

Базовый (опорный) конспект
по предмету:
«Горное дело»
для специальностей:

**0702000 – «Технология и техника разведки месторождений полезных
ископаемых»**

Базовый (опорный) конспект составлен в соответствии с учебным планом, утвержденным в 2016 году и рабочей программой утвержденной в 2018 г.
Рекомендован учебной частью к утверждению

Зам директора по УР _____ Минаева Н.Т.

Общее количество часов на предмет _____ 130 _____

В том числе

I семестр _____

II семестр _____

III семестр _____

IV семестр _____

V семестр _____

VI семестр 22+8

VII семестр 28+32

Количество обязательных контрольных работ – 1

Курсовой проект в VII семестре.

Итоговый контроль **Экзамен** в VII семестре.

III. Тематический план дисциплины «Основы бурения и горного дела».

| № п/п | Наименование разделов и тем | Количество часов | |
|-------|---|------------------|----------|
| | | теории | практики |
| | Раздел 1. Основы горного дела. | | |
| 1.1. | Общие понятия. Горные работы и горные выработки. | 2 | 2 |
| 1.2. | Горные породы, их характеристика и классификация. | 2 | 2 |
| | Раздел 2. Буровзрывные работы | | |
| 2.1. | Элементы теории взрыва и взрывчатые вещества. | 2 | 2 |
| 2.2. | Промышленные взрывчатые вещества | 2 | |
| 2.3. | Средства и способы взывания. | 4 | 2 |
| 2.4. | Хранение взрывчатых материалов и требования к их хранению. | 2 | |
| 2.5. | Транспортировка взрывчатых материалов. Требования техники безопасности. | 2 | |
| 2.6. | Технология и техника бурения шпуров. | 2 | 2 |
| 2.7. | Методы взрывных работ | 2 | 2 |
| 2.8. | Общие правила организации и ведения буровзрывных работ | 2 | 2 |
| | Раздел 3. Вентиляция, освещение и водоотлив при проведении горных выработок | | |
| 3.1. | Вентиляция горных выработок | 4 | 2 |
| 3.2. | Освещение горных выработок | 2 | 2 |
| 3.3. | Водоотлив при проходке горных выработок | 2 | 2 |
| | Раздел 4. Погрузка и транспортирование породы в горно-разведочных выработках | | |
| 4.1. | Погрузка породы | 2 | 2 |
| 4.2. | Транспортирование породы | 2 | 2 |
| | Раздел 5. Крепление горно-разведочных выработок | | |
| 5.1. | Горное давление | 2 | |
| 5.2. | Материалы горной крепи | 2 | |
| 5.3. | Конструкции и расчет крепи горно-разведочных выработок. | 6 | 4 |
| | Раздел 6. Проведение горно-разведочных выработок | | |
| 6.1. | Проведение подземных горизонтальных выработок | 4 | 2 |
| 6.3. | Проведение выработок в сложных горно-геологических условиях специальными способами. | 2 | |
| 6.5. | Ликвидация и консервация горных выработок | 2 | |
| | Итого: | 60 | 40 |

Оглавление.

Стр.

| | | |
|------|--|-----|
| | <i>Раздел 1. Основы горного дела.</i> | |
| 1.1. | <i>Общие понятия. Горные работы и горные выработки.</i> | 4 |
| 1.2. | <i>Горные породы, их характеристика и классификация.</i> | 9 |
| | <i>Раздел 2. Буровзрывные работы</i> | |
| 2.1. | <i>Элементы теории взрыва и взрывчатые вещества.</i> | 11 |
| 2.2. | <i>Промышленные взрывчатые вещества</i> | 13 |
| 2.3. | <i>Средства и способы взывания.</i> | 17 |
| 2.4. | <i>Хранение и транспортировка взрывчатых материалов.</i> | 24 |
| 2.5. | <i>Технология и техника бурения шпуров.</i> | 28 |
| 2.6. | <i>Методы взрывных работ</i> | 33 |
| | <i>Раздел 3. Вентиляция, освещение и водоотлив при проведении горных выработок</i> | |
| 3.1. | <i>Вентиляция горных выработок</i> | 36 |
| 3.2. | <i>Освещение горных выработок</i> | 53 |
| 3.3. | <i>Водоотлив при проходке горных выработок</i> | 56 |
| | <i>Раздел 4. Погрузка и транспортирование породы в горно-разведочных выработках</i> | |
| 4.1. | <i>Погрузка породы</i> | 60 |
| 4.2. | <i>Транспортирование породы</i> | 64 |
| | <i>Раздел 5. Крепление горно-разведочных выработок</i> | |
| 5.1. | <i>Горное давление</i> | 78 |
| 5.2. | <i>Материалы горной крепи</i> | 81 |
| 5.3. | <i>Конструкции и расчет крепи горно-разведочных выработок.</i> | 82 |
| | <i>Раздел 6. Проведение горно-разведочных выработок</i> | |
| 6.1. | <i>Проведение подземных горизонтальных выработок</i> | 99 |
| 6.2. | <i>Проведение выработок в сложных горно-геологических условиях специальными способами.</i> | 115 |
| 6.4. | <i>Ликвидация и консервация горных выработок</i> | 121 |

Введение

Раздел 1. Основы горного дела.

Урок 1. Общие понятия. Горные работы и горные выработки.

План:

1. Понятие горных выработок и формы поперечных сечений горных выработок
2. Классификация горных выработок
3. Элементы горной выработки

1. Горные выработки.

Горные выработки – сооружения в недрах Земли или на ее поверхности, созданное в результате ведения горных работ и представляющее собой полость в массиве горных пород.

Форма поперечных сечений горных выработок.

Форма поперечного сечения зависит от физико-механических свойств горных пород, назначения и срока службы выработки, материала крепи, размеров ее поперечного сечения, направления и величины горного давления.

По ГОСТУ 22940-85 для горизонтальных выработок установлены две формы сечения трапециевидная (т) и прямоугольно-сводчатая (ПС) и размеры сечения даются в свету.

Стволы шахт могут быть прямоугольной и круглой формы поперечного сечения.

Разведочные шурфы и восстающие. Восстающие имеют прямоугольную форму.

Типовые сечения шурфов: прямоугольные (П), квадратные (K_B) и круглые (K_P).

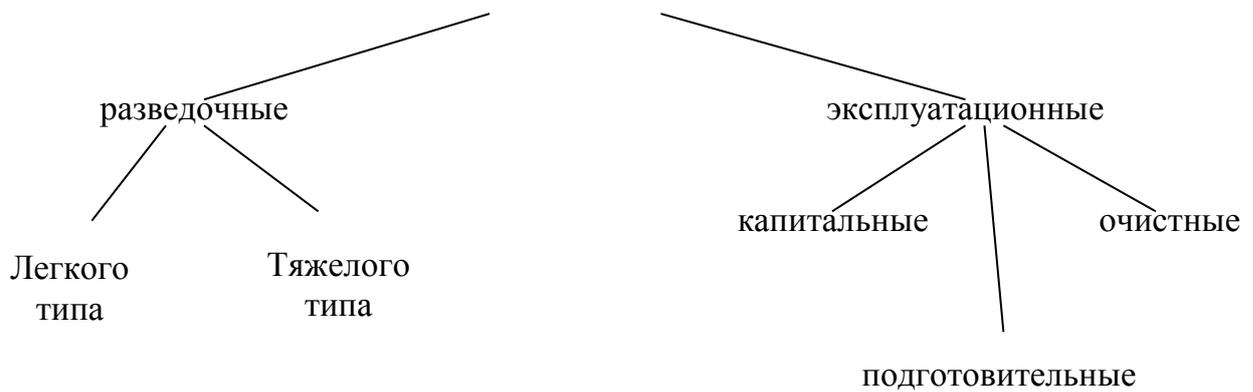
Под площадью поперечного сечения горно-разведочной выработки понимается площадь в плоскости перпендикулярной ее оси (S) различают:

Площадь в свету – это площадь

1. Классификация горных выработок.

Все горные выработки делятся:

1. по отношению к земной поверхности
 - 1.1 Открытые – имеют незамкнутый контур поперечного сечения. К ним относятся: копуши, расчистки, канавы, карьеры.
 - 1.2 Подземные горные выработки – имеют замкнутый контур поперечного сечения. К ним относятся: штольни, туннели, шурфы, стволы шахт, квершлагги, штреки, орты, рассечки, восстающие, гезенки.
2. По углу наклона:
 - 2.1 Горизонтальные – угол наклона оси выработки до 3^0 . К ним относятся штольни, квершлагги, штреки, орты, рассечки, туннели.
 - 2.2 вертикальные и наклонные – угол наклона оси выработки больше 3^0 . К ним относятся: шурфы, стволы шахт, гезенки, восстающие.
3. По отношению площади сечения S_k продольным размерам L (длинное, глубинное):
 - 3.1. Протяженные $L > S$ - шурфы, стволы шахт, квершлагги, штреки, орты.
 - 3.2. Объемные $S > L$ – камеры, околоствольные дворы.
4. По назначению:



Разведочные (горно-разведочные) по назначению разделяются на вскрывающие, прослеживающие и вспомогательные.

К выработкам легкого типа относятся открытые горные выработки и шурфы глубиной до 10м.

К выработкам тяжелого типа – все подземные выработки и шурфы глубиной больше 10м.

Разведочные выработки проходят с целью поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.

Вскрывающие разведочные выработки открывают доступ с земной поверхности или с другой выработки к месторождению или его части и обеспечивают возможность проведения других выработок непосредственно в пределах рудного тела.

Прослеживающие разведочные выработки проводятся в пределах границ разведки и позволяют проследить простирание, падение и распределение полезного ископаемого.

Вспомогательные разведочные выработки проводятся в целях обеспечения доступа людей и транспортировки грузов в другие выработки, а также размещения оборудования, проветривания и выполнения комплексов мероприятий по охране труда.

Эксплуатационные горные выработки используют для эксплуатации месторождения.

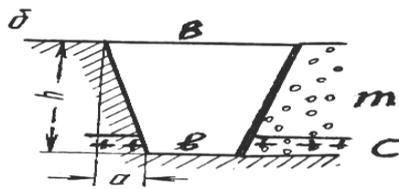
Они делятся на 3 группы:

1. Капитальные выработки – выработки, вскрывающие месторождение или рудное тело.
2. Подготовительные выработки – выработки, пройденные с целью подготовки месторождения к выемке.
3. Очистные выработки – выработки, образуемые в результате очистной выемки.

Открытые горные выработки.

1. **Копуша** – выработка неправильной формы, пройденная в покровных отложениях при поисках и съемке с целью изучения и взятия пробы коренных пород. Размеры копуши: поверху от 0,8 x 0,8 до 1x1, понизу 0,5 x 0,6м глубина от 0,5 до 1м. (не больше 1 м).
2. **Расчистка** – выработка в виде борозды, проводимая в покровных отложениях вдоль склона горы и оврага для обнажения коренных пород при поисках и съемке глубиной до 1 м.
3. **Разведочная канава** – выработка значительной длины по сравнению с шириной и глубиной, пройденная, как правило, в крест простирания коренных пород или рудного тела для их обнажения.

Форма поперечного сечения заявлений от устойчивости горных пород и может быть.



$a/h = \frac{1}{10}$ в плотных породах

$a/h = \frac{1}{5} - \frac{1}{6}$ - в супесях, суглинках.

$a/h = 1$ в мягких породах.

$h = m + c, \text{ м}$

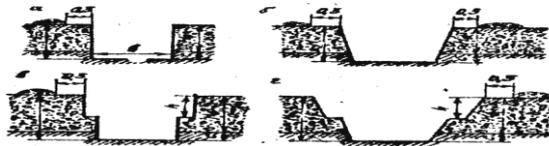


рис. 1.2

а – прямоугольная; б – трапециевидная; в, г - ступенчатая

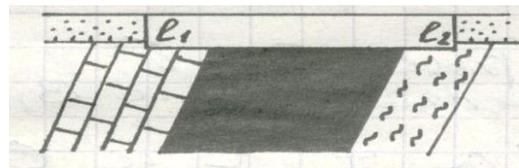


рис. 1.4

Ступенчатая форма сечения канавы придается при их большой глубине. Высота уступа берется 1,5 – 2м, ширина бермы – 0,5м.

Канавы длиной несколько сотен метров называются магистральными. Они могут быть сплошными и пунктирными. Длина пунктира 5, 10, 15, 20м и более. Магистральные канавы пересекают рудную зону в целом. Кроме разведочных канавы могут быть: **нагорные** – для перехвата талых вод и атмосферных осадков.

Дренажные – для понижения уровня подземных вод, водоотливные (водосборные) – для сбора воды в горной выработке.

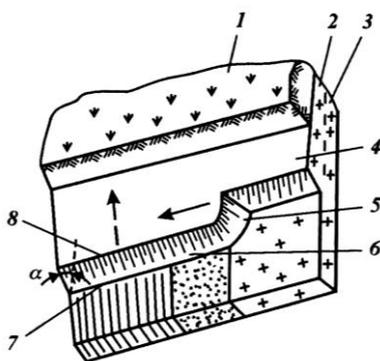
4. **Траншея** – канавообразная горная выработка с большим, чем у канавы поперечным сечением, ограниченная снизу подошвой (дном), а с боков наклонными плоскостями (бортами), по ширине – торцами.

Различают траншеи:

1. Капитальные – создают доступ к разрабатываемому рудному телу.
2. Разрезные – для создания первоначального фронта работ и размещения оборудования.
3. Разведочные.
4. Дренажные – для осушения и водоотлива.

Траншея проводится в основном при разведке россыпей для взятия валовых проб больших объемов. Ширина траншеи понизу может быть до 10м, глубина – 6-8м.

Разведочный карьер – открытая горная выработка, обширная по площади и не имеющая явно выраженной ширины и глубины. Он служит для выемки полезного ископаемого с целью изучения закономерности его залегания и взятия технологической пробы.



1 – покровные отложения; 2,3 – первый и второй уступы; 4 – верхняя площадка; 5 – торец уступа; 6 – откос уступа; 7,8 – верхняя и нижняя бровки.

Подземные горно-разведочные выработки.

Штольня – горизонтальная горная выработка, имеющая один непосредственный выход на дневную поверхность, проводимая в гористом рельефе как по простиранию, так и в крест простирания коренных пород или рудного тела.

Проводится с уклоном $i=0,005$ для облегчения откатки и стока воды. Длина может быть до 1 км и более.

Туннель – штольнеобразная выработка, имеющая два выхода на дневную поверхность и служит для сообщения между двумя склонами горы.

Шурф – вертикальная или наклонная горная выработка, имеющая один непосредственный выход на дневную поверхность, имеющая небольшие размеры поперечного сечения по сравнению с глубиной, предназначенная для обнажения рудного тела или коренных пород. Глубина шурфа до 40 м. Короткой стороной поперечного сечения шурф располагается по простиранию коренных пород или рудного тела.

Дудка – тот же шурф, но круглого сечения чаще всего проходится вручную без крепления в плотных и сухих породах диаметром не более 1 м, глубиной 20 м.

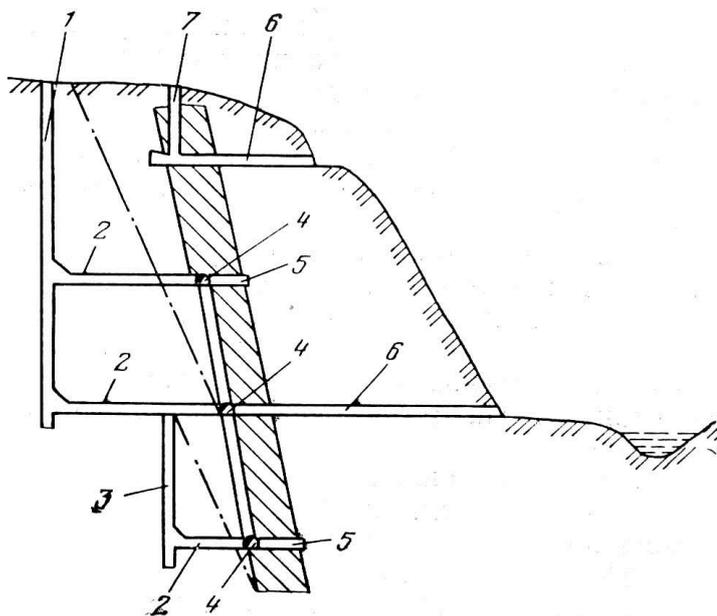


рис. 1.8

1 – ствол разведочной шахты; 2 – квершлаг; 3 – слепой ствол; 4 – штреки;
5 – орты; 6 – штольни; 7 – шурфы; 8 – рассечка.

1. **Стол разведочной шахты** – вертикальная или наклонная горная выработка, имеющая один непосредственный выход на дневную поверхность, предназначенная для обслуживания других, пройденных из нее выработок. Глубина может быть 50-100 до 300-700м иногда до 1 км. Площадь поперечного сечения от 4 до 20 м². Размеры определяются из возможности размещения подъемного оборудования, лестничного отделения, вспомогательного оборудования (вентиляционные и водоотливные трубы, кабели, воздухопроводы).
2. **Квершлаг** – горизонтальная горная выработка, не имеющая выхода на дневную поверхность и проводимая вкрест простирания боковых пород.
3. **Штрек** – горизонтальная горная выработка, не имеющая выхода на дневную поверхность, пройденная по простиранию рудного тела.
4. **Полевой штрек** – штрек, пройденный по простиранию по простиранию боковых пород.
5. **Камера** – расширение выработки для установки оборудования.
6. **Орт** – горизонтальная горная выработка, пройденная вкрест простирания рудного тела (в пределах мощности), не имеющая выхода на дневную поверхность.
7. **Восстающий** – вертикальная или наклонная горная выработка, не имеющая выхода на дневную поверхность, проводимая снизу вверх для разведки полезного ископаемого, а также для спуска добываемого полезного ископаемого с верхнего горизонта на нижний под собственным весом. Они имеют одно - три отделения и площадь поперечного сечения до 5м², длину до 100м.
8. **Гезенк** – вертикальная или наклонная выработка, не имеющая выхода на дневную поверхность, проводимая сверху вниз для прослеживания полезного ископаемого по падению, а также для передвижения людей, доставки оборудования, материалов, прокладки коммуникаций, вентиляции и т.д.

Бремсберг – это восстающий, оборудованный механизированным спуском горной массы (лебедки, конвейера).

Уклон – это гезенк, оборудованный механическим устройством для подъема горной массы на верхний горизонт.

9. **Слепой ствол шахты** – выработка аналогичная стволу шахты, но не имеет выхода на дневную поверхность.

Зумпф – углубление в стволе шахты для стока воды.

Рассечка – горизонтальная короткая горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, пройденная в целях определения границ орудинения вкрест простирания из шурфов, штолен, штреков и восстающих.

Элементы подземных горно-разведочных выработок.

Элемент горной выработки – поверхность или участок, имеющий самостоятельное функциональное назначение. К элементам подземных горно-разведочных выработок относятся: забой – трудовая поверхность, перемещающаяся в пространстве в результате отделения горных пород от массива при проходке выработки, а также рабочее место проходчика.

Призабойное пространство – участок подземной горной выработки у забоя, в котором размещается рабочее оборудование и персонал. Забои могут быть рабочие и резервные, встречные, ступенчатые.

Ступенчатый забой – забой, разделенный на два самостоятельных забоя; один из них (передовой забой) опережает другой и ведется при одной обнаженной плоскости.

Дно – поверхность горных пород, ограничивающая подземную вертикальную готовую горную выработку (или открытую) снизу.

Устье – плоскость пересечения подземной выработки с земной поверхностью или с другой выработкой.

Сопряжение – место пересечения двух выработок или нескольких. Различают сопряжения: обыкновенное – ось одной выработки остается прямолинейной, разветвление – оси обеих выработок закруглены, одностороннее и двухстороннее. Ниша – углубление в стенке выработки для размещения оборудования, лесных и других материалов, для укрытия людей при движении транспорта.

контрольные вопросы

- 1 Что такое горная выработка .
- 2 По каким принципам можно классифицировать горные выработки.
- 3 Перечислите все вертикальные горные выработки которые вы знаете.
- 4 Перечислите и дайте определения всем горизонтальным выработкам которые вы знаете.
- 5 Какие формы поперечных сечений используют при проведении разведочных выработок
- 6 Что такое сопряжения
- 7 Классификация горных выработок по назначению

Практическое занятие

2. Определить глубину, ширину, длины канавы, площадь сечения S, объем породы для следующих условий.

| № | Породы | Видимая мощность коренных пород С, см | Мощность наносов m, м | Характер каната |
|----|----------|---|--------------------------|-----------------|
| 1 | Рыхлые | 60,0 | 2,0 | Резкий |
| 2 | Плетные | 100,0 | 2,0 | Резкий |
| 3 | Рыхлые | 60,0 | 3,0 | Резкий |
| 4 | Рыхлые | 100,0 | 1,5 | Нерезкий |
| 5 | Супеси | 40,0 | 1,0 | Резкий |
| 6 | Супеси | 20,0 | 1,6 | Резкий |
| 7 | Плотные | 50,0 | 1,4 | Нерезкий |
| 8 | Супеси | 20,0 | 1,0 | Резкий |
| 9 | Суглинки | 40,0 | 1,0 | Нерезкий |
| 10 | Плотные | 30,0 | 1,5 | Резкий |
| 11 | Супеси | 30,0 | 2,0 | Резкий |
| 12 | Суглинки | 10,0 | 1,5 | Резкий |
| 13 | Рыхлые | 100 | 2,0 | Резкий |
| 14 | Супеси | 80,0 | 1,5 | Резкий |
| 15 | Плотные | 60,0 | 1,5 | Нерезкий |

Урок 2. Горные породы, их характеристика и классификация.

План:

1. Классификация горных пород по крепости профессора М.М. Протодяконова.
2. Классификация горных пород по устойчивости.
3. Единая классификация горных пород по буримости (ЕНВ).
4. Разрыхляемость горных пород.

1. Классификация горных пород по крепости профессора М.М. Протодяконова.

Крепость – способность горной породы сопротивляться разрушению при проходке горной выработки. Профессор М.М. Протодяконов ввел понятие относительной крепости для сравнения горных пород так называемый коэффициент крепости пород 0.4 до 20;

$$f = \frac{\sigma_{сж}}{10^7}, \sigma_{сж} - \text{предел прочности на сжатие, Па}$$

В зависимости от коэффициента крепости, всем горным породам была присвоена категория крепости от I до X где I категория присваивалась самым крепким породам, а X самым мягким.

2. Классификация горных пород по устойчивости

Устойчивость горных пород – свойство горных пород стоять без обрушения при различных площадях обнажения.

Все горные породы делятся:

- а. весьма неустойчивые – требуют сразу же крепления при проходе или опережения крепи;
- б. неустойчивые – допускают небольшое обнажение и немедленно крепятся;
- в. средней устойчивости – обнажение на длину 5-10м;
- г. устойчивые – обнажение на 10м и больше, особенно устойчивые стенки;
- д. весьма устойчивые – не обрушаются при очень больших площадях обнажения, не требуют крепления;

3. Единая классификация горных пород по буримости (ЕНВ).

1. Единая классификация по буримости горных пород. По этой классификации все породы делятся на 20 категорий, в восходящем порядке (I категория – мягкие породы, XX – весьма крепкие). Данная классификация приведена в ЕНВ и СУСНах.

Определение категории производится при следующих стандартных условиях:

- давление сжатого воздуха 0,5 Мпа;
- коронки заводского исполнения, армирования твердыми сплавами ВК-15, ВК - 8В, ВК - II с углом приострения 110^0 и площадкой затупления до 2мм;
- диаметр коронок при бурении шпуров ручными, колонковыми, телескопными перфораторами должен составлять 40 мм;

- расход воды при бурении должен быть в пределах 4-5 л/мин; в мерзлых породах бурение производится с продувкой;
- давление воздуха фиксируется по показаниям манометра каждые 5 мин;
- при бурении шпуров в одном забое пробуривается от 3 до 6 шпуров глубиной каждый 1,3-1,5м (с учетом глубины забуривания) по 1-2 шпура в верхней, средней и нижней частях забоя.

Вычисляется чистое время бурения 1м шпура и путем сопоставления его с соответствующим основным чистым временем по шкале ЕНВ определяется категория пород.

4. Разрыхляемости горных пород.

разрыхляемость – свойство горной породы увеличивать свой объем при извлечении из целика – характеризуется коэффициентом разрыхления

$$K_{разр} = \frac{V}{V_{ц}} \geq 1. V - \text{объем породы разрыхленной м}^3.$$

$V_{ц}$ – объем породы в целике, м³.

Контрольные вопросы

1. Классификация горных пород по устойчивости
2. Согласно каким данным присваиваются категории по буримости
3. Что такое коэффициент разрыхления
4. Что такое буримость горных пород

Практическое занятие

2. Определение категорий пород.

БИЛЕТ № 1

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по Протояконову на горных породах для:

1. углистых сланцев
2. выветренных андезитов
3. плотных яшм

БИЛЕТ №2.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. сульфидных магнетитовых руд
2. базальтов
3. рудных брекчий

БИЛЕТ №3.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. песчано-глинистых алевролитов
2. рыхлой супеси
3. окварцованных диоритов

БИЛЕТ №4.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. кварцевых грейзенов
2. очень плотных джеспилитов
3. антрацитов и других крепких углей

БИЛЕТ №5.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. пемзы
2. неизменных змеевиков
3. сильно окварцованных известняков

БИЛЕТ №6.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. кварцевых плотных альбитофинов
2. выветренных крупнозернистых габбро
3. плотного солончака

БИЛЕТ №7.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. оталькованных змеевиков
2. мягких углей
3. микрогранитов

БИЛЕТ №8.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. сиенит – порфиров
2. оруденелых пироксенов
3. лимонитов

БИЛЕТ №9.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. трепела
2. медноколчеданных руд
3. пористых известковых туффитов

БИЛЕТ № 10.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. кварцевых грейзенов
2. среднезернистых трахитов
3. плотных доломитов

БИЛЕТ №11.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. сильносерпентинизированных дунитов

2. породы мёрзлые VI-VII категории
3. мелких желваков фосфорита

БИЛЕТ №12.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. мягких меловых пород
2. кварцевых сильновыветренных порфиров
3. кремнистых известняков

БИЛЕТ №13.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. микрокварцитов с прожилками кварца
2. кварцевых плотных альбитофиров
3. крупнозернистых марганцевых руд

БИЛЕТ №14.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. опоки тонкозернистые
2. неокварцованные филлиты
3. браунитовые руды

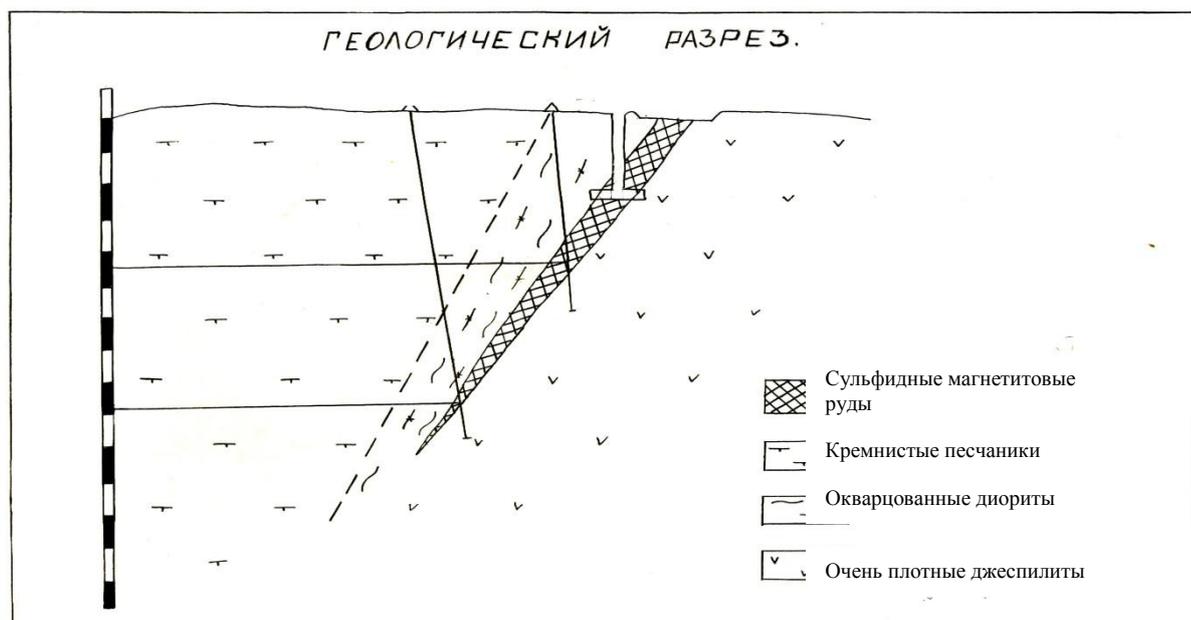
БИЛЕТ №15.

Определить категорию по буримости (ЕНВ) и коэффициент крепости по проф. М.Н. Протодьяконову на горных работах для:

1. выветренных мончекитов
2. кремнистых песчаников
3. кварц жильный без сульфидов

4. Распределение объемов работ по категориям.

Каждому учащемуся выдается геологический разрез для работы.



- 5.
- 6.

1. Данные, характеризующие породы свести в таблицы.

7.

8. ХАРАКТЕРИСТИКА

9. пород, слагающих участок разведочных работ

10.

таблица

1.1

| № п/п | Наименование и краткое описание горных пород | Условные обозначения | Категория пород по ЕНВ | Коэффициент крепости по Протодьяконову | Коэффициент разрыхления | Коэффициент горизонтального распор. по Цимбаревичу | Объемная масса кг/м ³ | Примечание |
|-------|--|----------------------|------------------------|--|-------------------------|--|----------------------------------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

11.

12. ОБЪЕМ РАБОТ

13. по проходке горных выработок

14.

таблица

1.2

| № п/п | Наименование выработок | Метраж проходки | Распределение метража проходки по категориям | | | | | | | | | Примечание |
|-------|------------------------|-----------------|--|-----|----|---|----|-----|-----|-----|----|------------|
| | | | II | III | IV | V | VI | VII | ... | ... | XX | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |

Раздел 2. Буровзрывные работы

Урок 3. Элементы теории взрыва и взрывчатые вещества.

План:

1. Краткие сведения из теории взрыва и взрывчатых веществ.
2. Основные характеристики ВВ

1. Краткие сведения из теории взрыва и взрывчатых веществ.

Работа взрыва основана на стремлении образовавшихся при нем газов к расширению. Одним из признаков взрыва является резкое увеличение давления в окружающей среде и возникновение ударной волны. Внешний признак – звуковой эффект и разделение.

Взрывы подразделяются на:

- физические – взрыв парового котла, сильный искровой разряд;
- химические – атомный взрыв основан на делении ядра, термоядерный – на синтезе ядер);

В горном деле главным образом используются химические взрывы.

Взрывчатым веществом называют вещество, которое при внешнем воздействии мгновенно переходит из одного агрегатного состояния в другое с выделением большого количества тепла и газов, способных совершать механическую работу. Химическое превращение взрывчатого вещества происходит за счет окисления входящих в него компонентов.

Различают следующие виды взрывов в зависимости от скорости взрывного разложения: горение, взрывное горение и детонация.

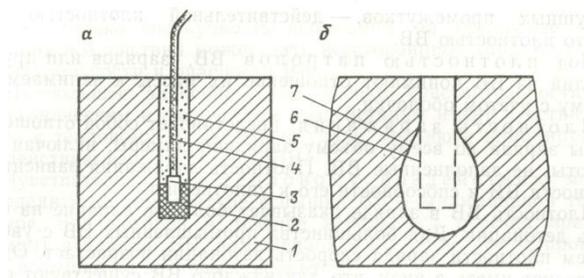
Горение – скорость < 400 м/с. В этом случае взрыв не производит работы.

Взрывное горение – 400-1000 м/с – промежуточный режим, отличается непостоянством скорости.

Детонация – скорость от 1000 до 8500 м/с., очень быстрое распространение взрыва, обусловленное прохождением ударной волны по ВВ с постоянной сверхзвуковой скоростью. Она является наиболее эффективной формой взрывчатого превращения, которую широко используют в горном деле.

2. Основные характеристики ВВ

1. **Работоспособность** – это способность ВВ производить работу при их расширении, измеряется в см³.



- 1 – свинцовый цилиндр (бомба); 2 – заряд испытываемого ВВ;
 3 – капсюль-детонатор; 4 – огнепроводный шнур;
 5 – забойка (кварцевый песок); 6 – контур канала до взрыва;
 7 – канал расширенный взрывом.

2. **Бризантность** – способность ВВ к местному разрушению в результате удара продуктов взрыва по среде, прилегающей к заряду, измеряется в мм.

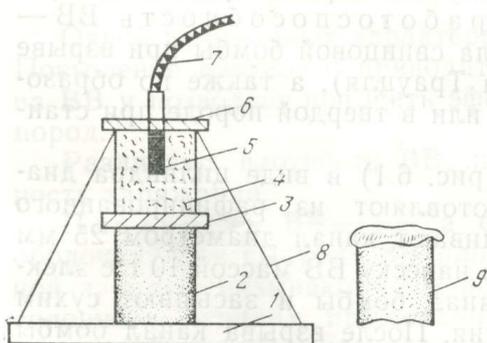


рис. 2.2.

- 1 – стальная плита; 2 – свинцовый столбик; 3 – стальной диск;
 4 – заряд испытываемого ВВ; 5 – капсюль-детонатор; 6 – картонный кружок;
 7 – огнепроводный шнур; 8 – крепление (шпагат); 9 – столбик после взрыва.

3. **Чувствительность** - Наибольшее значение имеет чувствительность к тепловому воздействию, трению, удару и инициирующему действию одного заряда от другого (чувствительность к детонации).

4. **Начальный импульс** – внешнее воздействие, вызывающее взрыв ВВ. Виды начального импульса.

4.1 Механическая энергия (удар, трение) на практике не применяется, но учитывается при транспортировке ВВ и обращении с ним.

4.2 Тепловая энергия (искра) широко применяется на практике (поджигание ОШ, взрыв первичного инициирующего ВВ в капсуле - детонаторе, электродетонаторе).

4.3 Энергия ударной волны (от взрыва соседних зарядов). Различают передачу энергии:

Лучшей средой для передачи детонации является воздух, вода, дерево, песок (по степени ухудшения).

5. **Кислородный баланс** – отношение кислорода, которое содержится в ВВ, к тому, которое необходимо для полного сгорания горючих компонентов (О:С).

По кислородному балансу все ВВ делятся

6.1 ВВ с положительным кислородным балансом – кислорода содержится больше, чем необходимо для полного сгорания горючих компонентов. При взрыве таких ВВ выделяется большое количество NO и NO₂.

6.2 ВВ с отрицательным кислородным балансом – кислорода содержится меньше чем необходимо для полного сгорания горючих.

При взрыве таких ВВ выделяется много CO и CO₂.

6.3 С нулевым кислородным балансом – кислорода содержится столько, сколько необходимо для полного сгорания горючих компонентов. На горных подземных работах применяются только ВВ с нулевым кислородным балансом.

6. **Гигроскопичность** – это способность ВВ впитывать влагу

7. **Старение** - потеря взрывчатых свойств с течением времени (улетучивание пузырьков воздуха из массы ВВ).

Контрольные вопросы

1. Что такое взрыв
2. Виды взрывов
3. Перечислите основные показатели ВВ
4. Что такое работоспособность, ед. измерения
5. что такое бризантность
6. Что такое кислородный баланс

2.2 Промышленные взрывчатые вещества

План:

1. Требования к промышленным ВВ.
2. Виды взрывчатых ВВ, пороха.
3. Иницирующие ВВ.

1. Требования к промышленным ВВ.

Для использования ВВ в горном деле они должны отвечать следующим требованиям:

1. пониженная чувствительность к начальному импульсу;
2. не должны быть вредными для организма;
3. должны обладать достаточной мощностью;

4. должны безотказно детонировать от современных СВ;
5. должны сохранять свои свойства в зарядах;
6. должны обладать водоустойчивостью;
7. должны быть безопасными в обращении, при транспортировке и хранении;
8. должны иметь невысокую стоимость.

Для выполнения этих требований во ВВ вещества вводят различные добавки.

1. Горючие вещества вводят для увеличения количества энергии, выделяемой при взрыве.
2. Окислители для окисления горючих компонентов – аммиачная, калиевая и натриевая селитра, перхлораты калия и натрия, жидкий кислород и т.д.
В качестве горючих веществ используют или жидкие компоненты (как правило, невзрывчатые, типа тонко измельченного угля, древесной муки, солярового масла), богатые углеродом и водородом или пудры (алюминия, магнезия), способные легко окисляться и выделять большое количество тепла и газов. Роль горючих веществ выполняют также некоторые взрывчатые компоненты (гексоген, тротил), имеющие в своем составе недостаточное количество кислорода для полного окисления углерода. При этом часть углерода реагирует с избыточным кислородом окислителя, повышая тем самым общую энергию взрыва.
3. Сенсibilизаторы – вещества, вводимые в состав ВВ для повышения его чувствительности к восприятию и передачи детонации. В качестве сенсibilизаторов обычно используют мощные чувствительные ВВ: тротил, нитроглицерин, нитроглицоль, гексоген. Иногда роль сенсibilизатора выполняют и невзрывчатые вещества, такие как соляровое масло (не более 6 %), уголь или древесная мука.
4. Стабилизаторы – вещества, вводимые в состав ВВ для повышения их химической и физической стойкости. В качестве стабилизатора в аммонитах используют древесную, жмыховую и торфяную муку, а в динамитах – мел и соду. Стабилизаторы, применяемые в аммонитах, выполняют также роль горючих добавок и разрыхлителей, уменьшая слеживаемость.
5. Флегматизаторы – вводят в состав ВВ для снижения чувствительности его к механическим воздействиям. В качестве флегматизатора используют гели, различные масла, тальк, парафин. Эти вещества обволакивают частицы ВВ, не вступая с ними в реакцию, и тем самым снижают его чувствительность к механическим воздействиям.
6. Пламегасители – вещества, добавляемые в ВВ для снижения температуры взрыва и уменьшения вероятности воспламенения метано- и пылевоздушных смесей в шахтах. В качестве пламегасителей применяют хлористый натрий, хлористый калий.
Аммиачно-селитренные ВВ безопасны в обращении и имеют сравнительно низкую стоимость.

2. Виды взрывчатых веществ, пороха.

Все ВВ по составу можно разделить на две большие группы:

Аммиачно-селитренные ВВ.

В настоящее время при проведении горно-разведочных выработок наибольшее распространение получили ВВ, основной составной частью которых является аммиачная селитра. Аммиачно-селитренные ВВ относятся к смесевым ВВ, состоящим из двух или нескольких механически смешанных веществ (как взрывчатых, так и невзрывчатых). Аммониты – самые распространенные ВВ этой группы.

Основные компоненты

- аммиачная селитра – кристаллический порошок белого цвета, слеживается, гигроскопичен. В аммоните аммиачной селитры примерно 80%.
- Тротил (тол) - негигроскопичен, нерастворимый, средней мощности. При взрыве выделяет много ядовитых газов.
- Примеси.
- Для снижения слеживаемости добавляется древесная мука, хлопковый жмых (аммонит № 7).
- Для снижения гигроскопичности используют водоустойчивую селитру марок ЖВ (аммонит № 6 ЖВ), асфальтит, парафин.
- Для увеличения мощности добавляют алюминиевую пудру, гексоген (скальный аммонит).
- Для понижения температуры взрыва добавляют пламегасители NaCl и KCl (предохранительные ВВ), например, ПЖВ – 20 и ВВ с индексом АП.

При проведении горных выработок применяются

1. аммонит № 6 ЖВ – в породах средней крепости и крепких, сухих и влажных;
2. аммонит скальный № 1;
3. скальный аммонит № 3.

Аммониты выпускаются в порошкообразном, патронированном и прессованном виде.

Нитроглицериновые ВВ

Отличаются от аммиачно-селитренных тем, что в их состав входит нитроглицерин в чистом виде или в смеси с нитроглицероном.

Нитроглицерин (тринитроглицерин $C_3H_5(ONO_2)_3$) – продукт нитрования глицерина азотной кислотой в присутствии серной кислоты. В чистом виде нитроглицерин – это бесцветная прозрачная маслянистая жидкость без запаха, которая при температуре + 13°C переходит в твердое состояние (замерзает). В обычных условиях слаболетуч. Нитроглицерин очень чувствителен к механическим воздействиям.

Нитроглицероном (динитроглицероном $C_2H_4(ONO_2)_2$) – продукт нитрования гликоля. Это прозрачная без запаха жидкость сладковатого вкуса. Обладает значительно меньшей, чем нитроглицерин токсичностью. Температура замерзания – 22°C. Нитроглицероном – мощное ВВ с нулевым кислородным балансом. Нитроглицероном применяют в смеси с нитроглицерином при изготовлении смесевых нитроглицериновых ВВ, которые разделяются на пластичные (динамиты) и порошкообразные (детониты, победиты).

Динамит состоит из аммиачной селитры, нитроглицерина, нитроглицероном и инертных веществ (сода, мел).

Он представляет собой светлую пластичную или желто-бурую массу, очень чувствительную к удару, пламени и трению.

Достоинства: высокая мощность, хорошие детонационные свойства и чувствительность к начальному импульсу, высокая плотность и пластичность, абсолютная водоустойчивость. Его целесообразно применять при взрывании в крепких обводненных породах, чаще всего при проходке стволов шахт.

Недостатки:

1. старение – способность при длительном хранении самоуплотняться, что приводит к потере способности к детонации.
2. Эксудация – выделение на поверхности патронов жидких нитроэфиров, что сопровождается повышенной чувствительностью.

При старении и эксудации динамиты подлежат уничтожению.

3. высокая чувствительность к удару, что повышает их опасность как при изготовлении, так и при применении.
4. замерзание при температуре +8, +10°C.
5. более высокая стоимость по сравнению с аммиачно-селитренными ВВ.

Детониты – смеси аммиачной селитры, тола, алюминиевой пудры и нитроэфира. Это малосыпучий, жирный наощупь, серебристо-серый или серебристо-коричневый порошок. Детониты мощные водоустойчивые ВВ и выпускаются только в патронированном виде. Применяются при взрывных работах в крепких и весьма крепких породах в подземных условиях.

Нитроглицериновые ВВ вытесняются аммиачно-селитренными ВВ.

Победиты – это предохранительные ВВ этой группы, в состав которых входят пламегасители.

Пороха.

Во взрывном деле находят применение дымный и бездымный порох. В горной промышленности применяют специально выпускаемый для горных работ так называемый минный порох, который является разновидностью дымного пороха и представляет собой зернистую массу, диаметр зерна крупного пороха 3-8,5 мм, мелкого – 1,5 – 3 мм.

Дымный порох состоит из калиевой селитры, древесного угля и серы. Его применяют при добыче штучного камня и в тех случаях, когда требуется обеспечить минимальное нарушение отбиваемого массива, а также для изготовления огнепроводных шнуров.

Бездымные пороха – это ВВ, изготовленные из нитрата целлюлозы с различным содержанием азота путем растворения их во взрывчатых и невзрывчатых растворителях. В состав этих порохов вводятся пламегасящие добавки, от чего при использовании не видно пламени и дыма. Бездымные пороха с наибольшей эффективностью используют при взрывании на выброс в породах средней крепости.

3. Иницирующие ВВ

Иницирующими называют такие ВВ, которые способны даже в малых количествах взрываться под действием начального импульса и вызывать при этом детонацию промышленных ВВ.

По чувствительности иницирующие ВВ делятся на первичные и вторичные.

К первичным (более чувствительным) иницирующим ВВ относятся гремучая ртуть, азид свинца, ТНРС (тринитрорезорцинат свинца). Они предназначены для иницирования более мощных, но менее чувствительных вторичных иницирующих ВВ: (тетрила, гексогена, тэна) которые, обладая большой скоростью детонации и более высокой иницирующей способностью, передают детонацию основному заряду промышленного ВВ. Первичные и вторичные иницирующие ВВ служат для снаряжения капсюлей – детонаторов, электродетонаторов, детонирующих шнуров.

Гремучая ртуть представляет собой белый или серый ядовитый кристаллический порошок. Взрывается при быстром нагревании до температуры 160°C, при слабых ударах, трении, царапании. Это наиболее чувствительное вещество. Хранят её в банках с водой, при изготовлении детонаторов гремучую ртуть прессуют, так как в таком виде она менее чувствительна к внешним воздействиям.

