашин для доставки ВМ на блок при ручном зарядании (N_m)/ их грузоподъемность (Q_m), т	3/20	4/20	3/12	3/15,5	3/20	4/12	4/15,5	4/20	3/20
13. Число взрывников в бригаде ($N_{взр}$), чел.	13	14	12	9	7	8	9	10	11
14. Расстояние от гаража до пункта погрузки взрывчатых материалов ($L_{г\Box H}$), км	5	4	6	3	5	4	6	5	3
15. Расстояние от пункта погрузки взрывчатых материалов до блока ($L_{с\Box б}$), км	2	3	4	5	4	3	4	2	6
16. Расстояние от взрываемого блока до гаража ($L_{б\Box г}$), км	4	3	5	3	2	3	4	3	2
17. Расстояние от гаража до пункта погрузки забоечного материала ($L_{г\Box з}$), км	4	5	6	4	5	5	6	4	5
18. Расстояние от пункта погрузки забоечного материала до взрываемого блока ($L_{нз\Box б}$), км	3	2	1	3	2	1	3	2	1

1. Определение параметров зон, опасных по разлёту отдельных кусков породы

Расстояние опасное для людей по разлёту отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов, рассчитанных на разрыхляющее (дробящее) действие, определяется по формуле, м:

$$r_{\text{разл}} = 1250\eta_3 \sqrt{\frac{df}{a(1 + \eta_{\text{заб}})}},$$

где η_3 – коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом; $\eta_{\text{заб}}$ – коэффициент заполнения скважины забойкой; d – диаметр взрываемой скважины, м; f – коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протодьяконова; a – расстояние между скважинами в ряду или между рядами скважин (выбирается меньше из этих значений), м.

Коэффициент заполнения скважины забойкой $\eta_{\text{заб}}$ равен отношению длины забойки в скважине к длине свободной от заряда верхней части скважины. При полном заполнении забойкой свободной от заряда верхней части скважины $\eta_{\text{заб}} = 1$.

Коэффициент заполнения скважины взрывчатим веществом η_3 равен отношению длины заряда в скважине к глубине пробуренной скважины.

Расчетное значение опасного расстояния $r_{\text{разл}}$ округляется в большую сторону до значения, кратного 50 м.

