

Шығыс Қазақстан облысы  
өкімдігінің білім  
басқармасы  
КМҚК «Геология барлау  
колледжі» КМҚК



КГКП «Геологоразведочный  
колледж» управления  
образования Восточно-  
Казахстанского областного  
акимата

**Базовый опорный конспект по дисциплине  
«Основы бурения и горного дела»  
для специальности  
1514000 «Экология и рациональное использование  
природных ресурсов в недропользования»**

**Кулжанбеков Ж.Б**

Кулжанбеков Ж.Б. Базовый опорный конспект по предмету «Основы бурения и горного дела» - 97 страниц

Базовый опорный конспект разработан в соответствии с рабочей учебной программой и предназначен для студентов III курса колледжа специальности «0704000». Он содержит основные материалы теоретического и практического курса по дисциплине «Основы бурения и горного дела» и состоит из II разделов, а также содержит контрольные вопросы и задания по курсу. Сведения наиболее полно систематизированы и конкретизированы. Благодаря четким определениям основных понятий, их признаков и особенностей студент может сформулировать ответ, за короткий срок усвоить и переработать важную часть информации, успешно сдать экзамен. Базовый опорный конспект будет полезен не только студентам, но и преподавателям при подготовке и проведении занятий.

№	Разделы и темы	Стр
1.	<b>Раздел 1. Основы горного дела.</b>	
Урок 1	Введение. Общие сведения о бурении скважин	
Урок 2	Переносные, передвижные, стационарные и самоходные станки и установки для поискового бурения	
Урок 3	Ударно-механическое бурение	
Урок 4	Колонковое бурение	
Урок 5	Буровой инструмент	
Урок 6	Промывка скважины	
Урок 7	Твердосплавное бурение	
Урок 8	Алмазное бурение	
Урок 9	Бурение снарядом с съёмным керноприемником	
Урок 10	Бурение комплексами с гидротранспортом керна	
	Мероприятия по повышению выхода керна	
Урок 11	Сверхглубокое бурение	
	Морское бурение	
Урок 12	Аварии и осложнения при бурении скважин	
Урок 13	Специальные работы в скважине	
Урок 14	Развитие техники и технологии бурения скважин	
	<b>Раздел 2. Основы горного дела</b>	
Урок 15	Горные работы и горные выработки	
Урок 16	Взрывчатые вещества и средства взрывания. Технология взрывных работ	
Урок 17	Проведение открытых горно-разведочных выработок	
Урок 18	Проведение подземных горно-разведочных выработок	
Урок 19	Вентиляция, водоотлив и освещение при проведении подземных горных выработок	
Урок 20	Погрузка и транспортировка горной породы, полезного ископаемого, оборудования, материалов и людей при проведении подземных горных выработок	
Урок 21	Крепление подземных горных выработок	

# Введение

## Раздел 1. Основы бурения скважин

### Урок 1: Введение. Общие сведения о бурении скважин

**План:**

1. Значение буровых работ
2. Основные сведения о бурении скважин
3. Положение скважины в Земной коре
4. Классификация буровых скважин по назначению

#### **1. ЗНАЧЕНИЕ БУРОВЫХ РАБОТ**

Огромные успехи, достигнутые геологической службой в создании мощной минерально-сырьевой базы, немислимы без буровых работ.

Становление геологии как одной из важнейших отраслей народного хозяйства было неизменно связано с расширением и совершенствованием техники и технологии бурения.

Разведочное бурение скважин в комплексе геологоразведочных работ является ведущим как по объему и качеству геологической информации, так и по сумме ассигнований, выделяемых на их производство.

#### **2. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О БУРЕНИИ СКВАЖИН**

##### **БУРОВАЯ СКВАЖИНА И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

Буровой скважиной называется цилиндрическая горная выработка в земной коре, характеризующаяся относительно малым диаметром по сравнению с ее длиной. Диаметры буровых скважин изменяются в пределах от 26 до 1000 мм. В некоторых случаях бурением осуществляют углубку шурфов и шахтных колодцев диаметром 1000—1500 мм, а также стволов шахт диаметром от 1,5 до 8 м.

Скважины небольшого диаметра 26—151 мм бурятся при поисках и разведке твердых полезных ископаемых. Скважины большого диаметра в основном предназначены для решения инженерно-технических задач и эксплуатации жидких и газообразных полезных ископаемых.

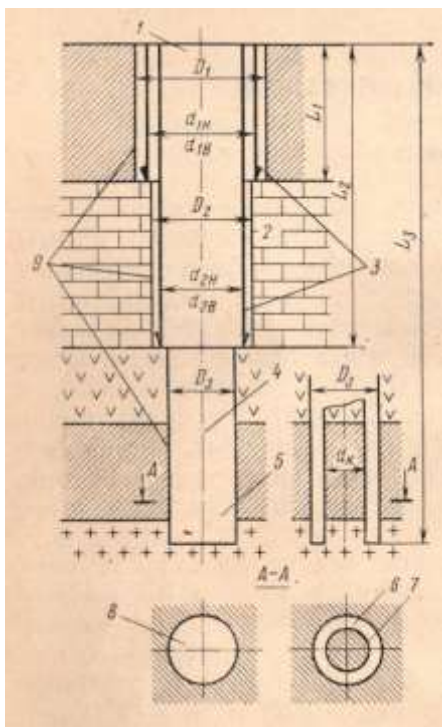
Глубины буровых скважин изменяются от нескольких метров до 10 км и более. При выполнении инженерно-геологических исследований глубины скважин, как правило, не превышают десятков метров. При поисках и разведке твердых полезных ископаемых некоторые скважины достигли глубины 4000 м, а при бурении на нефть и газ—9550 м. Глубины разведки полезных ископаемых определяются экономической целесообразностью.

Сверхглубокие скважины до 15 км (Кольская СГ-3 и др.) бурятся с целью получения наиболее объективных данных о глубинных зонах и процессах, протекающих в земной коре, для обновления учения о происхождении и закономерностях размещения полезных ископаемых, а также для вскрытия верхней мантии Земли.

Основными элементами буровой скважины являются (рис. 1.1):

1) устье скважины *1* — начало скважины, т. е. место пересечения буровой скважиной земной поверхности, дна акватории или элементов горной выработки при бурении в подземных условиях; 2) забой скважины *8* — дно буровой скважины, углубляющееся в процессе бурения;

3) стенки скважины *9* — боковая поверхность буровой скважины;



4) ствол скважины — пространство, ограниченное стенками скважины. В неустойчивых породах стенки скважины закрепляются обсадными колоннами, при этом ствол скважины сужается;

5) ось скважины 4 — геометрическое место точек центра забоя, перемещающегося при углубке скважины, т. е. воображаемая линия, соединяющая центры поперечных сечений буровой скважины;

6) глубина скважины Z-з— расстояние между устьем и забоем скважины по ее оси;

7) диаметр скважины — это условный диаметр, равный номинальному диаметру породоразрушающего инструмента. Фактический диаметр скважины, как правило, больше номинального диаметра породоразрушающего инструмента за счет разработки скважины.

Существует также понятие «конструкция скважины». Под конструкцией скважины подразумевают ее характеристику, определяющую изменение диаметра с глубиной, а также диаметры и длины обсадных колонн

Различают ствол скважины, не обсаженный трубами, 5 и ствол скважины, обсаженный трубами, 2.

Последующий диаметр скважины уменьшается после каждого закрепления. Каждая обсадная колонна выступает над устьем скважины, но может опускаться и впотай

### 3. ПОЛОЖЕНИЕ СКВАЖИНЫ В ЗЕМНОЙ КОРЕ

Скважины бурятся с земной поверхности, из подземных горных выработок, с поверхности водоемов (рек, озер, морей и океанов) и со дна акватории.

По направлению буровые скважины разделяются на вертикальные 1,



Рис. 1.2. Типы трасс и положение скважин в земной коре

наклонные 4, горизонтальные 3 и восстающие 2 (рис. 1.2). Горизонтальные и восстающие скважины в основном бурятся из подземных горных выработок, а в гористой местности при благоприятном рельефе и с поверхности земли.

Направление скважины, как правило, определяется залеганием полезного ископаемого и физико-механическими свойствами пород, влияющими на изменение ее направления в процессе бурения.