Азид свинца является одним из основных иницирующих ВВ. Представляет собой мелкий кристаллический порошок. Применяется главным образом при изготовлении детонаторов. Так как его чувствительность к огню, а также к удару и наколу ниже, чем у гремучей ртути азид свинца применяют вместе с ТНРС (тенересом).

Тенерес не растворяется в воде, представляет собой желтый кристаллический порошок. К искре чувствительность повышена, он безотказно от неё детонирует. В составе детонаторов он служит как промежуточное ВВ.

Вторичные инициирующие ВВ относятся к бризантным, основной формой разложения которых является детонация. Из-за малой чувствительности к внешним воздействиям они более безопасны.

Тетрил – кристаллический порошок бледно-желтого цвета, без запаха. От сильного удара или трения может взорваться.

Гексоген – очень мощное ВВ, белое кристаллическое вещество без запаха, негигроскопичен, с металлами не взаимодействует. Восприимчивость его к детонации и чувствительность к механическим воздействиям выше, чем у тетрила. Применяется для изготовления детонаторов и скальных аммонитов.

Тэн – белое кристаллическое вещество без запаха, в воде не растворяется, с металлами не взаимодействует. Применяется при изготовлении ДШ. Очень чувствителен к внешним механическим воздействиям.

Контрольные вопросы

1. Назовите требования выдвигаемые к ВВ
2. Перечислите виды ВВ
3. Что такое инициирующие ВВ, для чего они нужны?
4. Что вы знаете о порохам
5. Перечислите ВВ относящиеся к первичным инициирующим
6. Перечислите ВВ относящиеся ко вторичным инициирующим

Практическое занятие

Определить кислородный баланс ВВ при условии:

| № | Вещество | Химическая формула | Относительная атомная или молекулярная масса |
|----|-------------------|---|--|
| | Варианты | 1 | 2 |
| 1 | Аммиачная селитра | NH_4NO_3 | 80 |
| 2 | Гексоген | $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ | 222 |
| 3 | Гремучая ртуть | $\text{HgC}_2\text{O}_2\text{N}_2$ | 284 |
| 4 | Нитрогликоль | $\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_6\text{C}_4$ | 152 |
| 5 | Динитронафталин | $\text{C}_{10}\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_4$ | 218 |
| 6 | Калиевая селитра | KNO_3 | 101 |
| 7 | Калия хлорат | KClO_3 | 1225 |
| 8 | Калия перхлорат | KClO_4 | 1385 |
| 9 | Клетчатка | $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ | 162 |
| 10 | Натриевая селитра | NaNO_3 | 85 |
| 11 | Мука деревянная | $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_{10}$ | 362 |
| 12 | Нитроглицерин | $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$ | 227 |

| | | | |
|----|--------------------|-------------------|-----|
| 13 | Октоген | $C_4H_8N_8O_3$ | 296 |
| 14 | Пикриновая кислота | $C_6H_3N_3O_8$ | 229 |
| 15 | Тетранитрометан | CN_4O_8 | 196 |
| 16 | ТЭН | $C_5H_8N_4O_{12}$ | 316 |

Урок 4: Средства и способы взрывания

План:

1. Средства взрывания
2. Способы взрывания

1. Средства взрывания.

Средства, при помощи которых передается начальный импульс заряду ВВ и возбуждение взрыва (детонация), называются средствами взрывания.

Различают следующие средства взрывания:

1. Капсюль-детонатор КД;
2. Огнепроводный шнур ОШ;
3. Средства поджигания ОШ;
4. Электродетонатор ЭД;
5. Детонирующий шнур ДШ;
6. Средства электроогневого взрывания.

1. **Капсюль-детонатор** – состоит:

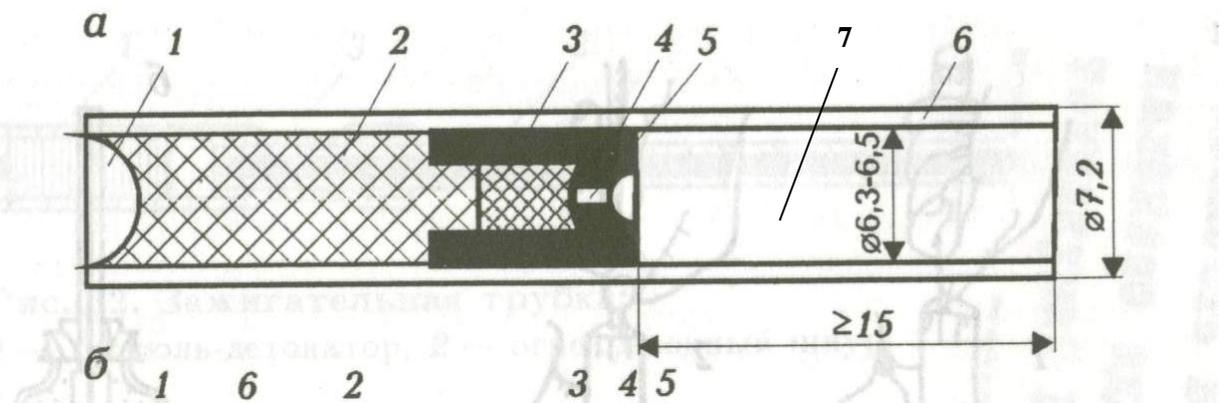


рис. 2.4

1. Кумулятивное углубление – для фокусирования энергии ударной волны.
2. Вторичное инициирующее (тетрил) для принятия детонации, усиления ее и передачи основному заряду. Если первичное гремучая ртуть, то гильза медная или бумажная, если азид свинца, то алюминиевая или бумажная.
3. Первичное инициирующее ВВ (гремучая ртуть, азид свинца). Если первичное – азид свинца, то сверху, для принятия искры укладывается ТНРС.
4. Чашечка – для уплотнения инициирующего ВВ.
5. Отверстие 2-2,5 мм для проникновения искры.
6. Металлическая или бумажная гильза $d \approx 7$ $l = 45-51$ мм
7. Дульце – для размещения ОШ.

Упаковка – по 100 штук в картонные коробки, дульцем вверх 10 коробок в картонный короб, а 5 коробов в металлический короб, который упаковывается в деревянный ящик.

2. **Огнепроводный шнур** состоит из пороховой сердцевины (дымный порох) с направляющей нитью и водоизолирующей оболочки. Оболочка шнура состоит из нескольких оплеток из льняных или х/б нитей.

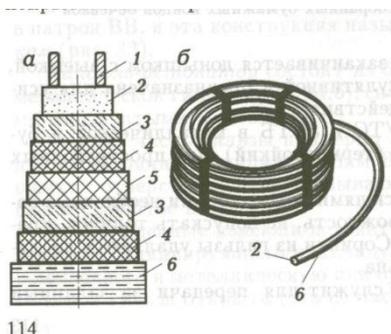


рис. 2.5.

1 – направляющие нити; 2 – пороховая сердцевина; 3 – оплетки; 4 – смолы; 5 – асфальт; 6 – полихлорвиниловая, гуттаперчевая или асфальтовая оболочка.

Диаметр ОШ 6 мм, скорость горения 1 см/с.

Различают:

ОШП – (пластикатные) – для условий повышения влажности и подводных взрывов.

ОША – для сухих и влажных забоев (асфальтированный).

ОШДА – двойной асфальтированный – для повышенной влажности (там же, где ОШП).

Упаковка – 10 м в круг, 25 кругов в бухту, 12 бухт – в деревянный ящик.

Средства поджигания ОШ

1. Спичка – по ПБ можно поджигать только 1 шнур.
2. Тлеющий фитиль – х/б или льняная сердцевина, пропитанная калиевой селитрой и сверху покрытая оплеткой, скорость «горения» 1-2 см/мин.
3. Зажигательная свеча – бумажная гильза, на 2/3 заполненная горючим веществом, а на 1/3 инертным («ручка») $d \approx 10$ мм $l = 20$ см. Имеется терочная пластинка. Зажигательная свеча имеет три цвета пламени:
 - Белое пламя – продолжительность горения 10-15 сек.
 - Красное – время зажигания шнуров.
 - Ярко-зеленое – продолжительность 15 сек. сигнализирует о конце горения.
4. Зажигательный патрон для группового зажигания ОШ.
5. Затравка – отрезок ОШ, надрезанный на части по числу поджигаемых шнуров.

3. Детонирующий шнур - ДШ

Отличается от ОШ тем, что сердцевина состоит из тэна. Скорость горения 7000 м/с. ДШ «загорается» от КД, ЭД или патрона – боевика, привязанных к ДШ. Наружная белая оболочка имеет красные нити или красный цвет у пластикатных оболочек.

ДША, ДШДА, ДШП (водоустойчивые).

В стадии испытания находятся детонационные ленты ДЛ – ленты покрытые слоем ВВ.

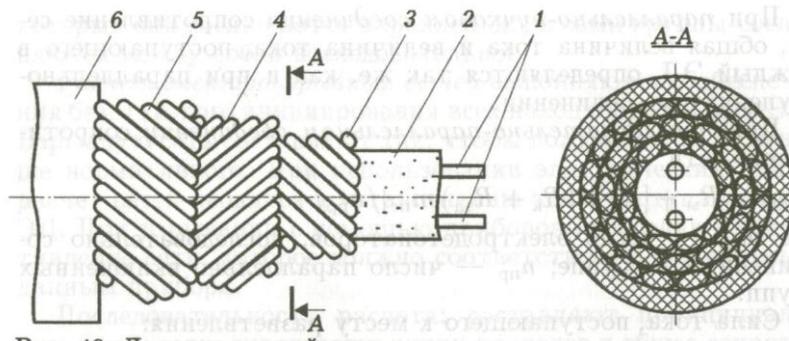


рис. 2.6

- 1 – направляющие нити; 2 – взрывчатая сердцевина шнура;
 3,4,5 – соответственно первая, вторая и третья спиральные оплетки;
 6 – внешняя изолирующая оболочка.

4. Электродетонаторы - отличаются от КД тем, что имеет электровоспламенитель для преобразования электрического тока в тепловую энергию (искру). Электровоспламенители бывают 3-х типов:

1. с металлическим мостиком (мостик накаливания);
2. с токопроводящим составом – головка, которая возгорается за счет тепла, образованного при прохождении тока через воспламенительный состав;
3. срабатывают от искры при пробое электровоспламенительного состава между электродами.

В настоящее время применяются (и выпускаются) первые.

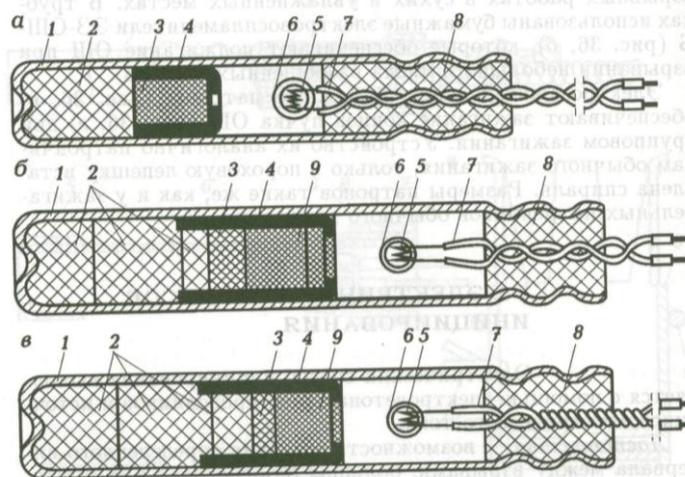


рис. 2.8.

- 1 – гильза; 2 – вторичный заряд; 3 – первичный заряд; 4 – чашечка;
 5 – мостик накаливания; 6 – воспламенительная головка; 7 – детонаторные провода;
 8 – пластмассовая пробка; 9 – зажигательный состав
 а – ЭД мгновенного действия; б – ЭД замедленного действия;
 в – ЭД короткозамедленного действия;

Упаковка – по 5 штук в ряд, 45-50 штук в коробке, затем в металлические короба, запаянные а затем в деревянные ящики.

По принципу действия различают:

1. ЭД – мгновенного действия – электровоспламенитель находится непосредственно перед отверстием чашечки. Выпускается несколько марок ЭД: предохранительные (толстостенные гильзы, пламегаситель на дне гильзы, снаружи гильзы слой пламегасителя).
2. ЭДКЗ – короткозамедленного действия – между электровоспламенителем и чашечкой гильза замедляющего состава (свинцовый сурик с кремнием, ферросилиций и др.). Выпускаются ЭДКЗ (замедление в милс).
ЭД-КЗ-15 - через 15, 15, 30, 45, 60 милс.
ЭДКЗ-25 - 25, 50, 75, 100, 150, 250 милс.
Имеются ЭДКЗ дополнительные с замедлением 35, 70, 110 милс.
В одну электровзрывную сеть лучше брать ЭД одинакового замедления.
3. ЭДЗД – замедленного действия отличаются от ЭДКЗ тем, что у них замедление больше 500 милс.

В настоящее время выпускаются ЭДЗД с интервалами замедления 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2; 4; 6; 8; 10 с.

Применять ЭДЗД в шахтах опасных по газу и пыли запрещается ПБ.

ЭД подразделяются на не предохранительные и предохранительные (в индексе буква П).

Провода. Медные, алюминиевые или стальные в полихлорвиниловой или полиэтиленовой оболочке. Длина 1-4м. (воспламенительные). На горных подземных работах для магистральных проводов применяются шахтные гибкие кабели с резиновой изоляцией жил и негорючей резиновой оболочкой.

Взрывные машинки - в настоящее время выпускаются только конденсаторные взрывные машинки: индикаторные, аккумуляторные и батарейные.

При проходке горных выработок в неопасных условиях при числе шпуров № до 100 шт. чаще всего применяется взрывная машинка КПМ – 1А.

Контрольно-измерительные приборы – для определения исправности сети и ее сопротивления.

Измерительный мостик Р-353.

Линейный мостик взрывника ЛМ-1.

ВИО – 3 (взрывной испытатель), омметры ОВЦ-2 и М-57

2. Способы взрывания

При любом способе взрывания намечается граница опасной зоны, выставляются посты и подаются сигналы.

1. Предупредительный – один длинный, после этого сигнала все лица, не связанные со взрывными работами удаляются за пределы опасной зоны.

2. Боевой сигнал – два длинных, после этого сигнала взрывник поджигает ОШ или включает ток.

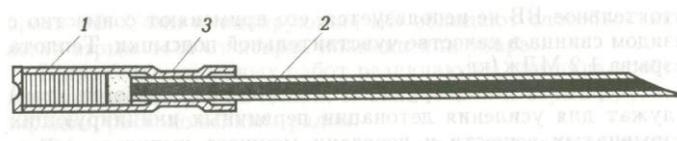
3. Отбойный сигнал – три коротких. Этот сигнал означает окончание взрывных работ.

Урок 5: Способы взрывания.

Огневое взрывание.

Состоит из следующих последовательных операций.

1. Изготовление зажигательной и контрольной трубок.



1 – капсюль-детонатор; 2 – огнепроводный шнур; 3 – место отжима.

рис. 2.14.

Зажигательная трубка – это отрезок ОШ, вставленный в КД. Длина зависит от количества поджигаемых шнуров и времени на отход взрывника

$$L_{\min} = (nt+T)V, \text{ см} \quad (2.3)$$

n – число поджиганий;

t – среднее время на одно поджигание; $t=(5-10)\text{с}$;

T – время на отход взрывника в безопасное место, $T\geq 60\text{с}$;

V – средняя скорость горения ОШ; $V=1 \text{ см/с}$.

Длина зажигательной трубки не может быть $<1\text{м}$.

Готовится зажигательная трубка на мягком столе (войлок или толстая резина, толщиной 3мм) с бортиками в специальном помещении здания подготовки ВМ или под открытым небом за пределами опасной зоны и на расстоянии не $<25\text{м}$ от места хранения ВМ.

При изготовлении трубок от каждого круга ОШ отрезают с торцов по 5 см., нож должен быть острым, один конец отрезается косо, другой – перпендикулярно оси.

Контрольная трубка отличается от зажигательной тем, что длина ее на 60 см меньше. Гильза должна быть бумажной. Поджигается первой и бросается на 5 м в противоположную сторону отхода в укрытие.

2. Изготовление патрона – боевика.

Патрон-боевик – это патрон ВВ со вставленной в него зажигательной трубкой. Готовится, как правило, на месте взрывных работ.

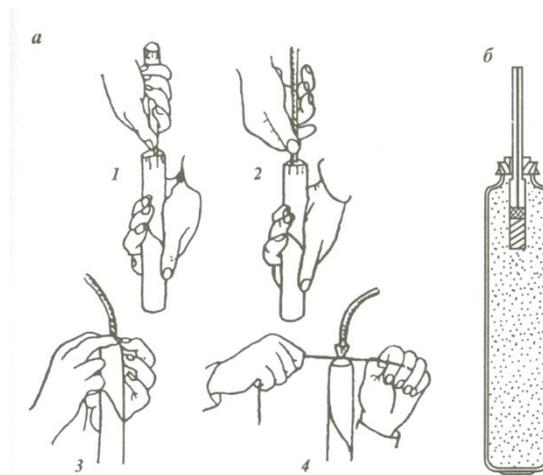


рис. 2.15.

3. Заряжение шпура.

Патрон – боевик, как правило, посылается последним.

4. Забойка шпура. Лучшей забойкой является смесь глины с песком. По ПБ длина забойки должна быть $\geq 1/3$ глубины шпура.

5. Поджигание ОШ и взрыв.

Количество взрывов считается (на слух).

Условия применения. При проходке горизонтальных и наклонных выработок с углом наклона $<30^\circ$ в условиях не опасных по газу и пыли.

Достоинства – простота, отсутствие применения приборов, неопасность при наличии блуждающих токов.

Недостатки – повышается опасность, невозможность проверки приборами качества заряжения, дополнительное количество ядовитых газов при горении ОШ.

Электрическое взрывание
Последовательность операций:

1. Проверка и подбор ЭД по сопротивлению производится в специальном помещении склада ВМ на мягком столе. Для этого применяются специальные контрольно-измерительные приборы омметры Р-3043, измерительный мост Р-353, а ЭД помещают в металлическую трубу или за специальную перегородку. По ПБ в одну электровзрывную сеть можно соединять ЭД с равным сопротивлением или с разницей 0,3 ом для константановой проволоочки или 0,5 ом - для нихромовой.
2. Расчет и выбор схемы соединения сети. Существуют следующие схемы соединения электровзрывной сети:
 - последовательная;
 - параллельная;
 - смешанная;
3. Изготовление патрона – боевика. Патрон-боевик – это патрон ВВ с вставленным в него ЭД.

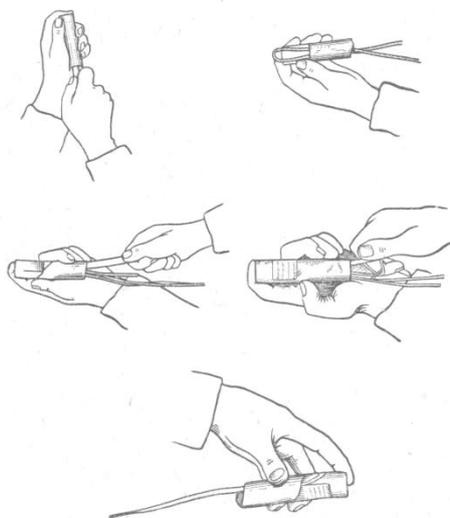


рис. 2.20.

Как правило, производится на месте взрывных работ.

- 4-5 Зарядание и забойка шнура производится аналогично огневому взрыванию.
6. Монтаж сети по выбранной схеме производится от зарядов к источнику тока. Различают проводники детонаторные (воспламенительные), участковые (соединительные) и магистральные. Магистральные провода могут быть проложены заранее, но замкнуты накоротко. Место соединения проводников называется сростком. Сростки бывают временные и постоянные. Временными сростками соединяются детонаторные между собой и с участковыми. Постоянными – участковыми с магистральными и магистральные между собой.
7. Проверка электровзрывной сети по сопротивлению. Разница между фактическим и расчетным сопротивлением не должны превышать 10 %
8. Магистральные провода присоединяются к источнику тока, и производится взрыв. Подход к месту взрыва разрешается не ранее чем через 5 минут после полного проветривания места взрыва. При отказе магистральные провода замыкаются накоротко. К месту взрыва разрешается подходить не раньше, чем через 10 минут.

Условия применения. Электрическое взрывание можно применять в любых условиях.

Достоинства: безопасность взрывника при производстве взрывных работ, возможность проверить качество, возможность создания интервалов между взрывами. Недостатки: сложность выполнения, необходимость расчета электровзрывной сети, высокая стоимость средств инициирования.

Взрывание детонирующим шнуром.

В основном применяется на открытых работах при электродетонаторах ЭДКЗ, реже - ЭД. В отдельных случаях может применяться на подземных горных выработках. Передача детонации от заряда к заряду производится с помощью ДШ, а для замедления используются специальные устройства - пиротехническое реле типа КЗДШ. При температуре больше 30° сети прикрываются от лучей солнца, так как изоляция плавится, кроме ДШП. В стадии промышленных испытаний находятся так называемые дистанционные ленты ДЛ, состоящие из основания (ленты) покрытой ВВ.

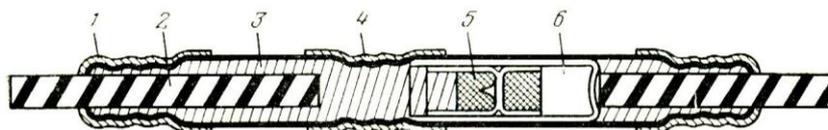


рис. 2.21.

Пиротехническое реле замедления КЗДШ предназначено для короткозамедленного взрывания сетей ДШ. Замедление 10, 20, 35, 50, 75, 100, 125, 175, 200 м/с. КЗДШ передает детонацию только в одном направлении, что требует повышенного внимания при монтаже. Направление детонации на трубке указано стрелкой. Реле представляет собой жесткую бумажную трубку, в которую вставлен замедляющий элемент, состоящий из КД и пиротехнического замедлителя из окиси меди и алюминиевой пудры. С обеих сторон с помощью алюминиевых колпачков закреплены отрезки ДШ. Первым при взрыве детонирует входящий (длинный) отрезок ДШ. Детонационная волна воспламеняет замедлитель, пламя которого инициирует КД, а его взрыв инициирует короткий отрезок ДШ, выходящий из трубки.

Достоинства:

Простота, безопасность, возможность одновременного взрывания большого числа зарядов.

Недостатки:

Невозможность контроля правильности монтажа с помощью прибора и относительно высокая стоимость работ.

Электроогневое взрывание.

При электроогневом взрывании детонатор взрывается от пламени ОШ, подожженного электровоспламенителем; в качестве средств зажигания ОШ применяется электрозажигательные трубки (ЭЗТ- 2), электрозажигатели (ЭЗ-ОШ-Б) и электрозажигательные патроны. Применяется при большом количестве одновременно взрывааемых зарядов, а также при буровзрывных работах в вертикальных и наклонных выработках с углом наклона больше 30° . Достоинством является простота и дешевизна. Недостатки те же, что и при огневом взрывании, но ОШ поджигается в безопасном месте.

Контрольные вопросы

1. Перечислите средства взрывания которые вы знаете
2. Опишите конструкцию капсуль-детонатора
3. Опишите конструкцию и особенности ОШ
4. Что такое ДШ.
5. Чем отличается КД от ЭД
6. Какие способы взрывания вы знаете
7. Этапы огневого взрывания
8. Этапы электрического взрывания

9. Сущность взрывания при помощи ДШ
10. Опишите электроогневое взрывание

Урок 6 Хранение и транспортировка взрывчатых материалов ВМ.

План:

1. Испытание и уничтожение ВМ
2. Хранение ВМ
3. Транспортировка ВМ

1. Испытание, хранение, уничтожение взрывчатых материалов

Взрывчатые вещества (ВВ) и средства взрывания (СВ) во время транспортирования и хранения могут изменить свои основные свойства и тем самым стать источником опасности при их применении. Поэтому по истечении гарантийного срока, а также и во всех случаях, когда возникает сомнение в доброкачественности взрывчатых материалов (ВМ), проводят испытания их и недоброкачественные ВМ уничтожают.

Все взрывчатые материалы подвергаются тщательному наружному осмотру тары и упаковки, чтобы установить: отсутствие повреждений тары, наличие четких трафаретов, наличие неповрежденной обвязки и пломбировки, отсутствие следов подмокания, целостность внутренней упаковки и др.

При наличии дефектов в таре и упаковке последние отсортировывают в отдельную партию и из нее отбирают образцы для испытаний в количестве, большем чем обычно. Аммиачно-селитренные ВВ испытывают на влажность и на передачу детонации.

Для испытания на влажность отбирают пробы – навески по 50г и помещают в тарировочные чашки или бюксы и затем в термостатах сушат при температуре 65°C. Убыль в весе позволяет определить процент влажности. Испытание на передачу детонации описано выше.

Динамиты проходят испытания на химическую стойкость, на экссудацию и на передачу детонации.

Химическая стойкость определяется при помощи специальной водяной бани и реагентной йодокрахмальной бумажки, до половины предварительно смазанной 50%-ным водным раствором глицерина. Бумажка подвешивается в пробирке, на доньшке которой находится навеска 3г ВВ, тщательно смешанного с 6г талька. Пробирка помещается в бане, где температура воды 75°C. Через некоторое время на смазанной части бумажки начнет появляться бурая черта. Время до появления этой черты и является показателем химической стойкости. Если этот показатель ниже 10мин, то такие ВВ считаются нестойкими, и они подлежат срочному использованию или уничтожению.

Экссудация динамита заключается в выделении из него жидких нитроэфиров в виде маслянистых пятен на внутренней стороне обертки патронов. Допускается ширина полоски не более 6мм и то на стыке внутреннего края обертки с налегающим на него следующим ее слоем.

Эксудирующие ВВ подлежат уничтожению.

Испытание капсюлей-детонаторов заключается в наружном осмотре: проверяется, нет ли трещин и раковин у металлических гильз, нет ли отслаивания бумаги у дульца бумажных гильз. Кроме того, их испытывают на полноту взрыва. От прошедших осмотр детонаторов отбирают 10%, но не менее 3 детонаторов, из них готовят зажигательные трубки и взрывают по одному патрону. При этом не должно быть отказов и неполных взрывов.

Электродетонаторы дополнительно при наружном осмотре проверяются на отсутствие расшатанности проводников в месте их ввода в гильзу и отсутствие трещин на мастике, скрепляющей проводники с гильзой.

Кроме этого, электродетонаторы проверяются на групповое взрывание, для чего последовательно их соединяют в группы по 20 шт. При взрыве от тока силой в 2а не должно быть отказов или неполных взрывов.

Огнепроводный шнур проверяется путем наружного осмотра, чтобы не было переломов, утолщений, трещин в оплетке и других видимых дефектов. Одновременно отбираются пробы на определение скорости горения. Не должно быть случаев затухания, а скорость горения отрезка в 60см должна быть 60—69сек. Огнепроводные шнуры, предназначенные для мокрых работ, перед определением скорости горения выдерживаются в течение 1ч в воде на глубине 1м. Детонирующий шнур, так же как и ОШ, проверяют путем наружного осмотра (по тем же показателям), а затем испытывают на безотказность взрывания. Для этого берут три круга ДШ и от каждого отрезают пять отрезков по 1 м. Оставшиеся куски по 45 м соединяют между собой, и они служат магистралью общей длиной 135м. К этой магистрали через каждые 9м прикрепляют метровые отрезки внакладку. Вся сисУрок не должна дать отказов или неполноты детонации. Детонирующие шнуры, предназначенные для работ в мокрых условиях, предварительно, как и огнепроводные, должны замачиваться. Если детонирующие шнуры предназначаются для применения в условиях высоких температур, то перед испытанием на безотказность детонации и замачивание предварительно нагревают испытуемые образцы в течение 4ч при температуре 60°С.

Признанные непригодными взрывчатые материалы подвергаются уничтожению. Взрыванием уничтожают детонаторы и детонирующие шнуры, а также ВВ, если имеется уверенность в полноте их взрыва. Уничтожать лучше в ямах, размещая патроны-боевики сверху уничтожаемых взрывчатых материалов. Это уменьшает возможность разброса несдетонированных ВМ. Сжиганием уничтожаются огнепроводные шнуры, средства зажигания и ВВ. Сжигают ВВ без тары, рассыпая их дорожкой шириной не более 30см при толщине слоя не более 10см. Динамиты сжигаются в кострах партиями не более 5кг.

Для уничтожения взрывчатых материалов взрыванием или сжиганием отводится специальная площадка, где должны быть приняты соответствующие меры безопасности. ВВ неводостойкие — аммониты и дымные пороха (за исключением низкопроцентных нитроглицериновых ВВ) — могут уничтожаться растворением. Для этого в бочки или другие сосуды на 10кг ВВ заливают не менее 125л воды и растворяют ВВ. Нерастворимые остатки собираются и уничтожаются сжиганием. В благоприятных условиях (в глубоких местах моря) можно потопить неводостойкие ВМ, причем потопление осуществляется в заводской таре.

2. Хранение взрывчатых материалов. Для хранения ВМ устраивают специальные склады, которые в зависимости от срока службы могут быть постоянными, временными и кратковременными. Постоянные расходные склады могут быть поверхностными, полууглубленными, углубленными и подземными. Типовое хранилище поверхностного склада ВМ показано на рис. 72. Емкость такого хранилища не более 16т ВВ. Располагаются они в стороне от населенных пунктов и промышленных сооружений и ограждаются забором высотой не менее 2м.

В условиях проведения разведочных работ обычно устраивают временные или даже кратковременные расходные склады. Здания временных складов могут быть дощатые, глинобитные, земляные. Деревянные стены и крыши покрываются огнезащитной краской. Срок службы до 2лет. Временные склады должны быть обеспечены средствами противопожарной и грозовой защиты. Склад должен быть огорожен любым материалом и круглосуточно охраняться. Освещение в складах допускается аккумуляторными или предохранительными бензиновыми лампами.

При сроке службы складов до 6 месяцев они являются кратковременными и могут устраиваться в шалашах, пещерах, палатках, на грузовых автомашинах.

В шалашах и пещерах совместно можно хранить не более 3т ВВ и 10000 детонаторов, а при размещении ВВ и СВ в разных хранилищах соответственно ВВ до 18т, а детонаторов до 25 000 шт. На грузовой машине, оборудованной под склад, должно быть не более $\frac{2}{3}$ ее грузоподъемности и не более 5000 детонаторов, причем детонаторы должны помещаться в отдельном запирающемся ящике, обитом внутри войлоком.

Кратковременные склады также должны круглосуточно охраняться и иметь хотя бы простейшие виды ограждения (веревки, колючая проволока, жерди и т. п.).

Пункты хранения должны размещаться от места взрывных работ не менее чем на 300м, а от дорог, жилых строений и железнодорожных путей это расстояние определяется в отношении действия воздушной волны по формуле

$$r_B = k_B \sqrt{q}$$

где r_B — безопасное расстояние, м;

q — вес заряда ВВ (емкость склада), кг;

k_B — коэффициент пропорциональности, который в этом случае равняется 5—8.

Расстояния между отдельными хранилищами принимаются такими, чтобы при взрыве одного хранилища не пострадали другие, и рассчитываются по формуле

$$r = k \sqrt{q}$$

где r — расстояние, безопасное в отношении передачи детонации, м;

k — коэффициент пропорциональности. При хранилищах с аммонитами и низкопроцентными динамитами $k = 0,25$, а при высокопроцентных динамитах $k = 0,5 \div 0,7$;

q — емкость хранилища, кг.

Расстояние хранилищ с детонаторами и детонирующими шнурами до хранилища с ВВ определяется по формуле

$$r_D = 0,06 \sqrt{n}$$

где n — число детонаторов в хранилище (1м ДШ приравнивается 5 детонаторам).

На каждом складе должны вестись книги учета взрывчатых материалов, пронумерованные, прошнурованные и скрепленные подписью и печатью контролирующей организации.

Поступление взрывчатых материалов на склад, выдача со склада, а также возврат ВМ записывается в книгу прихода и расхода. Ежедневно необходимо подсчитывать остаток ВМ и сверять с наличием. Выдача ВМ из складов производится по наряд - путевке, в которой указывается место работы, число зарядов и количество ВМ.

3. Транспортирование взрывчатых материалов.

При разведочных работах транспортирование ВМ обычно осуществляется автомобильным, гужевым или выючным транспортом или переносится как ручная кладь.

Автомшины, предназначенные для транспортирования ВМ, должны быть исправными, оборудованы глушителями и иметь два пенных огнетушителя. Перевозить ВВ и детонаторы с детонирующими шнурами необходимо отдельно; только в особых случаях с наличием разрешения можно перевозить вместе на одной машине ВВ не более 500 кг, а детонаторов не более 5000 шт.

Ящики с взрывчатыми материалами укладываются плотно не более чем в 2 ряда с войлочной прокладкой на дне и между рядами. Вес ВМ должен составлять не более $\frac{2}{3}$ грузоподъемности машины, и только вес аммиачно-селитренных ВВ может быть равен грузоподъемности машины. Взрывчатые материалы хорошо покрывают брезентом и тщательно увязывают.

При гужевом транспорте на одноконную повозку разрешается грузить нитроглицериновых ВВ до 300кг, а аммиачно-селитренных - до 500 кг, при пароконных брйчках соответственно 500 и 800 кг. Передвижение взрывчатых материалов при гужевом транспорте должно осуществляться шагом, а при автомобильном — со скоростью не

более 20 км/ч. Только при отсутствии детонаторов, детонирующих шнуров и нитроглицериновых ВВ скорость может быть увеличена. На автомобилях и повозках при перевозке взрывчатых материалов выставляются отличительные знаки (красный флаг).

Остановки в пути разрешаются только вне населенных пунктов не ближе 200м от жилых строений и 100м от проезжей дороги.

Переноска взрывчатых материалов производится в брезентовых или кожаных сумках или в легких фанерных ящиках. Сумки для переноски детонаторов обшиваются внутри мягким материалом, взрывчатые вещества и средства взрывания переносятся в разных сумках и не более 10кг, если же переносятся только ВВ, то это количество может быть увеличено до 20кг. Средства взрывания переносятся только взрывниками, а ВВ могут подноситься подносчиками. При спуске взрывчатых материалов в стволы шахт в бадьях скорость ее движения не должна превышать 2 м/сек. Отдельно опускаются ВВ и патроны-боевики. В клетях также спускаются отдельно ВВ и средства взрывания. При спуске СВ или нитроглицериновых ВВ скорость должна быть не более 2м/сек, а при аммиачно-селитренных ВВ скорость до 4м/сек. При спуске взрывчатых материалов в бадьях и клетях присутствие рабочих и взрывников не допускается.

Урок 7 Технология и техника бурения шпуров.

План:

1. Способы бурения
2. Оборудования для бурения шпуров при проходке горных выработок
3. Выбор типа бурильной машины

1. Способы бурения

В зависимости от нагрузки, разрушающей горные породы при бурении, различают ударно-поворотный (или ударный), вращательный, ударно-вращательный и вращательно-ударный способы.

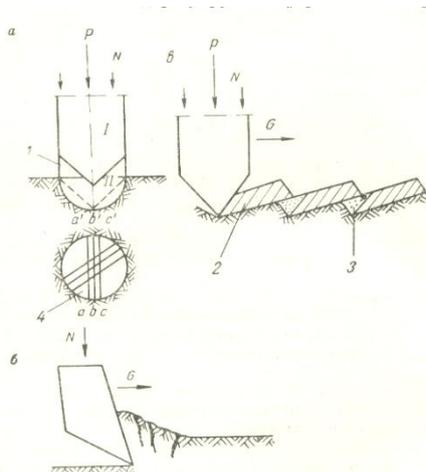


рис. 2.24

Ударно-поворотный способ бурения. При этом способе по забою шпура до скважины буровым инструментом (буром) наносится большое число ударов (1800—2500 в минуту) и одновременно инструмент поворачивается между каждым ударом на некоторый угол (обычно 10—15°). Наконечник или часть бурового инструмента, непосредственно разрушающая породу, называется головкой бура, а в том случае, если она съемная — съемной коронкой.

Вращательный способ бурения. При вращении бурового инструмента одновременно происходит поступательное его движение на забой скважины, резец внедряется в породу и как бы снимает стружку толщиной, равной величине подачи инструмента за один оборот, разделенной на число лезвий (рис.6).

Для вращательного бурения характерны большой крутящий момент и большое осевое усилие при отсутствии ударной нагрузки.

Ударно-вращательный способ бурения заключается в том, что по вращающемуся в забое шпура или скважины инструменту периодически наносят удары, совмещая тем самым принципы ударно-поворотного и вращательного способов бурения.

Вращательно-ударный способ бурения отличается от ударно-вращательного тем, что при нем большая часть энергии, подводимой к буровой машине, расходуется на вращение инструмента и меньшая — на ударную нагрузку. В отличие от ударно-поворотного бурения, при вращательно-ударном бурении необходимо большое осевое усилие. Этот способ применяется при бурении в породах с коэффициентом крепости, по профессору М.М. Протоdjаконову, от 6 до 14.

Наиболее экономичный — вращательный способ бурения. Применение его технически возможно для бурения шпуров в породах и рудах мягких и средней крепости и для бурения скважин в крепких породах (шарошечное, алмазное бурение).

Кроме рассмотренных механических способов бурения, известны такие, при которых буровой инструмент непосредственно не разрушает породу, а вызывает отделение частиц породы сообщаемым ей теплом, звуком, электрическим током и т.д.

2. Оборудование для бурения шпуров при проходке горных выработок

Общие сведения.

На открытых и подземных горных выработках шпуры бурят машинами:

- ударно-поворотного действия;
- ударно-вращательного действия;
- вращательного действия.

Бурильные машины ударно-поворотного действия.

Бурильная машина ударно-поворотного действия представляет собой одноцилиндровый двигатель, в котором поршень-ударник под действием сжатого воздуха совершает возвратно-поступательное движение и наносит удар по буру, лезвие которого внедряется в породу. После каждого удара бур поворачивается на определенный угол. Разрушенная буром порода удаляется из забоя шпура.

Бурильные машины ударно-поворотного действия (перфораторы) предназначаются для бурения шпуров в породах У-ХХ категории.

таблица 2.1

| Перфоратор | Масса, кг | Энергия удара, Дж | Частота ударов, с-1 | Крутящий момент, Н м | Расход воздуха, м ³ /мин | Номинальное давление воздуха, МПа | Диаметр шпуров, мм | Глубина шпура, м | Коэффициент крепости f горных пород |
|-------------------------------|-----------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|------------------|-------------------------------------|
| Переносные перфораторы | | | | | | | | | |
| ПП36 (ПР20) | 24 | 36 | 38; 33 | 18 | 2,7 | 0,5 | 32-40 | 2 | 12 |
| ПП50 (ПР25) | 30 | 50 | 34 | 20 | 3,3 | 0,5 | 36-40 | 3 | 14 |
| ПП54 (ПР27) | 32 | 54 | 38; 33 | 26,5 | 4,1 | 0,5 | 40-46 | 4 | 14 |
| ПП63 (ПР30) | 35 | 60 | 30 | 26,5 | 3,8 | 0,5 | 40-46 | 5 | 20 |
| Колонковые перфораторы | | | | | | | | | |
| ПК 50 | 50 | 88; 26 | 33,4 | 49 | 5,7 | 0,5 | 40-65 | 12 | 16 |
| ПК 60 | 60 | 90 | 45 | 160 | 9,2 | 0,5 | 40-65 | 25 | 16 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------|-----|-------|----|----|
| ПК 75 | 75 | 176,6 | 37 | 255 | 12,7 | 0,5 | 40-85 | 50 | 16 |
| | Телескопические перфораторы | | | | | | | | |
| ПТ 38 | 38 | 49; 46 | 43,3; 40 | 19,6 | 3,2-3,4 | 0,5 | 36-40 | 4 | 17 |
| ПТ 48 | 48 | 86,3; 80,4 | 43,3; 38,4 | 32,3; 29,4 | 5,3-5,9 | 0,5 | 52-45 | 15 | 20 |

3. Выбор типа бурильной машины

Выбор бурильной машины для бурения шпуров в подземных выработках рекомендуется производить по СНиП III-11—77. В табл. даны типы бурильных машин, предназначенных для бурения шпуров в горизонтальных, наклонных и восстающих выработках, в зависимости от коэффициента крепости пород по М. М. Протоdjяконову. В связи с высокой крепостью пород при проведении разведочных выработок преимущественное применение находят тяжелые ручные перфораторы, а при использовании бурильных установок СБК. Н-2М — бурильные машины ПК-60.

Выбор бурильной машины для бурения в горизонтальной выработке необходимо осуществлять, руководствуясь следующими основными положениями:

тип бурильной машины должен соответствовать крепости пород в обуриваемом забое;

размеры зоны бурения должны быть больше или равны высоте и ширине забоя; максимальная глубина шпуров, указанная в технической характеристике бурильной машины (или установки), должна быть сверена с максимальной глубиной шпуров, приведенных в паспорте БВР;

ширина бурильной установки не должна быть больше транспортных средств (вагонеток, электровозов, погрузочно-транспортных машин).

Организационно-технические мероприятия при бурении шпуров заключаются в следующем. Рабочее место проходчика (бурильщика) должно быть хорошо проветрено, освещено, закреплено в соответствии с паспортом крепления, а взорванная масса убрана. В начале смены проходчик обязан осмотреть забой и привести его в безопасное состояние путем оборки кровли и боков выработки от отслоившихся кусков породы. При бурении ручным перфоратором с пневмоподдержкой или установкой УПБ-1 проходчик подносит их к забою, проверяет исправность и смазывает. Подводящие штанги и воздухопровод не должны иметь утечек — все соединения должны быть плотными. Перед подсоединением к бурильной машине шланги продувают сжатым воздухом. Затем рабочий размечает шпуры в соответствии с паспортом БВР, подсоединяет бурильную машину к шлангу, подносит и вставляет забурник в перфоратор или раскрепляет бурильную установку УПБ-1 в забое, опробует работу бурильной машины и при необходимости выполняет мелкий ремонт.

В процессе бурения проходчик должен следить за промывкой шпура от буровой мелочи, производить замену коронок и контролировать смазку бурильной машины, не допускать перегибов шланга под острым углом и соблюдать заданные паспортом БВР направления шпуров и выдерживать площадь сечения выработки. Проходчик обязан периодически орошать забой с целью пылеподавления.

таблица 2.2

| Выработки | Тип бурильной машины | Характеристика пород | | Бурильная машина |
|----------------------------|--|---|-------------------|--|
| | | коэффициент крепости по М.М. Протоdjяконову | категория по СНиП | |
| Горизонтальные и наклонные | Бурильные установки, навесное бурильное оборудование на погрузочных машинах: | | | |
| | вращательного действия | 2-6 | V-VII | БУЭ |
| | вращательно-ударного действия | 7-12 | VIII-IX | БУ-110-1-1М для $f=2-9$; БГА-1М для $f \leq 11$ |
| | ударно-поворотного действия: | | | |
| | колонковые | >12 | IX и | ПК-80, ПК- |

| Выработки | Тип бурильной машины | Характеристика пород | | Бурильная машина |
|-----------------------------------|--|--|-------------------|------------------|
| | | коэффициент крепости по М.М. Протодяконову | категория по СНиП | |
| | | | выше | 75 ГП-1, ГП-2 |
| | Ручные перфораторы, в том числе на установках УПБ-1 | >4-5 | Выше VII-VIII | ПП-54, ПП-63 |
| Восстающие с углом наклона 60-90° | Телескопические перфораторы или специальные бурильные машины, входящие в комплекс. | >4-5 | Выше VII-VIII | ПТ-36М и др. |

Практическое занятие

Рассчитать основные параметры БВР и составить схему расположения шпуров.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ШПУРОВ В ЗАБОЕ.