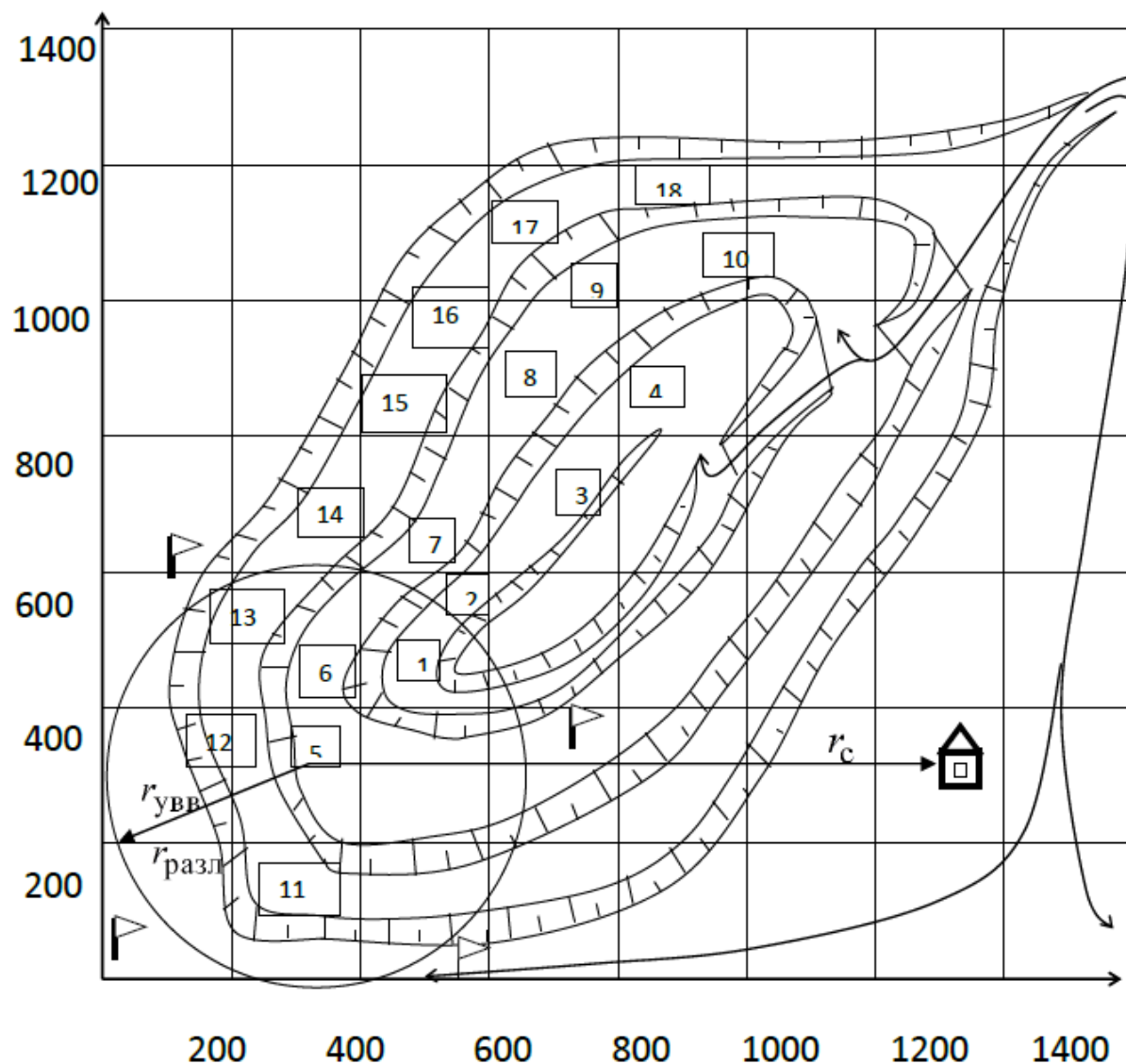


Рис. 18. Схема места проведения массового взрыва

- 5 – номер взрываемого блока
- посты охраны опасной зоны;
- охраняемый объект;

r_c – расстояние от блока до охраняемого объекта;

$r_{\text{разл}}$ – радиус разлета отдельных кусков породы;

$r_{\text{увв}}$ – радиус действия УВВ.

Принимаемое $r_{\text{разл}}$ должно быть не меньше минимального безопасного расстояния, регламентируемого ФНИП «Правила безопасности при взрывных работах».

2. Расчет расстояний, опасных по сейсмическому действию взрыва

Пиротехнические замедлители в силу своих конструктивных особенностей обеспечивают срабатывание зарядов группами. При одновременном (без замедления) взрывании массива горных пород на рыхление (дробление) группой из N зарядов с общей массой ВВ безопасное расстояние (r_c , м) до охраняемого объекта по сейсмическому действию взрыва определяется по формуле

$$r_c = N^{1/6} K_{\Gamma} K_c (NQ_3)^{1/3} \leq [r_c],$$

где $[r_c]$ – фактическое расстояние от блока до охраняемого объекта (рис. 2.1), м; K_{Γ} – коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого объекта; K_c – коэффициент, зависящий от типа здания (сооружения) и характера застройки (10); Q_3 – масса скважинного заряда, кг.

Для конкретных условий K_{Γ} , K_c и расстояние от блока до охраняемого объекта $[r_c]$ и масса скважинного заряда ВВ известны. Поэтому необходимо подобрать такое значение количества скважин от 1 до N , при котором удовлетворяется условие $r_c \leq [r_c]$.

3. Определение расстояний, опасных по действию ударной воздушной волны

Безопасные расстояния по действию ударной воздушной волны (УВВ) на земной поверхности для зданий и сооружений при полном отсутствии повреждений рассчитывают по формуле

$$r_{\text{УВВ}} = K_{\text{В}} \sqrt[3]{Q_c},$$

где Q_c – суммарная величина заряда в серии одновременно взрываваемых скважин, кг; $K_{\text{В}}$ – коэффициент, учитывающий влияние величины заряда в серии, ед. (при $Q_c < 20$ т коэффициент $K_{\text{В}} = 20$), а при $Q_c > 20$ т коэффициент $K_{\text{В}} = 200$).

За безопасное расстояние для людей принимается наибольшее из рассчитанных по ударной воздушной волне и разлету осколков.

По результатам расчета $r_{\text{разл}}$, $r_{\text{УВВ}}$ и r_c на ситуационном плане (см. рис. 1) для своего варианта наносятся опасные зоны.

Расчет параметров опасных зон

Показатель	Обозначение	Величина
Коэффициент, зависящий от типа охраняемого объекта	K_c	1
Коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании	K_r	8
Коэффициент, зависящий от условий взрывания	$\alpha_{рых}$	1

Определение опасного расстояния по разлету отдельных кусков, м:

$$r_{\text{разл}} = 1250\eta_3 \sqrt{\frac{f \cdot d}{a \cdot (1 + \eta_{\text{заб}})}} = 359.$$

Коэффициент заполнения скважин взрывчатым веществом равен

$$\eta_3 = \frac{l_{\text{ВВ}}}{l_{\text{СКВ}}} = 0,77.$$

Диаметр взрывающей скважины (d , м) определяется с учетом его увеличения при бурении

$$d = d_d (1 + \Delta_{\text{СКВ}}) = 0,227.$$

Расчетное значение опасного расстояния округляется в большую сторону до значения, кратного 50 м, и должно быть не меньше минимального безопасного расстояния, регламентируемого ФНиП ПБВР для скважинных зарядов рыхления).