Скважины задаются так, чтобы по возможности пересечь полезное ископаемое под углом, близким к прямому; При этом по поднятому столбику горной породы (керну) будет получена истинная мощность пласта.

Положение оси скважины в пространстве называется трассой скважины.

Все скважины в процессе углубки, как правило, искривляются. По характеру кривизны различают следующие типы трасс скважин (см. рис. 1.2):

прямолинейные 1, 2, 3, 4, искривленные 6, прямолинейно-искривленные 5 и сложные 7.

#### **4. КЛАССИФИКАЦИЯ БУРОВЫХ СКВАЖИН ПО ЦЕЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ**

Все скважины подразделяются на следующие категории и группы.

1) *Геологоразведочные скважины.* Геологоразведочные скважины подразделяются на опорные, параметрические, структур- но-картировочные, поисковые и разведочные.

Разведочные скважины бурятся с целью оконтуривания и определения запасов полезного ископаемого, установления горнотехнических условий и выбора метода его эксплуатации.

*Эксплуатационные скважины.* Эксплуатационные скважины бурятся для добычи нефти и газа, подземных вод, рассолов, содержащих соли брома, йода и др.; для подземной газификации углей, выплавки серы и озокерита, выщелачивания железа, марганца, фосфоритов, меди и солей урана, возгонки ртути, подземного сжигания серы, скважинной гидродобычи углей и фосфатов; использования тепла земных недр.

*Технические скважины.* К техническим скважинам относятся:

- взрывные скважины
- сейсмические
- стволы шурфов и шахт, пройденные бурением;
- скважины для укрепления грунтов при строительстве путем нагнетания в трещиноватые породы цементного раствора, различных смол, жидкого стекла и других крепящих веществ; замораживания водоносных пород при проходке горных выработок;
- скважины вспомогательные
- нагнетательные скважины
- водопонизительные скважины
- наблюдательные скважины
- внутрислоевые скважины

#### **Контрольные вопросы:**

1. **Что такое буровая скважина?**
2. **Какие вы знаете основные элементы скважины?**
3. **Назвать основные типы скважин по целевому назначению.**
4. **Начертите схему конструкции скважины.**
5. **Выберите группу скважин, зная назначение.**
  - взрывные скважины стволы шурфов и шахт, сейсмические
  - добыча нефти и газа, подземных вод, рассолов, содержащих соли брома, йода
  - параметрические, структур- но-картировочные, поисковые и разведочные.
6. **Начертите схему наклонных, прямолинейно искривленных, сложных, горизонтальных.**

## **Урок 2: Переносные, передвижные, стационарные и самоходные станки и установки для поискового бурения**

**План:**

- 1. ПЕРЕДВИЖНЫЕ БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ**
- 2. САМОХОДНЫЕ БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ**
- 3. ПЕРЕНОСНЫЕ БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ**
- 4. СТАЦИОНАРНЫЕ БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ**

Буровой установкой называют комплекс наземных сооружений бурового и энергетического оборудования, используемой при проходке скважины. Буровые установки механизмируют процесс разрушения горной породы, отчистки забоя от разрушенной породы и транспортировки ее на поверхность, а также закрепление скважины обсадными трубами.

### **1. ПЕРЕДВИЖНЫЕ БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ**

Передвижная буровая установка имеет передвижное буровое здание, транспортную базу, в качестве которой используют колесный, гусеничный, санный или плав. средства, переносимые буксированием.

Примером передвижных буровых установок может служить передвижная буровая установка УКБ-50/100П (рис.2.40) состоит из бурового станка 1, мачты 2 типа МР-3, каната 3 тальевой оснастки, трубоизворота 4, подсвечника 5, насосной установки 6, укрытия 7, смонтированного на санном основании 8. В комплект установки включают принадлежности для обсадных и бурильных труб, породоразрушающий инструмент, аварийный инструмент и ремонтно-монтажный инструмент, а также указатель осевой нагрузки, манометр давления промывочной жидкости, амперметр и вольтметр.

### **2. САМОХОДНЫЕ БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ**

Самоходные буровые установки оснащаются на базе автомобиля и могут перемещаться без какой-либо дополнительной помощи.

Одним из примеров данных установок является самоходная буровая установка УКБ-200/300С (рис.2.41) включает в себя буровой станок 1, мачту 2 с кронблоком, трубоизворот 3, буровой насос 4, укрытие 5, в котором расположено также и электрооборудование со щитом контрольно-измерительной аппаратуры. Буровое оборудование смонтировано на базе автомобиля ЗИЛ-131. Комплекты принадлежностей к обсадным и бурильным трубам, запасные части и ремонтно-монтажный инструмент перевозят на двухосном прицепе 2ПП-2.

Все узлы станка от двигателя до вращателя расположены в одну линию. Станок приводится к действию от дизеля Д37Е-С2 или Д-37МП через карданный вал, к которому присоединена фрикционная муфта включения.

### **3. ПЕРЕНОСНЫЕ БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ**

Ручные бурильные машины с автономным двигателем используются в труднодоступных местах, лишенных источников энергии. Предназначены для бурения неглубоких шпуров и скважин с рук оператора они работают от бензинового двигателя, который встроен в корпус бурильной машины вращательного или ударно-поворотного действия и составляет с ней единый агрегат.

Мотобур М-1 (рис.1.5) предназначен для вращательного бурения шпуров и скважин диаметром 43-92 мм. на глубину до 10 м в породах I-III категорий по буримости с отбором

проб при поисковых и съемочных работах. Мотобур состоит из привода 1 – двигателя «Дружба-4» с рукоятками управления 2, двухскоростного редуктора 3 на 255 и 615 об/мин и шпинделя 4. Топливом служит смесь бензина А-72 с масломМС-30 в соотношении 12:1.

#### **4. СТАЦИОНАРНЫЕ БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ**

Стационарными буровыми установками называют такие установки, которые смонтированы на неподвижном фундаменте. Они предназначены для роторного и турбинного бурения эксплуатационных и разведочных скважин различного назначения. Диаметр буримых скважин достигает 500 мм, а при забурировании под направляющую трубу или под кондуктор может быть несколько большим.

Стационарная буровая установка для роторного и турбинного бурения скважин состоит из отдельных блоков оборудования (рис.2.71): буровой вышки 1 с буровым зданием, ротора 2, лебедки 3, силовых агрегатов 4, буровых насосов 5, талевого системы 6(крюк, кронблок, вертлюг, канат), бурового снаряда 7(долото, УБТ, рабочая труба), стояка 8 с напорным рукавом. В буровой вышке также монтируют компрессорную станцию 11 и комплекты электропусковой аппаратуры 12, 13 для привода лебедки и буровых насосов. Установку комплектуют циркуляционной системой, топливо-маслоустановкой и оптимальным агрегатом.

##### **Контрольные вопросы:**

- 1. Для чего предназначен мотобур М-1?**
- 2. Что такое буровая установка?**
- 3. От чего приводится в действие станок в самоходных буровых установках?**
- 4. Выберите буровую установку для бурения не глубоких скважин (200м) с извлечением керна.**
- 5. Выберите буровую установку для бурения скважин средней глубины (800м) с извлечением керна.**
- 6. Выберите буровую установку для бурения глубоких скважин (1200м) с извлечением керна.**

#### **Практическое занятие №1**

**Выбрать буровую установку исходя, из конкретных геологических данных и описать ее техническую характеристику.**

#### **Урок 3: Ударно-механическое бурение**

##### **План:**

- 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УДАРНО-КАНАТНОМ БУРЕНИИ**
  - СУЩНОСТЬ И СХЕМА УСТАНОВКИ УДАРНО-КАНАТНОГО БУРЕНИЯ**
  - УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ УДАРНО-КАНАТНОГО БУРЕНИЯ**
- 2. БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ**
  - СУЩНОСТЬ И СХЕМА УСТАНОВКИ УДАРНО-КАНАТНОГО БУРЕНИЯ**

При ударно-канатном бурении порода разрушается по всему забою опускаемым в скважину на стальном канате буровым снарядом с клиновидным долотом путем его периодического сбрасывания с высоты 0,3—1,1 м при частоте 40—50 ударов в 1 мин.