1. Длина шпура

$$l_m = (0.7 - 0.9)B, м$$

B – ширина выработки вчерне, м

0,7 для пород XVIII-XX категории

0,8 для пород XVI-XVII категории

0,9 для пород V-XV категории

2. Длина вспомогательного и оконтуривающего шпуров $l_{oc} = l_{jr} = l_m, м$

3. Длина врубового шпура $l_{ep} = 1,2 \cdot l_{ок}, м$

4. Количество шпуров на цикл

$$N = 2 \cdot 7 \sqrt{fS_r}, ум$$

f – коэффициент крепости по Протодяконову

S_r – площадь сечения вчерне, м²

5. Количество врубовых шпуров $N_{cp} = \frac{1.0 \cdot N}{3}, ум$

6. Количество оконтуривающих шпуров $N_{ок} = \frac{1.5 \cdot N}{3}, ум$

7. Количество вспомогательных шпуров $N_{oc} = N(N_{ep} + N_{ок}), ум$

Пользуясь конспектом выбрать тип вруба и составить схему расположения шпуров для следующих условий:

| № | Выработка | Площадь сечения вчерне, м ² | Размеры вчерне, мм | | | Категория пород по ЕНБ |
|---|-------------------|--|---------------------------|-------|--------|------------------------|
| | | | Ширина | Длина | Высота | |
| 1 | Горизонтальная ПС | 5,4 | 2070 | - | - | XX |
| 2 | Горизонтальная Т | 4,4 | Кровли-1700 Почвы 2240 | | | XVIII |
| 3 | Шурф П | 32 | 1820 | 2440 | - | VIII |
| 4 | Шурф П | 0,9 | 1080 | 1400 | | XVIII |
| 5 | Шурф П | 1,5 | 1180 | 1880 | - | XIV |

| | | | | | | |
|----|-------------------|-----|---------------------------|------|------|-----|
| 6 | Горизонтальная Т | 3,7 | Кровли 1480 Почвы 2000 | | 2110 | XII |
| 7 | Шурф П | 3,2 | 1500 | 2120 | - | XV |
| 8 | Шурф П | 2,3 | 1180 | 1880 | - | VI |
| 9 | Шурф П | 4,3 | 1820 | 2440 | - | XII |
| 10 | Горизонтальная ПС | 8,8 | 3600 | - | 2700 | IX |
| 11 | Горизонтальная ПС | 8,2 | 3400 | - | 2400 | XIX |
| 12 | Горизонтальная Т | 2,8 | Кровли 1200 Почвы 1500 | | 1900 | V |
| 13 | Шурф П | 2,0 | 1180 | 1730 | - | VI |
| 14 | Шурф П | 5,4 | 2020 | 2680 | - | X |
| 15 | Шурф П | 4,3 | 1820 | 2440 | - | |

Зачетная работа «Составление паспорта БВР»

Произвести расчет паспорта буровзрывных работ для следующих условий и составить паспорт(см. методические указания «Расчет и выбор параметров БВР).

| № | Выработка | Площадь вчерне м ² | Протяжен- ность, м | Размеры вчерне, м | Категория пород | ВВ |
|----|-------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|----|
| 1 | Шурф П | 4,0 | 30 | 2,5x1,6 | XIV | |
| 2 | Шурф П | 1,25 | 10 | 1,25x1,0 | XVI | |
| 3 | Шурф П | 4,0 | 26 | 2,5x1,6 | XX | |
| 4 | Шурф П | 1,5 | 15 | 1x1,5 | XIII | |
| 5 | Шурф П | 4,0 | 25 | 1,60x2,5 | XVIII | |
| 6 | Рассечка ПС | 2,7 | 14 | 1,5x1,9 | X | |
| 7 | Рассечка Т | 2,7 | 43 | 1,22x1,53 h=1,99 | VII | |
| 8 | Штольня Т | 5,8 | 450 | 2,44x2,02 h=2,59 | XIV | |
| 9 | Рассечка ПС | 1,8 | 8 | 1,00x1,86 | XII | |
| 10 | Рассечка Т | 2,7 | 15 | 1,22x1,53 h=1,99 | X | |
| 11 | Рассечка Т | 2,7 | 30 | 1,22x1,53 h=1,90 | XV | |
| 12 | Шурф П | 4,0 | 30 | 2,5x1,60 | VI | |
| 13 | Шурф П | 2,0 | 18 | 1,25x1,60 | VIII | |
| 14 | Орт Т | 4,0 | 45 | 1,81x2,13 h=2,01 | XV | |
| 15 | Штрек Т | 4,0 | 50 | 1,81x2/13 h=2,01 | XX | |

Урок 8. Методы взрывных работ

План :

1. Шпуровой метод.
2. Метод накладных зарядов.
3. Метод скважинных зарядов.
4. Метод котловых зарядов.
5. Метод камерных зарядов.
6. Метод рукавов.

1. Шпуровой метод.

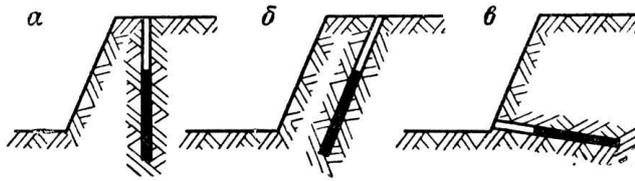


рис. 2.47.

*а – при вертикальном бурении; б – при наклонном бурении;
в – при горизонтальном бурении*

Заключается в том, что в породе выбуриваются шпуров, в которые затем помещается заряд ВВ. Основными вопросами взрывных работ при этом методе является:

- а). схема расположения шпуров
- б). выбор типа ВВ
- в). определение основных параметров буровзрывных работ (глубина и число шпуров и т.д.);
- г). зарядание и взрывание.

Достоинства:

1. возможность мелкого и равномерного дробления отбитой горной массы;
2. простота применения в любых горнотехнических условиях;
3. Возможность применения легкого бурового оборудования.

Недостатки:

1. относительно большой объем буровых работ на 1 м^3 горной массы;
2. Значительное пылеобразование при сухом бурении;
3. Необходимость взрывания большого количества зарядов, т.к. взрыв заряда одного шпура разрушает малый объем породы.

Применяется широко при проходке горных выработок, при разработке месторождений на поверхности – для разделки негабарита.

2. Метод накладных зарядов.

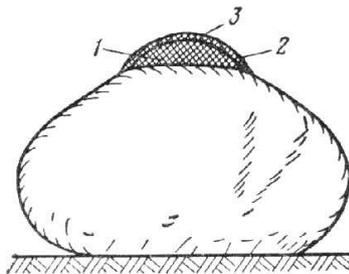


рис. 2.48.

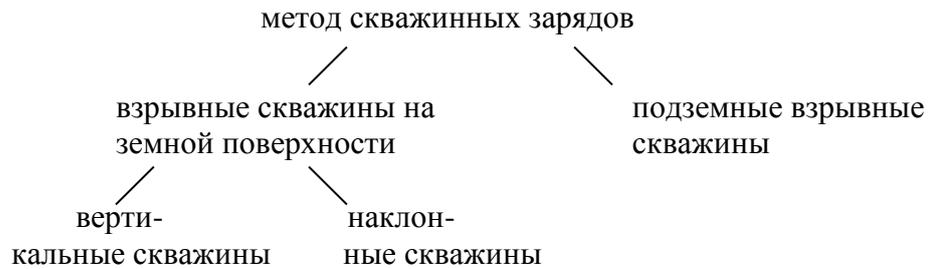
1 – заряд ВВ; 2 – детонатор; 3 - забойка

Заключается в том, что заряд накладывают на поверхность взрывающей породы. Он характерен простотой и быстротой выполнения т.к. отсутствуют подготовительные работы. Однако является неэкономичным, т.к. расход при этом методе на 1 м^3 взорванной породы в 10-12 раз больше чем при других методах.

Применяется для дробления валунов или негабарита. Целесообразно применять, когда валуны или камни имеют объем, при котором расход на бурение мелких шпуров больше расхода на ВВ. Объем валунов $0,5 - 0,7 \text{ м}^3$, а иногда и больше.

3. Метод скважинных зарядов.

Применение этого метода целесообразно при глубине скважин больше 10 м, т.к. при меньшей глубине он не дает преимуществ по сравнению со шпуровым методом. Различают



Применяется на открытых работах при взрывании большой толщины массивов горных пород, когда требуется получить большое количество равномерно раздробленной породы.

4. Метод котловых зарядов

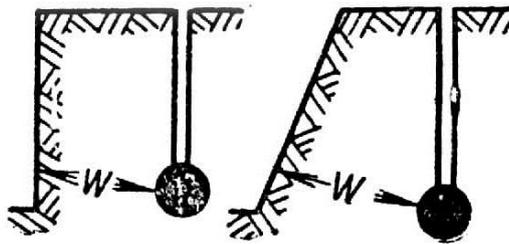
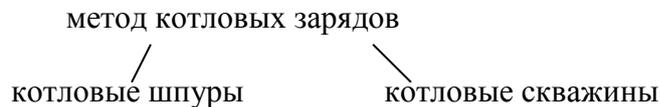


рис. 2.49.

Состоит в том, что забой шпура или скважины многократным взрыванием в них небольших зарядов ВВ расширяют до образования камеры близкой по форме к шару. В эту камеру после её очистки помещают заряд ВВ для основного взрыва. Полученную таким образом камеру в конце шпура или скважину называют «котлом», заряд, помещенный в него – котловым, шпур или скважину называют котловым шпуром или скважиной. Операция взрывания небольших зарядов для образования котлов называется простреливанием. Объем котла зависит от количества необходимого ВВ. Таким образом различают:



Достоинства.

- 1). Увеличивается объем породы, разрушаемой взрывом шпура или скважины.
- 2). Снижается расход буровых работ.

Недостатки.

- 1). Неравномерность дробления и большое количество негабаритов (снижается производительность погрузочных машин, повторное дробление негабаритов).
- 2). После каждого простреливания необходимо проветривание (под землей).

Применяется в породах большой крепости и когда заряд ВВ не может разместиться в шпуре или скважине.

5. Метод камерных зарядов.

Заключается в том, что взрывание производят зарядами большого веса (до нескольких десятков и даже сотен тонн), которые размещают в специальные горные выработки (камеры), имеющие объем, соответствующий объему заряда ВВ.

Такие заряды называются камерными.

При этом методе проходятся вертикальные или горизонтальные горные выработки небольшого сечения, называемые минными шурфами или штольнями.

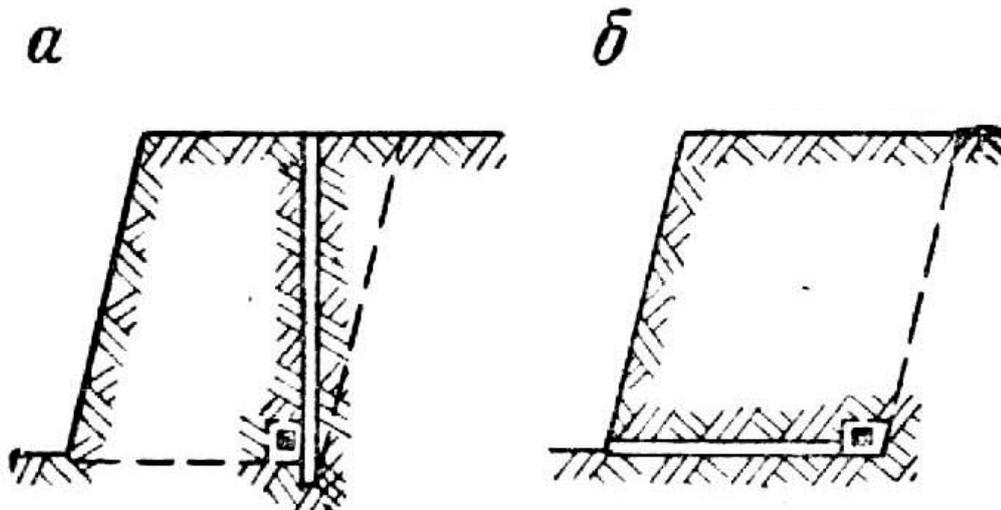


рис. 2.50.

После размещения ВВ в камерах выработки забивают породой, вынутой при проходке.

Этот метод применяется в основном на открытых работах для обрушения большого количества горных пород при вскрытии наносов и добыче полезных ископаемых, а также для получения выемок $h = 3-5$ м.

В практике различают 2 метода камерных зарядов:

А). Метод массовых обрушений – заключается в разрушении породы при взрыве зарядов в плоскости подошвы уступа, верхняя часть уступа при этом под тяжестью собственного веса обрушается в образовавшееся после взрыва пространство и разбивается при падении. Таким образом, происходит только дробление без разбрасывания.

Достоинство: получается большое количество взорванной породы для бесперебойной работы экскаватора.

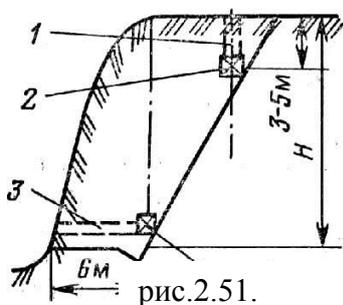


рис.2.51.

- 1 – шурф;
- 2 – вспомогательные заряды;
- 3 – штольни;
- 4 – основной заряд.

Недостаток: образование большого количества негабаритов.

Б. Метод на выброс заключается в том, что порода не только разрушается, но и отбрасывается в сторону. Подготовительными выработками являются только шурфы.

Этот метод в свою очередь подразделяется:

1. Взрывы с двусторонним выбросом – взорванная порода разбрасывается во все стороны (при ровном рельефе). Заряды располагаются в один ряд вдоль оси, проектируемой выемки. Большая часть выбрасывает по обеим длинным сторонам,

меньшая – на торцах.

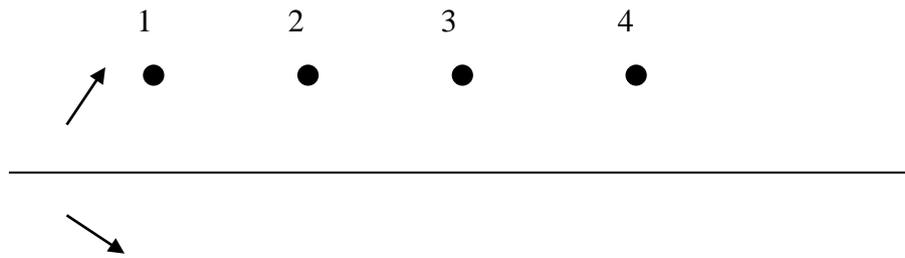


рис. 2.52.

2. Взрывы с направленным выбросом – взорванная порода (60-70 %) выбрасывается в заданном направлении. Заряды располагаются в два ряда.

Достоинство: исключается лишняя работа по погрузке породы.

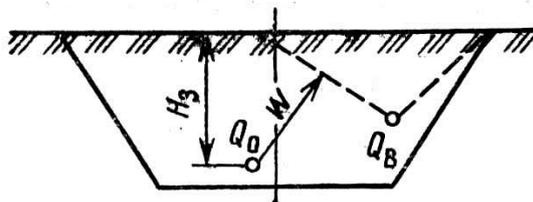


рис. 2.53.

Схема расположения основного Q_0 Q_B ряда зарядов в поперечном профиле выемки и направленном выбросе

Кроме основного заряда проектируется вспомогательный ряд зарядов Q_B со стороны проектируемого направления выброса. Величина заряда $Q_B < Q_0$. Вспомогательный заряд взрывается с опережением на 0,5-2 с.

3. Взрывы на сброс породы силой взрыва отбрасываются с верхней площадки (например, наносы) на нижнюю или в выработанное пространство.

Применяется при наличии 2-х обнаженных плоскостей и представляет собой разновидность взрыва с направленным выбросом. Может быть как и при скважинных, так и при камерных зарядах.

От одного взрыва получается значительный объем разрушенной породы с наименьшей затратой труда на буровые работы.

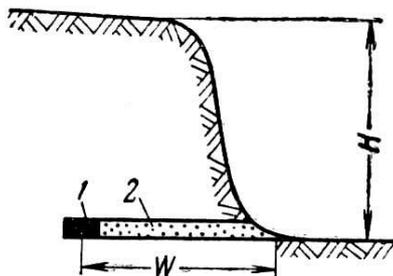


Схема взрывания методом малых камер

1 – заряд взрыва; 2 – забойка.

рис. 2.54.

Метод рукавов (малых камер) заключается в том, что во взрываемой породе вручную (ломом, лопатой или с помощью БВР) выделывают углубление сечением 0,2 x 0,2 до 0,5 x 0,5 м. Применяется для рыхления пород небольшой крепости при отсутствии механизмов для бурения.

Достоинство: от первого взрыва получается значительный объем разрушенной породы с наименьшей затратой труда на буровые работы.

Контрольные вопросы :

1. Опишите шпуровой метод.
2. Опишите метод накладных зарядов.
3. Опишите метод скважинных зарядов.
4. Опишите метод котловых зарядов.
5. Опишите метод камерных зарядов.
Опишите метод рукавов.

Раздел 3. Вентиляция, освещение и водоотлив при проведении горных выработок

3.1 Вентиляция горных выработок.

Урок 10. 3.1.1 Состав рудничного воздуха.

Атмосферный воздух представляет собой газовую смесь, состоящую по объему из 79% N, 20,96% O₂ и 0,04% CO₂. Кроме того, в воздухе содержится непрерывно изменяющееся количество водяного пара в среднем около 1%.

Рудничный воздух – это смесь газов, пыли, заполняющая подземные горные выработки. Рудничный воздух называется свежим, если его состав близок к атмосферному, а количество вредных примесей не превышает установленных санитарных норм. В противном случае его называют загрязненным. Степень загрязнения зависит от характера производственных процессов, скорости движения воздуха по горным выработкам, газоносности горных пород и склонности их к окислению.

Основными примесями, загрязняющими рудничный воздух, является CO₂, CO, NO, NO₂, H₂S, SO₂, CH₄ и пыль.

Углекислый газ CO₂ – газ, не поддерживающий дыхания и горения; удельный вес в 1,5 р больше воздуха, скапливается на почве. При содержании 6% - одышка и слабость, 10% - обморок. Допустимое содержания по ПБ 0,5%.

Образуется при гниении леса, окислении пород, выделяется в чистом виде из горных пород и рудничных вод. Второстепенным источником является дыхание людей и взрывные работы. Выдыхаемый человеком воздух содержит 16,6% O₂ и 4,4% CO₂.

Оксид углерода CO – очень ядовитый газ, без запаха и цвета, удельный вес примерно равен удельному весу воздуха, и он легко смешивается с ним. Опасность в том, что красные шарики крови (гемоглобин) ~ в 250-300 раз быстрее соединяются с CO чем с O₂. При содержании 0,5% через 1 час наступит отравление, при содержании от 13 до 75% образует взрывчатую смесь, которая имеет наибольшую силу взрыва при 30%, CO является наиболее частой причиной отравления, которое имеет 3 степени:

1. слабое – головная боль, шум в ушах, сердцебиение и головокружение;
2. сильное - потеря сознания и потеря способности двигаться;
3. смертельно опасное – потеря сознания и судороги.

Допустимая норма по ПБ – 0,0016%.

CO образуется при рудничных пожарах, взрывных работах, работе ДВС и взрывах метана.

Оксиды азота NO и NO₂ – очень ядовиты и содержание их в рудничном воздухе даже в небольшом количестве действуют раздражающие на слизистую оболочку глаз, носа, рта на бронхи, легкие. Смертельное отравление может наступить при содержании 0,025%, особенностью является то, что отравление происходит не сразу, а спустя от 4-30 час после его вдыхания.

Допустимая норма по ПБ – **0,00025%**. Образуется при **взрывных работах**.

Для уменьшения образования окислов азота на подземных работах рекомендуется применять ВВ с нулевым кислородным балансом, а также орошать водой забой и взорванную массу. NO хорошо растворяется в воде, поэтому для уменьшения их концентрации используется водяной туман при взрывах и орошение водой взорванной горной массы.

Сероводород H_2S – сильно ядовитый газ с характерным запахом тухлых яиц. При содержании его 16% образуется взрывчатая смесь, но это свойство значительно меньше опасно, чем ядовитость, т.к. при содержании его 0,05% происходит отравление. Допустимая норма по ПБ – 0,00066%.

H_2S образуется при гниении органических веществ, выделении из горных пород и минеральных источников, при разложении водой серного колчедана, выделении из пор и трещин в угле и породе.

Сернистый газ SO_2 – сильно действует на слизистую оболочку глаз при содержании даже в очень небольших количествах за что получил, название **глазоедки** $SO_2 + H_2O = H_2SO_4$. Концентрация его больше 0,05% опасна для жизни даже при кратковременном вдыхании. Допустимая норма по ПБ – 0,00035.

Образуется SO_2 при **взрывных работах** по серосодержащим породам, при рудничных пожарах, а также выделяется из некоторых пород вместе с CH_4 и H_2S метаном и сероводородом.

Метан CH_4 – является одной из наиболее опасных примесей рудничного воздуха. Наиболее часто его выделение наблюдается в угольных шахтах. Это газ без цвета и запаха, легче воздуха, поэтому он скапливается в кровле выработки. Не ядовит, но дыхания не поддерживает. Опасность его заключается в том, что смесь воздуха с CH_4 при содержании его от 5-16% становится взрывчатой. Наибольшей силой взрыва обладает смесь с 9,1% CH_4 , которая носит название **гремучего газа**. При содержании CH_4 больше 16% смесь перестает быть взрывчатой.

Допустимая норма по ПБ – не больше 0,75%. По характеру выделения CH_4 различают:

1. Обыкновенное или невидимое – непрерывное выделение из невидимых для глаз пор, трещин в породе, при обрушении пород, при остановке вентилятора.
2. Суфлярное – из видимых пор, трещин, пустот, продолжающееся длительное время. Можно CH_4 выводить по специальному трубопроводу. Со временем оно ослабевает. На шахте Англии в 1860г. суфлярный газ горел 9 лет. Большие суфляры имеются в Донбассе, Кузбассе, Караганде.
3. Внезапное – выделение в значительной степени, сопровождающееся выбросом больших масс угля или породы. Эти выделения происходят за очень короткое время и представляют наибольшую опасность. Имеет место в Донбассе, Кузбассе, Воркуте, Караганде, Сучане на глубине 150,250-300м. В последние годы возникли выбросы породы и газа по песчаникам на глубине 800м при взрывных работах с выбросом до 2000т. породы.

Главным образом CH_4 выделяется **из угля, соляных залежей, и некоторых других полезных ископаемых.**

Признаки – потрескивание, хлопки, удары в массиве, шелушение, поверхность делается матовой. Имеются приборы **геофоны**. Выбрасывается от нескольких тонн до 15 тыс. тонн угля с выделением до сотен тысяч тонн $m^3 CH_4$.

Различают метанообильность абсолютную, $m^3/сутки$, относительную $m^3/1т$ суточной добычи.

При соприкосновении CH_4 с огнем происходит взрыв с интервалом, необходимым для нагрева газа. Это время зависит от t^0 источника тепла при t^0 650-750⁰ – взрыв через 10 секунд, t^0 1200⁰ – через 0,01-0,02 секунд, т.е. практически мгновенно.

Чтобы предотвратить воспламенение CH_4 в газовых шахтах запрещено применение открытого огня, запрещено курение, применяется электрооборудование РВ, предохранительные ВВ, электровзрывание, светильники РП и РВ (повышенной надежности и взрывобезопасные).

Укroщение газа CH_4 :

1. проветривание до норм ПБ;
2. сотрясательное взрывание;
3. отсасывается газ;
4. гидроразрыв;
5. бурение скважин.

Рудничная пыль – представляется собой мельчайшие частицы полезного ископаемого и пустой породы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе длительное время. Рудничная пыль может быть причиной взрывов рудничной атмосферы и ряда профессиональных заболеваний. Пыль, образуемая в железорудных шахтах не взрывается, но вызывает профзаболевания. Эти заболевания вызывают также асбестовая (асбестоз), кремниевая (силикоз), угольная (антракоз) пыль. Кроме вредного действия пыли на организм, опасность угольной и сланцевой пыли заключается в ее воспламеняемости и взрываемости. Сила взрыва зависит от характера пыли и весового количества ее в воздухе. Во взрыве принимает участие вся пыль, по носителем его является тонкая бархатистая органическая пыль. Повышение зольности и влажности уменьшает взрывчатость пыли.

Наиболее эффективной мерой борьбы с взрывчатостью угольной пыли является осланцевание.

Мероприятия по борьбе с пылью:

1. эффективное проветривание;
2. бурение шпуров с промывкой;
3. предварительное увлажнение угольных пластов – в скважину нагнетается вода, которая, проникая по трещинам, смачивает пыль;
4. орошение водой – если пыль гидрофобна, добавляют пылесмачивающие добавки;
5. водяные завесы – для осаждения взвешенной в воздухе пыли;
6. пневмогидроорошение – дробление воды сжатым воздухом при выходе из форсунок;
7. воздушно-механическая пена;
8. осланцевание;
9. сланцевые заслоны;
10. пылеулавливатели;
- 11.

На состояние комфорта работающего в подземной выработке влияют метеорологические условия (кроме состава воздуха его физические свойства): влажность, t^0 , скорость движения воздуха.

Скорость движения струи воздуха не должна превышать по ПБ:

1. в стволах, по которым производится спуск и подъем людей и груза - $8^m/c$;
2. в остальных выработках – $6^m/c$.

Минимально допустимая скорость при t^0 до 15^0C не меньше $0,15^m/c$. с учетом пылевого фактора - **не меньше $0,35^m/c$.**

Подача в выработку свежего воздуха и удаление загрязненного называется **проветриванием.**

В задачу вентиляции подземных горных выработок входит поддержание состава и физических свойств, рудничной атмосферы в соответствии с требованиями ПБ.

Возобновление работ может быть разрешено только после проветривания и контроля содержания ядовитых газов горным мастером.

Нормы воздуха. Расчет необходимого количества воздуха.

В подземные горные выработки необходимо подавать такое количество воздуха, чтобы во всех действующих выработках содержание O_2 было не меньше 20%, CO_2 - не больше 0,5%, прочих газов не более норм ПБ.

Содержание вредных веществ в воздухе, подаваемом в выработки (свежая струя) не должно быть больше 0,3 ПДК.

В случае обнаружения в выработках во время работы вредных веществ выше норм ПДК, а также при нарушении проветривания, находящиеся в этих выработках люди должны немедленно выводиться на свежую струю воздуха.

Существуют следующие способы расчета количества воздуха, необходимого для проветривания выработок.

1. По числу одновременно работающих людей в подземных выработках $Q = 6 \cdot n$ $m^3/мин$, (3.1) где $6 m^3/мин$ – норма воздуха на 1 чел. n – количество работающих людей. Этот способ применяется тогда, когда в подземных выработках ведутся работы, не связанные с пылеобразованием и отсутствуют другие вредные вещества.
2. **По пыли** – общее количество воздуха должно обеспечить минимально допустимую скорость движения струи воздуха. $Q = 60 \cdot V \cdot S_{св} = 60 \cdot 0,35 \cdot S_{св}$. где S (3.2) – сечение выработки в свету, m^2 , V – минимальная скорость движения воздуха с учетом пылевого фактора V больше или равно 0,35 м/с.
3. **По вредным** элементам выхлопных газов от применяемого оборудования с ДВС в соответствии с Инструкцией по безопасному применению самоходного оборудования.
4. **По CO_2 и CH_4** с учетом среднесуточной добычи. $Q = q_1 \cdot T \cdot v$, $m^3/мин.$, (3.3) где q_1 – количество подаваемого воздуха в зависимости от категории опасности шахты, $m^3/мин.$, T – среднесуточная добыча, t , v – коэффициент неравномерности добычи (обычно $v = 1,05-1,15$).

Все газовые шахты по газообильности разделяются на следующие категории:

| Категория | на 1 т. среднесуточной добычи выделяется CH_4 в $m^3/т.$ | |
|-----------------|--|-----------|
| | шахты | рудники |
| I категория | до 5 | до 1,0 |
| II категория | 5-10 | до 14 |
| III категория | 10-15 | 14-21 |
| Сверхкатегорные | ≥ 15 | ≥ 21 |

По содержанию CO_2 делятся также. Для разбавления выделяющегося CH_4 или CO_2 до установленной нормы необходимо подавать следующее количество воздуха на 1 т. среднесуточной добычи в $m^3/мин$.

| Категория | воздуха в $m^3/т.$ на 1 т. добычи | |
|---------------|-----------------------------------|---------|
| | шахты | рудники |
| I категория | 1,0 | 1,4 |
| II категория | 1,25 | 1,75 |
| III категория | 1,50 | 2,10 |

Для сверхкатегорных шахт количество воздуха определяется по фактическому выделению газа. Минимальное количество воздуха должно быть таким, чтобы содержание газа в исходящей струе было в соответствии с требованиями ПБ, но не $< 1,5 m^3/мин$ для шахт и не $< 2,1 m^3/мин$ для рудников на 1 т. среднесуточной добычи.

5. По газам от взрывных работ.

При производстве взрывных работ количество воздуха определяется по количеству ядовитых газов выделяющихся при взрыве наибольшего количества ВВ, считая, что при взрыва **1 кг ВВ** образуется **40л условной СО**.

Количество воздуха должно быть таким, чтобы перед допуском рабочих в забой образующиеся при взрыва ядовитые газы были разжижены не менее чем до 0,008% по объему при пересчете на условную СО.

Разжижение газов должно достигаться в течение 30 мин.

P.S. Под условной окисью углерода понимают суммарный объем всех ядовитых газов, пересчитанных с учетом их токсичности в объем СО. При этом 1л NO₂ принимается эквивалентным 6,5л СО, 1л SO₂ или H₂S – 2,5л СО.

3.1.2 Контроль за составом воздуха

Отбор проб шахтного воздуха.

На подземных горных работах приняты следующие виды контроля за составом атмосферы горных выработок:

1. газоаналитическими лабораториями для определения состава воздуха лабораторными газоопределителями;
2. надзором участка вентиляции и техники безопасности шахты, а также надзором эксплуатационных и проходческих участков путем ежесменных замеров содержания метана и углекислого газа переносными приборами;
3. аппаратурой автоматической газовой защиты и телеметрическим контролем содержания метана.

Отбор проб производится в плановом порядке по квартальным планам и дополнительно вне плана. Отбор проб воздуха производится «мокрым» способом в сосуды, емкостью не менее 0,25л, полностью заполненных питьевой водой или «сухим» способом – в пипетки или в эластичные газонепроницаемые емкости - резиновые мешки и камеры с помощью ручных насосов или эжекторных аспираторов.

Замеры состава шахтного воздуха.

Состав шахтного или рудничного воздуха замеряют каждую смену переносными приборами во всех выработках, где может выделяться или скапливаться метан. Результаты замеров заносятся на специальные доски замеров концентрации метана и углекислого газа, устанавливаемых в призабойных зонах и в местах замеров.

Кроме этого широко применяются автоматические стационарные средства контроля в шахтах III категории по газу, сверхкатегорных и опасных по внезапным выбросам. Результаты измерений автоматически передаются в диспетчерский пункт и там регистрируются.

Применяются газоопределители, которые подразделяются по назначению и конструктивному исполнению на переносные, встроенные и стационарные. Все газоопределители можно разделить на 2 большие группы:

1. **Химические газоопределители** – действует на основе химической реакции между газом и индикаторным веществом, которое изменяет свою окраску.

Газоопределитель химический ГХ – 4

В интерференционных газоопределителях концентрация газов (CH₄ и CO₂) измеряется по смещению интерференционной картины, вызываемому изменением состава воздуха. В газоопределителях, основанных на физических методах, измеряются величины, реагирующие на изменение содержания газа.

Действие термокаталитических газоопределителей основано на сжигании низкотемпературном горючих составных частей воздуха, подаваемого на нагретую до 350-450⁰С поверхность катализатора и измерении образующегося количества тепла, которое и является мерой концентрации горючего компонента. В рудничном воздухе таким компонентом является газ метан. К приборам этого типа относятся переносные

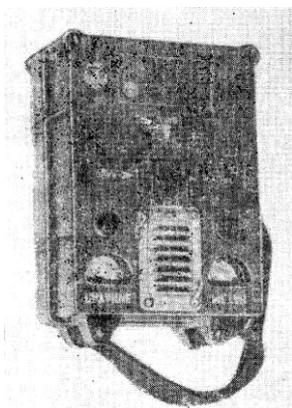


рис. 3.3.

сигнализаторы метана СШ-2.

Контроль расхода воздуха.

Для определения расхода воздуха по выработке измеряют среднюю скорость его движения в м/с и сечение выработки в свету $S \text{ м}^2$. Расход воздуха определяют по формуле $Q=V*S, \text{ м}^3/\text{с}$.

Скорость движения воздуха в выработках измеряют крыльчатым или чашечным анемометром.

Урок 12. 3.1.3 Системы вентиляции.

Воздух всегда движется от места с повышенным к месту с пониженным давлением для того, чтобы пропустить некоторое количество воздуха по выработкам необходимо создать разность давлений естественным или искусственным путем. Отсюда различают вентиляцию естественную и искусственную.

1) Естественная вентиляция – движение воздуха вызывается разницей температур

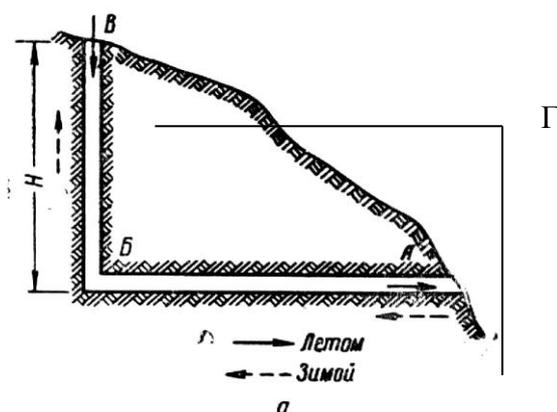


рис. 3.8.

поступающей в шахту струи воздуха и выходящей из него. Для обеспечения движения воздуха по выработкам необходимо наличие 2-х стволов сообщающихся между собой и находящихся на разных уровнях, что имеет место при вскрытии штольней и стволом шахты.

Продолжив мысленно уровень устья шахты В до точки Г, соответственно уровню штольни А, можно себе представить условия равновесия воздуха в руднике в виде 2-х сообщающихся сосудов, из которых один АГ наполнен наружным воздухом, а

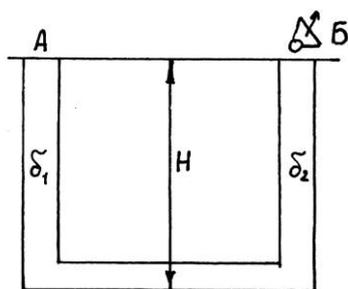
БВ – рудничным. Температура наружная отличается от температуры воздуха в шахте: зимой она ниже, а летом – выше. В соответствии с этим зимой столб ВБ окажется теплее, а летом - холоднее.

Недостатки:

1. непостоянство поступающего в шахту воздуха т.к. меняется не только величина, но и направление.
2. Могут быть застойные периоды, когда воздух будет находиться в состоянии неустойчивого равновесия и обмена воздуха в шахте происходить не будет. В настоящее время для проветривания шахт (рудника) не применяется.

2) Искусственное проветривание – движение воздуха вызывается искусственно вентилятором. У одной из выработок устанавливается вентилятор и соединяется с ней каналом. Ствол шахты (штольни) у которой устанавливается, вентилятор называется вентиляционным. Во избежание засасывания или нагнетания воздуха через устье ствола он закрывается шахтным клапаном, который поднимается при подъеме людей и имеет отверстия для канатов. Над устьем можно поставить копер и использовать ствол для подъема.

Понятие о депрессии.



δ_1 - объемная масса воздуха в стволе А
 δ_2 - объемная масса воздуха в стволе Б
 Давление $p_1 = \delta_1 H$ $p_2 = \delta_2 H$

рис. 3.9.

При одинаковой глубине Н и $b_1 = b_2$ воздух будет неподвижен. Если в стволе Б при помощи вентилятора создать разрежение воздуха, то получим $b_2 < b_1$, $h = p_1 - p_2 = H(b_1 - b_2)$ и разность давления в стволах А и Б будет равна h. Эта разность давления носит название депрессии, выражается в Па.

Депрессия должна быть достаточной для того, чтобы преодолеть сопротивление, которое оказывает выработка движению воздуха. Чем сопротивление $>$, тем $>$ депрессией должен обладать вентилятор.

3.1.4 Схемы вентиляции.

Различают следующие схемы искусственного проветривания

- 1) В зависимости от расположения вентиляционного ствола.

центральная схема

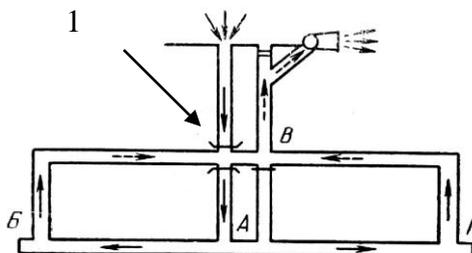
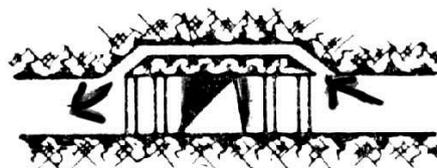


рис. 3.10.



1 – Кроссинг
 рис. 3.11.

Вентиляционный и подъемный стволы располагаются в центре шахтного поля, на небольшом расстоянии друг от друга
Б) диагональная (фланговая).

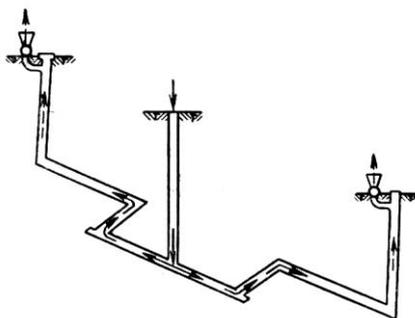


рис. 3.12.

2) В зависимости от направления движения воздуха.

а) Нагнетательное проветривание – вентилятор подает воздух в выработки. Давление в канале вентилятора $>$ атмосферного.

Разница между атмосферным давлением и давлением, создаваемым вентилятором, называется напором и измеряется в Па. На газовых шахтах не применяется, так как в случае остановки вентилятора будет интенсивное газовыделение.

б) всасывающее проветривание – вентилятор засасывает воздух из выработки. Давление в канале вентилятора $<$ атмосферного. Разница между атмосферным давлением и давлением, создаваемым вентилятором называется депрессией. Применяется на большинстве угольных шахт, в том числе и газовых, так как остановка вентилятора вызывает повышение давления и газы прижимаются к гнездам.

Иногда в случае пожара в надшахтном здании появляется необходимость изменения направления воздушной струи, которое называется реверсированием.

в) комбинированный способ проветривания – применяется для проветривания глубоких шахт, а также шахт с большой сетью ответвленных выработок, когда необходимо подавать большое количество воздуха. При этом один или два вентилятора нагнетают свежий воздух в шахту и такое же количество вентиляторов отсасывают отработанный воздух.

Вентиляционные устройства.

Для правильного распределения воздуха необходимо сделать так, чтобы в каждый забой подавалось достаточное количество воздуха, надо закрыть доступ его в старые выработки и искусственно увеличить сопротивление в технических выработках, где потребность в воздухе меньше.

Воздух подается и направляется согласно потребности с помощью специальных приспособлений: перегородок, перемычек, вентиляционных дверей и окон, кроссингов и труб.

ПЕРЕГОРОДКИ – предназначим для изменения направления, а иногда отделения части струи от общей. Продольные перегородки применяются в выработках достаточно больших поперечных сечений. Длина перегородки не больше 50м.

Они бывают, парусиновые и деревянные. Парусиновые перегородки легки по весу, и легко устанавливаются (верх прибивается, низ засыпается). Недостаток: большая потеря воздуха 80% при сравнительно малой длине. Деревянные перегородки устанавливаются из обзол и досок, швы промазывают глиной или зашиваются рейками. Иногда делают засыпные перегородки (двусторонняя обшивка с заполнением песком или шлаком). Перегородки могут быть из тканей, обработанных пластмассами, что облегчает их переноску по мере продвижения забоя.

ПЕРЕМЫЧКИ служат для полного или частичного прекращения подачи воздуха в выработку.

Если надо прекратить доступ воздуха в старые выработки применяется глухие перемычки, которые могут быть:

1. одинарными – к стойкам прибиваются доски;

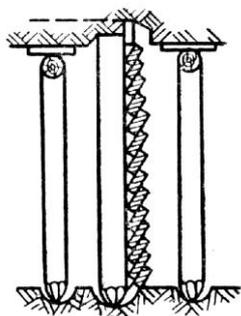


рис. 3.13

2. двойными - из 2-х рядов досок и между ними глина;
- 3 кирпичные, заделанные в стенки выработки при необходимости большой воздухопроницаемости и большом сроке службы.

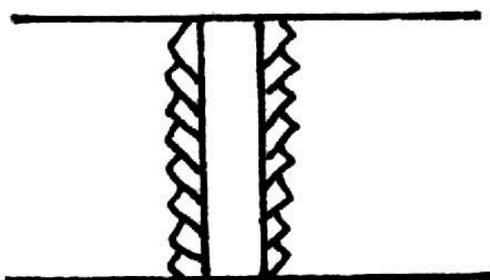


рис. 3.14

Вентиляционные двери.

Если надо перекрыть действующую выработку, то устраивается перемычка с дверями. Вентиляционные двери имеют то же назначение, что и перемычки с той лишь разницей, что позволяют проходить людям и подвижному составу. Двери открываются только в одну сторону навстречу потоку воздуха.

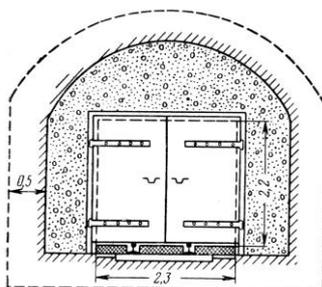


рис. 3.15.

Чтобы не было утечки. При движении груза или людей делаются двойные перемычки.

В случаях, когда через перемычку или дверь нужно пропустить некоторое количество воздуха, в них устраиваются окна постоянного регулируемого сечения (с задвижкой).

Кроссинги. В тех случаях, когда горные выработки пересекаются и при этом требуется чтобы потоки воздуха, идущие через эти выработки, не смешивались, устраивают воздушные мосты-кроссинги.

Для этого проходится обходная выработка небольшого сечения или прокладывается труба большого диаметра.

3.1.5 Вентиляция тупиковых забоев.

Проветривание забоев тупиковых выработок называется местным или частичным проветриванием.

Проветривание тупиковых забоев может быть осуществлено следующим образом:

- 1) **естественная вентиляция** – по правилам безопасности разрешается проветривание горизонтальных выработок при длине до 10м, вертикальных – при глубине до 5м;
- 2) **проветривание раструбом** – применяется при проходке шурфов глубиной до 20м без применения буровзрывных работ в высокогорных районах и в районах с господствующим направлением ветра.

Воздух подается через щит-раструб по деревянным трубам или трубам из плотного материала.

- 3) **за счет использования общешахтной депрессии.**

3.1.С помощью вентиляционных перегородок – выработка делится на 2 части. Этот способ применяется, когда потребная депрессия мала; а длина перегородок должна быть не больше 50м.

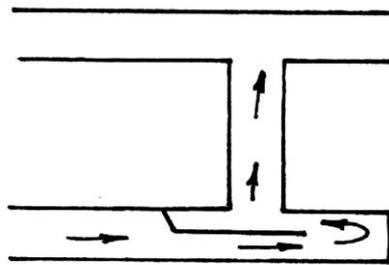


рис. 3.16.

3.2. С помощью перемычек и труб

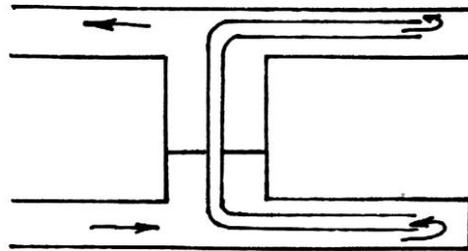
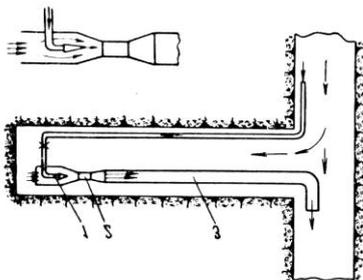


рис. 3.17.

применяется при длине труб не больше 60м.

4) Проветривание эжектором.

По ПТБ проветривание горно-разведочных выработок сжатым воздухом, поступающим непосредственно от компрессора, запрещается. Проветривание сжатым воздухом можно производить только эжектором. Свежий воздух доставляется к забою путем его засасывания эжектором в вентиляционную трубу из выработки.



1 – сопло; 2 – раструб;
3 – вентиляционная труба

рис. 3.18.

Эжектор состоит из сопла и двойного раструба. Сопло - короткий металлический патрубок с коническим внутренним каналом, имеющим выходное

отверстие. Длина патрубка 150-170мм. Длина трубопровода для подачи воздуха одним эжектором составляет 40-50м.

ДОСТОИНСТВА: компактность, надежность в работе, простота.