Окончательно безопасное расстояние $r_{\text{разл}}$ принимаем равным 400 м.

Опасное расстояние по сейсмическому действию взрыва

При использовании НСИ Искра безопасное расстояние по сейсмическому действию взрыва при одновременном взрывании скважинных зарядов, м:

$$[r_c] = N^{1/6} K_r K_c (NQ_3)^{1/3} = 171 \text{ м} \leq [r_c].$$

Расстояние (r , м) до объекта на плане равно 1000 м, что больше расстояния (r_c , м) по сейсмическому действию взрыва. Условие по сейсмической безопасности взрыва выполняется.

Расстояние, безопасное по действию ударной воздушной волны (УВВ) при взрыве на земной поверхности, м:

$$r_B = K_B \sqrt[3]{Q_C} = 163.$$

При отрицательной температуре воздуха расстояние увеличивается в 1,5 раза, что соответствует 244 м.

Таким образом, радиус опасной зоны для рассматриваемого взрыва принимаем по наибольшему из $r_{\text{разл}}$ и $r_{\text{УВВ}}$, т. е. 400 м.

Организация безопасного проведения массового взрыва

1. На основании утвержденных проекта и распорядка массового взрыва руководитель карьера при необходимости издает приказ о проведении взрыва, в котором указываются изменения в проекте его выполнения. Порядок издания приказа при проведении массовых взрывов на удаленных объектах определяется по согласованию с органом Ростехнадзора.

2. Доставленные на блок затаренные взрывчатые вещества размещаются у заряжаемых скважин в количествах и наименованиях, определенных расчетом. Доставка взрывчатых веществ и зарядание скважин механизированным способом проводятся в соответствии с требованиями действующих на предприятии инструкций.

3. Находящиеся на блоке взрывчатые материалы и заряженные скважины должны охраняться вооруженной охраной или проинструктированными рабочими при обязательном искусственном освещении в темное время. В необходимых случаях взрывчатые материалы должны быть защищены от атмосферных осадков.

4. Вывод людей за пределы опасной зоны при производстве массовых взрывов осуществляется:

а) при электрическом способе инициирования зарядов - перед началом укладки в заряды боевиков с электродетонаторами;

б) при взрывании с применением детонирующего шнура (ленты) - перед началом монтажа взрывной сети. При этом в общем случае началом монтажа считается соединение во взрывную сеть детонирующих шнуров двух скважинных зарядов, а при производстве крупных массовых взрывов - решение, указанное в проекте, согласованном с Ростехнадзором

5. При электрическом способе инициирования зарядов, кроме соблюдения требований Единых правил безопасности при взрывных работах, необходимо обеспечить соответствие электрического сопротивления рельсов железнодорожных путей и отсасывающих сетей, а также изоляции линий электропередачи и устройств электрических установок требованиям правил технической эксплуатации. Должно быть исключено касание металлических предметов проводами электродетонаторов (электрозажигательных трубок, патронов) и электровзрывной сети.

6. По окончании монтажа взрывной сети ответственный руководитель массового взрыва, а при одновременном взрывании нескольких блоков - лица, специально назначенные ответственными за зарядание и подготовку к взрыву отдельных блоков, проверяют соответствие монтажа взрывной сети проектным схемам коммутации, надежность узлов и соединений, правильность установки замедлителей. Обнаруженные дефекты должны быть устранены.

7. Между ответственным руководителем массового взрыва и лицами, ответственными за зарядание и подготовку к взрыву отдельных блоков, должна обеспечиваться надежная двусторонняя связь.

8. Производство массового взрыва с двух и более взрывных станций может допускаться только при наличии средств надежной радиосвязи между ответственным руководителем взрыва, взрывными станциями, старшими взрывниками.

9. Ответственный руководитель взрыва, получив письменные донесения лиц, ответственных за зарядание и подготовку к взрыву блоков, за охрану опасной зоны и выставление постов, а также за вывод людей с территории опасной зоны, ознакомившись с заполненной таблицей параметров взрывных работ и убедившись в выполнении мероприятий, перечисленных в распоряжке проведения массового взрыва, дает указание о подаче боевого сигнала. При ведении работ подрядным способом ответственный руководитель взрыва дает указание о подаче боевого сигнала после выполнения перечисленных требований, в том числе после получения необходимой письменной информации от представителей заказчика.