Для того, чтобы скважина имела цилиндрическую форму, буровой снаряд при подъеме после каждого удара поворачивается на некоторый угол. В сухую



скважину через устье заливается некоторое количество воды. При этом из разрушенной породы и воды образуется пульпа, которая до определенной густоты не препятствует бурению. После разрушения породы на глубину 0,3—0,6 м буровой снаряд поднимается из скважины. В скважину на канате опускается желонка для очистки забоя от выбуренной породы; - В сыпучих и плавучих породах бурение производится желонкой.

При необходимости скважина крепится обсадными трубами. Крепление скважины трубами может осуществляться одновременно с бурением. При бурении сыпучих и плавучих пород сначала забиваются обсадные трубы, а затем порода из них извлекается желонкой.

Схема установки для ударно-канатного бурения показана рис. 28.1, Буровой снаряд 1 поднимают и сбрасывают при помощи ударного механизма. Ударный механизм представляет собой оттяжную раму 9 с направляющим 10 и оттяжным 8 шкивами и кривошипно-шатунным устройством 7, которое сообщает ей колебательное движение. При движении оттяжного шкива вниз-вверх происходят соответственно натяжение и ослабление каната 3, подъем и сбрасывание ударного снаряда 1. Ударяя по забою, снаряд постепенно углубляется в породу, поэтому по мере необходимости канат сматывается с инструментального барабана 11.

Ударный снаряд 1 при подъеме поворачивается в результате раскручивания каната 3 вследствие его упругих свойств и особой конструкции канатного замка.

Спускают и поднимают ударный снаряд 1 и желонку 2 лебедками, которые называются соответственно инструментальный 11 и желоночный 6 барабан. Для спуска и подъема обсадных труб в тяжелых установках служит талевый барабан. Все узлы станка получают вращение от главного распределительного вала и двигателя. Установка, имеющая мачту 4 со шкивами 5, смонтирована на транспортной базе 12.

## • УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ УДАРНО-КАНАТНОГО БУРЕНИЯ

Ударно-канатный способ применяется при бурении разведочных и эксплуатационных скважин на воду; разведке россыпных месторождений и мелковкрапленных руд; разработке открытым способом месторождений полезных ископаемых для бурения взрывных скважин; бурении скважин технического назначения: для замораживания грунтов, водопонижения, при сооружении бетонных свай, вентиляции горных выработок и т. п.

Особенно ударно-канатное бурение эффективно в труднодоступных и безводных районах, в условиях Крайнего Севера, при бурении скважин через старые горные выработки и зоны катастрофического поглощения.

Скважины диаметром от 148 до 850 мм можно бурить ударно-канатным способом в породах любой твердости на глубину до 500 м.

Наиболее часто скважины бурят глубиной 100—150 м в относительно нетвердых породах и сложных геологических условиях (пески, плывуны, галечники, валунные отложения).

### 1. БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ

Буровой снаряд (рис. 29.1) для ударно-канатного бурения состоит из долота 8 ударной штанги 9, раздвижной штанги 10 и канатного замка 11.

Технологические инструменты бурового снаряда соединяются между собой с помощью замковой резьбы.

У основания резьбы выточены кольцевые конические канавки для захвата ловильным инструментом в случае аварии или осложнений. Ниже имеются две параллельные

плоскости для захвата ключами при свинчивании и развинчивании частей бурового снаряда.

### **Основной буровой инструмент при ударно канатном бурении:**

#### **Долота**

Долота для ударно-канатного бурения изготавливаются литые, штампованные и кованные из инструментальной стали марки У7 и подвергаются механической и термической обработке.

Ударное долото (см. рис. 29.1) состоит из резбового конуса 1, кольцевых выточек 2, шейки 3 с плоскостями для ключей, лопасти 4, боковых ребер 5, служащих для округления стенок скважины, клинообразных щек 6 и закаленного лезвия 7. В зависимости от твердости пород лезвие долота имеет угол приострения от 70 до 130°.

Долота (рис.29.2) изготавливаются плоские(а), двутавровые(б), крестовые(г), округляющие(в).

#### **Желонки**

Желонки применяются для непосредственного бурения рыхлых, сыпучих и плавучих пород (пески, пловуны, галечники) и для удаления шлама из скважины при бурении долотами твердых пород.

Желонка (рис. 29.3, а) состоит из трубы 2, верхний конец которой соединен с дужкой или вилкой 1, имеющей конусную резьбу, а нижний заканчивается башмаком 6 с клапаном 5, имеющим шарнир 3 и ограничитель 4. Вилка и башмак прикрепляются к трубе заклепками.

При ударно-канатном бурении используются желонки(29.3) с плоским одностворчатым, плоским двустворчатым(а), полусферическим клапанами(б), а также поршневые желонки(в).

#### **Ударные штанги**

Ударная штанга 9 (см. рис. 29.1) предназначена для увеличения веса бурового снаряда и для предупреждения искривления скважины при ударном бурении. Она представляет собой массивный цилиндрический стальной стержень, имеющий с одной стороны наружную, с другой — внутреннюю коническую резьбу для соединения с долотом и раздвижной штангой, а также конические выточки для захвата ловильным инструментом и плоскости под ключ.

Наиболее распространены ударные штанги гладкоствольные. Облегченные ударные штанги уменьшенного диаметра с высаженными концами применяются в том случае, когда требуется уменьшить вес бурового снаряда при сохранении его длины.

#### **Раздвижные штанги**

Раздвижная штанга 10 (см. рис. 29.1) представляет собой два удлиненных замкнутых звена, скользящих одно в другом. Различают раздвижные штанги рабочие с величиной

расхода звеньев 250 мм и ловильные — с расходом звеньев 400— 500 мм. При подъеме верхнее звено ударяет по нижнему и облегчает отрыв долота от забоя и выбивание бурового снаряда при прихвате.

Изготавливаются раздвижные штанги ковкой из высококачественной вязкой стали.

### Канатные замки

Канатные замки служат для соединения каната с раздвижной или ударной штангой и для поворота бурового снаряда при подъеме после удара долота о забой. Поворот обеспечивается за счет упругих свойств стального каната, который раскручивается под нагрузкой и скручивается при снятии нагрузки.

Канатные замки бывают простые и самовращающиеся (со свободной втулкой).

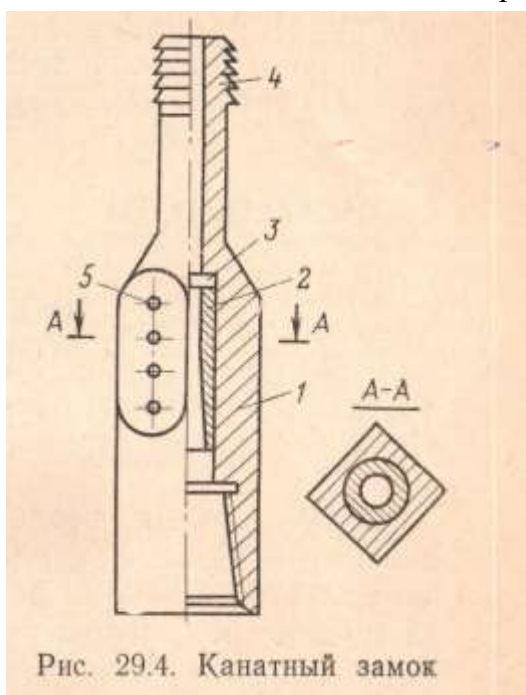


Рис. 29.4. Канатный замок

Самовращающийся канатный замок (рис. 29.4) состоит из корпуса 1\ внутри расточенной на конус втулки 2, в которой закрепляется канат; и опорной шайбы 3, предохраняющей корпус от деформации (расклепывания) и облегчающей поворот втулки вместе с канатом. Отверстия 5 служат для выпуска жидкости, проникшей в канатный замок и препятствующей перемещению втулки. Как и во всех технологических инструментах ударного бурения, на верхнем узком конце корпуса имеются кольцевые выточки 4 для захвата ловильными инструментами, а на нижнем конце — внутренняя конусная резьба.

Для закрепления каната через центральные отверстия корпуса 1 замка, шайбу 3 и втулку 2 протягивается стальной канат на 30 см наружу. Конец каната расплетается на отдельные проволочки, очищается от грязи и ржавчины,

вырезается пеньковый сердечник, проволочки загибаются вверх так, чтобы образовалось грушевидное утолщение, которое затягивается во втулку и заливается баббитом или цинком.