НЕДОСТАТКИ: низкий к.п.д. маленькие расстояния подачи воздуха и малые объемы воздуха. Применяется для проветривания глухих забоев недлинных выработок в тех случаях, когда для проветривания требуется небольшое количество воздуха и нет необходимости в устройстве постоянной вентиляции.

4.5. Проветривание вентиляторами. Применяют 3 схемы проветривания.

5.1. Нагнетательная. По правилам безопасности расстояние от конца вентиляционных труб до забоя $l_{тр}$ должно быть для вертикальных выработок ≤ 5 м, для горизонтальных выработок ≤ 8 м.

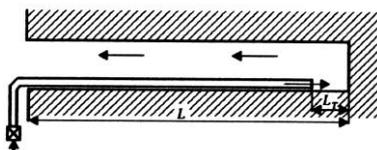


рис. 3.19.

При этом способе проветривания подача воздуха начинается с момента пуска вентилятора. Воздух в выработке постепенно приходит в движение в направлении её устья. Газовое облако после взрыва, перемещаясь вместе с воздухом, разбавляется поступающим свежим воздухом, и концентрация газов уменьшается. Подаваемый к забою, воздух не изменяет своего состава и не подвергается загрязнению механическими примесями, т. к. его поток защищен трубами. Чтобы работающий вентилятор не засасывал воздух, выходящий из забоя, его следует устанавливать на расстоянии не < 10 м от устья этой выработки считая навстречу потока свежего воздуха.

Применяется при проходке вертикальных выработок, а также горизонтальных выработок длиной до 300м.

Этот способ является обязательным в газовых выработках.

ДОСТОИНСТВА:

1. быстрое освобождение призабойного пространства от ядовитых газов после взрывных работ;
2. возможность применения матерчатых труб, которые по сравнению с металлическими, имеют небольшой вес, эластичны, легче подвешиваются и переносятся.

НЕДОСТАТКИ:

1. удаление вредных газов и пыли происходит через всю выработку, что при скорости и большой длине увеличивает время проветривания;
2. во время проветривания в выработке, невозможно проводить какие – либо вспомогательные работы.

5.2. Всасывающая.

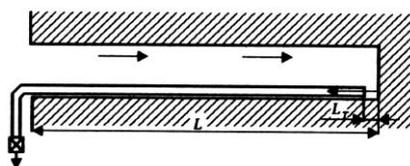


рис. 3.20.

При всасывающей схеме вентилятора распространение газового облака в сторону выхода из тупиковой выработки прекращается с момента пуска вентилятора, и оно начинает двигаться к забою, где высасываются в трубопровод.

Вентилятор отсасывает по трубам воздух, содержащий взрывные газы из призабойного пространства, а свежий воздух поступает по выработке. При такой схеме выработка содержит чистый воздух, вследствие чего при проветривании в ней можно проводить какие – либо вспомогательные работы.

Применяется при проходе горизонтальных выработок $L = 300\text{м}$ и $>$. Этот способ обязателен для газовых выработок.

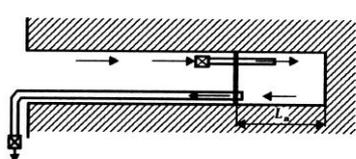
ДОСТОИНСТВА:

1. более быстрое удаление ядовитых газов, так как скорость движения воздуха по трубам в 20 – 40 раз скорости его движения по выработкам;
2. наличие свежего воздуха по всей длине выработки.

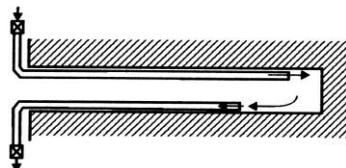
НЕДОСТАТКИ:

1. необходимость более близкого подвода труб к забою т.к. интенсивное засасывание воздуха происходит вблизи воздухопровода, а зона на длине 1 – 2м от забоя является застойной. Такое близкое расположение трубопровода к забою вызывает частые поломки при взрывных работах;
2. невозможность применения матерчатых труб.

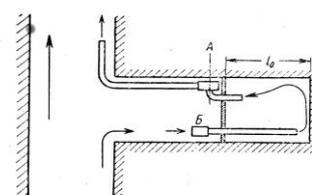
5.3. Комбинированное.



с перемычкой



без перемычки



всасывающий и нагнетательный вентиляторы расположены в выработке

рис. 3.21.

При комбинированной схеме проветривание производится двумя вентиляторами.

Основным вентилятором является всасывающий, а вспомогательным - нагнетательный. Назначением нагнетательного вентилятора является интенсивное перемешивание свежего воздуха с взрывными газами. Нагнетательный вентилятор обычно устанавливается возле перемычки, но может устанавливаться без перемычки. По мере продвижения перемычку и вспомогательный вентилятор перемещают. Производительность всасывающего (основного) вентилятора на 10 – 15% $>$ нагнетательного при проветривании с перемычкой и на 20 – 30% $>$ - без перемычки.

Применяется в основном при проходе горизонтальных, а иногда вертикальных выработок больших сечений. Не применяется в выработках опасных по газу и пыли.

ДОСТОИНСТВО: комбинированное проветривание позволяет сократить время проветривания после взрывных работ до 5 – 10 мин.

При любом способе проветривания после взрывных работ в выработке необходимо подавать такое количество воздуха, которые обеспечивают разжижение ядовитых газов до норм ПТБ за время не $> 30\text{мин}$, после чего в выработку свежий воздух следует подавать в таком же количестве в течение 2 час.

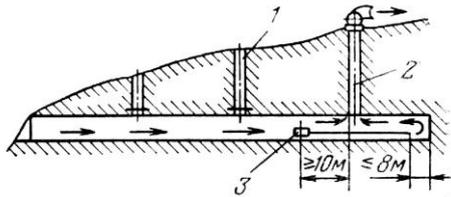
6. Проветривание длинных выработок.

6.1. С помощью буровых скважин.

В последнее время при проведении сравнительно длинных горизонтальных выработок широкое распространение получила вентиляция глухих выработок с помощью буровых скважин, пройденных с земной поверхности к выработке. Применяется при значительной длине выработок сравнительно небольшом расстоянии до земной поверхности или при наличии расположенного выше разведочного горизонта на разведочной шахте.

Скважины обычно работают во всасывающем режиме, а вентилятор устанавливается над устьем скважины. По ПБ скорость движения по скважинам не ограничивается.

рис. 3.22



- 1 – скважина перекрытая, вентиляционной перемычкой;
 2 – действующая вентиляционная скважина;
 3 – вентилятор местного проветривания.

При этом способе длина вентиляционных труб определяется глубиной скважин и длиной выработки от забоя до скважины (с учетом длины труб.) Эта длина значительно < длины выработки. Если породы нетрещиноватые, то можно скважину использовать как трубу. Диаметр скважины не < 300мм.

5.2. Проветривание с помощью вспомогательной параллельной выработки.

В отдельных случаях для проветривания протяженной выработки параллельно ей проходится вспомогательная (вентиляционная), по которой удаляется загрязненный воздух. Обе выработки через 50 – 100м соединяются сбойками, которые по мере продвижения забоя перекрываются глухими перемычками. По основной выработке воздух движется за счет депрессии вентилятора главного проветривания.

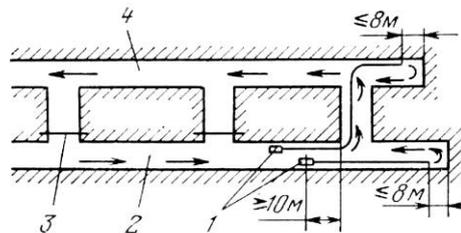


рис. 3.23.

- 1 – вентиляторы, подающие в забой выработок свежий воздух;
 2 – основная разведочная выработка;
 3 – вентиляционная перемычка;
 4 – вспомогательная вентиляционная выработка.

Оборудование для проветривания.

Вентиляционные трубы.

На горно-разведочных работах широко применяются гибкие вентиляционные трубы марки М, изготовленные из специальной хлопчатобумажной ткани с двухсторонним резиновым покрытием из нескольких полотнищ. Один из швов оформляется в виде гребешка и к нему металлические крючки, с помощью которых трубопровод подвешивается к протянутому вдоль выработки металлическому тросу. Эти трубы имеют диаметр 300, 400, 500 и 600мм. и выпускаются длиной 5, 10 и 20м. Соединяются резцовыми кольцами. У забоя на конус трубы размещаются металлические защитные устройства. Кроме того, выпускаются гибкие трубы на основе капроновой ткани, комбинированной ткани (лавсана с хлопком) с покрытием резиной или полихлорвинилом.

Могут применяться и металлические трубы длиной 2,5; 3,5м диаметр их различный, в том числе 500, 600 и 800мм. Они соединяются между собой с помощью фланцев и болтов или поясков, герметичность обеспечивают резиновые прокладки. В горных выработках подвешиваются с помощью хомутов и канатов, или размещаются на жестких опорах.

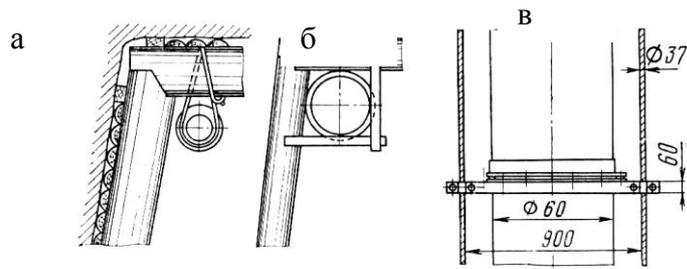


рис. 3.24.

Способы подвески металлических вентиляционных трубопроводов а и б - в горизонтальных выработках; в – в вертикальных.

Для проветривания разведочных выработок при проходке их применяют осевые и центробежные вентиляторы.

Осевой вентилятор

Центробежный вентилятор

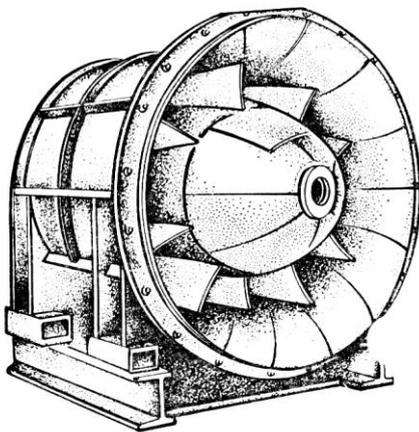


рис. 3.26.

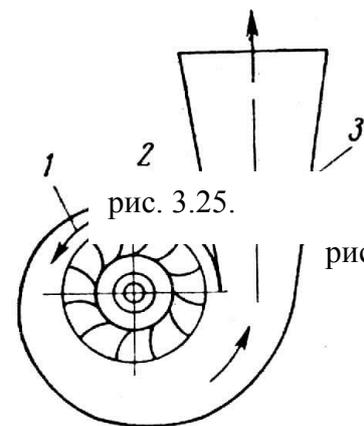


рис. 3.25.

рис. 3.27.

- 1 – спиральный кожух;
- 2 – рабочее колесо;
- 3 – диффузор.

Осевые вентиляторы более компактны; при их установке в выработке нет необходимости расширения её или сооружения специальных камер.

Основными параметрами вентилятора являются подача (Q_v), давление (h) (напор), мощность (N).

Расчет и выбор вентиляционной установки.

Практическое занятие №12

Рассчитать параметры вентиляционной установки и заполнить паспорт вентиляции.

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Выбирается схема проветривания. При проходке вертикальных выработок, а так же при длине горизонтальных выработок до 300 м наиболее эффективна нагнетательная схема проветривания.

2. Количество воздуха, необходимого для проветривания забоя при нагнетательной схеме

$$Q_{\text{заб}} = \frac{21 \cdot 4}{t} \sqrt{Q_{\phi}} \cdot S_{\phi} \cdot L, \text{ м}^3 / \text{мин.} \quad (3.5)$$

t - время проветривания ПО ПБ не 30 мин.

Q_{ϕ} фактический расход ВВ на цикл (см. паспорт буровзрывных работ)

$S_{\text{ч}}$ – площадь сечения вчерне, м^2

L – длина выработки, м. Если в проекте из одной выработки проходится другая, то брать суммарную длину.

3. Проверка количества воздуха на скорость воздушной струны

$$V = \frac{Q_{\text{заб}}}{60 * S_{\text{св}}} \geq 0.35 \text{ м/с} \quad (3.6)$$

$S_{\text{св}}$ - площадь сечения в свету, м^2

0,35 – минимально допустимая скорость воздуха по ПБ с учетом пыли.

Если V получится меньше допустимой, то пересчитать

4. Проверка количества воздуха по числу работающих людей

$$q = \frac{Q_{\text{заб}}}{n} \geq 6 \text{ м}^3 / \text{мин} \quad (3.7)$$

n – число работающих людей

$6 \text{ м}^3 / \text{мин}$ – норма воздуха по ПБ на 1 человека.

1. Производительность вентилятора

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{заб}} \left(1 + p \frac{L}{100} \right), \text{ м}^3 / \text{мин}. \quad (3.8)$$

P – коэффициент утечки воздуха, зависящий от качества сборки труб.

=0,05 – 0,15 при среднем качестве сборки труб $p=0,1$

6. Расстояние от забоя до конца вентиляционных труб. По ПБ

в горизонтальных выработках $\ell_{\text{тр}} = 8 \text{ м}$.

В вертикальных выработках $\ell_{\text{тр}} = 5 \text{ м}$.

7. Сопротивление движения воздуха

$$h = \frac{6,4aLQ_{\text{в}}^2}{d^5} * 10, \text{ Па} \quad (3.9)$$

a- коэффициент аэродинамического сопротивления, зависящий от шероховатости труб.

При нагнетательной схеме трубы могут быть из любого материала.

d – диаметр трубопровода в м, а $Q_{\text{в}}$ в $\text{м}^3/\text{с}$

8. Мощность электродвигателя.

$$N = \frac{Q_{\text{в}} h}{10 * 102 \eta}, \text{ кВт}. \quad (3.10)$$

Где $Q_{\text{в}}$ – и производительность вентилятора $\text{м}^3/\text{сек}$.

h – напор, депрессия вентилятора двигателя, Па.

η - к.п.д. двигателя 0,81 – 0,85

По расчетам выбираем вентилятор так, чтобы эти его параметры ($Q_{\text{в}}$, h и N) были больше расчетных. Вентилятор лучше выбрать осевой, т.к. при одинаковой производительности с центробежным он имеет значительно меньше габариты.

ζ - к.п.д двигателя, $\zeta h = 0,8$

Контрольные вопросы:

- 1) Состав воздуха
- 2) Что такое рудничный воздух
- 3) Какие вредные газы в выработках вы знаете?
- 4) Что такое рудничная пыль?

- 5) Меры борьбы с рудничной пылью
- 6) Какие способы контроля, за составом рудничного воздуха вы знаете?
- 7) Способы проветривания выработок
- 8) Схемы проветривания тупиковых выработок
- 9) Средства для проветривания горных выработок

Практическое задание.

Произвести расчет и выбрать вентиляционную установку для следующих условий.

| № задания | Выработка | Длина (глубина) м L | Время проветривания t мин | Площадь м ² в свету | Фактический расход ВВ Qф, кг | Колич. работающих людей чел. | Диаметр трубопровода |
|-----------|-----------|---------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|
| 1 | Шурф | 30 | 30 | 4,0 | 3,0 | 11 | 2 |
| 2 | Штольня | 60 | 20 | 4,0 | 3,0 | 6 | 2 |
| 3 | Штольня | 200 | 30 | 5,8 | 4,4 | 16 | 2 |
| 4 | Шурф | 40 | 30 | 5,3 | 4,0 | 12 | 2 |
| 5 | Штольня | 100 | 20 | 6,2 | 5,1 | 12 | 2 |
| 6 | Шурф | 30 | 20 | 4,6 | 3,2 | 10 | 2 |
| 7 | Шурф | 40 | 25 | 6,0 | 4,0 | 10 | 2 |
| 8 | Шурф | 10 | 20 | 2,5 | 1,5 | 8 | 2 |
| 9 | Штольня | 120 | 30 | 5,1 | 4,0 | 14 | 2 |
| 10 | Штольня | 300 | 30 | 7,5 | 6,1 | 20 | 2 |
| 11 | Шурф | 10 | 15 | 2,0 | 1,3 | 8 | 2 |
| 12 | Шурф | 20 | 15 | 3,0 | 3,2 | 10 | 2 |
| 13 | Штольня | 60 | 20 | 5,0 | 3,7 | 12 | 2 |
| 14 | Штольня | 80 | 20 | 5,6 | 4,4 | 14 | 2 |
| 15 | Шурф | 25 | 20 | 4,1 | 3,2 | 16 | 2 |

Диаметр вентиляционных труб 200,300,400,500 мм.

Выбрат вентилятор по Qв, h и N.

Производственное геологическое
Объединение
Экспедиция
Партия
/подпись/

_____ 20 ____ г.

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер партии
(экспедиции)

« _____ »

П А С П О Р Т
проветривания подземной горно-разведочной выработки

« _____ » _____ 20 ____ г.

г. Семипалатинск

2. Характеристика вентиляции

таблица 3.2

| № | Наименование | Ед. изм. | Кол-во |
|----|--|---------------------|--------|
| 1 | Максимальная длина проветривание | м | |
| 2 | Наименование ВВ | кг | |
| 3 | Количество газов, выделяемых 1кг. ВВ | л | |
| 4 | Количество ВВ, взрываемое за 1 отпалку (максимальное) | кг | |
| 5 | Время проветривание после взрыва | мин | |
| 6 | Количество воздуха, которое должно подаваться в выработку после взрыва | м ³ /мин | |
| 7 | Скорость воздушной струи | м/с | |
| 8 | Схема проветривания | | |
| 9 | Депрессия (максимальная) | Па | |
| 10 | Максимально допустимое расстояние вентиляционных труб от забоя выработки | м | |

3. Характеристика вентилятора

таблица 3.3

| № | Наименование | Ед. изм. | Кол-во |
|---|--------------|----------|--------|
| 1 | Тип | | |
| 2 | Марка | | |

| | | | |
|---|----------------------------|--------|--|
| 3 | Производительность (от до) | мЗ/мм | |
| 4 | Число оборотов в мм. | об/мин | |
| 5 | Депрессия (от до) | Па | |
| 6 | Мощность двигателя | кВт | |

4. Характеристика вентиляционных труб

таблица 3.4

| № | Наименование | № материал | Диаметр | Способ сборки трубопровода |
|---|--------------|------------|---------|----------------------------|
| | | | | |
| | | | | |

Дополнительные замечания.

Руководитель горных пород
«. ____ » _____ 200__ г.

(подпись)

С паспортом вентиляции ознакомлены:

Горный мастер

Механик партии (шахты)

Бригадир

Взрывник

Урок 14: Освещение горных выработок

План:

- 1. Назначение освещения**
- 2. Основные светотехнические величины**
- 3. Осветительные приборы**

1. Освещение горных выработок

Качественное освещение горных выработок значительно улучшает качество, эффективность и самое главное безопасность горных работ. По правилам безопасности горные выработки должны быть достаточно освещены.

2. Основные светотехнические величины

Светимость – это отношение светового потока к площади объекта испускающего этот световой поток

Освещенность – это отношение светового потока к площади освещаемого объекта

Блесклость – это способность некоторых предметов отражать свет тем самым вызывая дизадаптацию.

3. Осветительные приборы

Освещение подземных выработок осуществляется светильниками двух видов: стационарными и переносными.

Стационарные светильники.

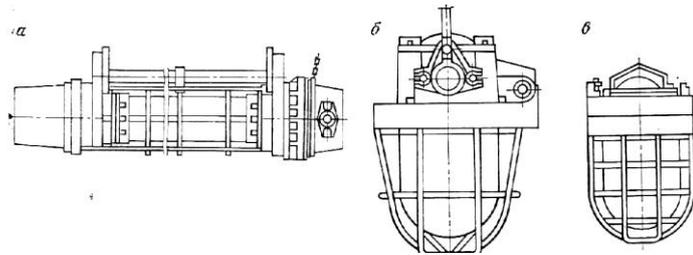


рис. 3.28.

Стационарные электрические светильники выпускаются как с лампами накаливания, так и с люминесцентными лампами.

а – светильники с люминесцентными лампами
 б, в – светильники с лампами накаливания.

К сетевым лампам накаливания относятся светильники:

1. РН – рудничные нормальные – применяются в выработках не опасных по взрыву газа или пыли; РН – 60; РН – 100; РН – 200.



- 1 – металлический корпус;
- 2 – питающий кабель;
- 3 – стеклянный защитный колпак;
- 4 – наживной винт;
- 5 – защитная металлическая сетка;
- 6 – крючок

Светильник в нормальном исполнении для подвески.

рис. 3.29

2. РП – рудничные повышенной надежности. Применяются в шахтах опасных по газу и пыли. РП – 100; РП – 150; РП – 200. Отличаются от РН тем, что у ламп этих светильников нить накаливания тоньше, длина её и шаг спирали больше. Такая нить при разрушении лампы быстро охлаждается. Колба лампы этого светильника при повреждении колпака выталкивается пружиной из патрона и размыкает цепь; в патроне имеется искрогасительная камера.

3. РВ – светильники во взрывобезопасном исполнении, имеют оболочку (металлический корпус и колпак) рассчитанную на внутреннее давление 1мПа.

К сетевым люминесцентным относятся светильники:

1. РНЛ – нормальные
2. РВЛА – взрывобезопасные

У светильников люминесцентными лампами светоотдача в 4 – 5 раз > и срок службы в 2 – 2,5 раза выше, чем у светильников с лампами накаливания.

Для освещения забоев стволов шахт при проходке применяются проходческие светильники повышенной надежности ППН – 500 и светильники в нормальном исполнении ПНН – 500.

Питание стационарных рудничных светильников допускается ПБ при линейном напряжении не выше 127В. Линейное напряжение 220В допускается для стационарного люминесцентного освещения.

При проведении выработок для временного переносного освещения забоев применяют светильники с напряжением тока 36В. При ремонтных работах используют

ручные переносные электрические лампы при напряжении тока 12В. Для понижения рабочего напряжения и для питания светильников местного освещения применяют специальные осветительные трансформаторы.

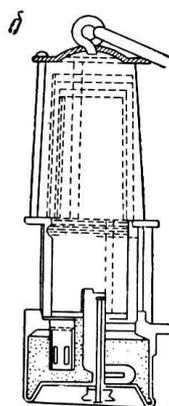
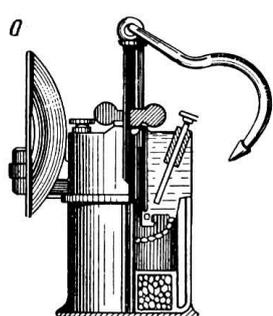
Расстояния между светильниками мощностью 100Вт принимаются в забоях подготовительных выработках 4 – 6 м.

Питание током светильников осуществляется с помощью бронированных оцинкованных или гибких резиновых кабелей, которые запрещены в рудниках с газовым режимом.

Переносные светильники.

Применяются два типа переносных светильников: электрические аккумуляторные и пламенные бензиновые и ацетиленовые.

На подземных горно-разведочных работах применяют преимущественно



а – ацетиленовые лампы;
б – бензиновые предохранительные лампы.

рис. 3.30.

электрические, индивидуальные светильники. По конструктивному исполнению они могут быть:

1. **Ручные:** РВС, ЛАУ – 4, ЛАТ – 4, ЛАС – 6А, ЛАС – 8М.
2. **Головные:** «Кузбасс» СГУ – 4, СГГ-1, СГГ-2, СГГ-3, ЩГОГ

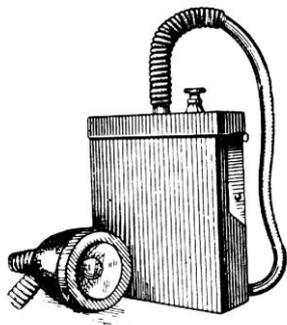


рис. 3.31.

Головной светильник

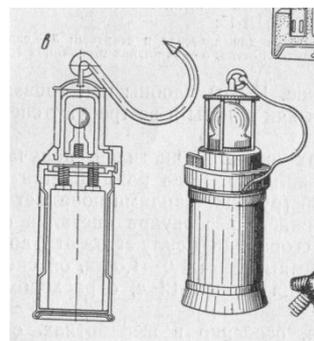


рис. 3.32.

Ручные аккумуляторные светильники

Ручные применяются значительно реже, чем головные.

Аккумуляторы применяются щелочные или кислотные. Щелочные менее чувствительные к сотрясениям и имеют большой срок службы, чем кислотные.

Аккумуляторные лампы обеспечивают горение ламп в течение 10 часов. Зарядка аккумуляторов осуществляется от зарядных станций, обеспечивающих зарядное напряжение равное 4,4 – 5,2В.

Светильники приводятся в рабочее состояние, выдаются людям, идущим в горные выработки, и принимаются после выхода из них в ламповых. Число исправных светильников должно быть на 10% больше списочного состава подземных трудящихся. ПБ запрещают передвижение людей по выработкам и провидения работ без включенного индивидуального светильника.

Контрольные вопросы:

- 1) Назначение освещения в горных выработках
- 2) Перечислите основные светотехнические величины
- 3) Какие вы знаете осветительные приборы

Урок 15: Водоотлив при проходке горных выработок

Из горизонтальных и наклонных выработок.

Горизонтальные горные выработки проводят с уклоном в сторону стволов, что позволяет отвод воды, осуществлять самотеком по водоотливным канавкам, которые сооружают со стороны прохода для людей и устраивают прочное перекрытие. Для обеспечения стока воды по канавкам почве выработок придается продольный уклон от 0,002 до 0,005. Для стока воды в канавку также имеется поперечный уклон не < 0,002.

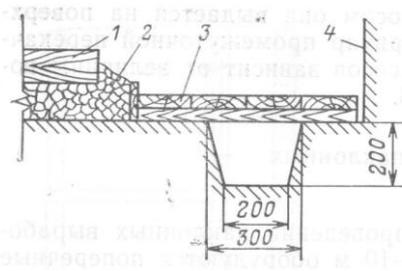


рис. 3.33

Схема водоотливной канавки

- 1 – шпала;
- 2 – балластный слой;
- 3 – трап;

В зависимости от крепости пород почвы канавку крепят деревом или бетоном. Поперечные размеры ее принимаются в зависимости от количества отводимой воды и определяются

$$S = \frac{Q}{V \cdot K} \cdot m^2 \quad (3.11)$$

где Q – приток воды во всей выработке, m^3/c

V – средняя скорость движения воды в канавке, м/с (при уклоне 0,003 - скорость $V=0.5m/c$)

K – коэффициент, учитывающий допускаемый уровень воды в канавке
 $K=0,75$

При проведении штолен и других выработок из них на отметке выше устья штольни вода вытекает по канавке непосредственно на поверхность, а при проходке других выработок вода стекает по канавкам горизонтальных выработок к водосборнику шурфа или ствола, откуда откачивается насосами.

Для улавливания воды при проведении наклонных выработок в их почве через каждые 5-10м. оборудуются поперечные канавки, из которых вода поступает в продольную канавку, а затем в водосборник. Туда же вода откачивается из забоя забойным насосом. Далее стационарным центробежным насосом вода откачивается на поверхность или в промежуточный водосборник.

Забойные насосы устанавливают горизонтально на специальных рамах, оборудованных полозьями или колесами, а также на переносных полках.

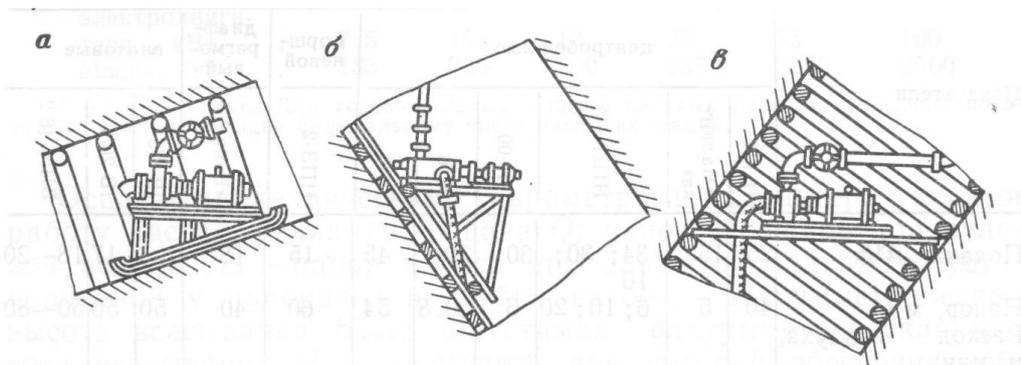


рис. 3.34.

Забойные насосы, устанавливаемые в наклонных выработках на салазках (а и б) и на переносном полке (в)

Насосы перемещают с помощью канатов и лебедок по рельсовым путям. Нагнетательный трубопровод насоса периодически наращивают, соединяя с напорным трубопроводом гибким рукавом.

При небольших притоках не $> 75 \text{ м}^3/\text{ч}$ вода может удаляться вместе с породой в подъемных сосудах (вагонетках, скипах).

Водоотлив при проведении вертикальных выработок.

Схема водоотлива зависит от глубины проходимого ствола и величины притока воды. При притоке воды $< 5 \text{ м}^3/\text{ч}$ водоотлив осуществляется путем откачки воды из забоя подъемными сосудами.

Схема водоотлива в бадью насосом.

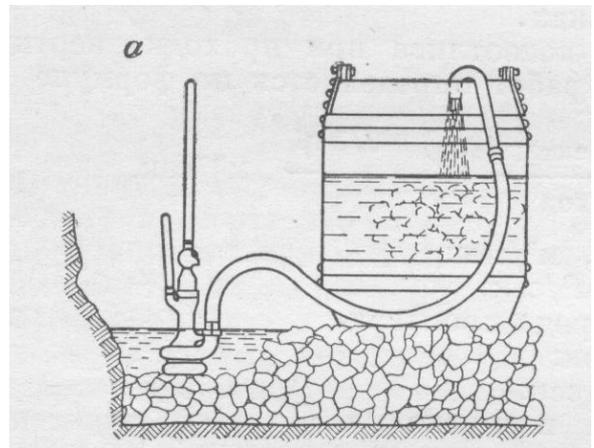
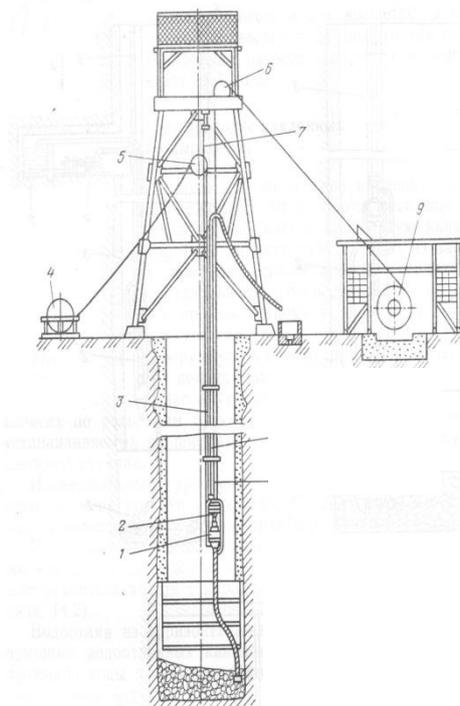


рис. 3.35.

При больших притоках применяют водоотлив с использованием подвесных насосов: ППН50-12, ППН30-250, ВП-2 ВП-36. Если напор подвесного насоса недостаточен для подачи воды на поверхность, то в стволе устраивают перекачные станции. Если вода поднимется насосом прямо на поверхность, схема водоотлива одноступенчатая.



- 1 – подвесной насос;
- 2 – двигатель насоса;
- 3 – кабель для двигателя

т рис.3.36. бедка.

При использовании перекачной станции схема водоотлива может быть – 2-х и многоступенчатая.

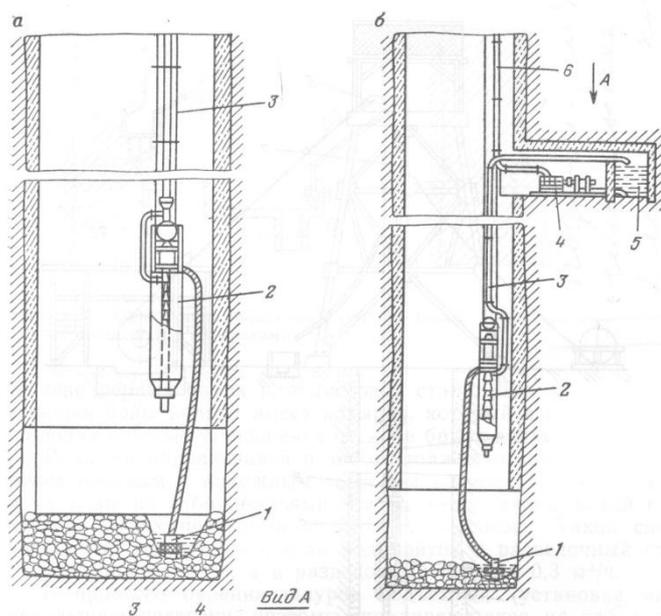


рис. 3.37.

Схема многоступенчатого водоотлива без перекачной (а) и с перекачной (б) станцией

- 1 – забойный насос;*
- 2 – подвесной проходческий насос;*
- 3 – водоотливной став подвесного насоса;*
- 4 – горизонтальный насос;*
- 5 – водосборник;*
- 6 – водоотливной став горизонтального насоса.*

С водоотливом по одноступенчатой схеме проходят стволы глубиной до 350м с использованием высоконапорных подвесных проходческих насосов, например ВП-3С.

Водоотливные установки при проходке неглубоких

выработок (канавы, шурфы)

Эти установки в большинстве случаев монтируются на поверхности и в этом случае глубине выработок, не может превышать высоты их всасывания, т.е. максимально до 8м.

При притоке воды до 0,3м³/ч водоотлив осуществляется в бадьях вместе с породой. К числу насосных установок, монтируемых на поверхности, относятся передвижные на тележках и салазках центробежные насосы, винтовые и объемные, а к числу опускаемых в шурфы – зумпфовые и легкие подвесные и винтовые.

Раздел 4. Погрузка и транспортирование породы в горно-разведочных выработках

Погрузка породы

План

1. Погрузка горной породы
2. Транспортировка горной породы

3. Скрепирование

Уборка породы является трудоемким и тяжелым производственным процессом, занимающим до 50%, а при проведении вертикальных горных выработок до 70% продолжительности проходческого цикла.

В состав работы по уборке породы входят следующие операции:

1. осмотр забоя и приведение его в безопасное состояние;
2. разборка породы;
3. размельчение крупных кусков;
4. погрузка породы в сосуды;
5. откатка породы к отвалу или к стволу шахты и подъема на поверхность;
6. откатка на отвал к пункту разгрузки вагонов.

Уборка породы состоит из 2 основных процессов: погрузки и транспортировки (откатки, подъема).

Урок 16:

1. Погрузка горной породы

Способы погрузки породы.

1.1 Ручная погрузка.

На производительность труда большое влияние оказывает состояние почвы выработки. Для повышения производительности труда рекомендуется применять железные листы.

Перед взрывом шпуров на почву выработки на 4-5 м от забоя укладываются листы на почву с таким расчетом, чтобы основная масса отпала ложилась на эти листы. Производительность повышается на 25-35%.

На производительность труда большое влияние оказывает расстояние перекидки породы.

По мере продвижения забоя выработки происходит отставание рельсового пути, достигающее 5-6м (стандартной длины рельсов). Появляется необходимость 2-3-х перекидок породы.

В целях облегчения труда и повышения его производительности применяются временные короткие (до 2м) звенья рельсового пути.

При проведении горизонтальных и наклонных до 35° горно-разведочных выработок небольшой длины (50-75м) и малой площадью поперечного сечения (Т-2,0; Т-3,0; Т-4,8 или ПС-2,0; ПС-2,7 и ПС-4,2) применяют скреперные установки.

Скреперная установка включает в себя: скреперную лебедку с двигателем, скрепер, скреперный полук, канаты рабочий и холостой, скреперный блок.

Скреперные лебедки могут быть 2-х и 3-х барабанные. Наибольшее распространение имеют 2-х барабанные лебедки.

1.2 Погрузка породы породопогрузочными машинами.

Погрузочные машины предназначены для механизации погрузки горной в вагонетки, на конвейер и другие транспортные средства.

Классификация погрузочных машин

1. по типу рабочего органа:

Ковшовые, барабанно-лопастные, парные нагребавшие лапы, гребковые, гребково-роторные

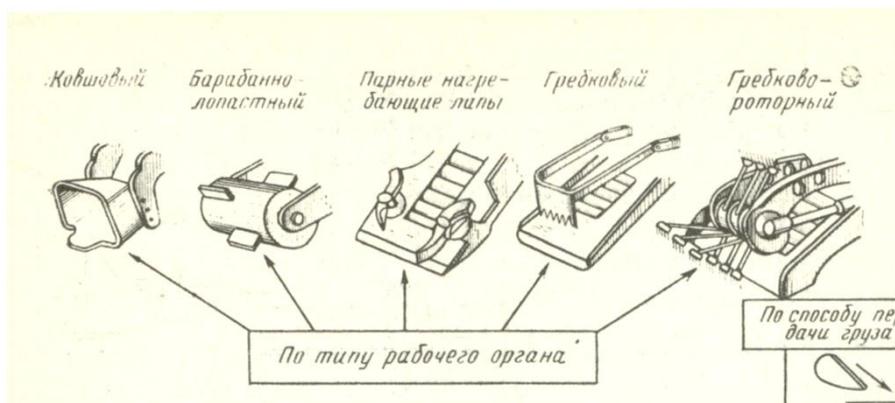


рис. 4.11.

2. По характеру работы погрузочного органа: периодического действия и непрерывного действия

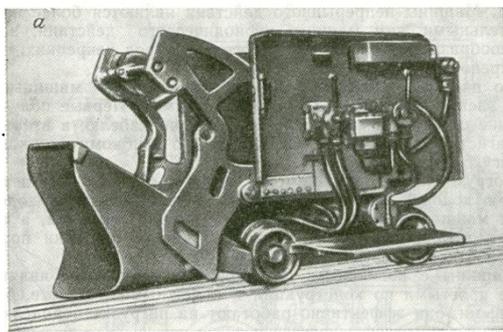


рис. 4.12.

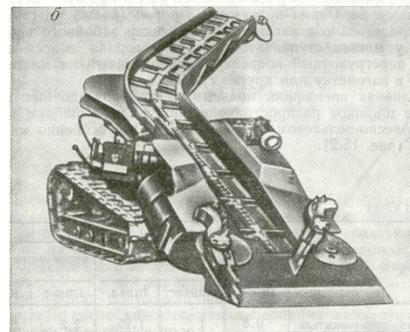


рис. 4.13.

а - периодического действия;

б - непрерывного действия.

3. По способу захвата: нижний, верхний, боковой.

ППН – погрузочная периодического действия нижнего захвата.

ПНБ – погрузочная непрерывного действия бокового захвата.

ПНН – погрузочная непрерывного действия нижнего захвата.

ПНВ – погрузочная непрерывного действия верхнего захвата.

ППВ – погрузочная периодического действия верхнего захвата.

4. По способу передачи груза: прямой и ступенчатый.

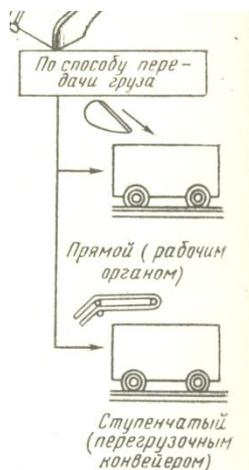


рис. 4.14.

К машинам прямой погрузки относят машины, которые после захвата горной массы перегружают ее в вагонетки. Машины с боковой разгрузкой перегружают в вагонетки или на конвейер.

К машинам ступенчатой погрузки относят машины, снабженные перегрузочным конвейером, который передает зачерпанную горную массу в вагонетку или другие транспортные средства.

4. по ходовой части:

колесно-рельсовая, гусеничная, пневмошинная.

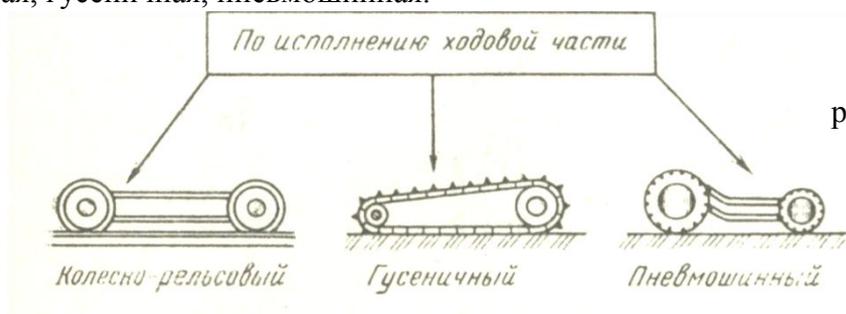


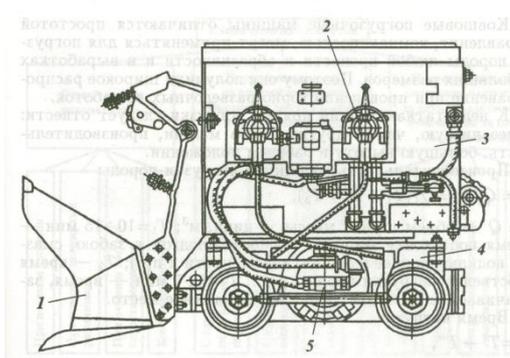
рис. 4.15.

5. по виду потребляемой энергии: пневматические, электрические.

Пневматические получают энергию от магистрали со сжатым воздухом по гибкому резиновому кабелю, электрические – от силовой электрической сети по кабелю.

При проходке горно-разведочных горизонтальных выработок в основном применяются пневматические погрузочные машины.

В выработках небольших сечений применяется малогабаритная погрузочная машина. ППН-1С



- 1 – ковш;
- 2 – пульт управления;
- 3 – боковая стенка;
- 4 – колесная пара;
- 5 – пневмоштанга;
- 6 – пневмодвигатель передвижной;
- 7 – пневмодвигатель подъема.

рис. 4.16.

Машина ППН-1С предназначена для погрузки горной массы с кусками крупностью до 360мм любой крепости при проведении выработок размером 2,3 x 2,3м в вагонетки и другие транспортные средства.

Машина состоит из исполнительного органа, ходовой тележки, поворотной платформы с лебедкой для подъема ковша, двух пневмодвигателей, пульта управления. Поворотная платформа поворачивается на угол 30° в обе стороны и после каждого цикла черпания автоматически возвращается в исходное положение. Исполнительный орган состоит из ковша и двух кулис, соединенных траверсой.

В условиях специфики подземных горно-разведочных работ наиболее широкое применение получили ковшовые машины на колесно-рельсовом ходу и особенно машина ППН-1с.

таблица 4.4

| Параметры | Погрузочные машины | | | | |
|---|-------------------------|--------|-------|-----------------------|--------|
| | периодического действия | | | непрерывного действия | |
| | ППН-1с | ППН-2Г | ППН-3 | # 1ПНБ-2 | 2ПНБ-2 |
| Техническая производительность, м ³ /мин | 0,8 | 1 | 1,25 | 2,2 | 2,5 |
| Мощность двигателей, кВт | 17,7 | 36,8 | 37,2 | 31 | 70 |
| Вместимость ковша, м ³ | 0,2 | 0,32 | 0,5 | — | — |
| Габариты, мм: | | | | | |
| длина | 2250 | 2600 | 3200 | 7800 | 7800 |
| ширина | 1250 | 1450 | 1450 | 1600 | 1800 |
| высота в транспортном положении | 1500 | 1750 | 1800 | 1250 | 1450 |
| максимальная высота | 2250 | 2550 | 2800 | 2300 | 2600 |
| Фронт погрузки, м | 2,2 | — | 3,2 | — | — |
| Масса, т | 3,5 | 5 | 6,8 | 7 | 11,8 |

Погрузочная машина ППН-2Г пневматическая на гусеничном ходу предназначена для погрузки горной массы с кусками крупностью 400мм. Исполнительный орган аналогичен исполнительному органу машины ППН-1С.

Погрузочная машина ППН-3 по конструкции аналогична машине ППН-1С и отличается только техническими параметрами.

Применение погрузочных машин ступенчатой погрузки типа ПНБ существенно зависит от крепости и абразивности горных пород. Легкие машины применяют для пород с коэффициентом крепости f до 6, средние – до 10, тяжелые – до 16-18.

Техника безопасности при погрузке горной массы.

Перед началом работы погрузочной машины необходимо проверить работоспособность всех узлов машины и надежность крепления путей и маневровых устройств.