10. Не ранее чем через 15 мин. после взрыва ответственный руководитель взрыва организует осмотр взорванных блоков с принятием мер, предотвращающих отравление газами проверяющего персонала. При отсутствии отказов скважинных зарядов ответственный руководитель взрыва дает указание о подаче сигнала "Отбой". По этому сигналу посты охраны опасной зоны снимаются.

11. Допуск людей в карьер и к месту взрыва проводится согласно порядку, принятому на предприятии, утвержденному техническим руководителем карьера (разреза, артели, прииска, рудника, рудо- или карьероуправления, комбината, строительства, специализированной подрядной организации), в том числе при подрядном способе ведения взрывных работ - совместно с техническим руководителем предприятия-подрядчика.

12. Контроль за наличием отказов после массового взрыва, их регистрация и ликвидация должны осуществляться в соответствии с установленными на предприятиях требованиями инструкций, согласованных с органами госгортехнадзора.

13. Эксперименты по определению параметров массовых взрывов на предприятии (строительстве) в каждом отдельном случае могут проводиться только по программе и методике, утвержденным техническим руководителем предприятия.

14. Результаты выполненных массовых взрывов подлежат систематическому анализу на предприятиях (объектах строительства). При этом принимаются решения по уточнению параметров и дальнейшему совершенствованию буровых и взрывных работ.

Контрольные вопросы:

1. Что включает в себя проект массового взрыва для открытых разработок?

2. В соответствии с какими документами разрабатывается проект массового взрыва?

3. Что содержит графическая часть проекта массового взрыва?

4. Контроль за наличием отказов после массового взрыва.

5. На основании чего определяют границы опасной зоны при взрывных работах на карьерах?

6. Какие сигналы и когда подают при взрывных работах на карьерах?

7. Как осуществляется вывод людей за пределы опасной зоны при производстве массовых взрывов?

8. Каким условиям безопасности должна удовлетворять рассчитанная величина линии сопротивления по подошве уступа?

9. Чем отличается прямое инициирование скважинного заряда ВВ от обратного?

10. В каких случаях необходимо монтировать основную и дублирующую взрывную сеть?

11. Как определяют расход детонирующего шнура (или волноводов) при монтаже взрывной сети?

12. В каких пределах должна быть длина внутренней забойки?

13. Какие ВВ применяют на открытых разработках?

Лабораторные работы для обучающихся очной формы обучения специальности «21.05.04 Горное дело», специализации 01 «Подземная разработка пластовых месторождений»

Лабораторная работа 1

Приборы для электрического взрывания

Цель работы – изучение конструктивных особенностей и правил работы с взрывными машинками и контрольно-измерительными приборами при монтаже взрывных сетей

.Содержание работы

Обучающийся должен изучить теорию и ответить на два вопроса, предложенным преподавателем

Теоретические основы

При электрическом взрывании в качестве источника тока может быть использовано любое устройство, осуществляющее посылку импульса тока во взрывную сеть. Самой простой и надежной схемой источника тока для электрического взрывания считается конденсаторная схема, в которой от какого-либо маломощного источника производится зарядка конденсатора-накопителя, дающего при включении необходимый импульс во взрывную сеть.

По способу зарядки конденсатора-накопителя взрывные приборы подразделяют на конденсаторные индукторные, в которых первоначальным источником тока является малогабаритный генератор, и конденсаторные с низковольтным автономным источником тока, в которых используются в качестве первоначального источника гальванические низковольтные элементы.

Во всех взрывных приборах для контроля за процессом заряжения конденсатора-накопителя имеется сигнальное устройство, пульсация неоновой лампочки которого указывает на окончание зарядки конденсатора-накопителя.

Очень сложным узлом взрывных источников тока является замыкатель, в задачу которого входит включение конденсатора-накопителя под зарядку, а также выдачу электрического тока во взрывную сеть.

Основные узлы взрывных машинок.

В современных взрывных машинках имеется ряд общих узлов: индукторы, преобразователи постоянного тока, неоновые релаксаторы, узлы умножения напряжения и переключатели сети, конденсаторы-накопители.

Индукторы (генераторы) являются источниками электрического тока и состоят, как всякие генераторы переменного тока, из ротора и статора. Вращение ротора осуществляется при помощи рукоятки или ключа. Генераторы взрывных машинок дают переменный ток напряжением 250-300 В.

Узлы умножения напряжения обеспечивают выпрямление переменного тока после генератора и повышение напряжения до 450-650 В.

Узлы выпрямления тока и умножения напряжения применяются совместно с генераторами в индукторных взрывных машинках.