При подъеме под действием веса ударного снаряда канат растягивается, его пряди раскручиваются и поворачивают ударный снаряд на некоторый угол. В момент удара долота о забой втулка 2 канатного замка по инерции опускается вниз, вес бурового снаряда перестает действовать на канат, и под влиянием упругости проволочек канат закручивается.

Угол поворота долота тем больше, чем тяжелее буровой снаряд и чем тоньше проволочки и длиннее канат.

### Контрольные вопросы:

1. Рассказать сущность ударно-канатного бурения.
2. В каких условиях эффективно применять ударно-канатное бурение?
3. Из каких основных частей состоит буровой инструмент при ударно-канатном бурении?
4. Зарисуйте схему ударно канатного бурения.

5. Рассчитайте частоту ударов для конкретных условий.
6. Рассчитайте высоту сбрасывания для конкретных условий.

### Практическое занятие №2

Зарисовать технологическую схему бурения и описать сущность ее работы.

#### Тема: Колонковое бурение

**План:**

1. Общие сведения о колонковом бурении
  - Сущность и схема установки колонкового бурения
  - Преимущества и область применения колонкового бурения
2. Буровой инструмент
  - Виды колонковых наборов
  - Колонковые, шламовые трубы, переходники, обсадные трубы, бурильная колонна и УБТ.
  - Принадлежности для бурового инструмента и обсадных труб
3. Промывка скважин
  - Назначение промывочных жидкостей
  - Виды промывочных жидкостей
  - Параметры промывочных жидкостей
4. Твердосплавное бурение
  - Твердосплавные коронки
  - Технологические режимы бурения
5. Технология бурения алмазными коронками
  - Условия применения и преимущества алмазного бурения
  - Параметры режима бурения алмазными коронками
6. Бурение снарядами с съемным керноприемником.
  - Область применения
  - Схема и сущность бурения снарядами ССК
  - Преимущества и недостатки бурения снарядами ССК
7. Бурение комплексами с гидротранспортом керна.
  - Область применения
  - Схема и сущность бурения снарядами ССК
  - Преимущества и недостатки бурения снарядами ССК
8. Мероприятия по повышению выхода керна
  - Факторы влияющие на выход керна
  - Мероприятия по повышению выхода керна
  - Отбор укладка и документация керна

## Урок 4. Общие сведения о колонковом бурении

План:

- Сущность и схема установки колонкового бурения
- Преимущества и область применения колонкового бурения

### • СУЩНОСТЬ И СХЕМА УСТАНОВКИ КОЛОНКОВОГО БУРЕНИЯ

Сущность колонкового вращательного бурения заключается в том, что горная порода разрушается по наружной кольцевой части поперечного сечения скважины с сохранением столбика породы — керна.

Принципиальная схема современной буровой установки для вращательного колонкового бурения приведена на рис. 7.1.

На месте запроектированной скважины устанавливаются вышка (мачта) 20, а в буровом здании 23 — буровой станок 21, буровой насос 22 с двигателями 24 и 25, пульт управления 26 и панель контрольно-измерительных приборов и регистрирующей аппаратуры 27, трубоизвращатель 28. Для циркуляции промывочной

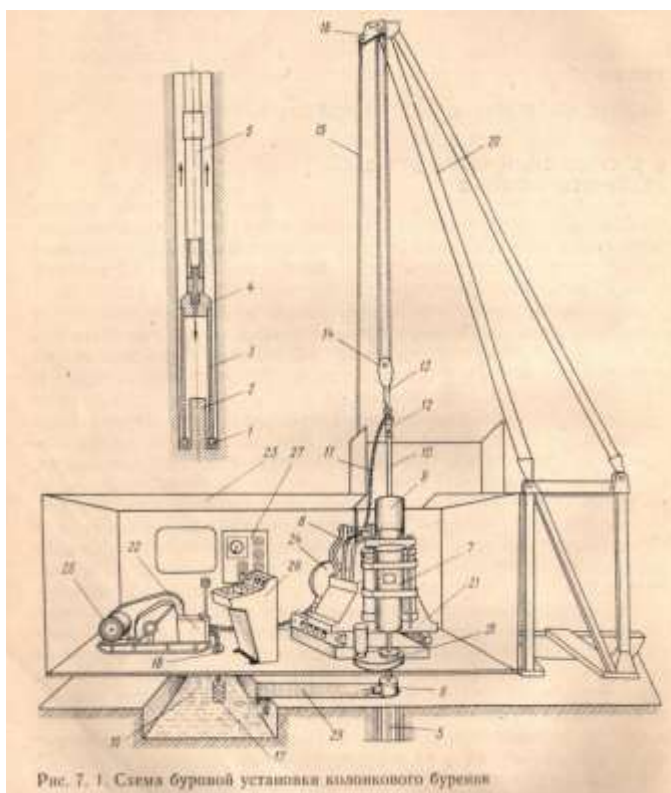


Рис. 7. 1. Схема буровой установки колонкового бурения

жидкости устраивается циркуляционная система, состоящая из желобов 29 и отстойников 19. Колонковый набор, состоящий из коронки 1, колонковой трубы 3 и переходника 4, опускается в скважину на колонне бурильных труб 5. Бурильную колонну опускают с помощью лебедки 8 станка через талевую оснастку, включающую в себя талевый блок 14, талевый канат 15 и кронблок 16. Бурильные трубы свинчиваются и развинчиваются трубоизвращателем. Опущенная в скважину колонна соединяется с ведущей бурильной трубой 10, проходящей через вращатель 7 станка и подвешенной через вертлюг-сальник 12 и вертлюг-амортизатор 13 к талевому блоку. Ведущая бурильная труба закрепляется в зажимном патроне 9

вращателя, передающем вращение бурильной колонне в процессе бурения.

Включается насос, засасывающий промывочную жидкость из отстойника через хлапок (фильтр) 17 и всасывающий шланг 18. Далее промывочная жидкость подается через нагнетательный шланг 11 и вертлюг-сальник внутрь бурильной колонны. В соответствии с физико-механическими свойствами буримых пород буровой коронке передаются необходимая частота вращения и осевая нагрузка при соответствующем расходе промывочной жидкости. Коронка, разрушая породу по кольцевому забою, выбуривает kern 2, поступающий в колонковую трубу.

Промывочная жидкость охлаждает коронку, очищает забой от выбуренных частиц пород (шлама) и поднимается в затрубном пространстве. Далее выходит на поверхность из направляющей трубы 6, попадает в желоба и отстойники, где очищается от шлама и вновь поступает в насос. После заполнения колонковой трубы керном или затупления коронки бурение прекращают, kern заклинивают от выпадения и снаряд поднимают на поверхность. После извлечения керна и замены

коронки буровой снаряд опускают в скважину и продолжают бурение. Процесс бурения контролируется по контрольно-измерительным приборам и аппаратуре. Пробуренные интервалы скважины, представленные обрушающимися или поглощающими породами, обычно закрепляют обсадными трубами, а бурение уже продолжают коронками меньшего диаметра.

По мере необходимости, а также после окончания бурения в скважине производятся геофизические и гидрогеологические исследования. Скважина, выполнившая геологическое задание или свое назначение, ликвидируется, а оборудование демонтируется и перевозится на новую точку.

- **Преимущества и область применения колонкового бурения**

Колонковое бурение получило очень широкое распространение, так как позволяет: 1) получать образцы (керны) породы ненарушенной структуры по всему стволу скважины, что обеспечивает высокую геологическую информативность результатов бурения; 2) бурить скважины в породах любой твердости под любым углом (вертикальные, наклонные, горизонтальные и восстающие из подземных выработок); 3) бурить породоразрушающими инструментами малых диаметров на большие глубины при сравнительно компактном и легком оборудовании с небольшими затратами энергии и средств<sup>^</sup>

В связи с этим колонковое бурение стало основным средством поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых в любых геолого-технических условиях.

Исследование керна и геологические построения, выполненные по результатам колонкового бурения, позволяют достаточно точно установить глубину и элементы залегания, мощность, качество и запасы полезного ископаемого, морфологию его и в целом геологическое строение месторождения. Кроме того, колонковое бурение успешно применяется при инженерно-геологических изысканиях, гидрогеологических работах, гидромелиоративной съемке, изучении структур на нефть и газ и др.