Во время работы погрузочной машины запрещается: находиться в зоне действия погрузочного ковша или нагребующих лап, производить ремонт, осмотр или чистку машины, работы под поднятым ковшом, прицеплять и отцеплять вагонетки.

Во время работы погрузочной машины проходчики обязаны следить за тем, чтобы силовой кабель или воздухопроводный шланг не попадали под ходовую часть машины. Гибкий кабель должен подвешиваться на опорах в растянутом состоянии.

При работе погрузочных машин с нагребующими лапами рабочим нельзя находиться на отбитой горной массе вблизи исполнительного органа машины.

Запрещается во время подъема ковша становиться на него или держаться за него руками, а также оставлять ковш в поднятом положении после остановки машины.

При работе машины необходимо включать оросительное устройство.

Подводить машину для захвата горной массы следует с опущенным ковшом.

При работе машины рабочие не должны стоять между машиной и крепью выработки со стороны, не имеющей свободного прохода. По окончании погрузки машина должна быть отведена в безопасное место. С силового кабеля должно быть снято напряжение, и он должен быть собран с провесом на канатике, натянутом вдоль выработки, а шланг сжатого воздуха должен быть собран в бухту и уложен или подвешен в определенном месте выработки.

Расчет производительности погрузочной машины.

Расчет производительности погрузочной ковшевой машины

1. Производительность погрузки

$$Q_M = \frac{60}{K_p \left[\frac{K_{кр}}{Q_{тех} + t_B} + \frac{2L}{(60V_B \cdot K_3 V_c \cdot n_6)} \right]} \cdot m^3 / ч \quad (4.7)$$

K_p – коэффициент разрыхления породы $K_p=1,5-2$

$Q_{тех}$ – техническая производительность машины, $m^3/2$

$K_{кр}$ – коэффициент, учитывающий крупность кусков породы и ее физико-механические свойства (при крупности и кусков до 300мм $K_{кр}=1$, при крупности более 400мм $K_{кр}=1,3$)

t_B – удельные затраты времени на вспомогательные операции, включающие очистку путей и выдвигание рельсов, кайловку перекидку определенной части породы с периферии в зону работы ковша (для выработок, ширина которых равна фронту погрузки, $t_B=1.5$ чел-мин/ m^3)

L – расстояние до пункта обмена вагонеток, м

V_B – вместимость вагонеток, m^3

K_3 – коэффициент заполнения вагонеток $K_3=0,9$

V_c – средняя скорость откатки вагонеток или состава с учетом маневров, прицепки и т.д. на участке от погрузочной машины до обменного пункта (по данным практики $V_c=0,6$ м/с)

n_6 – число вагонеток в составе, шт.

2. Продолжительность погрузки

$$t_{погр} = \frac{V_{ц} \cdot K_p}{Q_M}, ч \quad (4.8)$$

$V_{ц}$ – объем породы, оторванной за взрыв, m^3

Факторы, влияющие на производительность погрузки погрузочными машинами

1. Освещение
2. Проветривание
3. Квалификация и сознательность машиниста
4. Крепость породы
5. Абразивность
6. Организация работ
7. Ширина выработки
8. Качество буровзрывных работ
9. Отставания рельсового пути
10. Обмен вагонеток и т.д.

Урок 17.

2. Транспортировка горной породы

При проходке подземных горных выработок различают следующие способы проходки горных выработок

2.1 для горизонтальных горных выработок

Транспортировка горной породы при помощи конвейеров

Безрельсовая доставка:

1. Ручная перекидка - при длине выработки до 5м .
2. Доставка скреперными установками; рациональная длина скрепирования 50-60м.
3. Ленточные конвейеры.

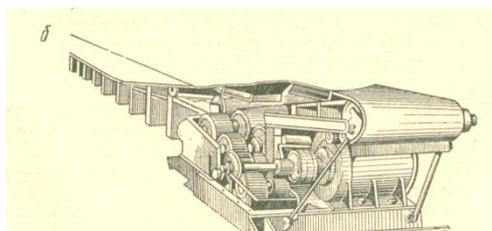


рис. 4.40.

Ленточный конвейер

а – схема установки;

б – общий вид привода конвейера.

Ленточный конвейер представляет собой транспортное устройство, несущим и тяговым органом которого является бесконечная гибкая лента 2, огибающая приводной 1 и хвостовой 3 барабаны и движущаяся обычно по поддерживающим роликам 5. Движение ленте передается от приводного барабана за счет силы трения между барабаном и лентой. Ролики укрепляются на специальных опорах и располагаются через 1-1,5 м на верхней (обычно грузовой) ветви и через 2-3 м по нижней (холостой) ветви. Для натяжения ленты служит натяжное устройство у хвостового барабана.

Конвейерные ленты изготавливаются из нескольких слоев хлопчатобумажной или синтетической ткани (каркас) и тонких слоев резины, которые помещаются между ними сверху, снизу и боков. Соединение отдельных слоев в одно целое производится вулканизацией. Ткань придает ленте прочность, резиновые обкладки защищают ее от механических повреждений и влаги.

Широкое применение находят резинометаллические ленты, у которых вместо ткани завулканизированы вместе с двумя прокладками стальные тросы диаметром 1,5-5 мм, что повышает механическую прочность лент.

Соединение концов ленты производится для подземных условий жестко П-образными скобами, шарнирно – крючкообразными скобами со стержнем и с помощью вулканизации (горячей или холодной). Подземные ленточные конвейеры выпускаются шириной 800, 1000 и 1200 мм. Несущая ветвь ленты имеет желобчатую форму, холостая –

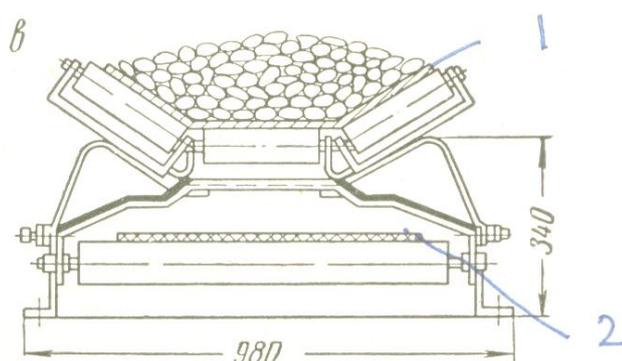


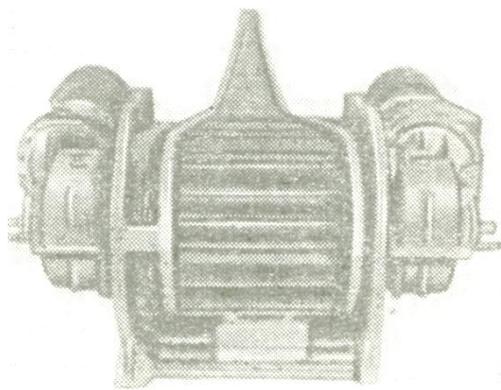
рис. 4.41.

плоскую.

Лотковая форма грузовой ветви ленточного конвейера

Ленточные конвейеры применяются в горизонтальных выработках и наклонных при транспортировании насыпного груза вверх до 18° и вниз до 15° при больших грузопотоках.

Пластинчатые конвейеры применяют для транспортирования грузов по горизонтальным выработкам, криволинейным в плане и профиле, а также для крутонаклонных выработок (до 35°). При этом минимальный допустимый радиус поворота выработки составляет в плане 20м, в вертикальной плоскости 60м, максимально допустимый угол одного изгиба



Пластинчатый конвейер П65

Рис. 4.42.

50°.

4 Пластинчатый конвейер состоит из несущего полотна, приводной и концевой головок, опорного конвейерного става, гидравлического натяжного устройства и электрооборудования.

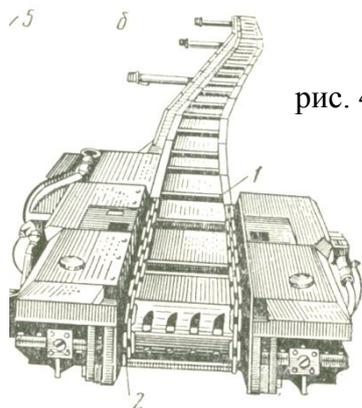


рис. 4.43.

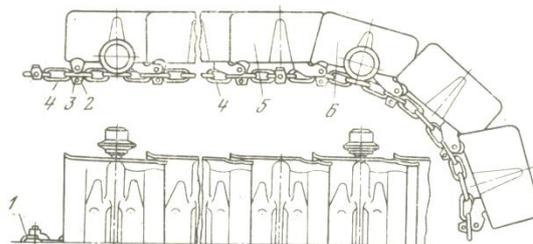


рис. 4.44.

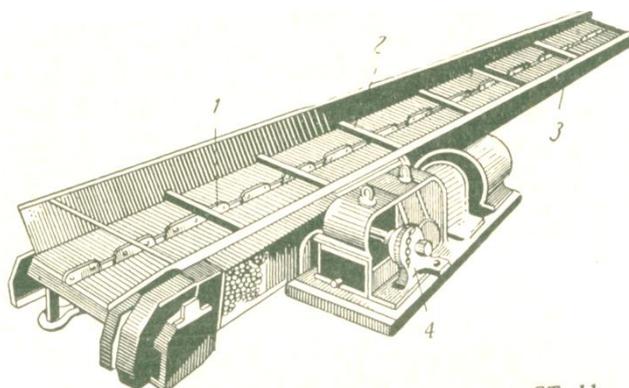
Пластинчатый конвейер

1 – металлические пластины; 2 – бесконечные цепи;

Несущее полотно конвейера

Несущее полотно состоит из штампованных металлических линейных 5 и роликовых 6 пластин трапецевидной формы, закрепленных на круглозвенной цепи 4 с помощью соединенного с пластинами поводка 3 и пружинной втулки 2. Отрезки цепи соединяются между соединительными звеньями 1.

Скребоквые конвейеры применяют для транспортирования угля и породы при углах установки вверх до 35° , вниз до 25° . В последние годы с целью увеличения скорости проведения подготовительных выработок для механизации транспортирования угля и породы применяются скребоквые конвейеры типа СК. Они бывают одноцепные с консольными скребками и обеими ветвями, расположенными в горизонтальной плоскости (для тонких пластов); С – одноцепные с центрально установленными скребками и обеими ветвями, расположенными в вертикальной плоскости (для подготовительных и очистных



немеханизированных забоев).

Общий вид скребкового конвейера

Скребковый конвейер состоит из бесконечной цепи 1 (одной или двух) с укрепленными на ней скребками 2, желоба 3, по концам которого расположены ведущие направляющие звездочки, входящие в зацепление с цепью, и электродвигателя с редуктором 4. Направляющая звездочка связана с натяжным устройством, поэтому она служит как для направления цепи, так и для ее натяжения.

Самотечная доставка в вертикальных и наклонных выработках

При проведении наклонных и вертикальных работ (рис. 4.45) при перепуске горной массы с одного горизонта на другой применяется самотечная доставка. В этом случае горная масса движется сверху под действием – силы тяжести по почве выработок или по специально укладываемым металлическим желобам или трубам. (самотечная доставка)

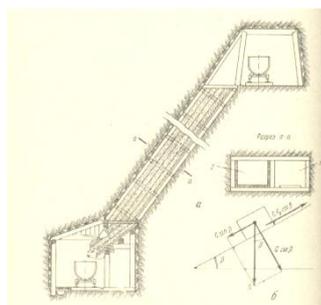


рис. 4.46.

Скат для самотечной доставки

а – общий вид

б – расчетная схема

1 – ходовое отделение; 2 – доставочное отделение.

При самотечной доставке выработка разделяется на ходовое 1 и доставочное 2 отделения. Ходовое отделение оборудуется трапом или лестницей. Отделения разделены прочной перегородкой. При углах наклона до 25° доставочное отделение должно иметь днище из железных листов, при угле наклона до 30° – доставка производится по деревянному настилу, при наклоне более 30° – по почве выработки.

Скольжение частицы груза по наклонной плоскости происходит под действием силы, которую можно разложить на две составляющие $mg\sin\beta$ и $mg\cos\beta$. Первая составляющая стремится переместить частицу вниз, вторая является силой трения, препятствует этому перемещению, поэтому движение будет возможно, если $m\sin\beta \geq m\cos\beta$ где f – статический коэффициент трения скольжения, или $\operatorname{tg}\beta \geq f$. Значения коэффициента f , по которым могут быть установлены минимально необходимые углы наклона выработки для самотечного транспорта следующие:

таблица 4.7

| | по почве | по дереву | по железным листам |
|----------------|-----------|-----------|--------------------|
| Железная руда | 1,3 – 1,7 | | 0,7 – 1,4 |
| Известняк | 0,9 – 1,2 | 0,8 – 1,1 | 0,65 – 1,0 |
| Каменный уголь | 0,7 – 0,8 | 0,6 – 0,7 | 0,3 – 0,5 |

Доставочное отделение имеет сечение $1 \times 1,5 \text{ м}^2$. Нижняя часть доставочного отделения оборудуется выпускным люком с затвором для периодического выпуска горной массы. Ширина выпускного отверстия принимается в 4-5 раз больше размера наибольшего куска породы, выпускаемой через люк.

Транспортировка горной породы при помощи электровозов и вагонеток

2 Откатка по рельсовым путям.

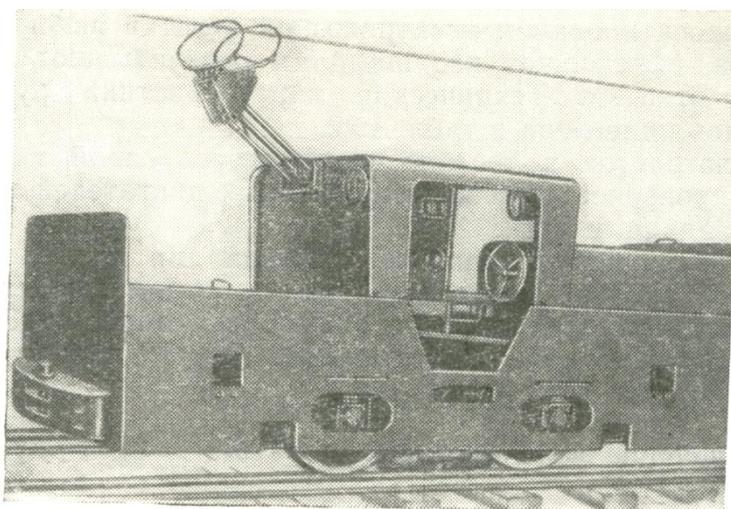
1. при длине выработки до 200м. применяется ручная откатка вагонетками.
2. При длине выработки более 200м применяется откатка электровозами.

Электровозная откатка является одним из наиболее распространенных видов подземного транспорта и осуществляется по горизонтальным выработкам с небольшим уклоном

($i = 0,0003 - 0,005$).

Электровозы различают контактные и аккумуляторные.

Контактные электровозы.



Контактный рудничный электровоз 4 КР

рис. 4.48

К электрической сети электровозной откатки относятся контактный провод, рельсовый путь, питающие кабели.

Аккумуляторные электровозы. Наиболее целесообразным при разведке месторождения оказалось применение аккумуляторных электровозов.

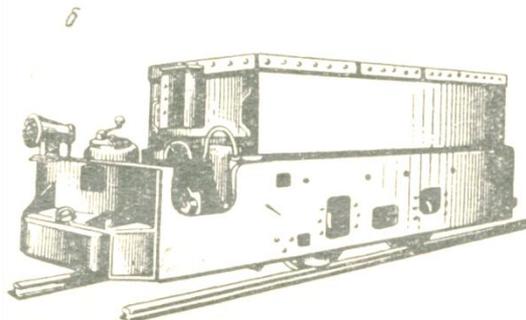


рис. 4.49.

Аккумуляторный электровоз.

При проходке горно-разведочных выработок в основном применяются малогабаритные легкие аккумуляторные электровозы АК-2У, 4.5АРП2М и 5АРВ (АРВ -

взрыво-безопасный, АРП – повышенной надежности). Сцепной вес 20,45 и 50 кН. У рудничных электровозов все оси ведущие, поэтому их сцепной вес равен весу электровоза.

Жесткой базой называется расстояние между центрами передней и задней осей (для двухосных электровозов) или между центрами осей тележки (для четырехосных электровозов). Чем больше жесткая база, тем устойчивее электровоз и тем труднее он проходит по закруглениям.

Для аккумуляторных электровозов применяют батареи тяговых щелочных никель – железных аккумуляторов серии ТЖН. По сравнению с кислотными батареями они обладают большим сроком службы и большей механической прочностью и выносливостью в работе, простотой обслуживания и способностью находиться длительное время в разряженном состоянии.

Батареи располагают в батарейных ящиках и присоединяют к цепи электровоза с помощью штепсельных разъемов во взрывобезопасном исполнении. Осмотр и ремонт электровоза производится в гаражах, расположенных в обособленных выработках. В камере, примыкающей к гаражу, размещается зарядная подстанция.

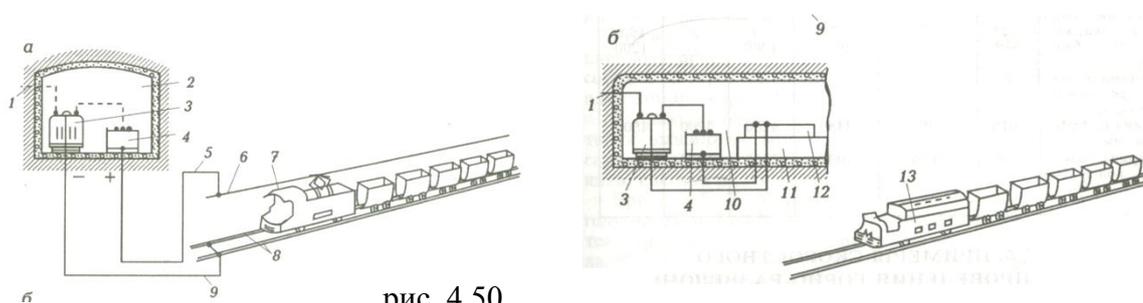


рис. 4.50.

Схема откатки вагонеток контактными (а) и аккумуляторными (б) электровозами.

- 1 – кабель высокого напряжения; 2 – камера подстанции; 3 – трансформатор;
 4 – выпрямитель; 5 – питающий кабель; 6 – контактный провод;
 7, 13 – контактный и аккумуляторный электровозы; 8 – рельсы;
 9 – заземляющий контур; 10 – зарядная камера; 11 – зарядный стол;
 12 – аккумуляторная батарея.

Техническая характеристика электровозов

таблица 4.9

| Электровоз | АК-2У | 4,5АРП2М | 5АРВ2М |
|--|-----------|-----------|-------------|
| Сцепной вес, кН | 20 | 45 | 50 |
| Скорость при часовом режиме работы, км/ч | 3,95 | 6,66 | 6,66 |
| Тяговое усилие при часовом режиме, кН | 3,3 | 7 | 7 |
| Жесткая база, мм | 650 | 900 | 900 |
| Клиренс, мм | 35 | 85 | 85 |
| Тип аккумуляторной батареи | 36ТЖН-300 | 66ТЖН-300 | 66ТЖНШ-300П |
| Тяговые электродвигатели: | | | |
| тип | МТ-2 | ЭДР-6 | ЭДР-6 |
| число | 1 | 2 | 2 |
| мощность, кВт | 4,3 | 6 | 6 |
| Габариты, мм: | | | |
| длина по буферам | 2015 | 3300 | 3480 |
| ширина по раме | 900 | 1000 | 1000 |
| высота от головки рельса | 1210 | 1300 | 1385 |

Вагонетки. Транспортирование по рельсовым путям осуществляется с помощью вагонеток. В зависимости от назначения вагонетки разделяются на пассажирские, специальные (для перевозки оборудования, материалов, ВМ) и грузовые.

Грузовые вагонетки делятся на следующие группы:

- с глухим опрокидным кузовом – тип ВО, разгрузка производится путем опрокидывания кузова;
- с глухим, жестко соединенным с рамой кузовом – типа ВГ, разгрузка производится опрокидами.

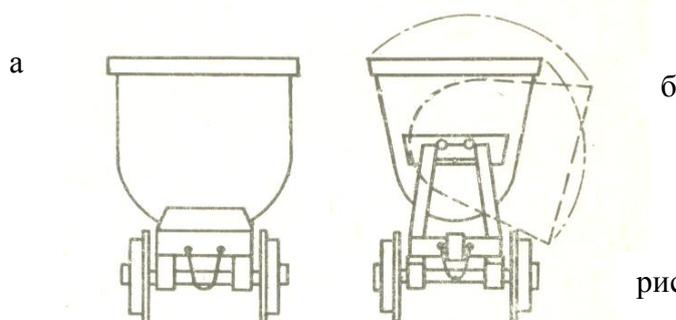


рис. 4.51.

Рудничные вагонетки

а - глухая вагонетка;

б – с опрокидным кузовом.

- с кузовом шарнирно закрепленном на раме и поднимающимся откидным бортом – тип ВБ, разгрузка производится при наклоне кузова и открывании борта.
- с кузовом, дно которого состоит из нескольких вращающихся секций – тип ВД, разгрузка производится через дно.
- с кузовом, жестко соединенным с рамой, и донным скребковым конвейером, - тип ВК, разгрузка производится донным конвейером.

В геологоразведочной практике нашли применение только вагонетки типа ВО и ВГ.

таблица 4.10

| Вместимость, м ³ | Грузоподъемность, т | Габариты, мм | | | Жесткая база, мм | Ширина колеи, мм | Диаметр колеса, мм | Масса, кг |
|-----------------------------|---------------------|--------------|--------|--------|------------------|------------------|--------------------|-----------|
| | | длина | ширина | высота | | | | |
| Вагонетки типа ВГ | | | | | | | | |
| 0,7 | 1,8 | 1250 | 850 | 1220 | 500 | 600 | 300 | 488 |
| 1 | 1,8 | 1500 | 850 | 1300 | 500 | 600 | 300 | 509 |
| 1,2 | 3 | 1850 | 1000 | 1300 | 600 | 600,750 | 350 | 780 |
| 1,4 | 2,5 | 1400 | 850 | 1230 | 650 | 600 | 300 | 674 |
| 1,6 | 3 | 2700 | 850 | 1200 | 800 | 600 | 300 | 706 |
| 2,2 | 5,5 | 2950 | 1200 | 1300 | 1000 | 600,750 | 400 | 1518 |
| Вагонетки типа ВО | | | | | | | | |
| 0,4 | 1 | 1250 | 760 | 1150 | 400 | 600 | 300 | 725 |
| 0,8 | 2 | 1900 | 1000 | 1250 | 600 | 600 | 300 | 1300 |

Вагоны, применяемые на карьерах, также разделяются на глухие и саморазгружающиеся. Большегрузные саморазгружающиеся вагоны (думпкары) разгружаются с помощью пневматических приводов.

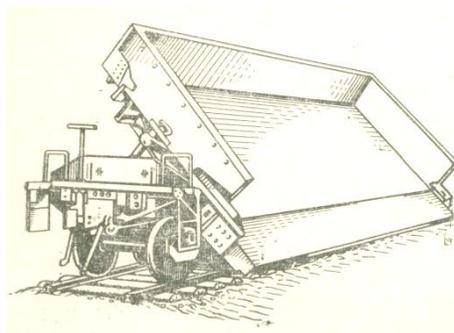


рис. 4.52.

Думпкав

Глухие вагоны разгружаются с помощью огромных опрокидывателей.

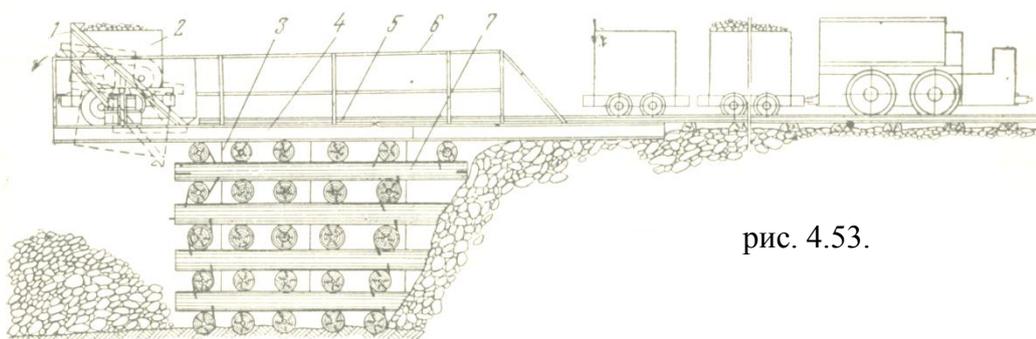
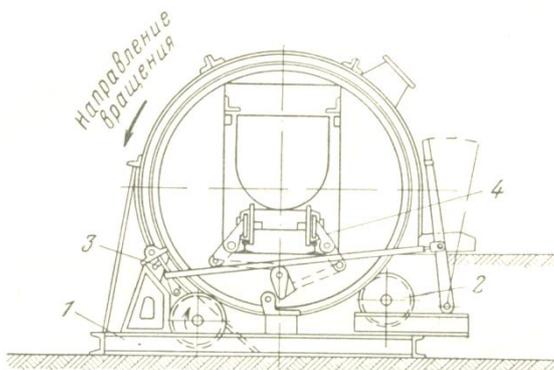


рис. 4.53.

Лобовой опрокидыватель

- | | | |
|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| <i>1 – опрокидыватель;</i> | | |
| <i>2 – вагон;</i> | <i>3 – канатная стяжка;</i> | <i>4 – опорная рама;</i> |
| <i>5 – рельсовый путь;</i> | <i>6 – ограждения;</i> | <i>7 – деревянная эстакада;</i> |

Круговые опрокидыватели по своему назначению разделяются на три типа: НС – для разгрузки нерасцепляемых вагонеток в составе по одной или по две вагонетки одновременно; РС – для разгрузки по одной или по две вагонетки расцепленного состава при самокатном обмене вагонеток в опрокидывателе и тип РГП – для разгрузки вагонеток расцепленного состава с принудительным обменом вагонеток в опрокидывателе.



Круговой опрокидыватель

- | |
|-------------------------------------|
| <i>1 – приводные ролики;</i> |
| <i>2 – свободно сидящие ролики;</i> |
| <i>3 – тормозные колодки;</i> |
| <i>4 – стопоры в опрокидывателе</i> |

рис. 4.54.

Рельсовые пути. Основным техническим параметром рельсового пути является ширина колен – расстояние между внутренними гранями головок рельсов. В

геологоразведочных горных выработках принята ширина колеи 600мм. На горных предприятиях, кроме того, применяют ширину колеи 750, 900мм. Тип рельса определяется его массой. Выпускают рудничные рельсы, имеющие массу 1м 10,15,18,24,33 и 38 кг. Для откатки вагонеток вместимостью до 2м³ применяют рельсы типа Р18 и Р24.

таблица 4.11

| Тип рельсов | Основные размеры, мм | | | Теоретическая масса 1м, кг | Площадь поперечного сечения, см ² | Нормальная длина рельсов, м | |
|-------------|----------------------|---------|---------|----------------------------|--|-----------------------------|------|
| | высота | ширина | | | | | |
| | | подошвы | головки | | | | |
| Р18 | 90 | 80 | 40 | 10 | 18,80 | 23,07 | 8 |
| Р24 | 107 | 92 | 51 | 10,5 | 24,14 | 32,7 | 8 |
| Р33 | 128 | 110 | 60 | 12 | 33,48 | 42,76 | 12,5 |

Рельсовый путь состоит из нижнего и верхнего строения.

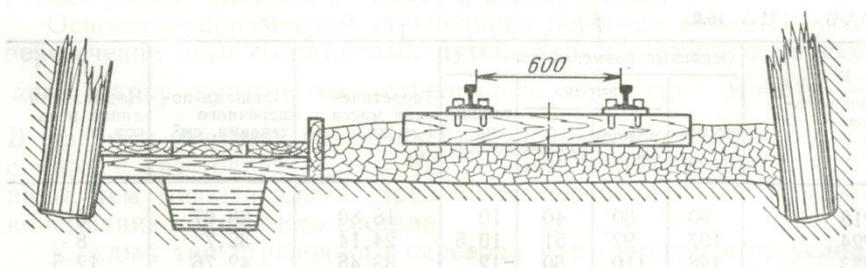


рис. 4.55.

Устройство рельсового пути в горизонтальной выработке

В горных выработках нижним строением является почва выработки. К верхнему строению относятся балластный слой шпалы, рельсы и крепления. Согласно ПБ при геологоразведочных работах радиус закругления рельсовых путей должен быть при ручной откатке не менее семикратной величины (наибольшей) жесткой базы, подвижного состава, а при электровозной откатке – не менее десятикратной.

Рельсовый путь должен иметь уклон $i = 0,003-0,005$. Уклон пути выбирается таким образом, чтобы сопротивление движению груженого состава были равны сопротивлению движению порожнего состава. Такой уклон называют уклоном равного сопротивления.

Уклон, при котором сила тяги равна нулю, называется уклоном равновесия. Например, в окоlostвольных дворах, где вагонетки должны двигаться самокатом.

Для соединения рельсов друг с другом применяют накладки с бортами или сварку (при сроке службы не менее 5 лет). Зазор на стыке рельсов должен быть не более 5 мм. Рельсы укладывают на шпалы через подкладки, что увеличивает опорную поверхность рельсов.

На горно-разведочных выработках применяются деревянные, иногда металлические шпалы. Деревянные, обычно сосновые без пропитки при сроке службы до 3 лет. Пропитка шпал антисептиками увеличивает срок службы шпал до 10 лет. Длина шпал должна в 1,8-2 раза превышать ширину колеи. Расстояние между осями шпал при ручной откатке должно быть не больше 1м, при электровозной – не более 0,7м.. Ширина шпал по нижней постели принимается 190-230мм, толщина 120-140мм.

Балластный слой обеспечивает равномерную передачу давления на нижнее основание, сглаживает неровности почвы выработки, динамические нагрузки на колеса и рельсы. Материалом может служить щебень с крупностью кусков 20-70мм или галька крупностью 20-40мм. Пространство между шпалами засыпают на 2/3 толщины шпалы.

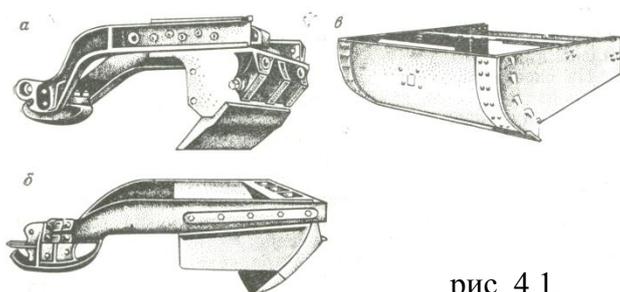
Урок 19.

3. Скрепирование

Скрепирование – это способ уборки при котором порода волоком транспортируется от забоя к нужному месту

Скреперная установка состоит из самого скрепера, скреперной лебедки, канатов

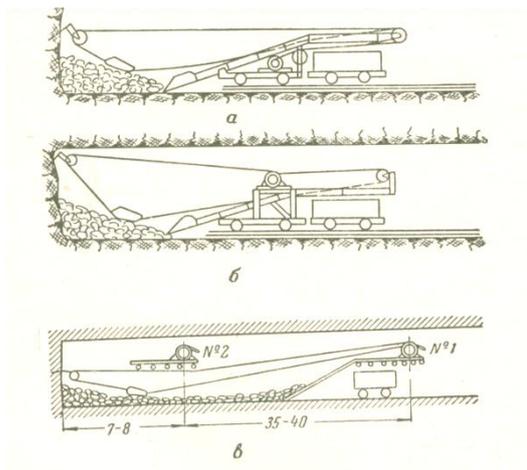
Скреперы бывают гребковые СГ и ящичные СЯ, гребковые скреперы применяются в крепких породах крупнокусковых, ящичные (коробчатые) – при уборке сыпучих, мелкокусковых пород.



*а – гребковый скрепер;
б – гребково-ящичный скрепер;
в – ящичный скрепер.*

рис. 4.1.

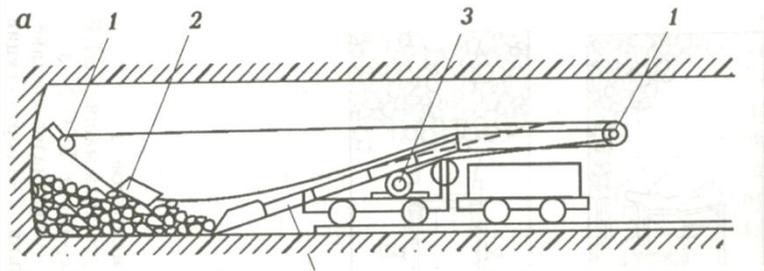
Блоки должны быть диаметром в 25-30 раз больше диаметра канатов. Способ крепления блока зависит от устойчивости пород.



Скреперные полки предназначены для выгрузки породы из скрепера непосредственно в вагонетки. По конструкции скреперные полки бывают деревянными стационарными и металлическими – передвижными.

Наиболее распространенные технологические схемы проведения горно-разведочных выработок со скреперной уборкой породы следующие:

а – металлический передвижной полок с подполком;
 б – передвижной полок с деревянным полком.

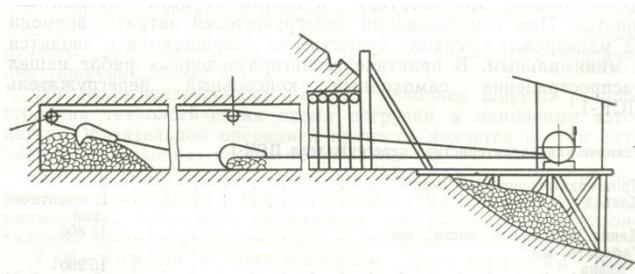


4. Погрузка породы в вагонетки.

1-блок 2-скрепер 3-лебедка 4-полок

5. Проведение штольни с уборкой горной массы скрепером.

Скреперная установка сооружается в устье. При этом совмещается погрузка и доставка породы. Рациональная длина скрепирования 50-60м. Можно увеличить длину скрепирования до 120-150м, применяя спаренные скреперы.

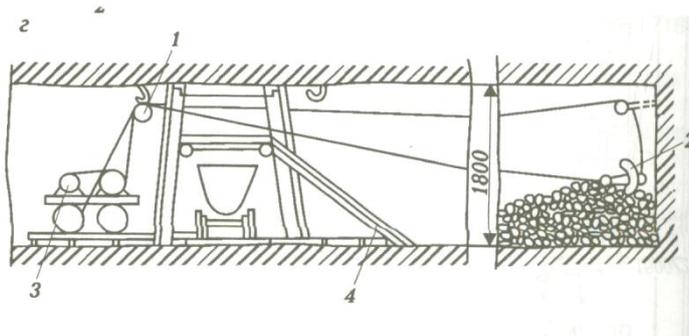
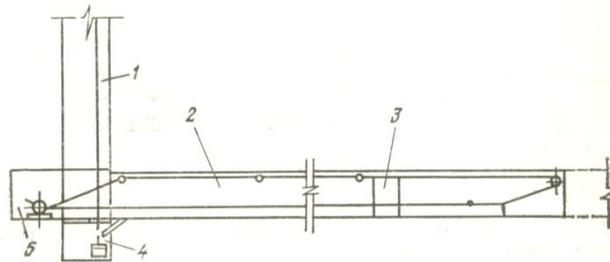


6. уборка породы из расщели, пройденной из горизонтальной выработки

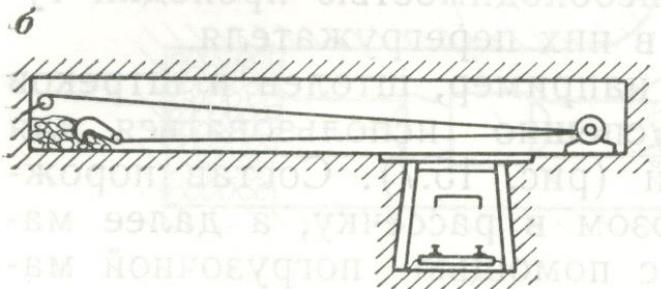
1-блок 2-скрепер 3-лебедка 4-полок

7. уборка породы из расщели, пройденной из шурфа

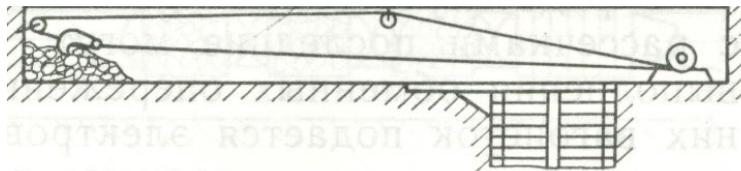
1 – шурф;
 2 - расщели;
 3 – ниша для бурового инструмента;
 4 – зумпф;
 5 – камера скреперной лебедки.



5. Из расщечек эффективнее убирать породу скрепером в том случае, если они пройдены на уровне кровли основной выработки.



6. уборка породы из расщечки, пройденной из восстающего.



По ПБ зазор между скрепером и стенкой выработки должен быть не меньше 150-200мм.

Достоинства скреперной погрузки: простота конструкции и обслуживания, надежность в работе, невысокая стоимость, несложные монтаж и демонтаж, простота изменения длины доставки, возможность доставки крупнокусковых скальных пород, возможность совмещения погрузки и доставки.

Недостатки: относительно невысокая производительность, ограниченная длина доставки, быстрый износ канатов.

Техническая характеристика скреперов.

| Показатели | Вместимость скрепера, м ³ | | | |
|---|--------------------------------------|------|------|------|
| | 0,10 | 0,16 | 0,25 | 0,40 |
| Односекционный гребковый жесткий скрепер СГ | | | | |
| Основные размеры, мм: | | | | |
| длина | 950 | 1250 | 1400 | 1700 |
| ширина | 700 | 850 | 950 | 1200 |
| высота | 500 | 500 | 560 | 670 |
| Масса, кг | 160 | 265 | 400 | 560 |
| Односекционный ящичный скрепер СЯ | | | | |
| Основные размеры, мм: | | | | |
| длина | — | 800 | 950 | 1120 |
| ширина | — | 710 | 850 | 950 |
| высота | — | 360 | 400 | 450 |
| Масса, кг | — | 160 | 265 | 400 |

Существуют два способа погрузки: с предварительным оттаскиванием породы от забоя на 5-6м и с одновременным оттаскиванием породы от забоя и погрузкой ее в вагонетки.

Практическое занятие.

Расчет скреперной установки.

8. Производительность скреперной установки при предварительном оттаскивании породы от забоя.

$$P_{ск.} = \frac{3600q_c T_1 T_2}{t_c} \quad (4.1)$$

$P_{ск}$ – производительность скреперной установки.

Q_c - емкость скрепера, м³ (см. справочник горного мастера)

T_1 – коэффициент наполнения скрепера (0,5-0,8)

T_2 – коэффициент использования скрепера во времени (0,5-0,8)

t_c – продолжительность одного цикла скрепирования, сек.

$$t_c = \frac{\ell}{V_{гр.}} + \frac{\ell}{V_{пор.}} + t_n, \text{ с} \quad (4.2)$$

t_c – продолжительность одного цикла скрепирования, сек. Где ℓ длина скрепирования, м.

$V_{гр}$ – скорость движения груженого скрепера, $V_{гр}$ - 0,9-1,2м/с

$V_{пор}$ скорость движения порожнего скрепера, $V_{пор} = 1,4 - 1,7\text{м/с}$

t_n – суммарная пауза при двукратном переключении хода скрепера, $t_n = 20-30$ сек.

Если скрепером порода грузится в вагонетку или бадью, производительность скрепера считается по формуле:

$$P_{ск} = \frac{3600V_в}{\frac{V_в}{q_c}t_c + \frac{2L}{V}}, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (4.3)$$

где

$V_в$ – емкость вагонетки, м³ (бадьи)

t_c – продолжительность одного цикла скрепирования, сек.

L – длина откатки, м (подъема)

V – средняя скорость откатки (подъема). При ручной откатке – $V=0,6-1,0$ м/с.

При электровозной – $V=1,5-2,0$ м/с.

При подъеме КШ – $I_m = 0,57$ м/с.

Краном «Пионер» – $0,44$ м/с.

КШ – $100 = 0,62$ м/с.

2. Тяговое усилие на барабане лебедки $Z = K(Q_m + W)(f' \cos \beta \pm \sin \beta)$, кг (4.4)

где W – все породы, перемещаемой скрепером, кг

Q_m – вес скрепера, кг (см. техническую характеристику)

f' – суммарный коэффициент трения породы, скрепера и канатов о породу – $0,65 - 0,8$

β – угол пути скрепирования (для горизонтальной выработки $\beta = 0$)

K – коэффициент добавочных сопротивлений $K = 1,35-1,45$

Выбрать скреперную лебедку.

9. Мощность электродвигателя

$$N = \frac{ZV_k}{102\eta}, \text{ кВт}. \quad (4.5)$$

Z – тяговое усилие на барабане лебедки, кг

V_k – средняя скорость навивки каната на тяговый барабан, м/с $L7$

η – КПД лебедки – $0,81$

10. Время, необходимое на уборку отбивной породы

$$T = \frac{V_{ц} K_{раз}}{P_{ск}}, \text{ ч}. \quad (4.6)$$

где

$V_{ц}$ – объем породы, оторванной на взрыв, м³ $V_{ц} = S_{ч} * \ell_{ц}, \text{ м}^3$

$S_{ч}$ – площадь сечения в черне м²

Кразр. – коэффициент разрыхления

$P_{ск}$ – производительность скреперной установки, м³/ч.

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое скрепирование?
- 2) Из чего состоит скреперная установка?
- 3) Какие способы уборки породы при помощи скрепера вы знаете?
- 4) Как производится транспортировка горной породы в вертикальных горных выработках
- 5) Правила безопасности при погрузке горной породы.
- 6) Способы погрузки горной породы
- 7) Дайте классификацию погрузочным машинам

Практическое задание.

Произвести расчет производительности скреперной погрузки в рассечке пройденной из шурфа для следующих условий.

| № | Площадь сечения в черне м ² | Длина скрепи L, м | Емкость бадьи V _б , м ³ | Глубина шурфа H, м | Способ подъема | Емкость скрепера V _с м ³ | Уходка за цикл L _ц , м | Объемная масса T/м ³ | Коэф. разрыхления |
|---|--|-------------------|---|--------------------|----------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------|
|---|--|-------------------|---|--------------------|----------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------|

| | Sr | | | | | | | | |
|----|-----|----|------|----|---------|------|-----|-----|------|
| 1 | 2,8 | 30 | 0,12 | 20 | КШ-100 | 0,1 | 1,0 | 1,5 | 1,5 |
| 2 | 2,0 | 20 | 0,12 | 20 | КШ-1М | 0,1 | 1,0 | 1,5 | 1,5 |
| 3 | 2,8 | 30 | 0,5 | 30 | пионер | 0,25 | 1,5 | 2,0 | 1,75 |
| 4 | 2,8 | 50 | 0,12 | 20 | КШ-100 | 0,1 | 1,0 | 1,5 | 1,5 |
| 5 | 2,0 | 15 | 0,04 | 20 | КШ-100 | 0,1 | 1,2 | 2,0 | 1,5 |
| 6 | 2,8 | 20 | 0,12 | 40 | КШ-1М | 0,1 | 1,0 | 1,5 | 1,5 |
| 7 | 4,4 | 40 | 0,12 | 40 | молотка | 0,25 | 1,4 | 2,5 | 1,75 |
| 8 | 4,8 | 34 | 0,25 | 24 | КШ-2М | 0,16 | 1,2 | 2,0 | 1,5 |
| 9 | 2,8 | 45 | 0,12 | 15 | КШ-100 | 0,25 | 1,0 | 2,5 | 2,0 |
| 10 | 2,8 | 40 | 0,12 | 40 | КШ-1М | 0,25 | 1,4 | 2,0 | 2,0 |
| 11 | 4,4 | 50 | 0,12 | 30 | КШ-1М | 0,25 | 1,6 | 2,5 | 2,0 |
| 12 | 2,8 | 40 | 0,12 | 40 | КШ-1М | 0,1 | 1,0 | 1,5 | 1,75 |
| 13 | 4,4 | 25 | 0,12 | 40 | КШ-100 | 0,25 | 1,5 | 2,0 | 1,5 |
| 14 | 2,8 | 20 | 0,12 | 40 | КШ-1М | 0,1 | 0,9 | 2,5 | 1,5 |
| 15 | 2,8 | 15 | 0,05 | 20 | КШ-1М | 0,1 | 1,0 | 1,5 | 1,5 |

Раздел 5. Крепление горно-разведочных выработок

План:

- 1) Горное давление
- 2) Материалы горной крепи
- 3) Способы крепления горных выработок

Урок 20

1. Горное давление

До проведения любой горной выработки породы в массиве находятся в состоянии напряженного равновесия. Частицы горных пород в массиве подвергнуты переносному сжатию и находятся в объемном напряженном состоянии, которое может быть разложено на горизонтальную и вертикальную, составляющие напряжения.