Преобразователи постоянного тока применяют во взрывных машинках с использованием низковольтных источников (5-7 В)

постоянного тока, когда на выходных клеммах необходимо обеспечить получение постоянного тока напряжением 450-1000 В.

Неоновый релаксатор используют во взрывных машинках для сигнализации о степени зарядки конденсатора-накопителя и готовности машинки к взрыванию.

Неоновый релаксатор в машинках включается параллельно конденсатору-накопителю. Сопротивление релаксатора несколько больше сопротивления конденсатора-накопителя, следовательно, неоновый релаксатор начинает срабатывать после того, как зарядится полностью рабочий конденсатор-накопитель. Релаксаторы устанавливаются во всех взрывных машинках постоянного тока, служат для накопления энергии. Емкость конденсаторов в большинстве машинок колеблется от 10 до 30 мкФ с временем заряжения 8-20 с.

Пакетные миллисекундные переключатели обеспечивают подключение конденсаторов-накопителей под зарядку и их переключение на взрывную сеть для производства взрыва. После производства взрыва происходит переключение конденсатора-накопителя на дополнительное сопротивление машинки для окончательной разрядки конденсатора.

В машинках, предназначенных для ведения взрывных работ в шахтах, опасных по газу и пыли, устанавливается миллисекундный переключатель,

обеспечивающий подключение взрывной сети к конденсатору-накопителю на 2–4 мс.

Кратковременное включение взрывной сети в шахтах опасных по газу и пыли обеспечивает большую безопасность взрывных работ. При разрушении горного массива концы магистральных и соединительных проводов могут упасть друг на друга или на металлические предметы и дать искру, которая может быть причиной воспламенения метана. К моменту разлета взорванной

породы взрывная сеть должна быть обесточена. Блок-схема взрывных машинок приведена на рис. 8.

Конденсаторная индукторная взрывная машинка ВМК-500 предназначена для взрывания электродетонаторов с нихромовым мостиком накаливания на открытых и подземных горных работах шахт не опасных по газу и пыли. Машинкой ВМК-500 можно взорвать одновременно до 500 электродетонаторов при последовательном соединении и сопротивлении взрывной сети до 2000 Ом и при выходном напряжении на конденсаторе-накопителе до 3000 В.

Источником тока является генератор переменного тока с ручным приводом, подающий ток через повышающий трансформатор и селеновые выпрямители на блок конденсатора-накопителя. Об окончании зарядки подает сигнал максимальной частотой мигания неоновая лампочка сигнального блока.

Взрывная машинка индукторного типа ВМК-1/100 П предназначена для взрывания до 100 последовательно соединенных ЭД с нихромовым мостиком накаливания при общем сопротивлении взрывной сети до 320 Ом в шахтах опасных по газу и пыли. Время зарядки конденсатора-накопителя емкостью 8 мкФ при вращении индуктора со скоростью 4 об/с должно быть 8–10 с, время разряда конденсатора-накопителя и посылки импульса тока во взрывную сеть – 2–4 мс.-

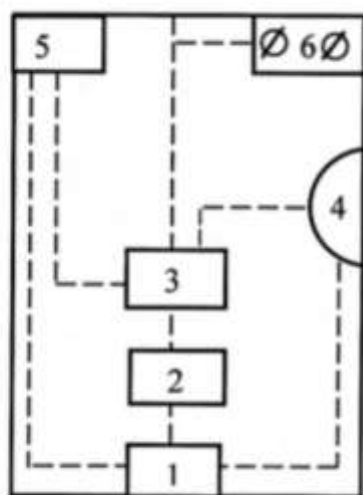


Рис.8 Блок схема взрывных машинок

1-блок питания; 2-блок преобразования; 3-конденсатор-накопитель; 4-миллисекундный переключатель; 5-блок сигналов; 6-блок выдачи энергии

В последние годы омский завод «Электроприбор» выпустил новые более совершенные взрывные приборы.

Устройство взрывное малогабаритное ЖЗ-2462 предназначено для автоматической выдачи импульса тока постоянной величины для инициирования ЭД нормальной чувствительности и предварительного непрерывного контроля сопротивления взрывной сети в шахтах опасных по газу и пыли, а также и на открытых работах.

Устройство взрывное программируемое ЖЗ-2460 предназначено для автоматической выдачи импульса тока постоянной величины для инициирования ЭД нормальной и пониженной чувствительности и предварительного непрерывного контроля сопротивления взрывной сети в шахтах опасных по газу и пыли (в том числе в обводненных забоях), а также на открытых работах.