Для разрушения породы при колонковом бурении используются коронки, армированные алмазами и твердыми сплавами, а также буровая дробь с дробовыми коронками. В связи с этим различают следующие виды бурения: твердосплавное для бурения пород I—VIII категорий по буримости, алмазное и дробовое— VII—XII категорий по буримости.

Диаметры скважин, принимаемые по диаметру коронок, по принятому стандарту бывают от 36 до 151 мм. Глубина скважин изменяется от нескольких метров до нескольких тысяч метров. В настоящее время колонковое бурение осуществляется вращательным и ударно-вращательным способами (гидроударниками и пневмоударниками). Для достижения высоких технико-экономических показателей широко используют комбинированные способы бурения в одной скважине, например, вращательный с ударно-вращательным, алмазный с твердосплавным, пневмоударный с гидроударным и т. д. Однако необходимость частых подъемов снаряда из скважины для освобождения колонковой трубы от керна существенно снижает производительность колонкового бурения. Для повышения эффективности колонкового бурения в интервалах, где породы достаточно изучены и не содержат полезного ископаемого, целесообразно бурить бескерновым способом с помощью долот различной конструкции.

Таким образом, в скважине производится комбинированное бурение с отбором керна и бескерновым способом. Разработаны и успешно применяются снаряды со съемными кернаприемниками (ССК и КССК), а также комплексы с гидротранспортом керна (КГК-100), которые позволяют извлекать из скважины

керна без подъема буровой колонны. Это резко сокращает затраты на СПО и в 2—4 раза повышает скорость колонкового бурения.

## Урок 5. Буровой инструмент

План:

- **Виды колонковых наборов**
- **Колонковые, шламовые трубы, переходники, обсадные трубы, буровая колонна и УБТ.**
- **Принадлежности для бурового инструмента и обсадных труб**

### • **ВИДЫ КОЛОНКОВЫХ НАБОРОВ**

Колонковый набор — это часть бурового снаряжения колонкового бурения, предназначенная для разрушения горной породы, приема и сохранения керна. В зависимости от вида истирающих материалов различают колонковые наборы для твердосплавного, алмазного и дробового бурения (рис. 8.1).

В состав колонкового набора любого типа входят коронка, колонковая труба и переходник. Колонковые наборы для твердосплавного и алмазного бурения могут быть без кернорвательных устройств. Для увеличения длины колонковых наборов в их состав включаются по две и больше колонковых труб, соединяемых между собой ниппелями./

Колонковые наборы для алмазного бурения часто используют без алмазных расширителей; иногда в состав набора может включаться и второй расширитель, который ставят между переходником и колонковой трубой. Если алмазный расширитель имеет внутреннюю конусную проточку, тогда рвательное кольцо ставят в нее и не требуется корпус кернорвателя.

В колонковых наборах для дробового бурения кернорватели не применяют.

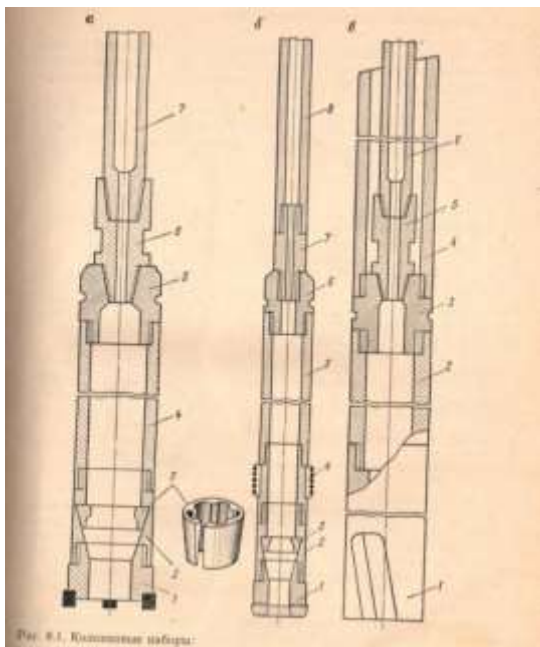


Рис. 8.1. Колонковые наборы:

*а* — твердосплавного бурения: 1 — твердосплавная коронка; 2 — корпус кернорвателя; 3 — рвательное кольцо; 4 — колонковая труба; 5 — переходник; 6 — замковый ниппель; 7 — буровая труба;

*б* — алмазного бурения: 1 — алмазная коронка; 2 — корпус кернорвателя; 3 — рвательное кольцо; 4 — алмазный расширитель; 5 — колонковая труба; 6 — переходник; 7 — Ниппель; 8 — буровая труба;

*в* — дробового бурения: 1 — дробовая коронка; 2 — колонковая труба; 3 — переходник; 4 — шламовая труба; 5 — замковый ниппель; 6 — буровая труба

- **Колонковые, шламовые трубы, переходники, обсадные трубы, буровая колонна и УБТ.**

**Колонковые трубы** предназначены для приема и доставки керна на поверхность, а также для поддержания требуемого направления скважины.

**Шламовые трубы** применяют для улавливания крупных и тяжелых частиц породного и металлического шлама.

Шламовые трубы 4 открытого типа (см. рис. 8.1, в) изготавливают из тех же заготовок, что и тонкостенные колонковые трубы. На нижнем конце шламовой трубы нарезается внутренняя левая трапециевидная резьба для соединения с тройным переходником, чтобы при бурении (правое вращение) не происходило развинчивание. Верхний конец трубы открыт и срезан под углом 30°, верхушка среза часто подбортовывается внутрь.

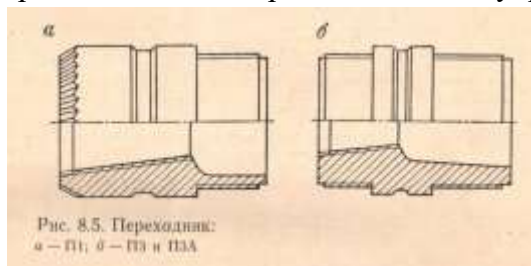


Рис. 8.5. Переходники:  
а — П1; б — П3 и П4

**Переходники** (рис. 8.5, а, б) предназначены для соединения бурильных труб: с колонковыми трубами (типов ПО, П1 и П2); с колонковыми и шламовыми трубами (типов П3, П4 и П5). Все типы переходников в нижней части имеют наружную резьбу под колонковые трубы. Переходники типа ПО

вверху имеют внутреннюю резьбу под ниппель бурильных труб. Верхняя часть переходника слегка скошена, без насечки. Фрезерные переходники типов П1 и П2 вверху имеют внутреннюю замковую резьбу. Верхняя конусная часть этих переходников профрезерована и закалена, что позволяет выбуриваться вверх при зашламовании выше колонкового набора и предотвращать задевание за башмак обсадной колонны.

Тройные переходники типов П3, П4 и П5 имеют в верхней части внутреннюю резьбу под бурильные трубы и наружную левую резьбу под шламовые трубы.

**Обсадные трубы** предназначены для закрепления неустойчивых стенок скважин, перекрытия напорных и поглощающих горизонтов, изоляции вышележащих толщ пород от продуктивных залежей с целью их опробования или эксплуатации и для других целей.

С помощью соединений («труба в трубу», ниппелей, муфт) или сварки обсадные трубы соединяются в обсадные колонны. Обсадная колонна, которая устанавливается в скважине без выхода ее верхнего конца на устье, называется потайной.

**Бурильная колонна** — часть бурового снаряжения, состоящая из бурильных труб и их соединений.

Компоновки и размеры бурильных колонн зависят от геологических условий и способов бурения. Нижняя часть бурильной колонны часто состоит из утяжеленных бурильных труб (УБТ) и соединяется с колонковым набором, верхняя часть — с ведущей бурильной трубой.

**УБТ** — важнейшее звено нижней части бурильной колонны, облегчающее ее состояние и работу. При отсутствии УБТ колонна бурильных труб, передающая своим весом осевую нагрузку, находится в сжатом состоянии и знакопеременный изгиб является главной причиной обрывов в нижней ее части.

В связи с этим применяют УБТ, которые концентрированно передают осевую нагрузку породоразрушающему инструменту, увеличивают жесткость нижней части колонны, что способствует уменьшению искривления. Причем потери осевой нагрузки резко снижаются по сравнению с передачей ее бурильной колонной и скорость бурения увеличивается.