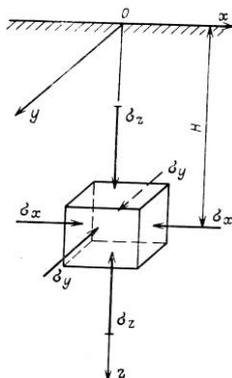
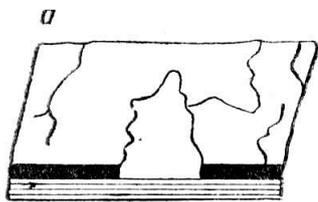


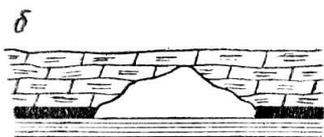
Схема к определению напряженного состояния массива горных пород

При проведении горной выработки равновесие нарушается, происходит перераспределение напряжения во времени и в пространстве. Породы, окружающие выработку, воспринимают давление, которое вызывают деформацию горных пород. Деформация зависит от глубины выработки, от физико-механических свойств горных пород и от размеров обнажения.



Форма свода обрушения при разных породах

а – при однородных равномерно разбитых трещинами породах;



б – при трещиноватых глинистых сланцах;



в – при вязких породах.

рис. 5.2.

Формы обрушения.

Обнажение горных пород может приходиться в равновесное состояние без нарушения оплошности и с нарушениями. В последнем случае выработку необходимо крепить.

Силы, которые возникают в окружающем массиве в результате проведения выработки, называют горным давлением.

Горное давление развивается как в пространстве, так и во времени.

Расчет горного давления в горизонтальных выработках.

Горное давление определяется, исходя из теории свода естественного равновесия профессора М.М. Протодяконова. Он экспериментально установил и теоретически доказал, что над кровлей выработки образуется параболический свод. Различают два периода в проявлении горного давления.

1. Неустойчивое давление – изменение первоначального напряженного состояния горных пород (до образования свода естественного равновесия).
2. Устойчивое горное давление – нарастание давления прекращается (после образования свода). Крезь выработки воспринимает вес пород в пределах контура свода.

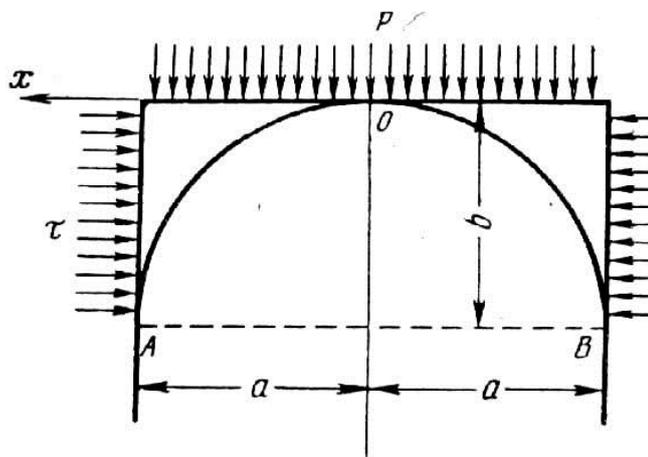


рис. 5.3.

свода.

Свод естественного равновесия

Величина горного давления на 1м горизонтальной выработки определяется по формуле

$$P = S * \gamma, \text{ кН/м} \quad (5.1)$$

S – площадь параболического свода

γ - объемная масса породы Т/м^3

Площадь параболического свода определяется по формуле $S = \frac{4}{3} a * v, \text{ м}^2 \quad (5.2)$

a – полупролет свода м.

v – высота свода м

Высота свода $v = \frac{a}{f}$

f – коэффициент крепости по Протодяконову.

$$P = \frac{4}{3} \frac{a^2}{f} \text{кН/м.} \quad (5.3)$$

Горное давление в вертикальных выработках. Расчет горного давления

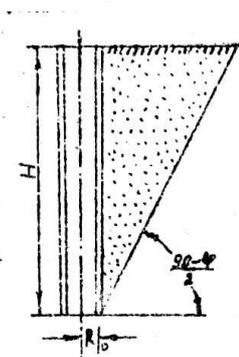


рис. 5.4.

Схема определения величины горного давления на крепь ствола шахты (шурфа)

Расчетная формула горизонтального давления на крепь по методу М.М. Протоdjeяконова

$$P = \gamma H \operatorname{tg}^2 \frac{90 - \varphi}{2}. \quad (5.4)$$

где p – величина давления на крепь ствола т/см²

γ – объемная масса породы кг/см³

H – глубина ствола, для которой определяется давление, м

φ – угол внутреннего трения

$$\varphi = \operatorname{arctg} f$$

f – коэффициент крепости пород

При определении горного давления в вертикальных выработках рассматривают крепь как подпорную стенку, которая подвергается давлению со стороны боковых пород.

Если ствол вертикальной выработки пересекает однородные породы, величина горного давления по методу Цимбаревича равна $P = H \gamma A$ м/м². (5.5)

A – коэффициент горизонтального распора.

Если ствол шахты пересекает разные породы мощностью $h_1, h_2, h_3 \dots h_n$ с объемными массами $\gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 \dots \gamma_n$ и коэффициентами горизонтального $A_1, A_2, A_3 \dots A_n$.

Тогда по гипотезе профессора Цимбаревича величина горного давления в отдельном пернекаемом слое определяется

$$\text{В кровле слоя: } P_n = P_n \left(n_{n-1} \frac{P_{n-1}}{P_n} + h_{n-2} \frac{P_{n-2}}{P_n} + \dots h_1 \frac{P_1}{P_n} \right) A_n \quad (5.6)$$

где P_n, h_n – соответственно плотность породы и мощность пласта (участка), на котором подчитывается горное давление.

P_{n-1}, P_2, P_1 – плотность вышележащих на ряд пород.

A_n – коэффициент горизонтального распора данной породы. Для пород средней крепости – 0,017; крепких – 0,004; слабых – 0,164; пlyingунов – 0,757.

2. Материалы горной крепи

Дерево. Самый распространенный материал на горно-разведочных выработках. Это дешевый, прочный материал, обладает небольшой массой, легко обрабатывается, стойкий к агрессивным водам, небольшой стоимости. Но лес недолговечен из-за гниения и характеризуется сравнительно небольшой прочностью. Срок службы древесины зависит от условий её работы и может длиться от 3 месяцев до 40 лет. Существуют следующие способы увеличения срока службы древесины: сушка, пропитка антисептиками. Применяют для крепления хвойные сорта леса в виде круглого леса – рудостойки и пиленого горбыля, бруса, досок. Для предохранения от гниения его пропитывают 2 – 5 % водным раствором фтористого натрия.

Бетон – искусственный строительный материал, в состав которого входит вяжущее вещество – цемент, образующий с водой пластичную твердеющую массу и заполнители – песок, гравий, щебень. Состав бетона в соотношении 1:2:3 – цемент, песок, гравий (щебень).

Применяют портландцемент марок 300, 400, 500, 600.

Достоинства: 1. Высокая прочность. 2. Огнестойкость. 3. Долговечность. 4. Низкая стоимость.

Недостатки: 1. Высокая трудоемкость. 2. Продолжительность времени схватывания и затвердения.

Пластбетон – синтетические вяжущие смолы с добавками (полиэтиленглиамин, бензол – сульфокислота и др.). Обладает высокой прочностью, химической стойкостью против агрессивных вод и высокой водонепроницаемостью.

Металл – прочный, долговечный, огнестойкий крепежный материал изготавливается из чугуна и стали в основном двутаврового и швеллерного сечения. Недостатки: высокая стоимость, подверженность коррозии.

Камни – применяют крайне редко, в основном под фундамент.

Железобетон – бетон, армированный металлом. В качестве арматуры используют холоднотянутую проволоку и горячекатаную сталь диаметром до 10 мм. Железобетон применяют в виде монолитных конструкций и сборных элементов.

Применяются также стеклопластики (стеклянные волокна с синтетической смолой).

Армоцемент – разновидность сборного железобетона. В нем арматурная сетка состоит из стальных проволок диаметром 0,5 – 1,5 мм.

Каменное литье – расплавленные базальты и диабазы с последующим разливом их в формы.

Урок 21

3. Способы крепления горных выработок

3.1 Крепление канав.

Канавы крепятся:

1. при проходке в неустойчивых породах;
2. при большой глубине – без крепления канавы по ПБ можно проходить при глубине до 2 м;
3. при большом сроке службы.

Виды крепления

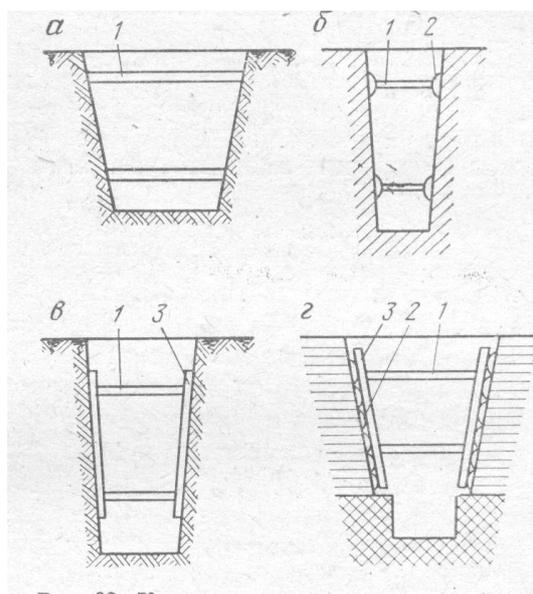


рис. 5.6.

1. Распорной крепью (рис а)

Концы распорок забиваются непосредственно в стенки через 1 – 1,5 м по длине канавы.

2. Крепление горбылями или досками с распорками (рис.б)

3. Распорками со стойками (рис. в)

В породах средней устойчивости вдоль стенок канав укладывают горбыли и доски попарно на одинаковой высоте на расстоянии 0,5 – 1 м и расклинивают их распорками через 1 – 1,5 м.

4. Распорками с затяжкой стенок (рис. г)

В породах менее устойчивых делают сплошное крепление: стенки канавы сплошь забирают досками или горбылями и расклинивают рамами, состоящими из стоек,

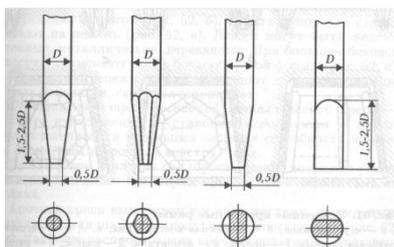
установленных по стенке, канавы и распорок. Распорки и стойки скрепляют скобами. Стойки и распорки готовят из досок толщиной 40-50 мм, толстых горбылей, распилов (в полбревна) и кругляков.

3.2 Крепление горизонтальных горных выработок деревом.

Основной конструкцией крепи является дверной оклад или крепежная рама.

Различают следующие разновидности крепи.

1. Жесткая – стойка опилена перпендикулярно оси рудостойки. Применяется при установившемся давлении.
2. Податливая крепь

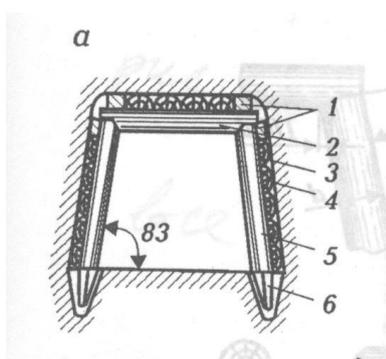


Заделка нижних концов стоек податливой крепи

рис. 5.7.

Стойка опилена «под карандаш» применяется при неустановившемся горном давлении.

1. **Неполные дверные оклады.** Элементы крепи – 2 стойки и верхняк.

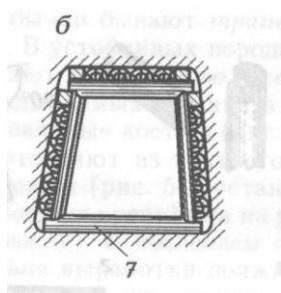


- 1 – клинья;
- 2 – верхняк;
- 3 – затяжка;
- 4 – забутовка;
- 5 – стойка;
- 6 – лунки для стойки.

2. **Полный дверной оклад (крепёжная рама).**

Элементы крепи: 2 стойки верхняк и лежень. Применяется при вспучивающихся породах почвы.

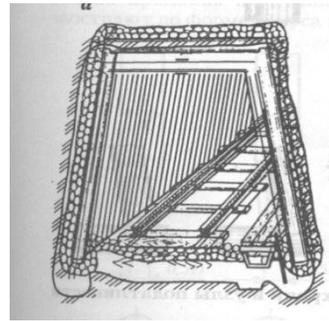
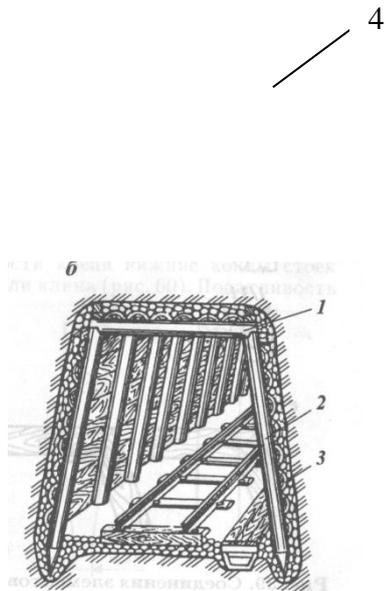
3. **Крепёж сплошной** – применяется при неустойчивых породах, а также для крепления 5 м. устья и 2-х м. сопряжения. При установке крепи делается забутовка. (рис.а)



- 7 – лежень.

рис. а

рис. б



1 – верхняк; 2 – стойки; 3 – затяжка; 4 – забутовка;

4. Крепь вразбежку (рис. б), применяется в породах средней устойчивости и устойчивых. Расстояние между рамами 0,5 – 1,5 м. При установке крепи делается затяжка из досок или горбыля толщиной 3-4 см и забутовка.

5. В некоторых случаях появляется возможность применения ослабленной крепи.

5.1 Половинный дверной оклад.

Верхняк с одной стороны опирается на стойку, а с другой – на выдолбленную в стенке лунку.

Применяется при неустойчивых породах по одной стенке выработки.

6. При возрастании горного давления или при проведении горных выработок большой ширины крепежные рамы усиливают.

6.1 Крепежная рама, усиленная стойкой и прогоном. (рис а).

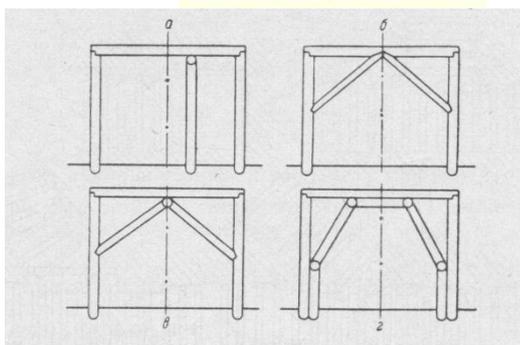


рис. 5.11.

рис. 5.14.

6.2 Крепежная рама, усиленная двумя подкосами – стропильная крепь. (рис. б)

6.3 Крепь, усиленная двумя подкосами и прогоном – подхватная крепь, более надежная чем стропильная. (рис. в) .

6.4 Ригельно-подкосная крепь. (рис.г).

6.5 Крепь может быть усилена до многоугольника, надежная, но требует больших затрат леса.

Д

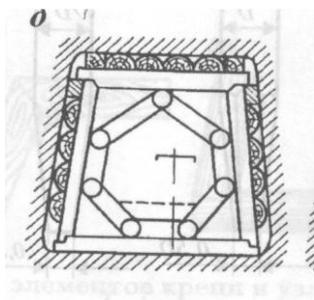


рис. 5.15.

Порядок установки крепежной рамы.

1. Делаются лунки (рис. а) для установки стойки глубиной 10-15 см, со стороны водосточной канавы на 5-10 см глубже.
2. Устанавливаются стойки (рис. а) в лунки и «пришиваются» к ранее установленным или поддерживаются «лапкой» или подхватом.
3. Проверяется угол установки стойки 80-85° по отвесу $l = \frac{Lct}{15}$ (рис. в)

Lct – длина стойки, м.

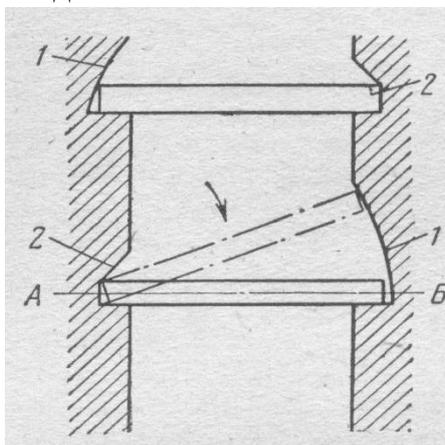
l – расстояние от конца отвеса до стойки

4. Укладывается верхняк. (рис. б)
5. Проверяется установка рамы перпендикулярно оси по отвесу от замка (отвес должен проектироваться на середину стойки). (рис. б)
6. Проверяется установка рамы в одном створе (по 3 отвесам).
7. Делается расклинка рамы. (рис. в)

3.3 Деревянная крепь вертикальных горных выработок.

Основной конструкцией деревянной крепи является прямоугольный венец, состоящий из двух коротких и двух длинных сторон. Различают промежуточные и основные венцы. Основные венцы отличаются от промежуточных тем, что по короткой стороне имеют пальцы длиной не менее 30 см. Для укладки основного венца делаются опорная и заводная лунки. Расстояние между основными венцами называется длиной звена. Она может быть 2,4,6,8 м.

Чтобы избежать значительного ослабления стенок шурфа заводные лунки делаются по диагонали.



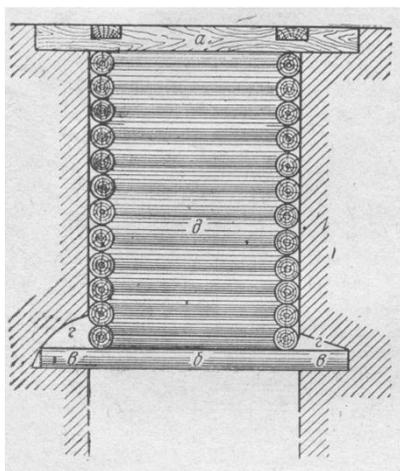
- 1 – заводные лунки;
2 – простые (опорные) лунки;

Рис. 5.17.

Различают следующие разновидности крепления.

Сплошное венцовое – применяется в породах неустойчивых, а также для крепления двух метров устья и двух метров сопряжения в любых породах. Крепление в звене снизу вверх. Основные элементы крепи: основной и промежуточный венцы.

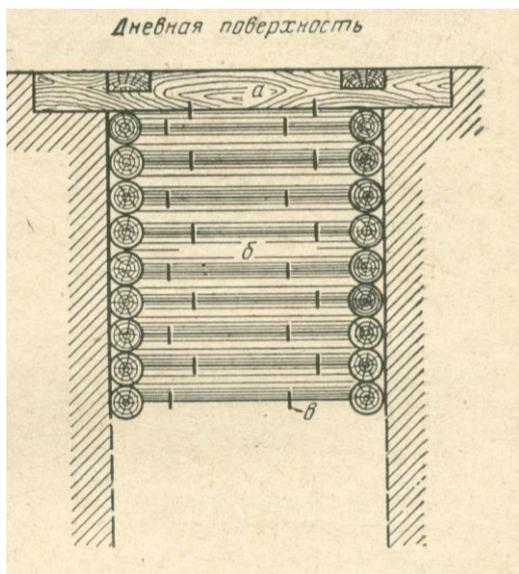
Сначала укладывается основной венец, а затем на него - промежуточные венцы. Горизонтальность установки венца проверяют уровнем. После укладки каждого промежуточного венца выверяют его горизонтальность и правильность положения в вертикальной плоскости и производят его расклинку по всем четырем углам. После установки всего звена проверяют его вертикальность в целом с помощью отвеса. Не допускается отклонение стенок от вертикальной плоскости более чем на 1 см на 1 пог.м. выработки, отклонение венцов в горизонтальной плоскости более чем ± 1 см и разницы в длинах диагоналей более 3 см.



а – направляющая рама;
 б – основной венец;
 в – пальцы;
 г – лунки;
 д – промежуточные венцы.
 рис. 5.18.

Пустое пространство между стенками выработки, и крепью забутовывают породой.

Сплошная подвесная крепь. Применяется в сыпучих, весьма неустойчивых породах. Крепление в звене производится сверху вниз. К направляющей раме скобами последовательно один за один подвешиваются промежуточные венцы. Когда шурф входит при углубке в устойчивую породу, устанавливают обычный основной венец, который скрепляют скобами с ближайшим венцом подвесной крепи и ведется дальнейшее



а – направляющая рама;
 б – промежуточные венцы;
 в – скобы.
 рис. 5.19

рис. 5.19.

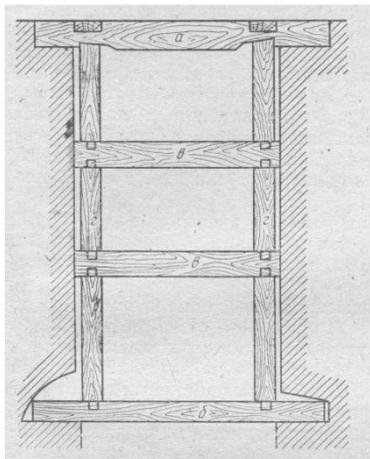
крепление. Основные элементы: промежуточные и основные венцы.

Венцовое крепление на стойках применяют в крепких и устойчивых породах. Крепление в звене снизу вверх. Укладывают основной венец и по углам его ставят четыре

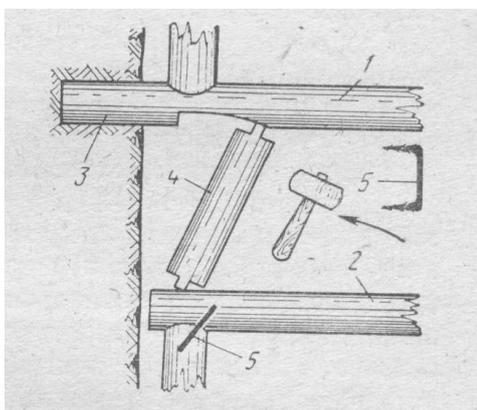
а – направляющая рама;
 б – основной венец;
 в – промежуточный венец;
 г – стойка.

рис. 5.20.

стойки (бабки), которые своими шипами входят в заранее выдолбленные гнезда в основном венце. Сверху стойки также оканчиваются шипами, которые входят в гнезда (пазы) промежуточного венца.



Загонка стойки под основной венец.



- 1 – основной венец;
- 2 – промежуточный венец;
- 3 – палец (шип);
- 4 – стойка;
- 5 – скоба.

рис. 5.21.

Основные элементы крепи:

Основной венец, промежуточный венец, стойка (бабка), затяжка.

Высота стоек 1 м. Стенки шурфа (ствола шахты) за венцами закрепляют затяжками из горбылей или досок толщиной 4-5 см.

Подвесная венцовая крепь на стойках применяется также, как и венцовая на стойках в крепких и устойчивых породах. Крепление в звене сверху вниз. Венцы крепи подвешивают на болтах (крючьях) диаметром 1-2 см и после установки стоек стягивают болтами (крючьями). Стенки ствола между венцами затягивают досками или горбылем толщиной 4-5 см.

Основные элементы крепи: основные венцы, промежуточные венцы, стойки, болты, затяжка.

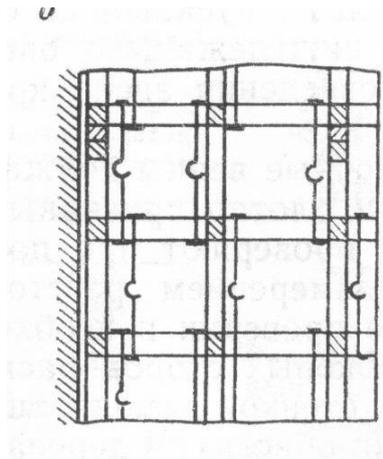


рис. 5.22.

Подвесная венцовая на стойках.

Заготовку крепи производят заранее на поверхности. Срубленные венцы устанавливают на основном венце друг на друга для проверки горизонтальности (с помощью ватерпаса или уровня), вертикальности (отвесом) и прямоугольности венцов (шаблоном или промером диагоналей). Одновременно проверяют прочность крепления углов и производят необходимую подгонку, что облегчает последующую установку крепи в выработке. По окончании проверки и подгонки все венцы размечают порядковыми цифрами, разбирают и раскладывают против каждой стороны шурфа в намеченном порядке. В выработке производят только сборку и установку готовой крепи в соответствии с разметкой.

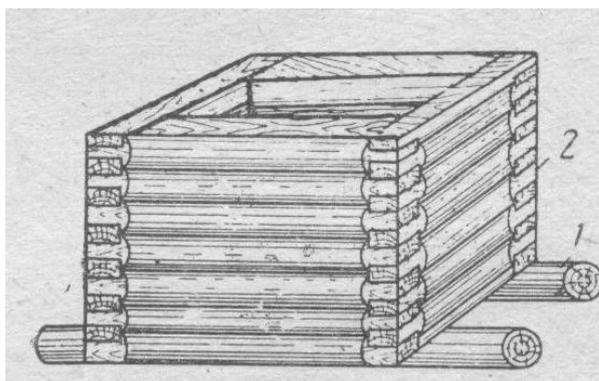


рис. 5.23.

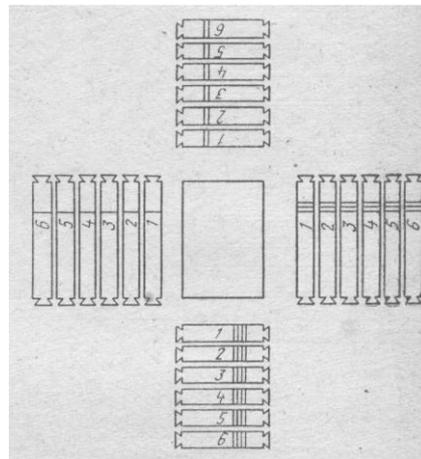


рис. 5.24.

Общий вид венцовой крепи, собранной на поверхности

- 1 – пальцы основного венца;
- 2 – промежуточные венцы.

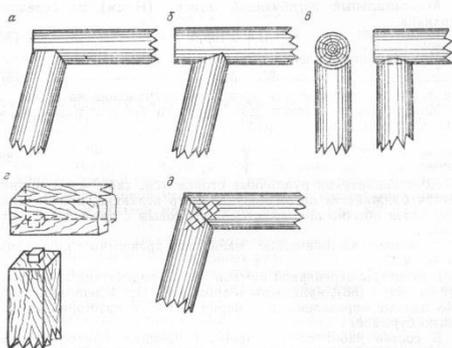
Расположения венцов около устья шурфа

Крепление мелких шурфов производится распорным венцовым вразбежку. Его применяют в шурфах, пройденных в устойчивых породах при отсутствии в них водоносных горизонтов и небольшом сроке службы выработки. Оно заключается в том, что через равные интервалы (обычно через 0,5 м в шурфе устанавливают простые венцы (без пальцев). Их изготавливают точно по сечению выработки, устанавливают в распор, подбивая сверху или снизу деревянной колотушкой, и они удерживаются трением. Иногда стены шурфа предварительно закрывают досками или горбылями, которые затем прижимаются к стенкам венцами. Установленные венцы расклинивают. Этот вид крепления применяется в шурфах площадь сечения, которых не превышает 2 м^2 .

Типы замков.

Место соединения элементов крепи между собой называется замком. Существуют следующие разновидности замков:

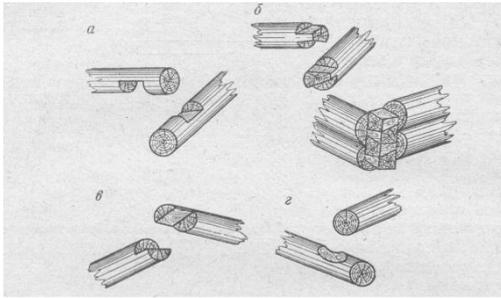
- 1). При креплении горизонтальных выработок



а, б, в, г и д – соединение элементов соответственно «в лапу», «в зуб», «в паз», «в шип» и «в стык».

рис. 5.25.

При креплении и вертикальных выработок



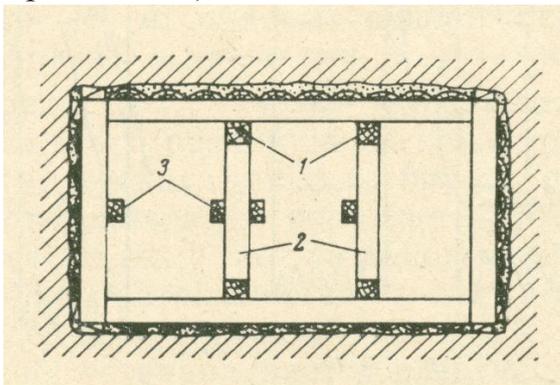
- а - в полдерева;
- б - в косой замок или ласточкин хвост;
- в - в лапу;
- г - в паз.

рис. 5.26.

Способы сопряжения отдельных частей основных и промежуточных венцов

Армирование ствола шахты.

Армирование ствола шахты делается для придания стволу большей жесткости и для разделения ствола на отделения (лестничное и подъемное). К армировке ствола шахты относятся вандруты, расстрелы, обшивка, проводники (направляющие), лестницы, лестничные полки.



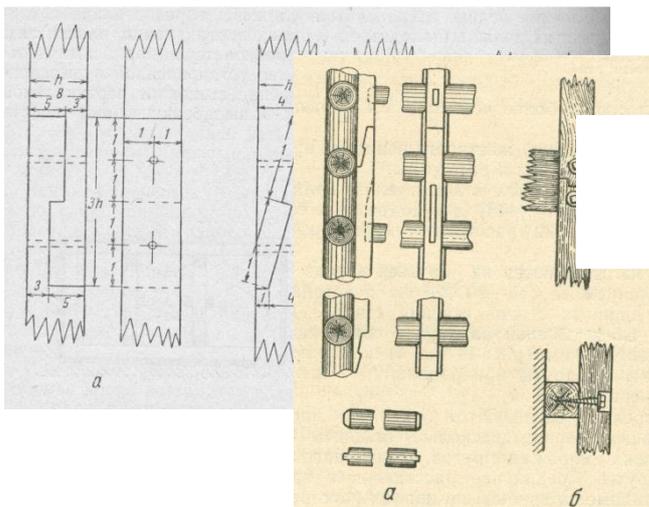
Сечение ствола шахты

- 1 - вандруты;
- 2 - расстрелы;
- 3 - направляющие.

рис. 5.27.

В подъемных отделениях к расстрелам прикрепляются направляющие брусья (проводники) для подъемных сосудов, а в лестничных отделениях на расстрелы укладываются полки.

Для расстрелов используются брусья или рудостойки. Длина расстрелов берется на 1 см больше, чем расстояние между парой вандрутов, и они, благодаря этому, распирают вандруты. Расстрелы пробиваются сверху вниз через 1 - 2 м при сплошном венцовом креплении, против каждого венца или через венец - при креплении на стойках. Вандруты изготавливаются из брусьев или из окантованных рудостоек 15 x 15 - 20 x 20 см и устанавливаются попарно вдоль длинных сторон сечения ствола. Длина звеньев вандрутов 4 - 6,5 м. Звенья вандрутов соединяют между собой накладным замком или натяжным замком.



- а - соединение расстрелов с вандрутами;
- б - укрепление проводников.

рис. 5.28.

Детали армировка ствола

а и б – соединение звеньев вандрутов накладным замком,
в и г – соединение звеньев вандрутов натяжным замком.

Лестничные отделения стволов разведочных шахт отшиваются от подъемных отделений дощатой перегородкой сплошь или в шахматном порядке с толщиной не менее 20 мм по всей глубине шахты. Лестницы устанавливаются с шагом не менее 2 м. Расстояние между лестничными полками 4 – 5 м. Ширина ступенек не менее 40 см, расстояние между ступеньками 25-35 см, лазы должны быть не менее 0,6 х 0,7 м и устраиваются в шахматном порядке.

3.4 Крепление наклонных выработок.

Крепление наклонных горных выработок с углом наклона до 45° аналогично креплению горизонтальных выработок.

Особенность конструкций крепи наклонных выработок определяется действием на нее тангенциальной составляющей горного давления, которая стремится сдвинуть крепь по падению выработки. С увеличением угла наклона выработки действие тангенциальной силы увеличивается, а нормальной – уменьшается и при углах близких к 90° крепь работает, как в вертикальных выработках. Если угол наклона выработки больше угла естественного откоса пород почвы, то возможно сползание их. В таких выработках крепят также и почву. Как и в горизонтальных выработках, основной конструкцией деревянной крепи является крепежная рама.

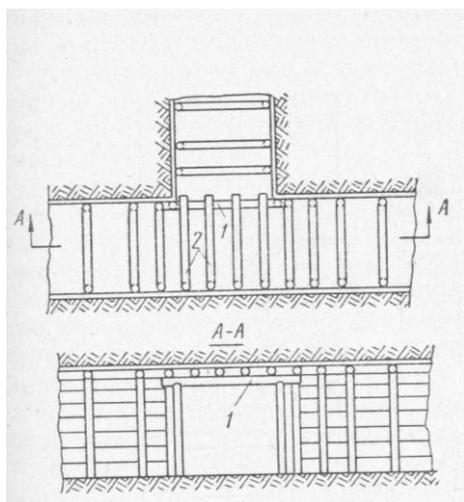
Деревянная крепь наклонных горных выработок

В слабых породах рамы ставят с наклоном в сторону подъема 5 – 7°.

Чтобы придать наклонной крепи необходимую устойчивость, между крепежными рамами устанавливают распорки: при α до 20° – сверху (рис.б.) при $\alpha=20-30^\circ$ – сверху и внизу (рис.в) Выработки с α от 30 до 45° крепят полными крепежными рамами с установкой сверху и внизу распорок (рис.г), а при $\alpha > 45^\circ$ возводят венцовую крепь и через каждые 3-5 м ставят опорные венцы (рис.д). При углах наклона близких к 90° крепь из крепежных рам превращается в венцовую крепь на стойках, применяющуюся для крепления вертикальных выработок.

3.5 Крепление сопряжений.

1. Горизонтальных выработок



Крепь прямого сопряжения

1 – камерная рама;
2 – верхняки, опирающиеся на одной стороне на стойки, на другой – на камерные рамы;

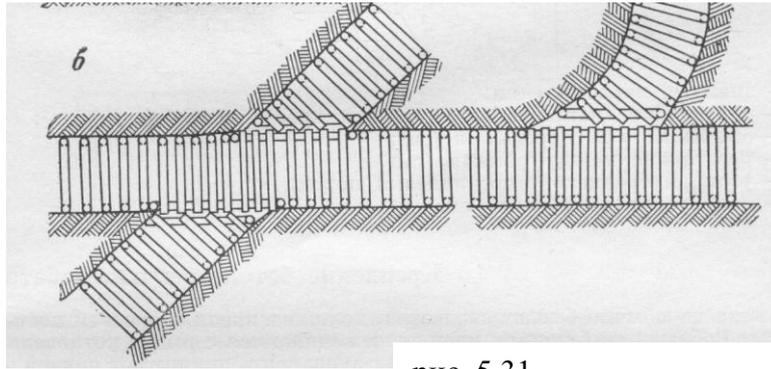
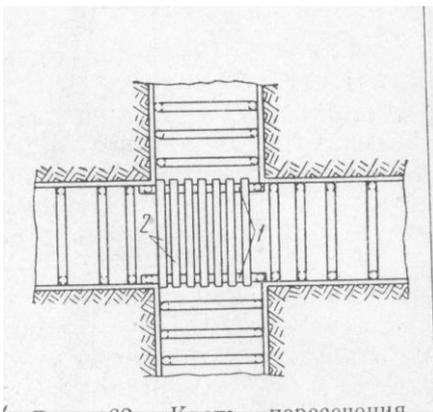


рис. 5.31.

рис. 5.33.



Крепёж пересечения выработок

- 1 – камерные рамы;
- 2 – верхняки.

рис. 5.32.

Камерная рама выдерживает большую нагрузку, чем рядовая крепёжные рамы и должна быть значительно прочнее. На верхняк камерной рамы укладываются концы верхняков половинных рам. В отдельных случаях в качестве верхняков камерных рам применяют металлические балки или пакеты из железнодорожных рельсов.

2. Вертикальных и горизонтальных выработок.

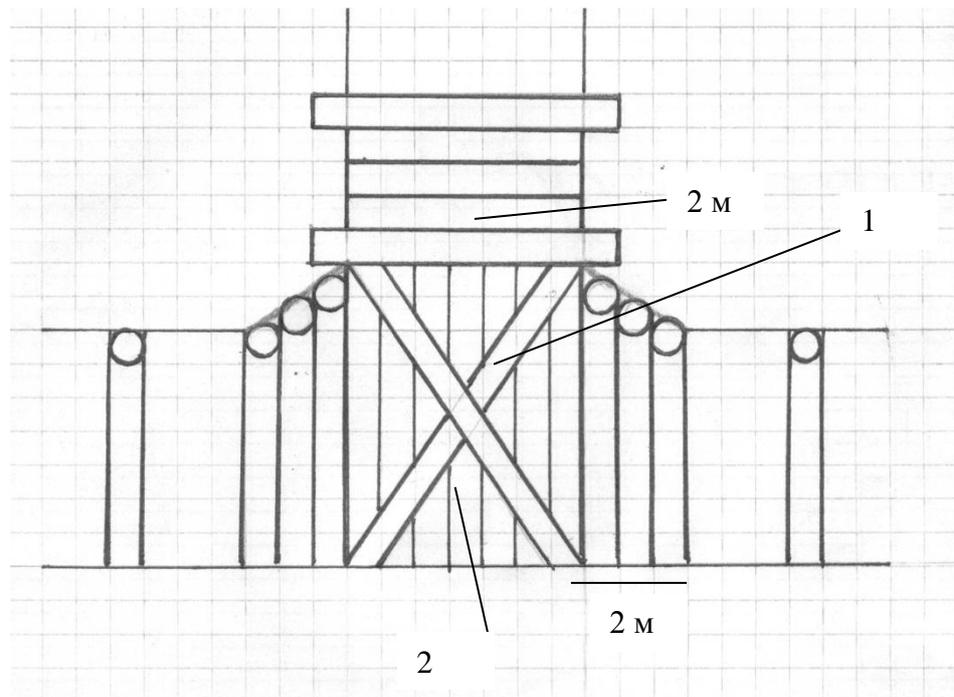


рис. 5.34.

Крепление сопряжения.

1 – крепёжный станок; 2 – затяжка.

При проведении разведочных выработок применяется податливая арочная крепь (АП).

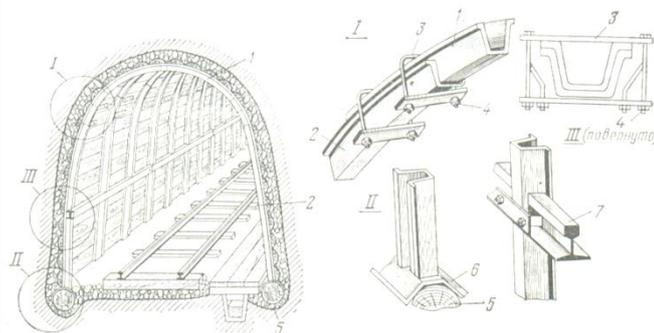


рис. 5.38.

Она состоит из трех сегментов специального шахтного профиля СВП: верхнего (верхняк) и двух боковых (стойки). Эту крепь можно применять в выработках с углом наклона до 25° , при значительном горном давлении. Концы арки 1 накладывают на стойки 2 (на 40 см) и место соединения стягивают хомутами 3 при помощи гаек 4. Податливость крепи обеспечивается за счет смещения стоек на величину 300-350 мм. Стойки 2 опираются на деревянные лежни 5 и опорные плиты 6. При скальных породах стойки устанавливаются в лунки. Для обеспечения устойчивости рамы по оси выработки рамы соединяются между собой стяжками 7 из старых рельсов или другого стального проката, которые крепят к раме скобами. (узел III) Межрамное ограждение делают из обapol или применяют железобетонную затяжку толщиной 50 мм. На угольных шахтах применяют рулонное стеклопластиковое межрамное ограждение из стеклоткани типа ТС 3-07 толщиной 2,5 мм и шириной 800-1200 мм, пропитанной полимерными смолами.

Анкерная крепь представляет собой систему закрепленных в шпурах штанг, расположенных в определенном порядке. Замок анкера прочно закрепляется в породах, окружающих выработку.

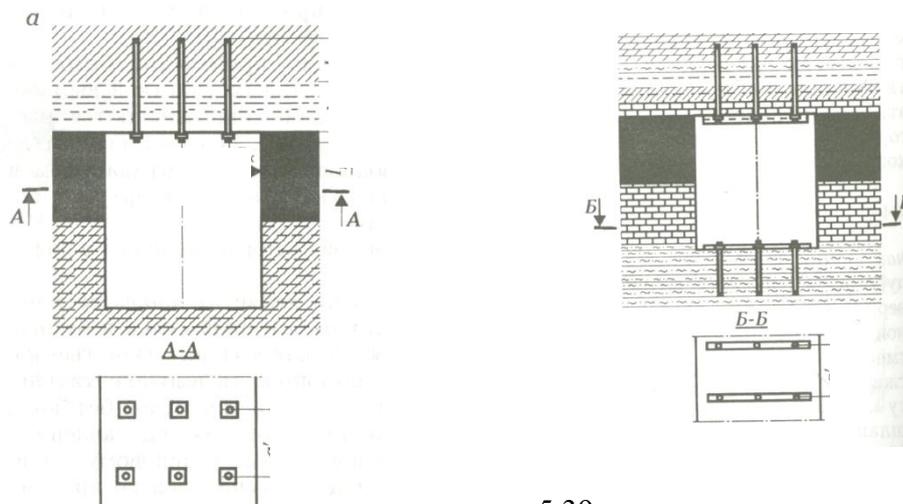


рис. 5.39.

Схемы крепления выработок штангами

а – штанги с опорными плитками в кровле;

б – штанги с металлическими подхватами в кровле и подошве;

В слоистых породах большой мощности анкерами скрепляют (сшивают) отдельные слои пород в одно целое (рис.б) или прикрепляют (подшивают) к устойчивой основной кровле (рис. а).

В не слоистых монолитных породах анкера располагают в виде расходящихся лучей, в результате чего образуются сжатые породистые клинья, которые не могут обрушаться в выработку из-за их самозаклинивания. В настоящее время применяют металлические, железобетонные, деревянные и сталеполимерные анкера.

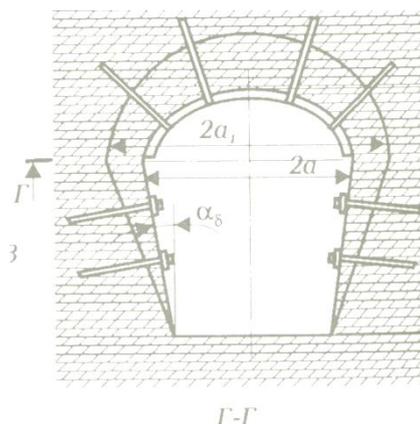
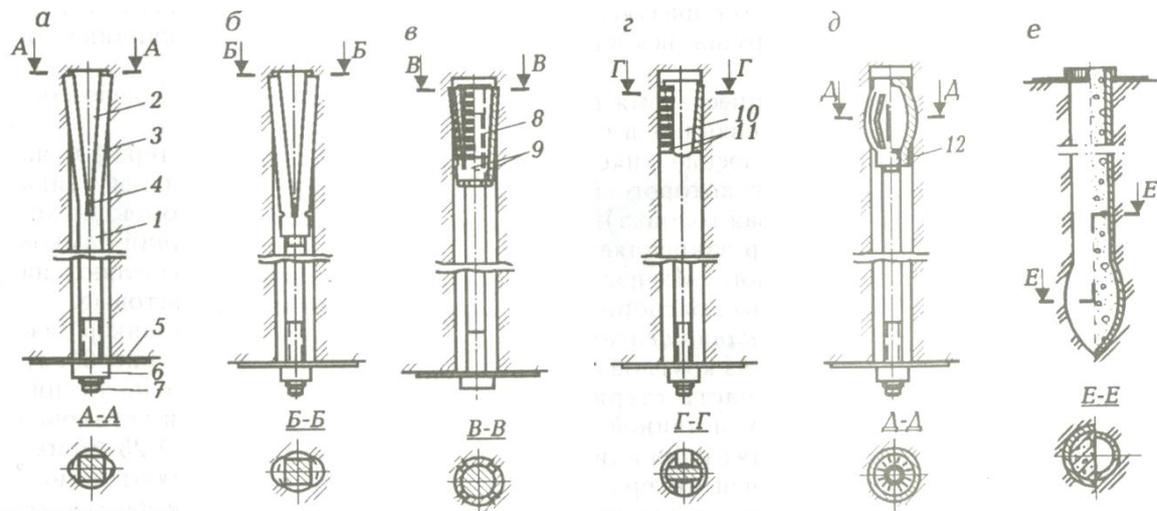


рис. 5.40.