Отличительной особенностью данных конденсаторных взрывных приборов является наличие узла контроля сопротивления взрывной сети УКС, предназначенного для формирования сигнала, пропорционального величине сопротивления взрывной сети и в случае обрыва сети автоматической выдачи сигнала ОБРЫВ ЦЕПИ, а также узла контроля напряжения УКН, предназначенного для контроля напряжения батареи питания и сигнализации о ее разряде.

На взрывных приборах (устройствах) имеется следующая индикация:

- ПИТАНИЕ (зеленого свечения, 2-15 с), затем ИМПУЛЬС (зеленого свечения) при напряжении блока питания, достаточном для работы, и сопротивлении взрывной сети от минимального до максимального, при котором еще выдается импульс тока во взрывную сеть, подключенную к выводным устройствам;

- ПИТАНИЕ (зеленого свечения, в течение 1-2 с), затем ОБРЫВ ЦЕПИ (красного свечения) - при сопротивлении взрывной сети, превышающем:

в устройстве ЖЗ-2462 – $340^{\pm} 20$ Ом;

в устройстве ЖЗ-2460 - 640 Ом;

- ПИТАНИЕ (зеленого свечения), затем РАЗРЯД (красного свечения) при разряженной батарее.

Контрольно-измерительные приборы предназначены для проверки проводимости и измерения сопротивления отдельных ЭД и взрывных сетей перед взрыванием, а также для контроля параметров взрывных приборов.

Сила тока приборов контроля проводимости и измерения сопротивления взрывной сети не должна превышать 50 А.

Для измерения сопротивления ЭД и взрывных сетей в обычных условиях находят применение омметр М-57Д, измерительный мост Р-353, а в шахтах

опасных по газу и пыли – взрывной испытатель ВИС-1, переносной мост Р-3043, измеритель метана и сопротивления ИМС-1.

Малый омметр М-57Д применяется для проверки токопроводимости ЭД и электровзрывных сетей, а также для приближенного (с погрешностью до $\pm 20\%$) измерения сопротивления сети и ее изоляции в пределах от 20 до 1500 Ом. Масса прибора 0,3 кг.

Измерительный мост Р-353 предназначен для измерения электрического сопротивления одиночных ЭД и взрывных сетей на дневной поверхности и в подземных условиях шахт не опасных по газу и пыли. Мост имеет два предела измерений: от 0,2 до 50 Ом и от 20 до 5000 Ом.

Мост переносной постоянного тока Р-3043 предназначен для измерения электрического сопротивления ЭД и взрывных сетей в шахтах и рудниках опасных по взрыву газа и пыли. Мост имеет два предела измерений: от 0,3 до 30 Ом и от 30 до 3000 Ом.

Источником тока служит сухой элемент напряжением 3,5 В.

Взрывной испытатель светодиодный ВИС-1 предназначен как для проверки целостности взрывной сети или отдельных ее элементов, так и электродетонаторов. Прибор снабжен индикатором-светодиодом, который светится, если сопротивление сети не превышает 320 Ом, и предназначен для использования в шахтах опасных по газу и пыли. Источником питания служат четыре аккумулятора Д-0,1. Прибор может быть использован как из укрытия, так и непосредственно в забое.

Метанометр ИМС-1 с измерителем взрывной сети предназначен для контроля за содержанием метана и для проверки сопротивления как отдельных электродетонаторов, так и взрывных сетей в шахтах и рудниках опасных по взрыву газа и пыли. Прибор имеет два предела измерения электрического сопротивления от 0 до 400 Ом. Источником питания служат три аккумулятора Д-0,55. Прибор может быть использован как из укрытия, так и непосредственно в забое.

Новым более совершенным контрольно-измерительным прибором является измеритель сопротивления взрывной сети ХН2570, изготавливаемый омским производственным объединением «Электроприбор». Он предназначен для контроля взрывных сетей и отдельных ЭД при ведении взрывных работ, в том числе в шахтах опасных по газу и пыли.

Измеритель выполнен в удароопасном пластмассовом корпусе (ударопрочность 7 Дж) с антистатическим покрытием. Имеет рудничное особовзрывобезопасное исполнение, обеспеченное защитой типа «Искробезопасная электрическая цепь», что наиболее полно обеспечивает безопасность при ведении взрывных работ. Выбор диапазона измерений осуществляется автоматически.

Прибор контроля взрывного импульса ПКВИ-5М предназначен для проверки исправности взрывных машинок и приборов с миллисекундными замедлителями. Прибор позволяет определить максимальное значение длительности импульса тока (2–4 мс) и максимальное значение тока в конце импульса. Источником тока являются два гальванических элемента напряжением по 3,5 В.