- Принадлежности для бурового инструмента и обсадных труб



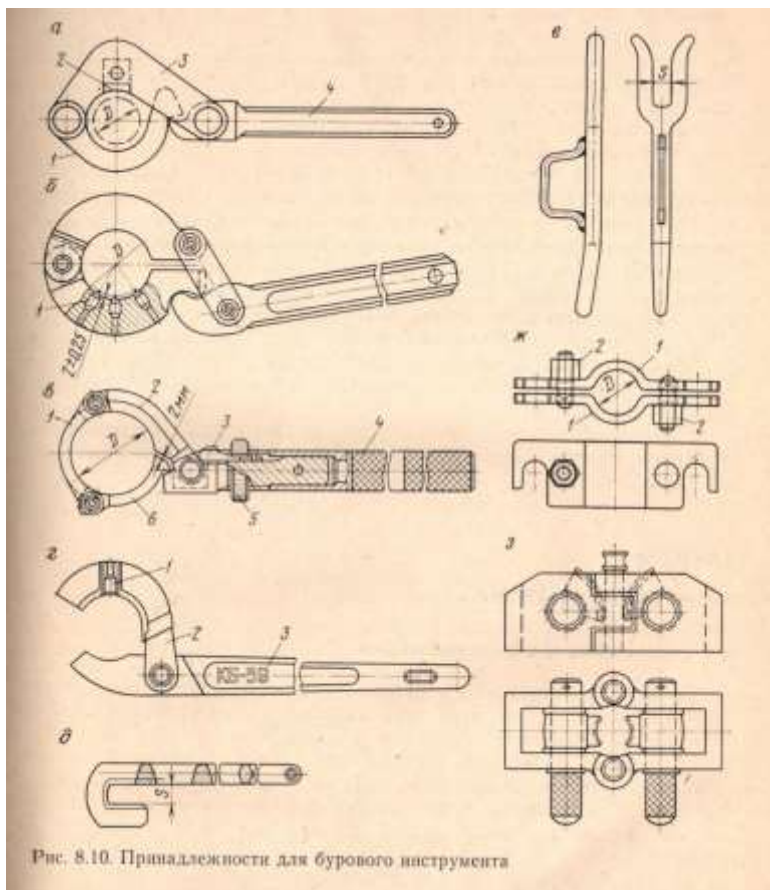


Рис. 8.10. Принадлежности для бурового инструмента

К принадлежностям для бурового инструмента и обсадных труб относятся: специальные ключи, подкладные вилки, хомуты, трубодержатели. Для свинчивания и развинчивания бурильных, колонковых и обсадных труб, переходников и коронок существует ряд конструкций шарнирных ключей. С помощью шарнирных ключей производят сборку и разборку снарядов, а также спуско-подъемные операции без трубозаворотов.

## Урок 6. Промывка скважин

### План:

- Назначение промывочных жидкостей
- Виды промывочных жидкостей
- Параметры промывочных жидкостей

Промывка скважины производится с целью непрерывной очистки забоя от выбуренной породы (шлама), охлаждения породоразрушающего инструмента, нагревающегося вследствие трения о породу, и закрепления стенок, сложенных неустойчивыми, набухающими породами. Кроме того, промывка должна обеспечивать изоляцию отдельных горизонтов, понижение твердости горных пород, смазку бурового инструмента и т. д.

В практике бурения геологоразведочных скважин используют три основные схемы промывки: прямую, обратную и комбинированную.

При прямой промывке жидкость на забой нагнетается насосом по шлангу через сальник и бурильные трубы. Омывает забой, торец породоразрушающего инструмента и поднимается по стволу скважины вверх, вынося частицы разрушенной породы. На поверхности промывочная жидкость, циркулируя по специальным очистным желобам и отстойникам, освобождается от шлама и вновь захватывается насосом из приемной емкости через всасывающий шланг.

При обратной промывке жидкость насосом по шлангу через герметизатор устья, затрубное пространство подается на забой. Омывая забой и породоразрушающий инструмент, жидкость поднимается по бурильным трубам вверх и через сальник, шланг и очистную систему поступает в приемную емкость.

## Урок 7. Твердосплавное бурение.

### План:

- Твердосплавные коронки виды и область применения
- Технологические режимы бурения

- **Твердосплавные коронки.**

Современные конструкции коронок подразделяются на три группы:

- 1) ребристые коронки типов: М1, М2, М5 для бурения мягких неустойчивых пород; 1-4 категории
- 2) резцовые (гладкостенные) коронки типов СМ4, СМ5, СМ6 и СТ2 для бурения неабразивных и малоабразивных пород средней твердости; 4 -6 категории
- 3) самозатачивающиеся (гладкостенные) коронки типов: СА1, СА2, СА3, СА4, САБ и СА6 для бурения абразивных пород средней твердости и частично твердых. Все коронки стандартизированы по наружному диаметру: 36, 46, 59, 76, 93, 112, 132, 151 мм. 4-6 с прослойками 7 категории пород.

- **Технологические режимы бурения.**

Основные параметры режима бурения — осевая нагрузка на коронку; частота вращения коронки; расход очистного агента (промывочной жидкости, воздуха) при соответствующем его качестве.

Технологический режим является наиболее управляемым, и в процессе бурения необходимо добиваться наивыгоднейшего сочетания его параметров с целью достижения максимальной скорости углубки. Если технические возможности бурового оборудования и инструмента, а также качество промывочной жидкости не позволяют достичь оптимального режима, то, по крайней мере, необходимо установить рациональный режим бурения.

**Осевая нагрузка** определяет глубину внедрения резцов коронки в породу забоя. Чем тверже порода, тем больше должна быть осевая нагрузка.

Осевую нагрузку (в кН) на коронку определяют по формуле

$$P = P_{0m},$$

где  $P_0$  — осевая нагрузка на один резец или вставку кН;  $m$  — число основных резцов или вставок в коронке.

**Частота вращения коронки** существенно влияет на показатели ее работы и определяется по формуле

$$n = 60v/nD_0.$$

где  $v$  — окружная скорость коронки, м/с (см. табл. 23);  $D_0$  — средний диаметр коронки, м.

Скорость бурения увеличивается с ростом частоты вращения.

**Расход промывочной жидкости**, которую необходимо подавать в скважину для эффективной очистки забоя от шлама и охлаждения коронки в процессе бурения, определяют (в л/с) по формуле

$$Q = vF,$$

где  $v$  — скорость восходящего потока промывочной жидкости в затрубном кольцевом зазоре, дм/с; примерные значения приведены в приложении 6;  $F$  — площадь кольцевого зазора между стенками скважины и бурильными трубами, дм<sup>2</sup>.

С увеличением скорости углубки возрастает и количество шлама, следовательно, необходимо увеличивать скорость восходящего потока промывочной жидкости. Но при этом может возрастать размыв стенок скважины и керна в мягких породах. Особенно интенсивно стенки скважины размываются в интервале колонкового набора. Во избежание этого, а также накопления шлама над колонковым снарядом в состав последнего может включаться шламовая труба.

При прекращении циркуляции промывочной жидкости для предупреждения прихватов оседающими частицами шлама буровой снаряд необходимо приподнимать над забоем. После спуска инструмента в скважину постановку снаряда на забой необходимо производить с вращением и промывкой. Перед началом бурения скважину необходимо промывать в течение некоторого времени.

## Урок 8. Технология алмазного бурения

### План:

- **Условия применения и преимущества алмазного бурения.**
- **Параметры режима бурения алмазными коронками.**
- **Классификация алмазных коронок.**

- **Условия применения и преимущества алмазного бурения**

Бурение алмазным инструментом производится в самых разнообразных по происхождению и составу твердых горных породах VII—XII категорий по буримости, а в последнее время и в породах средней твердости V—VI категорий по буримости.

К преимуществам алмазного бурения по сравнению с другими способами (в основном дробовым) относятся: 1) повышение скорости бурения в 1,5—3 раза и снижение аварийности; 2) снижение стоимости буровых работ (средняя экономия при алмазном бурении составляет от 5 до 20 руб. на 1 м скважины); 3) снижение расхода дефицитной трубной продукции (колонковых, обсадных и бурильных труб) в 2—3 раза; 4) повсеместное повышение качества буровых работ, выход керна в среднем увеличивается на 10—25 %, а при бурении с ССК и КССК керн поднимается практически полностью; 5) снижение интенсивности искривления, несмотря на малые диаметры скважин, в 3—4 раза (в среднем при алмазном бурении интенсивность искривления составляет 1,3—2° на 100 м, а при дробовом— 4—8°); 6) уменьшение объема грузоперевозок за счет сокращения массы бурового оборудования и инструмента, что очень важно при бурении в труднодоступных и стесненных условиях; 7) возможность бурения скважин под любым углом к горизонту.