г – штанги с металлическим арочным подхватом и с затяжкой из сети.

Металлические анкера состоят из круглого стержня, на одном конце которого имеется резьба и гайка, а на другом – замок, с помощью которого анкер закрепляется в шпуре. Конструкций замка много. Их изготавливают из металла и разделяют на клинощелевые, распорные, взрывораспорные и винтовые.



Конструкции штанг:
рис. 5.41.

- а* – металлическая клинощелевая цельная; 1 – стержень штанги; 2 – клин; 3 – усы; 4 – щель; 5 – опорная плитка; 6 – гайка; 7 – контурный конец;
- б* – металлическая клинощелевая со съемной головкой увеличенного диаметра;
- в* – металлическая сборная с распорно-конусным замком;
- 8 – конусная съемная головка; 9 – четырехлепестковая гильза;
- г* – металлическая цельная с распорно-клиновым замком;
- 10 – клиновидная головка; 11 – два распорных клиновидных сегмента;
- д* – металлическая сборная с взрывораспорным замком;
- 12 – съемная головка с каналом для заряда ВВ;
- е* – металлическая трубчатая с взрывораспорным замком.

Главной особенностью металлических анкеров является их способность воспринимать нагрузку сразу после установки.

Анкер с клинощелевым замком (клинощелевой анкер) изготавливается из круглой стали диаметром 22-25 мм. В замковой части стержня по диаметру образуют щель шириной 2-3 мм и длиной 150-200 мм, в которую при установке штанги вводят клин длиной 120-180 мм и толщиной 25-35 мм. Щелевой конец анкера (усы 3) и клин 2 составляют замок. Анкер при установке вводят в скважину замковой частью со вставленным в устье щели 4 клином. При ударах по выступающему из скважины концу штанга надвигается на клин, при этом усы внедряются в породу стенок скважины и закрепляются в ней. Диаметр скважины рекомендуется принимать не более чем на 12-15 мм больше диаметра штанги в замковой части. После закрепления анкера на ее контурный конец 7, выступающий в выработку, надевают опорную плитку 5 или подхват и шайбу, а затем закручивают гайку 6.

В породах средней крепости с $f=4-8$ несущая способность замка при глубине внедрения усов в породу 3-5 мм достигает 100-120 кН. В слабых породах ($f=4$) клинощелевые анкеры применять не следует вследствие низкой в этом случае несущей способности замка. В крепких породах ($f>12$) трудно обеспечить надлежащее расклинивание замка, поэтому клинощелевые анкеры в таких породах применяют редко. Достоинства их — достаточно высокая несущая способность в породах с $f=4-12$, простота конструкции и установки, относительно небольшая стоимость.

Анкеры с распорным замком выполняют из круглой стали диаметром 16-22 мм с конусной 8 или клиновидной головкой 10 и называют распорно-конусными и распорно-клиновыми. Замок в шпуре закрепляют с помощью гильзы 9 или клиновидных сегментов, которые распираются головкой анкера при ее натяжении. Головки выполняют съемными

— на резьбе (сборный анкер) или из стержня (цельный анкер). Наружный диаметр гильзы или распорных сегментов при диаметре шпура 42-44 мм принимают равным 38-40 мм, а высоту 80-140 мм, вследствие чего достигается значительно большая площадь контакта замка с породой, чем в клинщелевых анкерах. Они обладают большей несущей способностью. Большинство конструкций распорных замков допускает извлечение анкеров для повторного использования.

Анкер с взрывораспорным замком конструкции ЛГИ состоит из круглого стержня диаметром 20-25 мм и пустотелой цилиндрической головки диаметром 38-40 мм, соединенной со стержнем с помощью резьбы. Замок в скважине закрепляется в результате раздутия головки при взрыве небольшого заряда (20-40 г) низкобризантного ВВ, помещенного в нее. Такие замки особенно хорошо закрепляются в мягких глинистых породах, в которых другие конструкции анкеров имеют низкую несущую способность. Хорошо закрепляются они и в крепких породах. При установке анкеров в слабых породах, в частности для борьбы с пучением, целесообразно применять взрывораспорные трубчатые анкеры, раздутие которых выполняется по всей длине. После раздутия внутрь трубы может быть введен цементно-песчаный раствор для повышения долговечности и надежности.

Имеются и другие конструкции металлических анкеров. Главной особенностью металлических анкеров является их способность воспринимать расчетную нагрузку сразу же после установки.

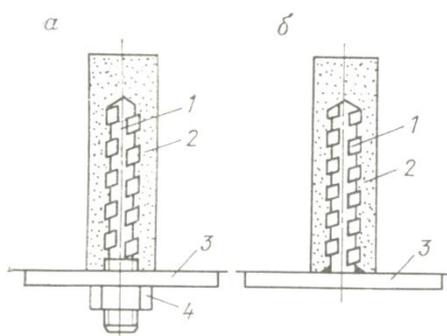


рис. 5.42.

а – с предварительным натяжением; б – без натяжения.

Конструкция железобетонного анкера состоит из стержня 1 круглого или периодического профиля, который закрепляется в шпуре цементно-песчаным раствором 2 с добавлением ускорителя твердения (хлористого кальция), нагнетаемого в шпур с помощью пневмонагнетателя ПН-1. Опорная плита 3 и гайка 4 служат для натяжения анкера. Если анкер устанавливают без гайки, то на конец стержня приваривают плоскую металлическую пластину (резьба на стержне отсутствует). Необходимо отметить, что железобетонные анкеры, установленные без натяжения, только фиксируют породы в их первоначальном положении. В этом случае возможно выпадение отдельных кусков между анкерами. Предварительное натяжение силой 30—40 кН создает вокруг анкеров напряженные зоны пород, что повышает сопротивляемость породного массива сдвигающим усилиям, которые всегда присутствуют в кровле выработки.

Надежность железобетонных анкеров зависит главным образом от качества цементно-песчаной смеси. Для приготовления раствора применяют быстротвердеющие цементы типа БТЦ марок М400—М600 или обычный портландцемент таких же марок. Заполнителем служит песок крупностью до 5 мм. Состав смеси Ц : П=1:1 и 1:2. После заполнения шпура бетоном вводят арматурный стержень с помощью телескопного перфоратора или вручную. Чтобы исключить выпадение стержня из шпура до схватывания раствора, его удерживают деревянными клиньями, забиваемыми у устья шпура. При наличии у анкера резьбы затягивание гайки с установкой опорной плиты

производят по истечении 3 суток.

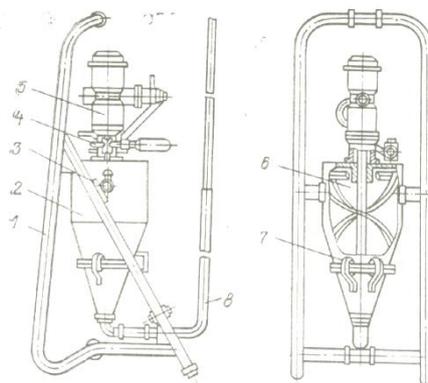
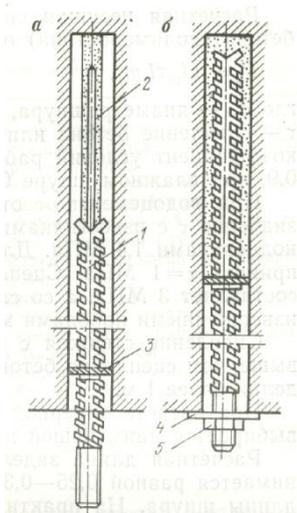


рис. 5.43.

Схема устройства пневмонагнетателя ПН-1

Комплект оборудования ПН-1 для заполнения шпуров раствором при анкерной крепи состоит из трех контейнеров для транспортирования сухой смеси и пневмонагнетателя. Пневмонагнетатель смонтирован на раме 1, которая выполнена в виде полозьев для передвижения по почве выработки. Смесь загружают в бак 2 при снятом конусе, который обращен в это время вверх. После соединения конуса с баком посредством зажимов 7 раствор в баке перемешивают винтовыми лопастями 6 при вращении вала пневмоприводом 5. Затем бак переворачивают конусом вверх вокруг оси 3. Регулировка подачи раствора под давлением сжатого воздуха (до 0,5 МПа) осуществляется посредством трехходового крана 4. Смесь из бака по шестиметровому резиновому шлангу 8 подводится к двухметровой трубе, которая вводится в шпур. Железобетонные анкеры, установленные с помощью комплекта оборудования ПН-1, приобретают несущую способность до 50 кН через 3,5 ч после их возведения.



Сталеполимерный анкер в период установки (а) и после нее (б)

рис. 5.44.

Сталеполимерный анкер состоит из штанги 1, изготовленной из арматурной стали периодического профиля, закрепленного в шпуре с помощью быстротвердеющего состава на основе синтетических смол и отвердителя 2, уплотнительного резинового кольца 3, опорной плиты 4 и натяжной гайки 5. Для уменьшения расхода смолы в нее добавляют песок. Песок и смола (иногда только смола) находятся в большой полиэтиленовой ампуле, внутри которой помещается малая ампула с отвердителем.

Длина ампул составляет 350— 500 мм, диаметр — 22—36 мм. Сталеполимерный анкер устанавливают в шпуре с помощью телескопного перфоратора или электросверла. Одну-две ампулы с полимером вводят в шпур вручную, проталкивая их штангой к дну шпура. Затем штанга с помощью специальной насадки (переходника) подсоединяется к телескопному перфоратору. При включенном перфораторе штангу, вращая, подают вверх. Оболочка ампулы разрывается и компоненты перемешиваются при вращении в течение 40— 60 с. Сталеполимерному анкеру, имеющему несущую способность в среднем 140 кН, дают предварительное натяжение 35— 60 кН. Анкер вступает в работу, имея полную несущую способность через несколько минут после установки. Он не подвержен сейсмическому воздействию взрывных работ.

В последнее время ведутся работы по безампульному способу установки сталеполимерных анкеров.

Средняя длина анкеров в большинстве случаев составляет 1,2 – 1,8 м. Минимальная длина анкера 1,2 м, а максимальная – 2,5 м, расстояние между анкерами бывает 0,9 - 1,2 м и более. Площадь кровли, поддерживаемая одним анкером составляет от 0,9 до 1,5 м².

Комбинированная крепь – это крепь, в которой анкерная крепь сочетается с набрызгбетонной или разными видами подпорных крепей: деревянной, металлической, бетонной и др.

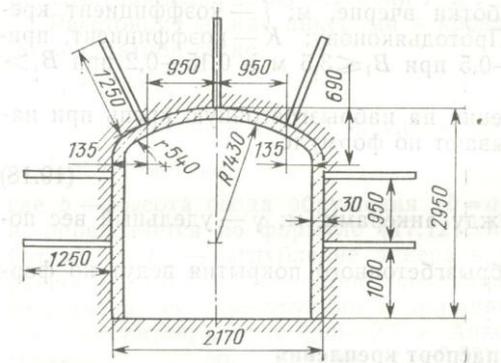


рис. 5.45.

Схема расположения анкеров в сечении выработки

На рисунке представлена схема крепления горизонтальной выработки комбинированной крепью: железобетонными анкерами по сетке 0,95 x 0,95 и набрызгбетонной крепью толщиной 3 см. Длина анкера 1,25 м.

Металлическая крепь в вертикальных стволах.

В вертикальных стволах, сооруженных и эксплуатируемых в сложных горно-геологических условиях, широко применяют металлическую крепь из чугунных тубингов, очень редко - из стальных.

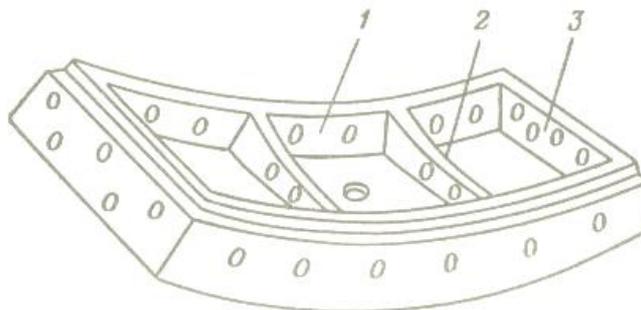


рис. 5.46.

Общий вид чугунного тубинга

Чугунная тубинговая крепь состоит из отдельных собранных вместе тубингов, которые представляют собой литые из чугуна цилиндрические сегменты. Каждый сегмент имеет по периметру горизонтальные и вертикальные 3 фланцы (борта). Для придания крепи большей жесткости сегменты – снабжены ребрами жесткости 2.

Чугунная тубинговая крепь имеет высокую несущую способность, водонепроницаемость, долговечна и устойчива против коррозии, однако она дорога, требует большого расхода металла, велик объем работ по изоляции швов, поэтому применяется только в сложных условиях при проведении и эксплуатации ствола.

БЕТОННАЯ КРЕПЬ.

В горизонтальных выработках.

Каменную и бетонную крепь применяют в выработках с большим сроком службы при значительном давлении. В разведочной практике находит применение бетонная крепь при креплении устьев и отдельных участков выработки. Крепям из этих материалов придают сводчатую форму (при вертикальном горном давлении), подковообразную (давление сверху и с боков), кольцевую и другие формы. Фундамент каменной и бетонной крепи заглубляют в почву выработки на 50 – 100 см.

Сплошная набрызгбетонная крепь

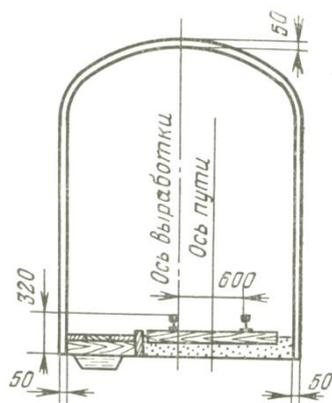
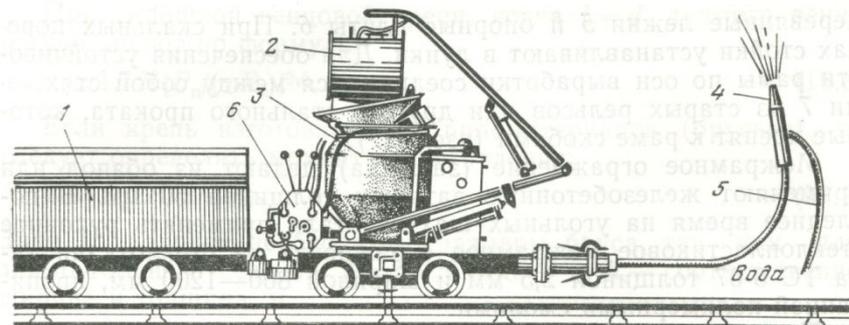


рис. 5.47.

Набрызгбетонная крепь находит все больше распространение для крепления горизонтальных горно-разведочных выработок. Эту крепь рекомендуется применять для поддержания трещиноватых и легковыветривающихся пород $f = 7$ и выше с целью предотвращения вывалов. Толщина крепи принимается одинаковой по всему периметру, (почва не бетонируется) в зависимости от крепости пород в пределах 3 – 7 см. Применяют набрызгбетон марки не ниже М 400.



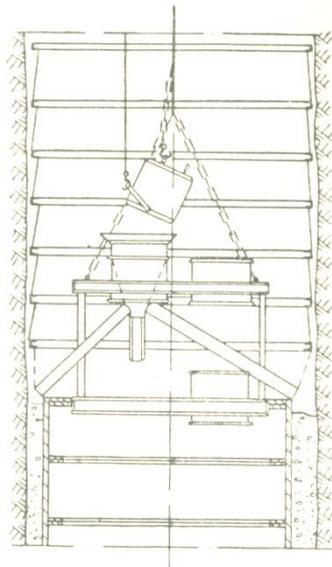
Бетоноукладочный комплекс БУК-2

рис. 5.48.

Возведение набрызг-бетонной крепи производится бетономашинами БМ-60, БМ-68 с помощью бетоноукладочного комплекса БУК – 2 или БУК – 3, которые предназначены для нанесения набрызгбетонной крепи – для безопалубочного бетонирования. При использовании комплекса БУК – 2 для набрызг-бетонного покрытия сухая бетонная смесь доставляется в рудничных вагонетках 1 и грузится грейферным грузчиком 2 в бетономашину 3, из которой по гибкому шлангу – бетоноводу поступает в сопло 4, где затворяется водой из водяной магистрали 5. Давление воды, подводимой в смесительную камеру сопла, несколько выше давления воздуха (на 0,1мПа), который транспортирует сухую смесь из бетономшины. Комплекс БУК – 2 имеет пульт управления 6, что значительно упрощает работу.

Монолитная бетонная крепь шахтных стволов.

Бетонную крепь наиболее широко применяют для крепления стволов в обычных горно-геологических условиях. Она представляет собой сплошной монолитный цилиндр, прочно примыкающий своей внешней поверхностью к окружающим ствол породам. Толщина бетонной крепи 20 – 60 см. Перед возведением крепи устраивают опорный венец. В крепких необводненных породах опорные венцы иногда не применяют. В этих условиях крепь может удерживаться силами трения и сцепления бетона крепи с окружающими породами. В слабых обводненных породах возведение опорных венцов обязательно. Расстояние между опорными венцами зависит от устойчивости пород и принимается обычно 30 – 60 м. Готовый бетон доставляют по трубам, а в некоторых



случаях в бадьях.

Схема разгрузки бетона на подвесном полке.

Бетонную смесь спускают в бадьях емкостью 1 – 1,5 м³. Для разгрузки бадьи за кольцо на её дне прицепляют цепь, которая своим другим концом прикрепляется к прицепному устройству подвесного полка, может быть использован трос с крюком на конце, опущенный с поверхности. При опрокидывании бадьи бетон разгружается в бункер, откуда по желобам подается за опалубку.

Контрольные вопросы:

- 1) **Что такое горное давление?**
- 2) **Какие материалы для крепления горных выработок используются?**
- 3) **Опишите преимущества и недостатки различных методов крепления горных выработок.**

рис. 5.49.

- 4) Какие способы крепления вы знаете
- 5) Где и применяется венцовая крепь на стойках
- 6) Крепление горизонтальных выработок
- 7) Крепление вертикальных выработок
- 8) В чем заключается сущность анкерной крепи?
- 9) Область применения анкерной крепи

Практическое задание

Выполнить расчет расхода леса и заполнить паспорт крепления горно-разведочной выработки.

Рассчитать расход леса и составить паспорт.

БИЛЕТ №1.

Определить расход леса для следующих условий: Проходится шурф сечением 4м^2 ($1,25\text{м} \times 1,6\text{м}$) в проходках X категории, причем первые 7м. неустойчивые трещиноватые, а затем породы средней устойчивости. Диаметр крепи 16см., затяжка на 50% толщиной 4см. Длина шурфа 20м.

БИЛЕТ №2.

Определить расход леса для следующих условий: Проходится шурф сечением $1,25\text{м}^2$ ($1\text{м} \times 1,25\text{м}$) в проходках X категории, средней устойчивости. Диаметр крепи 18см., затяжка толщиной 3см делается на 100%. Из шурфа проходится орт.

БИЛЕТ №3.

Определить расход леса для следующих условий: Проходится шурф сечением 4м^2 ($2,5\text{м} \times 1,6\text{м}$) проходится в проходках X категории, причем первые 7м. неустойчивые трещиноватые, а затем породы средней устойчивости. Диаметр крепи 16см., затяжка на 50% толщиной 4см. Длина шурфа 20м.

БИЛЕТ №4.

Проходится шурф глубиной 40м в породах 4м – VI категория, остальные – в породах XI категории средней устойчивости. Проходится рассечка. Сечение $4,0\text{м}^2$ ($2,5 \times 1,6$). Диаметр крепи 18см, толщина затяжки 3см.

БИЛЕТ №5.

Проходится шурф глубиной 20м в породах XIV категории средней устойчивости без орта S в свету $1,5\text{м}^2$ ($1 \times 1,5$). Диаметр крепи 16см толщина затяжки 3см.

БИЛЕТ №6.

Проходится шурф глубиной 38м в породах 6м IV категории, остальные в породах IX категории средней устойчивости с рассечкой $S_{\text{св}}=4,0$ ($1,6 \times 2,5$). Диаметр крепи 16см, затяжка 3см.

БИЛЕТ №7.

Проходится шурф глубиной 40м в породах 4м – III категории, остальные XI категории средней устойчивости без рассечки. $S_{\text{св}}=4,0\text{м}^2$ ($2,5 \times 1,6$) диаметр крепи 16см, толщина затяжки 3см.

БИЛЕТ №8.

Определить расход леса для следующих условий: Проходится штольня длиной 100м с 2-мя ортами в породах II категории 4м, остальные 96м – в породах X категории

средней устойчивости, диаметр крепи 16см, толщина затяжки 3см процент затяжки 100%. Площадь свету $T5,1^2$ (кровля - 1760, почва - 2360, высота - 2340мм).

БИЛЕТ №9.

Определить расход леса для следующих условий: Проходится штольня длиной 150м без ортов в породах III категории площадь в свету $8,3м^2$ (кровля - 3270 почва 3840, $h=2340$, диаметр крепи 18см, толщина горбыля 3см.).

БИЛЕТ №10.

Определить расход леса для следующих условий: Проходится штольня с тремя рассечками в одну сторону в породах IX категории средней устойчивости. Длина штольни 300м, площадь сечения в свету $9,2м^2$ (кровля - 3460, почва - 4040 высота - 2430мм), диаметр крепи 18см, толщина горбыля 3см затяжка на 100%.

БИЛЕТ №11.

Определить расход леса для следующих условий: Проходится штольня длиной 80м без рассечек по породам: 10м по IV категории (неустойчивые) 70м по XI категории средней устойчивости, площадь сечения $3,0м^2$ (кровля - 1360, почва - 1800, $h=185мм$), диаметр крепи 16см, толщина горбыля 3см.

БИЛЕТ №12.

Определить расход леса для следующих условий: Проходится штольня длиной 90м с одной рассечкой в породах VIII категории средней устойчивости, площадь сечения в свету $4,8м^2$ (кровля - 1750, почва - 2300, $h=2360мм$), диаметр крепи 18см толщина затяжки 4см.

БИЛЕТ №13.

Проходится штольня с двумя рассечками в одну сторону длиной 200м в породах XIV категории средней устойчивости, площадь сечения $T 3,0м^2$ в свету (кровля - 1360, почва - 1800 $h=1850мм$), диаметр крепи 20см; толщина затяжки 3см.

БИЛЕТ №14.

Проходится штольня длиной 200м с одним ортом в породах V категории 4м, остальные в породах XII категории средней устойчивости. Диаметр крепи 16см, толщина затяжки 3см, площадь в свету $T5,1м^2$ (кровля - 1750, почва - 2360, $h=2580мм$).

Раздел 6. Проведение горно-разведочных выработок

Урок 22 :Проведение подземных горизонтальных выработок

План:

- 1) Способы проходки горных выработок
- 2) Формы поперечных сечений горных выработок
- 3) Правила безопасности при проходке
- 4) Понятие о бригаде и проходческом цикле

1) Способы проходки горных выработок

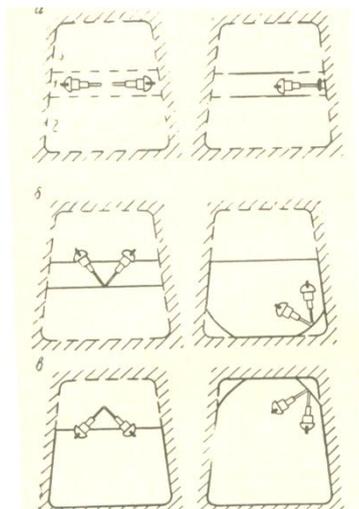
Проведение выработок в однородных крепких породах осуществляется с применением буровзрывных работ, поэтому в продолжение проходческого цикла выполняются все основные проходческие операции. При наличии весьма крепких пород и при выработках малых поперечных размеров (особенно малой ширины) необходимость возведения постоянной крепи иногда отпадает. Тогда в проходческом цикле эта операция отсутствует. Из практики известно, что при проведении выработок в крепких однородных

породах буровзрывных работы занимают от 50 до 80% продолжительности цикла. Поэтому особое значение приобретает правильность выбора и определения параметров буровзрывных работ, т.е. число, глубина и схема расположения шпуров.

Проведение выработок в мягких однородных породах.

При проведении выработок в мягких однородных породах применяются следующие способы: при помощи ручных инструментов (кайло, отбойный молоток), буровзрывным способом, с применением гидромеханизации и при помощи комбайнов.

Способ проведения выработок при помощи ручных инструментов применяется в малоустойчивых породах, встречается очень редко и целесообразен только при незначительных объемах работ. В этих условиях породу разрабатывают при помощи отбойных молотков.



Схемы выемки породы отбойными молотками

рис. 6.1.

Если работают два спаренных отбойных молотка, то забой делят на три части. Сначала вынимают среднюю часть (а) на глубину 1-1,5м для образования дополнительной плоскости обнажения. Затем на глубину вруба, вынимают нижнюю часть (б) и последней – верхнюю часть (в). Выемку породы ведут два одновременно работающих проходчика, при этом отбойные молотки направляются под углом 45° к плоскости забоя с таким расчетом, чтобы отделение породы происходило легко. Разработку углов выработки производят также при одновременной и совместной работе двумя отбойными молотками при этом один молоток направляют параллельно стенке, а другой - под углом $45-60^{\circ}$ по отношению к первому молотку.

При проведении выработок в однородных мягких породах может быть применен и буровзрывной способ.

Гидромеханизация и проходческие комбайны в настоящее время при проведении горно-разведочных выработок не применяются.

При проходке выработок в мягких породах на горных предприятиях применяются средства гидромеханизации и проходческие комбайны.

Проведение выработок с помощью средств гидромеханизации

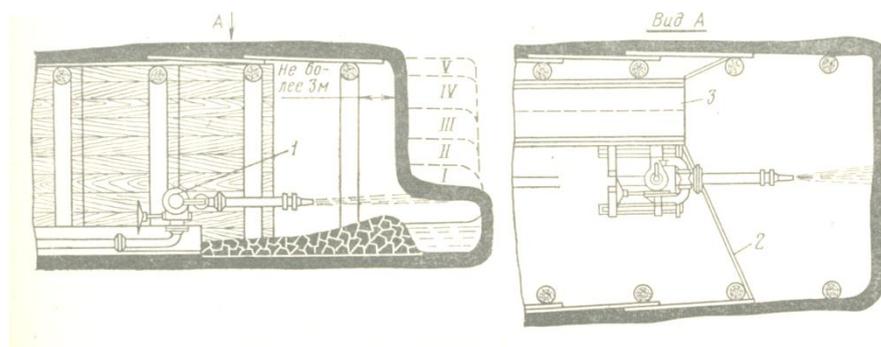


рис. 6.2.

Проведение выработки при отбойке пород гидромонитором:

I – V – слои выемки;

1 – гидромонитор;

2 – щиток;

3 – желоб.

Сущность этого способа проведения выработок заключается в том, что разрушение и транспортирование породы осуществляются высоконапорной струёй воды, подаваемой гидромонитором. Область эффективного применения гидроотбойки ограничивается легкоразмываемыми малосвязными или некрепкими осадочными породами, а также углями с коэффициентом крепости $f \leq 1,5$. Более крепкие включения породы предварительно рыхлят с помощью взрывчатых веществ.

Проведение выработок комбайнами.

При применении комбайнов полностью механизмуется процесс отбойки и погрузки горной массы с помощью встроенного в комбайн конвейера и вагонетки, на магистральный ленточный или скребковый конвейер или в другие транспортные средства.

При этом способе проведения выработок совмещается процесс отбойки и погрузки горной массы, а также частично процесс крепления при использовании с комбайном временных механизированных крепей. Выработки, проведенные комбайнами, имеют большую устойчивость и требуют меньших затрат на их поддержание.

По способу обработки забоя исполнительным органом различают комбайны избирательного действия, которые обрабатывают забой последовательно слоями или заходками и бурового (непрерывного) действия, когда обрабатывается вся поверхность забоя сразу. На угольных шахтах широко применяют комбайны избирательного действия, с помощью которых проходят выработки площадью сечения в проходке $4-25\text{ м}^2$. К этому типу относится комбайн ГПКС.

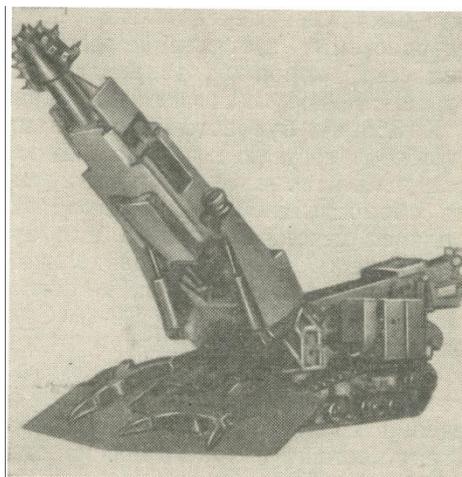


рис. 6.3.

Проходческий комбайн ГПКС

Проведение выработок в неоднородных породах может осуществляться двумя способами:

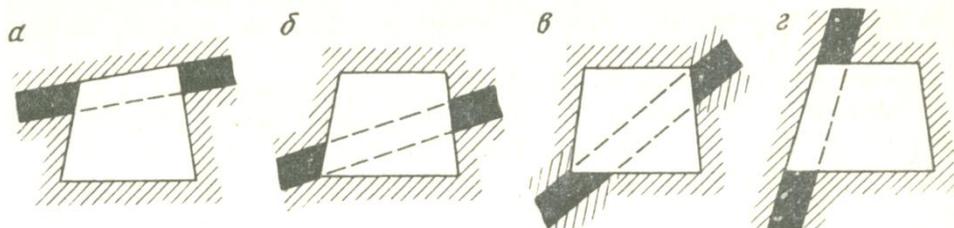
- а) с одновременной выемкой пород, слагающих забой выработки;
- б) с раздельной выемкой этих пород.

Первый способ применяется в тех случаях, когда ни одна из слагающих пород не представляет собой какой-либо ценности, и они различаются только своими физико-механическими свойствами или когда полезное ископаемое смешивают с пустыми породами и попутной добычей пренебрегают.

Организация работ не отличается от проходки в однородных породах. Врубы располагаются в наиболее мягких породах.

Если при проведении выработок по углю площадь забоя по углю меньше площади сечения выработки, то производится подрывка породы. Особенно много породы подрывается при проведении выработок большого сечения по тонким пластам, таким образом, получается 2 забоя: угольный и породный. Обычно на разведочных работах применяется проходка узким ходом, при котором уголь вынимается на ширину штрека, а порода выдается на поверхность. Проведение может быть без опережения угольного забоя (после выемки угля на такую же глубину вынимаются породы) и с опережением (получается уступ).

Первый проще. При выборе места подрыва забой располагается так, чтобы пласт занимал большую площадь забоя выработки.



Способы подрывки породы при проведении штреков узким забоем

рис. 6.5.

При угле падения пласта до 18° кровлю обычно не подрывают и верхняя крепёжная рама располагают параллельно кровле. При угле падения пласта $18—30^\circ$ угол падения пласта не является решающим для выбора места подрывки породы. В этом случае можно подрывать кровлю или почву пласта или то и другое вместе. В большинстве случаев производят подрывку пород почвы пласта. При угле падения пласта $30—55^\circ$ наиболее распространена подрывка кровли и почвы пласта, так как в этом случае пласт занимает в площади поперечного сечения штрека наибольшую площадь и объём подрываемой породы сокращается. При угле падения пласта более 55° целесообразнее подрывка пород почвы, потому что в этом случае кровля пласта остается ненагруженной и создаются благоприятные условия для устойчивости выработки.

В течение всего времени использования действующие горные выработки должны содержаться в исправном состоянии и чистоте и не загромождаться. Их формы и размеры должны отвечать утвержденному паспорту крепления.

Эксплуатируемые горные выработки и их крепь ежемесячно осматриваются горным мастером и не реже одного раза в месяц — руководителем горных работ. Результаты осмотров и ремонтов выработок заносятся в «Журнал осмотра крепи и состояния выработок».

При обнаружении повреждений крепи она ремонтируется. При ремонте деревянной рамной крепи одновременно удаляется не более двух рам, а рамы, соседние с удаляемыми, временно усиливаются распорками и расшиваются.

Если необходимо заменить стойки нескольких соседних рам, то верхние ремонтируемых рам поддерживают временными стойками, устанавливаемыми под

прогон.

При необходимости замены сломанного верхняка стойки ремонтируемой рамы сшивают досками с соседними стойками или подпирают специальной вилкой.

Ликвидация и раскрепление завалов и обрушений в горных выработках выполняются под непосредственным руководством горного чцмастера. Если в кровле выработки образовались большие пустоты, то на верхняках крепежных рам выкладываются и тщательно расклиниваются «костры».

Работы по восстановлению старых выработок производятся, в соответствии с утвержденным проектом, опытными рабочими при непосредственном руководстве со стороны горного мастера.

Если при ремонте крепи или путей по ним производится движение вагонеток, то в горных выработках с обеих сторон ремонтируемого участка на расстоянии, обеспечивающем безопасность рабочих, устанавливаются световые сигналы.

Для обеспечения безопасности перекрепление выработки производится в направлении от устья к забою.

В процессе разведки месторождений возникает необходимость во временной консервации выработок. Устья временно законсервированных горизонтальных выработок с этой целью закрываются решетками, а у устья таких выработок помещается знак, запрещающий в них вход.

Геологоразведочные выработки, надобность в которых отпадает, ликвидируются (погашаются).

Погашение горных выработок должно производиться в строгом соответствии с действующим земельным законодательством и другими директивными документами.

Перед погашением горизонтальных (и с углом наклона менее 30°) выработок из них может быть извлечена крепь. Эта ответственная операция производится под руководством инженерно-технического работника. Извлечение крепи осуществляется в направлении от забоя выработки к ее устью с использованием устройств и приспособлений, действующих с безопасного расстояния.

Устья ликвидированных горизонтальных выработок закрываются кирпичными, каменными или бетонными перемычками. При погашении штольни эта перемычка располагается в коренных породах или, если коренные породы удалены, на расстоянии не менее 10 м от устья. Пространство от перемычки до устья плотно засыпается породой.

Проходка шурфов буровзрывным способом.

Проходческий цикл при этом состоит из бурения, заряжания и взрывания шпуров, проветривания, погрузки и подъема горной массы, крепления вспомогательных операций, в обводимых условиях - водоотлив.

Отбойка и рыхление с применением ВВ производится в породах выше IV категории в мерзлых породах. Этим способом проходят шурфы различной глубины.

Бурение шпуров осуществляется ручными электросварками ЭР14Д2М, ЭР18Д2М, СЭР192М. Для бурения шпуров в породах средней крепости и крепких применяются ручные перфораторы. Рекомендуется перфоратор ПП63С, предназначенный для бурения шпуров, направленных вниз. Шпуры бурятся по выбранной схеме. Взрывания зарядов производятся электрическим способом, электродетонаторы мгновенного или короткозамедленного действия. При притоке воды до $0,2-0,3\text{ м}^3/\text{ч}$ выдача воды из шурфов производятся шурфопроходческими бадьями. Уровень воды в бадье должен быть ниже кромки бадьи не менее чем на 10см. При притоке воды в шурф до $15\text{ м}^3/\text{ч}$ водоотлив осуществляется проходческим винтовым насосом ПВН-15М, установленным в приемке в одном из углов забоя, при притоке воды до $25\text{ м}^3/\text{ч}$ предусматривается применение забойного насоса Н-1М.

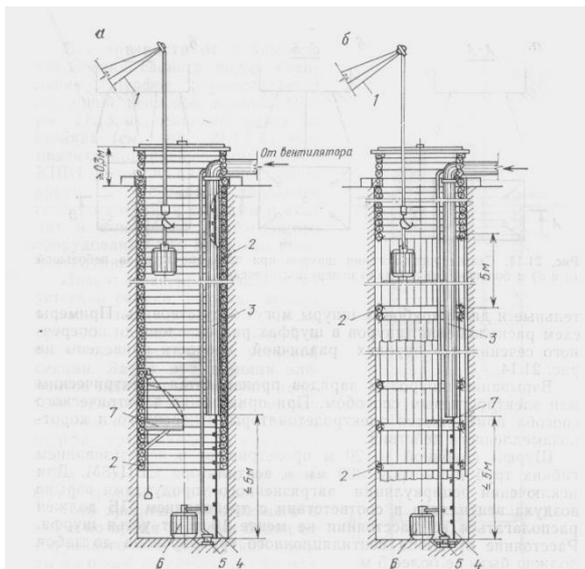


рис. 6.14.

Схема проходки шурфа глубиной до 20 м буровзрывным способом

- а – при креплении сплошной венцовой крепью;*
б - при креплении сплошной венцовой крепью на стойках;
1 – шурфопроходческий подъемник; 2 – венцы;
3 – вентиляционный трубопровод; 4 – подвесная лестница;
5 – забойный насос; 6 – бадья;
7 – предохранительный полук.

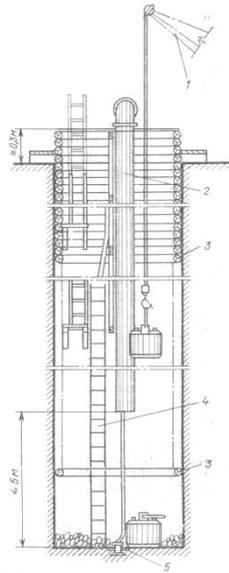


Схема проходки глубоких шурфов буровзрывным способом

- 1 – шурфопроходческий подъемник;
 2 – вентиляционный трубопровод;
 3 – венец; 4 – подвесная лестница;
 5 – погружной забойный насос.

рис. 6.15.

При глубине шурфов до 2м типовой технологической схемой предусматривается проходка шурфа квадратной формы сечения с площадью в свету 1,4м² в одно отделение.

Для проходки шурфов глубиной более 20м рекомендованы типовые сечения прямоугольной формы с площадью 3,2 и 4,0 м².

Устье шурфа глубиной 2м крепят сплошной вешевой крепью. Над устьем крепь возвышается на 0,3м, устье закрывается лядами, которые предотвращают падение в шурф случайных предметов и открываются только для пропуска бадьи. Доставку элементов крепи производят в бадье. При армировании шурфов применяют вандруты, расстрелы, лестничные полки и лестницы. Лестничное отделение от подъемного отшивается сплошной перегородкой. Отставание лестничного отделения от забоя при проходке без БВР – не более 3м, при проходке с применением БВР – не более 10м. От нижнего полка лестничного отделения до забоя устанавливают подвесную лестницу.

Механизированная проходка

Механизированная проходка шурфов осуществляется грейферами, копателями шахтных колодцев, бурильно-крановыми машинами и буровыми установками.

Машинный или буровой способ проведения шурфов заключается в том, что с помощью агрегатов, снабженных шурфобурами или напорными грейферами, производится разрушение и подъем породы на поверхность без присутствия людей в забое выработки.

Шурфопроходческие установки могут быть специализированные, предназначенные только для бурения, такие как КШК-30А, УБСР-25, или комбинированные, которые могут быть использованы как для бурения шурфов, так и для бурения скважин (ЛБУ-50, КБУ-15, УКС-22М). В некоторых случаях могут быть использованы и установки, предназначенные для бурения скважин, но с некоторыми незначительными переделками (УРБ-3АМ, УГБ-50М). Установлено, что специализированные установки целесообразно использовать при значительных объемах шурфопроходческих работ (свыше 1000 м в год). При малых объемах выгоднее использовать установки, которые в свободное от проходки шурфов время используются для бурения скважин.

Производительность шурфопроходческих работ во многом зависит от способа подъема инструмента с разрушенной породой из шурфа. Используют три способа подъема и разгрузки породы:

- 1) разрушенная порода поднимается на поверхность в конце каждого рейса;
- 2) процессы разрушения и подъема совмещаются во времени;
- 3) разрушенная за несколько рейсов порода накапливается в призабойном

аккумуляторе, после чего поднимается на поверхность.

При выборе способа подъема пород следует учесть следующие рекомендации.

При глубине шурфов до 4-5 м наиболее рационально использовать шурфобуры, спуск и подъем которых производится с помощью ведущей трубы, т. е. при подъеме бура после каждого рейса.

При глубине шурфов 10-15 м целесообразно применять скользящие шурфобуры, которые поднимаются после каждого рейса без разборки бурильной колонны.

При глубинах шурфов, превышающих 15 м, применяют аккумулялирующие скользящие шурфобуры.

При машинном способе проходки шурфов находят применение грейферные установки напорного типа УГШН-15, экскаватор ЭО-4321 с грейфером глубокого копания, копатели шахтных колодцев, бурильно-крановые и буровые установки. Этот способ характеризуется тем, что все технологические операции осуществляются без спуска людей в забой шурфа (шурфоскважины). Повышается безопасность работ и резко увеличивается скорость проходки.

Проходка шурфов с применением грейферной установки УГШН-15 производится в породах I-IV категорий крепости, а в скальных породах с предварительным рыхлением буровзрывным способом. После проходки первых трех метров при помощи грейферной установки УГШН-15 формируется временный отвал емкостью до 8 м³, после чего производятся планировочные работы по перемещению временного отвала к постоянному.

Установка инвентарной крепи КШИ производится после проходки шурфа на глубину 2м. Спуск и подъем людей и элементов крепи осуществляется вспомогательным подъемным устройством ВПУ.

Техническая характеристика УГШН-15 и ЭО-4321

таблица 6.10

| Показатели | УГШН-15 | ЭО-4321 |
|---|---------|---------|
| Площадь сечения шурфа в проходке, м ² | | |
| круглого | 2,0 | 2,0 |
| квадратного (прямоугольного) | 2,5 | 2,0 |
| Глубина шурфа, м | 15 | 10 |
| Вместимость грейфера, м ³ | 0,25 | 0,20 |
| Высота разгрузки, м | 1,0 | 3,5 |
| Радиус разгрузки, м | 2,7 | 6,4 |
| Грузоподъемность вспомогательного устройства (ВПУ), т | 0,1 | 0,2 |
| Масса установки, кг | 1300 | - |

На рисунке показана схема проходки устья шурфа установкой УГШН-15.

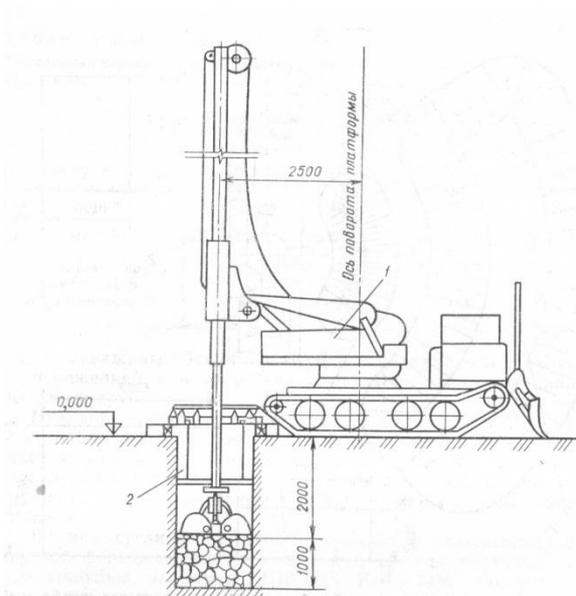


Схема проходки устья шурфа установкой УГШН-15

- 1 – грейферная установка;
2 – инвентарная крепь.