Прибор контроля параметров электрических средств взрывания «КОПЕР-1» является новейшей конструкцией, созданной омским производственным объединением «Электроточприбор». Он предназначен для контроля параметров импульса тока на выходных зажимах средств взрывания (таких, как ПИВ-100М, КВП-1/100, ЖЗ-2460 и др.) при проверке, ремонте и настройке. Прибор «КОПЕР-1» позволяет проверять основные типы средств электровзрывания, в том числе имеющие «дребезг» взрывного импульса.

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 взрыва?

Лабораторная работа 2

Взрывание сосредоточенных зарядов ВВ

Цель работы: знать способ взрывания камерными зарядами

Содержание работы:

Обучающийся должен изучить теорию и ответить на два вопроса, предложенным преподавателем

Теоретическая часть

Отбойка уступов камерными зарядами на карьере широко не распространена из-за большой трудоемкости проведения подготовительных выработок. Этот метод применяют в том случае, когда необходимо взрывать большие объемы горной массы как на вскрышных, так и на добычных работах при высоте уступа более 12—15 м, а также при взрывах на сброс и выброс при создании плотин и насыпей. Сущность его заключается в том, что заряды располагают в специально пройденных горных выработках — зарядных камерах с целью разрушения массива горных пород взрыванием сосредоточенных зарядов большой мощности.

Для обеспечения наибольшего сосредоточения зарядов камере придают по возможности кубическую форму, при больших зарядах, порядка десятков тонн, — крестообразную (рис. 19), кроме того, они могут быть параллелепипедальной и фигурной формы.

Метод камерных зарядов получил распространение при подземной разработке крепких и весьма крепких горных пород. Ведение взрывных работ данным способом представляет особую сложность, так как при этом приходится взрывать большие объемы ВВ, что требует очень точных расчетов параметров.

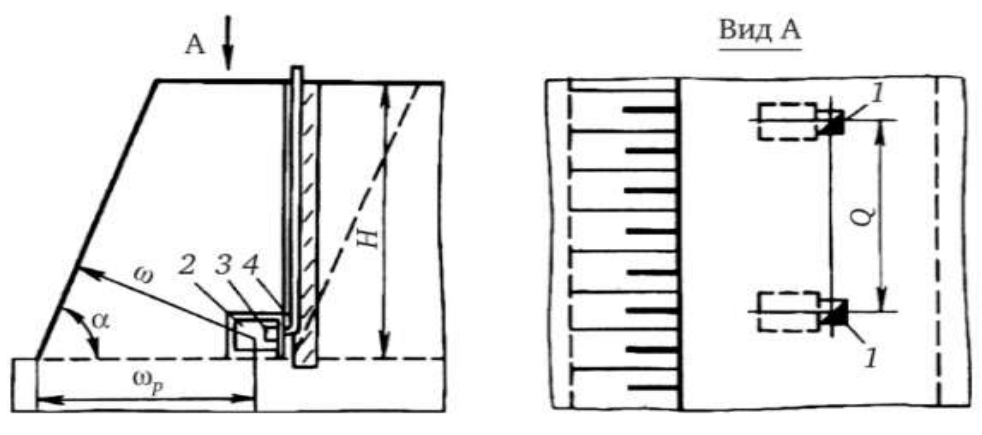


Рис.19 Расположение камерных зарядов рыхления

1-шурф; 2-заряд ВВ; 3- ЭД; 4-зарядная камера

При взрывных работах методом камерных зарядов осуществляют следующий комплекс технических приемов: проходку подготовительных выработок (штолен сечением в свету 1,2 м² и шурфов 1 м²) и зарядных камер, транспортирование ВМ, подготовку боевиков, зарядание и забойку зарядных камер, коммутацию взрывной сети, взрывание зарядов и осмотр места производства взрыва.

Зарядание осуществляют в следующей последовательности: подготовка ВВ для каждой выработки, спуск и укладка ВВ в зарядные камеры, изготовление патронов-боевиков, организация постов оцепления в радиусе опасной зоны; установка боевиков, забойка, монтаж взрывной сети.

При больших объемах взрывания применяют механизированное зарядание камер при помощи пневматического транспортирования порошкообразных или гранулированных ВВ по шлангам и трубам.

После окончания монтажа проверяют сопротивление всей сети. Взрывать камерные заряды разрешено только в светлое время суток. Осмотр места взрыва допускается не ранее чем через 15 мин после его проведения.

Данный метод имеет следующие достоинства: 1) отбойка больших объемов породы; 2) меньшее число взрывов; 3) возможность ведения взрывных работ при сложном рельефе местности; 4) большие запасы подготовленной взорванной горной массы; 5) повышенная производительность из-за применения зарядных комплексов.