- **Параметры режима бурения алмазными коронками**

Параметрами режима алмазного бурения, как и твердосплавного, являются: осевая нагрузка на коронку, частота вращения снаряда и расход промывочной жидкости. Необходимо устанавливать и поддерживать наиболее выгодное сочетание этих параметров (оптимальный или рациональный режим), обеспечивающее максимальную механическую скорость бурения и длину рейса при минимальном расходе алмазов на 1 м углубки.

**Осевая нагрузка** должна обеспечивать объемное разрушение породы. Механическая скорость бурения в постоянных условиях возрастает пропорционально увеличению осевой нагрузки только до определенного предела. При небольших осевых нагрузках разрушение носит поверхностный характер, при котором одновременно интенсивно изнашиваются алмазы и порода забоя, механическая скорость бурения небольшая, алмазы сильно изнашиваются и заполировываются.

С увеличением осевой нагрузки процесс разрушения приобретает объемный характер, механическая скорость бурения возрастает и достигает предельной величины.

Осевую нагрузку на коронку (в кН) можно определить по формуле

$$P = P_0 S$$

$P_0$  — осевая нагрузка на 1 см<sup>2</sup> алмазосодержащей площади торца коронки,  $S$  — алмазосодержащая площадь торца коронки.

**Частота вращения коронки** — главный параметр для повышения скорости алмазного бурения.

Практически во всех породах механическая скорость бурения увеличивается пропорционально частоте вращения коронки.

В твердых монолитных плотных и слаботрещиноватых породах частоту вращения увеличивают. При переходе в трещиноватые, неоднородные и абразивные породы частоту вращения необходимо ограничивать, так как возникают ударные нагрузки и алмазы скалываются, повышаются их абразивный износ и общий расход.

С увеличением глубины скважины резко возрастают расходы мощности на вращение бурильной колонны. В связи с этим частота вращения коронки ограничивается.

**Расход промывочной жидкости** должен быть таким, чтобы обеспечить быструю очистку забоя от шлама и эффективно охлаждать алмазы. Обычно увеличение расхода жидкости способствует повышению механической скорости бурения. Однако из-за малых зазоров между керном, коронкой и стенками скважины резко возрастают давления и пульсация промывочной жидкости. При этом коронка может отрываться от забоя и при последующем ударе о забой будет повреждаться. Чрезмерная промывка приводит к эрозии матрицы и коронки, размыву керна. Но недостаточный расход промывочной жидкости может вызвать серьезные осложнения: 1) зашламование коронки даже при невысоких осевых нагрузках, что влечет за собой снижение механической скорости бурения и повышенный расход алмазов; 2) переизмельчение шлама на забое, требующее дополнительного расхода мощности, увеличение крутящего момента и расхода алмазов; 3) самозаклинивание керна и износ подрезных алмазов, снижение скорости бурения до нуля; 4) перегрев матрицы и прижог коронки.

## Урок 9 . Бурение снарядами с съёмным керноприемником.

### **План:**

- **Область применения**
- **Схема и сущность бурения снарядами ССК**
- **Преимущества и недостатки бурения снарядами ССК**

### **Сущность, условия применения и преимущества**

Впервые в мире бурение снарядами типа ССК начала применять фирма «Лонгир» (США) с 1953 г. В нашей стране промышленное применение способа бурения ССК начато с 1974 г.

Сущность бурения снарядами типа ССК заключается в следующем. На специальных бурильных трубах в скважину опускается колонковый набор со специальной алмазной коронкой. Затем внутри бурильной колонны опускается съёмная керноприёмная труба под действием собственного веса и давления промывочной жидкости, нагнетаемой насосом. После посадки керноприёмника в колонковую трубу получается двойная **Колонковая** труба.

Углубка скважины осуществляется, как при обычном алмазном бурении, до заполнения керноприёмника керном. После прекращения бурения внутрь колонны опускается на тонком стальном канате специальный ловитель (овершот) для подъёма керноприёмника. Весь буровой снаряд поднимается из скважины только для замены изношенной алмазной коронки. В практике отечественного бурения

максимальная величина углубки за рейс без подъема бурового снаряда составила 265 м при выходе керна 95 %.

Бурение снарядами типа ССК и КССК имеет следующие преимущества по сравнению с обычным бурением в породах V—X категорий по буримости: 1) производительность бурения в 1,5—2,5 раза выше за счет высокой частоты вращения высокоточной бурильной колонны и снижения затрат времени на СПО, 2) расход алмазов **снижается** в 3—5 раз; 3) выход керна составляет 90—100 %, благодаря применению двойных колонковых труб специальной конструкции; 4) состояние стенок скважины улучшается, особенно при бурении в сильнотрещиноватых и легко разрушаемых породах; 5) повышается срок службы бурового оборудования и инструмента; 6) облегчается труд бурового персонала и, следовательно, снижается травматизм при выполнении спуско-подъемных операций; 7) снижается общая стоимость бурения скважин.

Комплексы ССК конструкции ВИТР применяют в породах VI—X категорий по буримости до глубин 1000—1200 м с высокооборотными буровыми станками. Применение ССК целесообразно, если ресурс специальной коронки не меньше трехкратной рейсовой углубки обычной алмазной коронки с одинарной колонковой трубой.

Комплексы КССК конструкции СКВ ГПО «Геотехника» предназначены для бурения в породах V—IX категории по буримости при глубине скважин свыше 1000 м (обычно на уголь). Недостаточная стойкость специальных алмазных коронок сдерживает применение ССК в более крепких породах. Комплексы ССК не могут также применяться в условиях, где из-за интенсивного искривления скважин для корректировки их направления требуется применять отклоняющие клинья. Резкие перегибы ствола скважины приводят к обрывам резьб бурильных труб ССК. Допустимое локальное искривление скважины для этих бурильных труб не должно превышать 0,2—0,3° на 1 м скважины.

Эффективное использование снарядов со съемными керно-приемниками возможно при бурении с маловязкими эмульсионными, полимерными и другими промывочными жидкостями с малым содержанием твердой фазы. Применение некачественных и зашламованных промывочных жидкостей приводит к резкому повышению давления в нагнетательной системе, затруднению досылки кернаприемника и его фиксации на забое, образованию сальников внутри бурильной колонны и т. д.

Весьма перспективное направление для повышения эффективности ССК и КССК — разработка заменяемой в скважине алмазной коронки без подъема снаряда. Уже существуют работоспособные конструкции заменяемых на забое алмазных коронок.

#### ***Характеристика комплексов ССК и КССК***

Серийно изготавливаются следующие комплексы: КССК-76 (КССК76М) конструкции СКВ; ССК-76, ССК-59 и ССК-46 конструкции ВИТР. Условия применения и краткая характеристика этих средств приведены ниже. Начали применять также комплекс КССК-76-3000 конструкции СКВ.

В комплект каждого комплекса входят: алмазные коронки и расширители, колонковый снаряд со съемным кернаприемником и овершотом, специальные бурильные трубы, лебедки, спуско-подъемный инструмент, вспомогательный (ключи, опоры типа ОКН) и аварийный инструмент.

При бурении комплексами КССК-76 и КССК-76М применяют съемные кернаприемники «Конус» для отбора неустойчивых углей, а также съемные кернагазонаборники КГНС для отбора угольного керна и газа. В СКВ ГПО «Геотехника» созданы также снаряды со съемными гидроударниками ССГ-76 и ССК-59СГ.

В ВИТРе разработаны комплекс технических средств для бурения горизонтальных скважин (до 300 м) ССК-59Г, эжек-торно-вибрационный колонковый набор ССК-59 ЭВ (в конструкцию съемного кернаприемника встроены эжектор и вибратор поперечных колебаний), снаряд оперативного тампонирувания СОТ-59 при бурении комплексами ССК-59.