Схема напорного грейфера

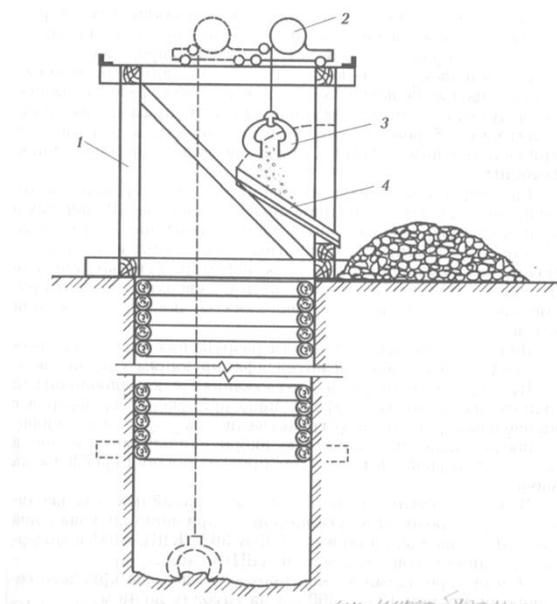
рис. 6.17.

На рисунке приведена схема напорного грейфера. Принцип его работы заключается в следующем. Грейфер в раскрытом виде опускается на трубах в шурф. Ходовая муфта 2 находится в верхнем положении. Под действием осевого усилия, передаваемого через трубу 1, челюсти 5 внедряются в породу. При вращении труб и ходового винта 3 муфта перемещается вниз и, воздействуя через рычаги 4 на челюсти, закрывает грейфер.

Встречающиеся на пути грейфера гравийно-галечные включения и валуны частично разрушаются и отжимаются за пределы шурфа или внутрь грейфера.

Типовыми технологическими схемами предусматривается проведение разведочных шурфов глубиной до 10 и 15 м установками с грейферными рабочими органами.

Грейферная установка ЭО-4321 позволяет проходить шурфы глубиной до 10 м.



Проходка шурфа с грейферным грузчиком

- 1 – рама над устьем шурфа;
- 2 – лебедка на каретке;
- 3 – грейфер;
- 4 – откидной лоток.

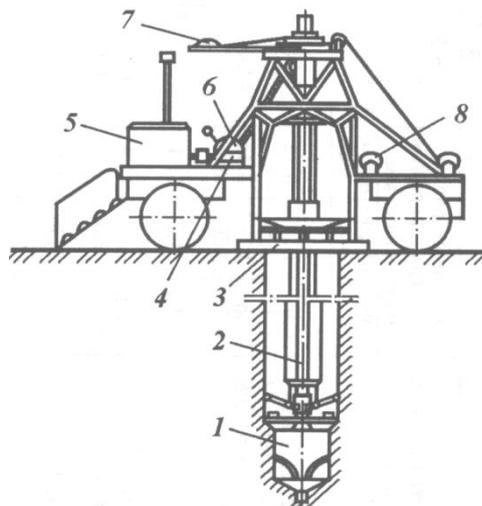
рис. 6.18.

В глине, суглинках или рыхлых гравийных отложениях шурфы проходят круглой формы при помощи копателей шахтных колодцев, например КШК-30А, КШС-40М и модернизированного копателя марки КШП-Ф-40А.

Этими агрегатами можно проходить шурфы круглого сечения диаметром 1230-1300 мм на глубину до 40 м.

Крепление стенок производится одновременно с проходкой шурфа металлическими или железобетонными кольцами.

В основе буровых машин лежит вращательный способ с периодическим подъемом бурового инструмента, заполненного разрушенной породой, на поверхность без подъема бурильных штанг.



Копатель шахтных колодцев КШК-30А

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1 – бур; | 2 – буровые трубы; |
| 3 – опорная рама; | 4 – коробка передач к лебедке; |
| 5 – двигатель с коробкой передач ГАЗ-51; | |
| 6 – подъемная лебедка; | |
| 7 – верхний редуктор с механизмом вертикальной подачи; | |
| 8 – ручная лебедка для опускания обсадных труб. | |

Агрегат КШК-30А смонтирован на двухосном прицепе, на котором размещены двигатель, подъемная лебедка, мачта и механизм управления. Рама машины — укороченный прицеп У2-АПЗ. Мачта выполнена сварной - из труб.

Буровой инструмент — сварной цилиндр диаметром 750 мм, в днище которого укреплены два режущих лезвия. Центральная часть шурфа разрушается пикобуром. Над корпусом бура имеются два ножа-расширителя, разбуривающие шурф до диаметра 1300 мм. Соединения бура с нижней штангой обеспечиваются наличием выступов.

Бурение шурфа производится следующим образом: при вращении бура режущие лезвия и пикобур разрыхляют грунт, который проходит через окно в дне бура внутрь. Одновременно ножи-расширителя срезают грунт по верхнему контуру стенок и сбрасывают в бур. После наполнения бура грунтом штанге дается обратный ход на пол-оборота. При подъеме бура ножи-расширителя складываются, и бур свободно проходит внутрь закрепленного участка шурфа. При выходе из шурфа открывается крышка бура и последний освобождается от грунта. За один цикл бур углубляется на 160-170 мм.

Копатель шахтных колодцев КШС-40М состоит из следующих основных узлов: базового автомобиля "Урал-375Е", рамы привода генератора, лебедки подъема бура, трехбарабанной лебедки, левого и правого конвейеров, подъемника, привобура, собственно бура, бурового снаряда, вышки, захвата обсадных колец, прицепа, гидросистемы, электрооборудования.

Установка оборудована специальной лебедкой для подъема обсадных труб. Для удаления породы от устья шурфа имеется ленточный конвейер производительностью 35 м³/ч.; дальность выгрузки грунта 4 м.

Урок 23. Способы проходки вертикальных стволов.

Буровзрывные работы.

Успех проходки стволов БВР в значительной мере зависит от правильного выбора элементов буровзрывного комплекса: типа ВВ, величины и конструкции заряда, глубины и расположения шпуров, средств бурения шпуров и др.

Тип ВВ выбирается в зависимости от крепости пород, притока воды и наличия метана в забое ствола.

Расположение шпуров в забое принимают, исходя из угла падения и структуры пород, формы и размеров поперечного сечения ствола. Конструкция заряда принимается колонковая. Расположения шпуров в забое должно обеспечивать: более полный отрыв на всю глубину шпуров, оконтуривание поперечного сечения стволов в соответствии с проектом, равномерное и мелкое дробление породы, ровную поверхность забоя после взрыва шпуров.

При прямоугольной форме сечения ствола шпуры располагают так же, как и в других выработках. Расположение шпуров в забое вертикальных стволов шахт показано на рис.

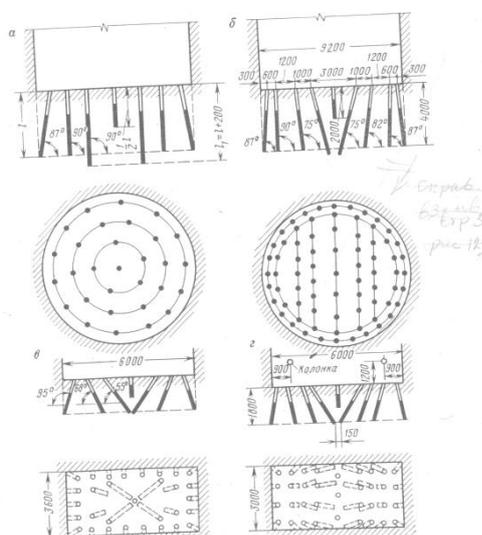


рис. 6.21

Схемы расположения шпуров при проходке стволов:

*а – цилиндрического прямого; б – клинового; в – пирамидального;
г – клинового.*

Диаметр окружности оконтуривающих шпуров в крепких породах целесообразно располагать у самого контура ствола и бурить их по возможности под прямым углом для снижения переборов породы.

Для проходки глубоких стволов используют комплексы оборудования КС-1м/6,2, КС-8, КС-9 и КС-10 с более мощными погрузочными машинами с одним или двумя грейферами вместимостью 1,25 м³.

К оборудованию комплексов, располагаемому на поверхности, относятся: проходческий, разгрузочный станок с течкой, затвором и электроприводом к нему и нулевая рама с лядами, которые оборудуют электроприводами. Подъемные машины и проходческие лебедки и их расположение выбирают в зависимости от технологической схемы проходки.

Комплексы обеспечивают повышение средней скорости проходки стволов до 100—120 м/мес.

В настоящее время созданы комбайновые комплексы для механического разрушения пород с $f=6-7$ и комбайново-буровзрывные комплексы СК-1, предназначенные для механического разрушения только части пород определенной крепости, которая не может быть отбита основным породоразрушающим органом.

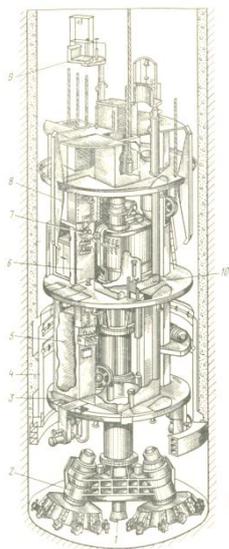


рис. 6.25.

Комбайн ПД-2 предназначен для проходки стволов диаметром 6,65 и 7 м в свету, глубиной до 1000 м в породах с коэффициентом крепости $f=6/7$ при притоках воды 25—30 м³/ч..

Комбайн подвешивается в стволе через гидроусилительную систему и состоит из трехэтажного каркаса 3, на котором монтируется шарошечный или резцовый исполнительный орган 2 с приводом 7. Для выдачи породы из забоя служит пневмоэлеватор 1, который подает пульпу в бункер 10. Скипо-клетевой установкой 5 пульпа далее выдается на поверхность. Комбайн распирается в стволе устройством 8. Нарращивание трубопроводов в стволе осуществляется с помощью телескопического механизма 9. Крепь из монолитного бетона возводится с применением опалубки 4. Для управления всеми механизмами и пневмогидро-сис Уроки имеет централизованный пульт 6, расположенный рядом с редуктором главного привода.

Ствол крепят одновременно с выемкой породы. Комбайн обслуживает бригада из трех человек (машинист и два помощника). График организации работ предусматривает выполнение двух циклов в сутки с подвиганием забоя за цикл на 3 м.

Технологические схемы проходки вертикальных стволов.

Проходка ствола включает три основных вида работ: выемку породы, возведение постоянной крепи и устройство армировки. В зависимости от средств выемки породы при обычных способах проходки различают: проходку в крепких породах с применением буровых работ или стволопроходческих комбайнов типа ПД; проходку в мягких породах, где выемку породы ведут механическими инструментами, (отбойными молотками, пневмо-ломами).

При проходке вся глубина ствола делится на звенья. Длина звена определяется устойчивостью пород и бывает от нескольких метров до нескольких десятков метров. В зависимости от последовательности работ в звеньях по выемке породы и возведению постоянной крепи различают следующие технологические схемы проходки: последовательную, совмещенную, параллельную и параллельно-щитовую.

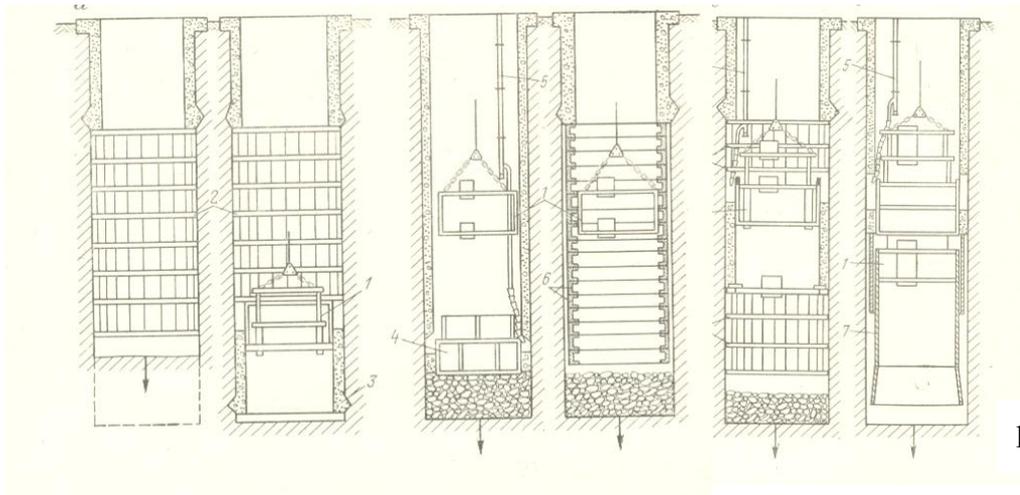


рис. 6.38.

Схемы проходки вертикальных стволов

- а – последовательные; б – совмещенная с бетонной крепью;
 в – совмещенная с тубинговой крепью; г – параллельная;
 д – параллельно-щитовая;
 1 – один двухэтажный проходческий полук; 2 – временная крепь;
 3 – опорный венец; 4 – створчатая опалубка; 5 – трубы для спуска
 бетона;
 6 – тубинги; 7 – щитовая оболочка.*

Последовательная технологическая схема проходки характеризуется последовательным выполнением работ по выемке породы и возведению постоянной крепи в одном и том же звене ствола. В горнорудной промышленности эта схема с бетонной крепью имела преимущественное применение до 1960 г. Максимальная скорость проходки достигала не более 35 м/мес. В настоящее время эта схема широко применяется при проходке неглубоких стволов в талых и мерзлых россыпях при креплении деревом. В зависимости от устойчивости стенок ствола длина звена до возведения опорного венца колеблется от 1 до 10 м и более для мерзлых песков. Временную крепь в забое не применяют. Сплошную венцовую крепь в зависимости от устойчивости стенок ствола возводят от опорного венца сверху вниз или снизу вверх.

При неустойчивых породах после установки опорного венца (с опорами обычно по короткой стороне) к нему подвешивают на строительных скобах рядовые венцы. Выемку породы ведут с помощью отбойных молотков или вручную на глубину, равную толщине одного венца. Элементы венца заводят поочередно и расклинивают со стороны забоя перед забиванием скоб. Для более надежной подвески венцы сшиваются (кроме скоб) металлическими планками толщиной 10 мм со штырями через каждые 20 см. Длина одной планки 1,0—1,5 м.

При достаточно устойчивых стенках ствола (коренные или мерзлые породы) после выемки породы с помощью буровзрывных работ на глубину от 1,5 до 2—4 м укладывают опорный венец, а затем производят наращивание сруба в направлении снизу вверх. Пустоты между крепью и стенками ствола забутовываются мелкой породой. Армирование ствола производится вслед за подвиганием забоя с отставанием не более 10 м. Отставание армировки определяется длиной прогона (вандрута); после наращивания прогона через каждые 1—1,5 м пробиваются расстрелы и навешиваются проводники.

Последовательная схема проходки ранее применялась при тубинговой, каменной и других видах крепи.

Последовательная схема проходки с бетонной крепью показана на рис. а. После выемки породы на длину одного звена (с применением временной крепи или без нее)

сооружают опорный венец и возводят постоянную бетонную крепь с подвесного полка в направлении снизу вверх.

Совмещенная технологическая схема проходки стволов получила наибольшее распространение во всех горнодобывающих районах страны. Работы по выемке породы и возведению постоянной крепи производят непосредственно в призабойном пространстве вслед за подвиганием забоя сверху вниз без применения временной крепи. Эта схема проходки обеспечивает комплексную механизацию, высокую экономическую эффективность и безопасность работ. По сравнению с параллельной и параллельно-щитовой схемами улучшаются технология и организация работ, уменьшается число лебедок на поверхности и упрощается конструкция металлической опалубки. При совмещенной схеме наибольшее применение находит монолитная бетонная крепь, возводимая с помощью передвижной опалубки, возможно применение и тубинговой крепи.

В зависимости от места установки опалубки в стволе у забоя, наличия или отсутствия у нее поддона имеются разновидности этой технологической схемы: с последовательным выполнением операций по возведению постоянной крепи и выемке породы; совмещением операций по возведению постоянной крепи и уборке породы; параллельным выполнением операций по укладке бетонной крепи за опалубку и погрузке породы.

При совмещенной схеме с последовательным выполнением операций по возведению монолитной бетонной крепи призабойная опалубка устанавливается непосредственно на выровненную породу, которая выполняет роль поддона в начале бетонирования. Породу в забое убирают до тех пор, пока не образуется пространство, достаточное для установки опалубки. После этого породу разравнивают, устанавливают и центрируют опалубку и укладывают за нее бетонную смесь. Уборку породы не производят до полного окончания возведения крепи (рис. 6).

При опалубке высотой более 3 м и диаметре ствола более 5 м операции по уборке породы и возведению крепи частично совмещают. После установки опалубки на новую заходку и подачи быстротвердеющего бетона на высоту около 1 м приступают к уборке породы из центральной части забоя. За это время быстротвердеющий бетон схватывается и предотвращает возможность прорыва свежего бетона из-под опалубки. Через 2—3 ч приступают к уборке породы по всей площади забоя с одновременным бетонированием оставшейся части заходки.

Совмещенная технологическая схема с параллельным выполнением операций по укладке бетона и уборке взорванной породы применяется в том случае, если призабойная опалубка имеет поддон для удержания бетона. Бетонную крепь по этой схеме возводят на определенном расстоянии от забоя.

Совмещенную схему с применением тубинговой крепи (рис. в) применяют в относительно неустойчивых породах. Тампонаж пространства между стенками ствола и крепью производится параллельно с уборкой породы и креплением забоя в направлении снизу вверх из специальной клетки.

Параллельная технологическая схема характеризуется тем, что возведение постоянной крепи и выемку породы ведут одновременно, но в смежных звеньях (рис. г). В нижнем звене ведут работы по подвиганию забоя с последовательным возведением временной крепи под защитой натяжного предохранительного полка, а в верхнем звене снимают временную крепь и возводят постоянную крепь с двухэтажного проходческого полка. В качестве постоянной крепи применяется обычно монолитный бетон, реже тубинги. Бетонную крепь возводят снизу вверх с помощью передвижной металлической опалубки. По сравнению с совмещенной схемой скорость проходки увеличивается на 20—30 %. Параллельную схему рекомендуется применять на стволах диаметром более 5 м и глубиной более 300 м.

Параллельно-щитовая технологическая схема проходки отличается от

параллельной схемы тем, что в забое роль временной крепи выполняет металлический щит— оболочка (рис. д). В отличие от временной крепи щит не раскрепляет боковых пород и не исключает возможности их обрушения, так как между щитом и стенками ствола существует зазор 150—200 мм. Схема применима в относительно устойчивых породах и имеет более длительный подготовительный период в связи с монтажом и демонтажем оборудования по сравнению с совмещенной технологической схемой.

В зависимости от глубины различают стволы неглубокие (до 300м), средней глубины (300-700м) и глубокие (свыше 700м). При глубине стволов до 300м весьма перспективно применение передвижного проходческого оборудования.

Последовательная и совмещенная схемы проходки с использованием комплекса КПШ, проходческого крана КП-1, передвижной подъемной установки ППУ-1 применимы для стволов диаметром в свету 4-8,5м.

Наиболее прогрессивной является совмещенная схема с возведением постоянной железобетонной, тубинговой или бетонной крепи, так как временная крепь при этом отсутствует.

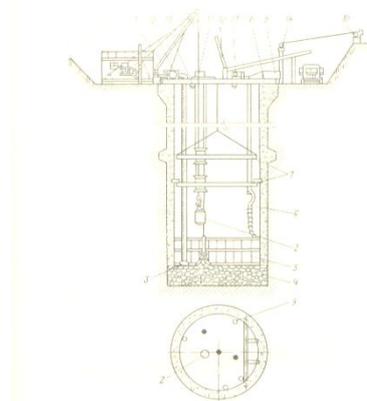


рис. 6.39.

Схема проходки ствола до глубины 130 м.

- | | |
|--|---|
| 1 – передвижная подъемная установка ППУ-1; | |
| 2 – проходческая бадья БП-1; | |
| 3 – забойный насос Н-1М; | 4 – пневмопогрузчик КС-3; |
| 5 – щитовая опалубка; | 6 – трубопровод для подачи бетона; |
| 7 – подвесной полук; | 8 – перекрытие ствола; |
| 9 – бункер для подачи бетона; | 10 – проходческая лебедка ПЛП-1,5; |
| 11 – пневматическая лебедка ЛППГ; | 12 – разгрузочная ляда; |
| 13 – светильник «Свет-3»; | 14 – ферма шкива для опрокидывания бункера. |

На рисунке показана совмещенная схема проходки ствола до глубины 130 м. Аналогичная схема применяется при использовании крана типа ПК-1. Проходку ведут следующим образом. Устанавливают раму-шаблон и приступают к проходке устья. Отбойку породы производят отбойными молотками. До глубины 1,5 м породу выбрасывают на бровку выемки (котлована), а ниже—выдают в бадьях с помощью установки ППУ-1 или ПК-1. Погрузка породы в бадьи до глубины 2—3 м осуществляется вручную, а затем пневмопогрузчиком КС-3, который подвешивают на автомобильный кран К-51. После проходки устья на глубину 3 м (для оголовка) устанавливают деревянную опалубку, бетонируют оголовок, затем укладывают нулевую проходческую раму и монтируют передвижную опалубку для возведения бетонной крепи. Выемку породы с последующим бетонированием, производят заходками по 1—1,5 м. После проходки на глубину 10—12 м на проходческую раму устанавливают пневматическую лебедку, к которой подвешивают пневмопогрузчик КС-3, освобождая автомобильный кран. Порода, поднятая установкой, разгружается с помощью разгрузочного станка в автосамосвал и отвозится в отвал. Воду из забоя выдают в бадьях вместе с породой или сразу на поверхность забойными насосами Н-1М, «Малютка» или типа «Байкал-2». Если устье

ствола крепят железобетонными тубингами, то верхнюю часть устья (оголовок) по высоте 3—4 м крепят железобетоном.

После проходки технологической части ствола монтируют копер, проходческое оборудование и начинают проходку собственно ствола на заданную глубину.

2. Формы поперечных сечений

Формы и размеры поперечного сечения горизонтальных разведочных выработок.

Форма сечения горизонтальной горно-разведочной выработки зависит в основном от вида горной крепи, применяемой для предохранения выработки от разрушения под действием давления окружающих ее пород и сохранения необходимой площади сечения на весь период разведочных работ. При проведении выработок им придают трапециевидную или прямоугольно-сводчатую форму сечения. Трапециевидную форму применяют при деревянной крепи и наличии небольшого давления со стороны окружающих пород. Прямоугольно-сводчатую форму применяют при монолитной бетонной, набрызгбетонной, анкерной и комбинированной (анкерной с набрызгбетоном) крепи и в выработках, не имеющих крепи (при прочных устойчивых породах).

Различают площади поперечного сечения в свету, вчерне и в проходке. Площадь сечения в свету определяют по размерам выработки до крепи, за вычетом площадей, занимаемых балластным слоем рельсового пути и трапом пешеходной дорожки. Площадь сечения вчерне является проектной площадью (в проходке). Действительная площадь сечения выработки в проходке несколько больше площади сечения вчерне. При проходке необходимо соблюдать, чтобы площадь сечения выработки соответствовала существующим «Нормам превышения сечений горно-разведочных выработок в проходке по сравнению с сечениями вчерне при производстве геологоразведочных работ». В зависимости от крепости пород допускается увеличение площади сечения вчерне на коэффициент 1,04—1,12. Большое значение коэффициента соответствует площади поперечного сечения 4 м² в крепких породах.

Размер поперечного сечения в свету зависит от назначения выработки и определяется габаритами подвижного состава и числом рельсовых путей, шириной конвейера, скрепера или погрузочно-транспортной машины с учетом необходимых зазоров между этими машинами и крепью, которые регламентированы правилами безопасности. Зазор между подвижным составом и крепью на протяженных участках выработки при рельсовом транспорте составляет не менее 200 мм при монолитной бетонной, анкерной и набрызгбетонной крепи и не менее 250 мм при других видах крепи — металлической податливой и деревянной. Если откатка вагонеток по выработке осуществляется вручную, то при всех видах крепи этот зазор равен 200 мм.

При наличии в выработке рельсовых путей и при локомотивном транспорте для передвижения людей предусматривается пешеходная дорожка (проход) шириной не менее 700 мм (размер на высоте 1800 мм от уровня трапа или балластного слоя). При ручной откатке ширина пешеходной дорожки может быть уменьшена до 500 мм.

При проектировании выработок, предусматривающих откатку горной массы аккумуляторными электровозами, зазор со стороны прохода принимают равным 750 мм. На закруглениях выработки при откатке электровозами размер зазора и прохода увеличивают с наружной стороны кривой на 300 мм, с внутренней — на 100 мм.

Расстояние между осями рельсовых путей на прямолинейных участках выработки принимают не менее $A+200$ мм, где A — максимальная ширина электровоза или вагонетки. На закруглениях ширину междупутья увеличивают на 300 мм.

Высоту выработки в свету от уровня головки рельса до крепи принимают не менее 2000 мм, исходя из минимальной высоты подвески контактного провода, равной 1800 мм. Минимальный зазор в свету между контактным проводом и крепью составляет 200 мм. В местах посадки людей в поезд и в выработках околоствольного двора высоту подвески контактного провода принимают равной соответственно 2000 и 2200 мм.

В выработках, оборудованных конвейерами, проход с одной стороны должен быть не менее 700 мм, а с другой — 400 мм, а расстояние от верхней части конвейера до кровли должно составлять не менее 500 мм. Ширина проходов у натяжных и приводных головок равна 600 мм.

При доставке породы по выработке скрепером дорожка должна обшиваться (при деревянной крепи) досками на высоту 600 мм от уровня почвы, чтобы исключить выдергивание и повреждение стоек крепи. Зазор между скрепером и крепью на высоте скрепера принимается с двух сторон одинаковым: 200 или 300 мм.

При проведении рассечек и камер околотвального двора возможно применение погрузочно-транспортных машин. В этом случае зазор между машиной и крепью принимается равным 500 мм с обеих сторон. Зазор для прохода людей при этом не предусматривают, чтобы не увеличивать площадь сечения выработки и хождение людей в период работы машины запрещают. Минимальный зазор между наиболее выступающей частью машины и кровлей выработки принимают равным 500 мм.

Таким образом, сечения горизонтальных горно-разведочных выработок устанавливаются с учетом размещения в них: средств механизации проходческих и транспортных работ, рельсовых путей и подземных коммуникаций (трубопроводов вентиляционных, сжатого воздуха, технического водоснабжения, силовых и осветительных кабелей, арматуры). Стандарт устанавливает размеры сечений выработок в свету на прямых участках. Размеры поперечных сечений выработок регламентируются ГОСТ 22940-85. Согласно этому ГОСТу основные размеры сечений выработок трапециевидной формы t должны соответствовать указанным на рисунке «а» и в таблице, а прямоугольно – сводчатой формы ПС-указанным на рисунках «б и в» и соответствующей таблице.

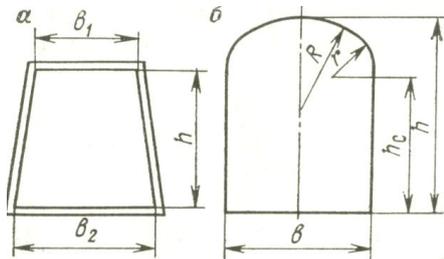


рис. 6.6.

Основные размеры сечений выработок трапециевидной формы

таблица 6.1.

| Обозначение сечений | b ₁ мм | b ₂ мм | h мм | Площадь сечения выработок и S, м ² | Обозначение сечения | b ₁ мм | b ₂ мм | h мм | Площадь сечения выработок и S, м ² |
|---------------------|-------------------|-------------------|------|---|---------------------|-------------------|-------------------|------|---|
| T-2,0 | 900 | 1320 | 1850 | 2,0 | T-7,5 | 2240 | 2900 | 2900 | 7,5 |
| T-3,0 | 1360 | 1800 | 1850 | 3,0 | T-8,4 | 3280 | 3870 | 2360 | 8,4 |
| T-4,8 | 1750 | 2300 | 2360 | 4,8 | T-9,8 | 3450 | 4120 | 2580 | 9,8 |
| T-5,1 | 1750 | 2360 | 2580 | 5,3 | T-11,0 | 3750 | 4370 | 2720 | 11,0 |
| T-6,1 | 1900 | 2580 | 2720 | 6,1 | T-12,6 | 4150 | 4870 | 2800 | 12,6 |
| T-7,0 | 2180 | 2800 | 2800 | 7,0 | T-13,6 | 4370 | 5000 | 2900 | 13,6 |

Основные размеры сечений выработок прямоугольно-сводчатой формы

таблица 6.2.

| Обозначение сечения | b мм | h _c мм | h мм | R мм | г мм | Площадь сечения выработки S, м ² |
|---------------------|------|-------------------|------|------|------|---|
| ПС-2,0 | 1120 | 1480 | 1850 | 770 | 290 | 2,0 |
| ПС-2,7 | 1550 | 1320 | 1850 | 1070 | 410 | 2,7 |
| ПС-4,2 | 1850 | 1800 | 2420 | 1280 | 490 | 4,2 |
| ПС-4,5 | 1950 | 1800 | 2520 | 1350 | 510 | 4,5 |
| ПС-5,4 | 2180 | 1900 | 2700 | 1510 | 570 | 5,4 |
| ПС-6,4 | 2360 | 2000 | 2800 | 1630 | 620 | 6,4 |
| ПС-6,8 | 2500 | 2070 | 2900 | 1730 | 650 | 6,8 |
| ПС-8,3 | 3450 | 1800 | 2650 | 3120 | 590 | 8,3 |
| ПС-8,7 | 3600 | 1800 | 2690 | 3250 | 620 | 8,7 |
| ПС-10,0 | 4000 | 1800 | 2800 | 3620 | 690 | 10,0 |
| ПС-11,6 | 4500 | 1800 | 2930 | 4070 | 780 | 11,6 |
| ПС-12,1 | 4620 | 1800 | 2960 | 4180 | 800 | 12,1 |

Исходные данные, использованные для установления размеров сечений в вышеуказанных таблицах и не регламентированные нормативными документами, приведены в таблице.

Данные для расчета размеров сечений выработок

таблица 6.3.

| Обозначение сечения | | Основные размеры проходческого или транспортного оборудования, мм | | Тип рельса | Внутренний диаметр вентиляционного трубопровода, мм | Характеристика выработки |
|---------------------|---------|---|--------|------------|---|--------------------------|
| T | ПС | Ширина | Высота | | | |
| T-2,0 | ПС-2,0 | 710 | 400 | - | 300 | Скреперная |
| T-3,0 | ПС-2,7 | 950 | 560 | - | 400 | Скреперная |
| T-4,8 | ПС-4,2 | 900 | 1250 | P18 | 500 | Однопутная |
| T-8,4 | ПС-8,3 | 900 | 1250 | P18 | 500 | Двупутная |
| T-5,1 | ПС-4,5 | 1000 | 1360 | P18 | 600 | Однопутная |
| T-9,8 | ПС-8,7 | 1000 | 1360 | P18 | 600 | Двупутная |
| T-6,1 | ПС-5,4 | 1180 | 1500 | P18 | 600 | Однопутная |
| T-11,0 | ПС-10,0 | 1180 | 1500 | P18 | 600 | Двупутная |
| T-7,0 | ПС-6,4 | 1400 | 1600 | P18 | 600 | Однопутная |
| T-12,6 | ПС-11,6 | 1400 | 1600 | P18 | 600 | Двупутная |
| T-7,5 | ПС-6,8 | 1500 | 1700 | P24 | 600 | Однопутная |
| T-13,6 | ПС-12,1 | 1500 | 1700 | P33 | 600 | Двупутная |

| | | | | | |
|-----|-----|-----------|-------------------------|------|------|
| | | двупутная | | | |
| 9,2 | 8,8 | То же | Электровоз 4,5АРП-2М | 1300 | 1000 |

Выбор формы и размеров поперечного сечения наклонных и вертикальных выработок. Изучение проходческих комплексов КПВ, КШП, КШК. Шурфы проводят на всех стадиях геологоразведочных работ, но основной объем их выполняется во время предварительной и детальной разведки. В зависимости от типа месторождения и условий залегания тела полезного ископаемого шурфы можно использовать для разведки только верхних частей месторождения или месторождения в целом с высокой деятельностью. Последнее относится к месторождениям коры выветривания, песчано-гравийных и строительных материалов и россыпных. Шурфы проводят в качестве контрольных выработок при разведке месторождений буровыми скважинами.

Глубина шурфов достигает 30—40 м, из глубоких шурфов можно проводить горизонтальные выработки — рассечки различной протяженности.

Способы проведения шурфов весьма разнообразны и зависят от свойств пересекаемых пород, глубины шурфов, общего объема шурфопроходческих работ, транспортных условий и др.

Можно выделить три вида технологических схем проходки шурфов в зависимости от способа разрушения породы на забое и уровня механизации:

1. проходка в слабых породах с использованием ручных инструментов для отделения породы от массива.
2. Проходка с использованием буровзрывного способа.
3. Проходка механизированным способом.

3. Меры безопасности при проходке горных выработок.

При производстве углубочных работ для защиты рабочих, занятых в забое углубочного ствола, в случае падения действующих подъемных сосудов вследствие обрывов каната, а также каких-либо предметов, в стволе ниже зумпфа рабочего горизонта в плотных устойчивых породах оставляют предохранительный породный целик высотой 8—12 м или устраивают предохранительный полук. В тех случаях, когда используют все сечения ствола, предохранительные полки или целики не устраивают.

Меры безопасности при буровзрывных работах, уборке породы, возведении крепи, перемещении подвесных полков, а также при монтаже и демонтаже труб и кабелей те же, что и при проходке стволов.

Особенно важно соблюдать правила техники безопасности при спуске и подъеме людей. Запрещается подниматься или спускаться стоя или сидя на краю бадьи, а также в нагруженной бадье. При грейферной погрузке запрещается снимать руками куски породы из-под его лопастей. Ремонт и осмотр грейфера необходимо производить при наличии в коммуникации сжатого воздуха или рабочей жидкости, находящейся под давлением. Запрещается производить в забое какие-либо работы при наличии невзорвавшихся зарядов ВВ—отказов.

Урок 25. Понятие о проходческом цикле

Лучшей формой организации горнопроходческих работ является работа по графику цикличности.

Проходческим циклом называется комплекс периодически повторяющихся производственных процессов, выполняемых в определенной последовательности в

установленное время и в заданных объемах.

В зависимости от горно-геологических условий и технической оснащенности проведение горно-разведочных выработок может быть организовано по одной из трех следующих схем организации производства работ:

- 1) при последовательном выполнении основных производственных процессов проходческого цикла в одном забое — без совмещения их во времени ;
- 2) при параллельном выполнении основных производственных процессов — с совмещением их во времени в одном забое ;
- 3) при комбинированном выполнении всех производственных операций проходческого цикла одновременно в нескольких забоях

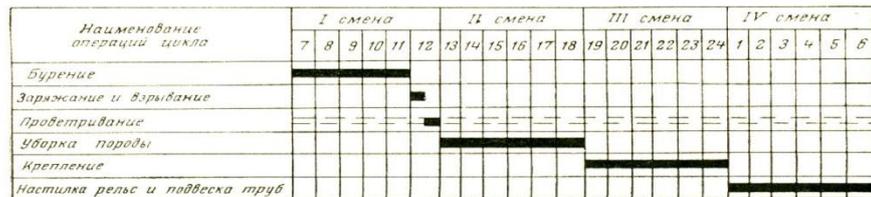


рис. 6.40.

Рис График циклической организации работ при последовательном выполнении проходческих процессов

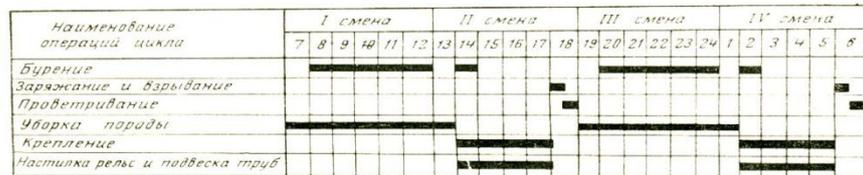


рис. 6.41.

Рис График циклической организации работ при параллельном выполнении проходческих процессов



рис. 6.42.

Рис. График циклической организации работ при комбинированном выполнении проходческих процессов

Выбор организации работ при проведении горизонтальных выработок зависит от площади поперечного сечения выработки, физико-механических свойств горных пород, уровня механизации основных проходческих операций, заданной скорости проведения выработки, назначения, срока службы выработки и Других факторов.

В зависимости от принятой организации работ основные проходческие операции выполняют последовательно или некоторые из них совмещают во времени и ведут параллельно.

Основную часть времени цикла при проведении выработок в крепких породах занимает бурение шпуров и уборка взорванной породы. Поэтому при последовательном выполнении операций целесообразно применять буровые каретки и установки с мощными перфораторами, а также высокопроизводительные машины для уборки горной массы, обеспечивающие минимальную продолжительность проходческого цикла.

Преимуществами организации работ с последовательным выполнением проходческих операций являются ее простота, максимальная безопасность работ, возможность применения более глубоких шпуров и рационального их расположения.

К недостаткам такого способа организации работ относится большая

продолжительность цикла.

Параллельное выполнение проходческих операций позволяет сократить продолжительность цикла, в 1,2—1,4 раза. Эффективность совмещения тем выше, чем больше относительная продолжительность основных операций.

Обычно совмещают бурение шпуров с уборкой породы или креплением. В этом случае продолжительность цикла меньше суммы времени на выполнение каждой операции.

Параллельное выполнение проходческих операций позволяет увеличить скорость проведения выработок, но организация работ при этом усложняется, что сказывается на ухудшении условий работы.

В настоящее время при проведении выработок применяют циклическую организацию труда с последовательным выполнением таких основных операций, как бурение шпуров и уборка породы. Крепление и настилку пути часто совмещают с бурением шпуров

Наиболее трудоемкими операциями, определяющими скорость проходки ствола, являются буровзрывные работы и погрузка породы. Трудоемкость их составляет около 58% от всех работ по сооружению ствола (возведение крепи—30% и армирование—12%). Поэтому четкая организация работ при проходке стволов имеет очень важное значение. Присутствие в забое большого числа рабочих, различных машин и механизмов, одновременное выполнение проходческих операций в забое и на различных горизонтах по стволу значительно усложняет организацию проходческих работ.

К основным операциям проходческого цикла относят бурение, зарядание и взрывание шпуров, проветривание забоя, приведение забоя в безопасное состояние и погрузку породы. Одновременно с основными операциями выполняются вспомогательные операции: водоотлив, установка временной крепи и др.

Работы по проходке ствола выполняют по заранее разработанным графикам цикличности. Продолжительность цикла определяется главным образом временем на выполнение основных проходческих операций и находится в прямой зависимости от производительности принятого оборудования, физико-механических свойств пересекаемых стволом пород, их обводненности, а также от четкости организации всех работ по проходке ствола.

Все виды работ выполняют комплексные бригады. Бригадиром назначают наиболее опытного квалифицированного рабочего, который может правильно организовать работу проходчиков. Бригаду разбивают на звенья по числу рабочих смен в сутки.

Состав проходческого цикла.

1. Погрузка породы
2. Документация
3. Бурение шпуров
4. Зарядание и взрывание
5. Проветривание

Крепление может производиться вне цикла, через $\frac{L_{зв.}}{\ell_ч}$ м, (6.7) циклов

$L_{зв}$ – длина звена крепления, м

$\ell_ч$ – подвигание за цикл, м с учетом возможного отставания крепи от забоя.

Настилка путей может производиться во время бурения шпуров. Нарастивание других коммуникации может производиться по мере продвижения между сменами.

Продолжительность смены 6 часов, перерыв между сменами 2 часа, число смен 1-2 (для неглубоких выработок) и 3-4 для глубоких (длинных) выработок.

Определение количества чел/см на цикл.

$$K_p = \frac{V}{H_{выр}}, \text{ чел/см.} \quad (6.8)$$

Производится для каждого процесса цикла

V – объем работ по каждой операции.

$H_{выр}$ – норма выработки на одного работающего принимается по ЕНВ.

$$n_{бур} = \frac{V_{бур}}{H_{выр}} = \frac{l_{м.м.}}{H_{выр}}, \text{ чел/см.} \quad (6.9)$$

1. Количество рабочих на бурение шпуров

$H_{выр}$ – норма выработки (ЕНВ)

$$n_{уб} = \frac{V_{ц}}{H_{выр}}, \text{ чел/см.} \quad (6.10)$$

2. Количество рабочих на уборку породы

$V_{ц}$ – объем породы, оторвавшей за взрыв, м³

$H_{выр}$ – норма выработки на погрузку (ЕНВ)

$$n_{кр} = \frac{V_{кр}}{H_{выр}}, \text{ чел/см.} \quad (6.11)$$

3. Количество рабочих на крепление

$V_{кр}$ – объем работ по креплению, м

$H_{выр}$ – норма выработки на крепление 1 м выработки ЕНВ.

Общее количество рабочих $N_{раб}$. На выполнение процессов проходческого цикла.

$$N_{раб} = n_{уб} + n_{бур} + n_{кр}, \text{ чел/см.} \quad (6.12)$$

Контрольные вопросы:

- 1) Какие способы проходки горных выработок вы знаете
- 2) Перечислите и опишите технологические схемы проходки вертикальных выработок
- 3) Проходка шурфов буро-взрывным способом
- 4) Меры безопасности при проведении горных выработок
- 5) Что такое проходческий цикл
- 6) Что такое график цикличности и его назначение

Урок 26: Проведение выработок в сложных горно-геологических условиях специальными способами.

Ликвидация и консервация горных выработок

Геологоразведочные выработки, надобность в которых отпадает, ликвидируются (погашаются).

Погашение горных выработок должно производиться в строгом соответствии с действующим земельным законодательством и другими директивными документами.

Перед погашением горизонтальных (и с углом наклона менее 30°) выработок из них может быть извлечена крепь. Эта ответственная операция производится под руководством инженерно-технического работника. Извлечение крепи осуществляется в направлении от забоя выработки к ее устью с использованием устройств и приспособлений, действующих с безопасного расстояния.

Устья ликвидированных горизонтальных выработок закрываются кирпичными,

каменными или бетонными перемычками. При погашении штольни эта перемычка располагается в коренных породах или, если коренные породы удалены, на расстоянии не менее 10 м от устья. Пространство от перемычки до устья плотно засыпается породой.

Ликвидация шурфов.

Как и другие разведочные выработки (канавы, траншеи, стволы шахт и штольни), шурфы по окончании работ должны быть ликвидированы (погашены). Погашение шурфов производится путем их засыпки. Наиболее целесообразно эту операцию выполнять с помощью бульдозеров или экскаваторов.

При глубине шурфов более 10 м ликвидацию шурфов можно производить путем надежного перекрытия двумя прочными полками (деревянными, железобетонными или из металлических балок). Один полк устанавливается на глубине расположения коренных пород, но не менее 10 м от поверхности, а другой — на уровне поверхности. Пространство между полками засыпается.

Вокруг устья ликвидированного шурфа устанавливается ограждение высотой не менее 2,5 м.

Если шурфы пройдены по слабым или обводненным породам, то их ликвидация может производиться только путем засыпки породой с последующей досылкой после осадки.

При погашении шурфов допускается извлечение инвентарной крепи, если это предусматривается ее конструкцией, указывается в документации по эксплуатации и если в процессе раскрепления шурфа не будет происходить проседание поверхности.

До начала извлечения крепи выработка должна быть тщательно осмотрена. При наличии больших перекосов и сдвигов крепи извлекать ее из шурфа не разрешается.

Извлечение крепи производится только с поверхности отдельными секциями при помощи подъемных устройств. До извлечения очередной секции (кольца) крепи выработка должна быть предварительно засыпана до уровня извлекаемой секции, причем засыпка выработки путем частичного обрушения стенок шурфа не допускается.

Нахождение людей в забое шурфа при извлечении инвентарной крепи допускается только в том случае, если это предусмотрено конструкцией крепи и указано в ее эксплуатационной документации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Астафьев Ю.П., Г.С. Сулима, В.Г. Близнюков, О.Г. Шекун, В.С. Полянский. «Горное дело» М. Недра, 1973г.
2. Единые нормы выработки и времени на горно-проходческие работы. М.Недра, 1985г.
3. Единые правила безопасности при взрывных работах. М.Недра, 1988г.
4. Н.С. Радионов «Горное и буровое оборудование» М. Недра, 1983г.
5. В.К. Шехурдин, В.И. Несмотряев, П.И.Федоренко «Горное дело». М.Недра, 1987г.
6. В.К. Шехурдин, Е.Н. Холобаев, В.И. Несмотряев «Проведение подземных горных