К недостаткам относятся: 1) трудоемкость проведения выработок и подготовительных работ; 2) неравномерное дробление массива и значительный выход негабаритов; 3) большой сейсмический эффект; 4) высокая стоимость; 5) трудность и опасность ликвидации отказов. Данный метод применяют ограниченно. При ведении горных работ его почти не используют, но он широко распространен при гидротехническом и мелиоративном строительстве.

Контрольные вопросы:

1. Область применения камерных зарядов
2. Сущность метода камерных зарядов
3. Технология взрывания камерных зарядов
4. Опишите процесс заряжания камерных зарядов
5. Достоинства использования камерных зарядов
6. Недостатки использования камерных зарядов

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Белин, В. А. Технология и безопасность взрывных работ : учебное пособие / В. А. Белин, М. Г. Горбонос, Р. Л. Коротков. — Москва : МИСИС, 2019. — 74 с. — ISBN 978-5-907061-08-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116909>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Катанов, И. Б. Буровзрывные работы на карьерах : учебное пособие : [для студентов вузов, обучающихся по дисциплинам "Технология и безопасность взрывных работ", "Процессы открытых горных работ", "Обоснование технологических решений на разрезах" для специальности 21.05.04 "Горное дело"] / И. Б. Катанов, А. А. Сысоев ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, Кафедра открытых горных работ. — Кемерово : КузГТУ, 2019. — 200 с. — URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91756&type=utchposob:common>. — Текст : электронный.

3. Копытов, А. И. Взрывные работы в горной промышленности : монография / А. И. Копытов, Ю. А. Масаев, В. В. Першин; Акад. горн. наук, Сиб. отд-ние. — Новосибирск : Наука, 2013. — 512 с. — URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=20050&type=monograph:common>. — Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Кирюшина, Е. В. Технология и безопасность взрывных работ : учебное пособие / Е. В. Кирюшина, В. Н. Вокин, М. Ю. Кадеров. — Красноярск : СФУ, 2018. — 236 с. — ISBN 978-5-7638-3822-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117785>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Эквист, Б. В. Технология и безопасность взрывных работ : учебник / Б. В. Эквист. — Москва : МИСИС, 2021. — 175 с. — ISBN 978-5-907227-55-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/178083>. — Режим доступа: для авториз. Пользователей

3. Катанов, И. Б. Технология и безопасность взрывных работ : учебное пособие / И. Б. Катанов ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. открытых горн. работ. — Кемерово : КузГТУ, 2012. — 112 с. 1

электрон. опт. диск (CD-ROM). –
URL:<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90701&type=utchposob:common>. – Текст:
электронный.

4. Катанов, И. Б. Управление безопасностью при буровзрывных работах на карьерах :учебное пособие для студентов специальностей 21.05.04 «Горное дело» и 21.05.26 «Прикладная геология» / И. Б. Катанов, В. А. Ковалев ; ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. открытых горн. работ. – Кемерово : Издательство КузГТУ, 2016. – 156 с. – ISBN 9785906805805. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91378&type=utchposob:common>. – Текст :
электронный

5. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Ч. 1. Разрушение горных пород взрывом: учебник для вузов / Б.Н. Кутузов. – М.: Горная книга, 2007. – 471 с. – Текст: непосредственный.

6. Эквист, Б. В. Технология и безопасность взрывных работ. Лабораторный практикум: Учебное пособие для вузов / Б. В. Эквист, В.Г. Вартанов; Под ред. Б.Н. Кутузова. – М.: Изд-во МГГУ, 2008. – 50 с. – Текст: непосредственный.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотека КузГТУ <https://elib.kuzstu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>
3. Электронная библиотечная система Новосибирского государственного технического университета https://library.kuzstu.ru/method/ngtu_metho.html
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru/>
5. Информационно-справочная система «Технорматив»: <https://www.technormativ.ru/>

Периодические издания

1. Вестник Кузбасского государственного технического университета: научно-технический журнал (электронный) <https://vestnik.kuzstu.ru/>
2. Журнал: Безопасность труда в промышленности (печатный)
3. Горная промышленность: научно-технический и производственный журнал (печатный)
4. Горный журнал: научно-технический и производственный журнал (печатный)
5. Горный информационно-аналитический бюллетень: научно-технический журнал (печатный)
6. Уголь: научно-технический и производственно-экономический журнал (печатный)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф.Горбачева. Режим доступа: <https://kuzstu.ru/>.
2. Официальный сайт филиала КузГТУ в г. Белово. Режим доступа: <http://belovokyzgty.ru/>

Составитель
Белов Валерий Федорович

ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Методические материалы для лабораторных
работ для студентов всех форм обучения
специальности 21.05.04 «Горное дело»
специализация 01 «Подземная разработка пластовых месторождений»,
03 «Открытые горные работы», 09 «Горные машины и оборудование»

Печатается в авторской редакции