Комплекс КССК-76М отличается от КССК-76 конструкцией бурильной колонны, которая состоит из бурильных труб с приварными резьбовыми концами^ длина бурильных труб 6200 м.

### **Урок 10. Бурение снарядами с гидротранспортом керна.**

**План:**

- **Область применения**
- **Схема и сущность бурения снарядами ССК**
- **Преимущества и недостатки бурения снарядами ССК**

#### **Область применения и преимущества бурения с КГК**

Комплексы КГК успешно применяются для бурения скважин диаметрами 76, 84 и 93 мм на глубины 100—300 м в породах II—IV с пропластками V—VII категорий по буримости при поисках и разведке месторождений бурового и каменного угля, бокситов, глин (огнеупорные, бентонитовые, керамзитовые и другие), строительных материалов, полиметаллов, меди, марганца, золота, редких и других полезных ископаемых; глубинной литогеохимической съемке; геологическом картировании; гидрогеологической и инженерно-геологической съемке, сейсморазведке и др.

Неблагоприятны для бурения геологические разрезы, насыщенные волунно-галечниковыми отложениями или пропластки пород VIII—IX категорий по буримости, а также с мощными (более 15 м) зонами обводненных песков.

Главное преимущество бурения с гидротранспортом керна — непрерывность технологического цикла от забуривания до завершения скважины (обычно одна скважина бурится за один рейс). Очень высокая механическая скорость бурения (в отдельных случаях в 10—15 раз выше скорости при других способах колонкового бурения), резкое сокращение затрат на СПО, исключение операций по извлечению керна из колонковой трубы и крепления скважины обсадными трубами позволили достичь высокой производительности (около 5500 м/ст.-мес) в среднем по стране, а рекордная составила 21,5 тыс. м/ст.-мес. Резко сокращается расход промывочной жидкости по сравнению с обычным бурением, так как потери ее практически отсутствуют в любых породах геологического разреза; очень низкая аварийность бурения, потому что процесс углубки происходит при высокой механической скорости без подъемов инструмента из скважины, а потери промывочной жидкости в околоствольное пространство отсутствуют^

Важное преимущество бурения с гидротранспортом керна — полный выход (100%) керно-шламового материала. Применение воды и полимерных растворов обеспечивает получение незагрязненного керна, что повышает его качество и достоверность анализов. При этом обеспечивается также любая точность привязки образца к глубине за счет прекращения углубки скважины на время полного выноса керна с определенного интервала.

Наибольший эффект достигается при непрерывности процесса бурения до проектной глубины без подъема снаряда. При вынужденных перерывах в работе бурильную колонну целесообразно оставлять в скважине во избежание обрушения неустойчивых пород. Даже в сложных разрезах (пески, гравийно-галечниковые отложения) снаряд длиной 40—50 м можно оставлять в скважине на 10—14 ч.

Кроме того, значительно снижается искривление скважин в связи с малыми зазорами между стенками скважины и бурильной колонной. В конечном итоге стоимость бурения значительно ниже по сравнению с другими способами колонкового бурения.

#### *Технологический инструмент*

Двойная бурильная труба ТБДС-73 (рис. 13.5) для КГК-ЮО состоит из наружной стальной трубы 1 и внутренней легкосплавной трубы 5, расположенных концентрически. Наружные толстостенные трубы снабжены муфтами 2 и ниппелями 6, соединяющимися при свинчивании бурильной колонны специальной слабоконической трапецеидальной резьбой СПК-73 (шаг 6 мм, конусность I : 16). Внутренние тонкостенные легкосплавные трубы сопрягаются при этом телескопически (штуцер 7 заходит в наконечник 3) с уплотнением зазора круглыми резиновыми кольцами 8. Концентрическое соединение внутренней и наружной труб осуществляется с помощью цангового кольца 4<sub>у</sub> размещенного в расточке муфты 2, и ребер-центраторов 9, приваренных к наконечнику 3 внутренней трубы. Такое конструктивное исполнение ограничивает перемещение внутренних труб относительно наружных (не более 2 мм), что предотвращает их перегрузку от осевых усилий. Цанговые кольца при повышенных скручивающих нагрузках могут проворачиваться в расточке муфты, что предохраняет внутренние трубы от поломок при передаче крутящего момента. Телескопическое соединение внутренних труб позволяет избежать разгерметизации в процессе бурения. \

Двойная бурильная труба ТБДЛ-75 для КГК-300 выполнена из алюминиевого сплава, а соединения — из стали 40Х, конструктивно подобна ТБДС-73. Соединяются трубы в колонну также резьбой СПК-73.

#### **Контрольные вопросы:**

- 1. В чем сущность колонкового бурения?**
- 2. Какие различают виды колонкового бурения в зависимости от твердости пород?**
- 3. Что такое «колонковый набор»?**
- 4. Объяснить сущность прямой промывки скважины.**
- 5. Написать формулу осевой нагрузки для твердосплавного бурения.**

#### **Мероприятия по повышению выхода керна**

##### **План:**

- 1. Основная цель бурения геологоразведочных скважин**
- 2. Условия бурения**
- 3. Основные меры по повышению выхода керна**

1. Основная цель бурения геологоразведочных скважин – выявление месторождений, условий залегания, размеров, качественных и количественных характеристик полезного ископаемого.

2. На выход керна и сохранность его структуры влияют условия бурения: 1) механические воздействия колонкового снаряда, возникающие при его вибрациях и ударах, что приводит к разрушению, самозаклиниванию, истиранию и дроблению керна. 2) гидромеханическое воздействие струи промывочной жидкости, разрушающей и размывающей керна полностью или частично. 3) растворение некоторых пород в промывочной жидкости. 4) неудовлетворительное заклинивание керна и его выпадение при подъеме снаряда из скважины. 5) нарушение технологии бурения и организационно-технических мер по обеспечению требуемого выхода керна.

3. основные меры по повышению выхода керна должны быть направлены на сокращение времени воздействия неблагоприятных условий, а также частично или полное устранение их.

Для этого рекомендуется:

1. Сокращать время работы коронки на забое, т.е. бурить укороченными рейсами при максимальной скорости углубки.
2. Ограничивать расход промывочной жидкости, снижая скорость потока между керном и коронкой.
3. Не применять затупившихся коронок и коронок у которого изношены внутренние подрезные резцы.
4. Не использовать искривленные и деформированные колонковые трубы, а также несоосные колонковые снаряды.
5. Тщательно заклинивать керн и предохранять его от ударов при подъеме снаряда и от давления столба промывочной жидкости, находящейся в бурильной колонне.
6. Избегать бурения дробовым способом, особенно в трещиноватых породах.
7. Применять двойные колонковые трубы ССКи КССК

#### **Контрольные вопросы:**

1. Предназначение керна?
2. Мероприятия по повышению выхода керна?
3. Какую промывочную жидкость нужно применять для увеличения выхода керна?

### **Урок 10: Сверхглубокое бурение.**

#### **План:**

1. **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЛУБОКОМ БУРЕНИИ**
  - **СУЩНОСТЬ И РАЗНОВИДНОСТИ ГЛУБОКОГО БУРЕНИЯ**
  - **ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**
2. **БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ**

1. **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЛУБОКОМ БУРЕНИИ**
  - **СУЩНОСТЬ И РАЗНОВИДНОСТИ ГЛУБОКОГО БУРЕНИЯ**

Бурение глубоких скважин осуществляется исключительно вращательным способом и подразделяется на роторное, турбинное и бурение электробурами.

При роторном бурении вращение бурового снаряда производится ротором, устанавливаемым, как и шпиндельный вращатель в колонковом бурении, на поверхности земли над устьем скважины.

При турбинном бурении породоразрушающий инструмент вращается турбобуром, который опускается на забой скважины вместе с долотом на колонне бурильных труб. Турбобур представляет собой многоступенчатую гидравлическую турбину, работающую



от потока промывочной жидкости. Колонна бурильных труб при этом не вращается, неподвижный ротор воспринимает реактивный момент.

При бурении электробуром породоразрушающий инструмент вращается маслonaполненным забойным электродвигателем переменного тока, имеющим малый диаметр и значительную длину. Колонна бурильных труб при этом также не вращается. Благодаря этому резко сокращается вращающий момент на колонне, исключается знакопеременный изгиб труб и почти полностью снимаются динамические нагрузки. Бурильная колонна работает в более благоприятных условиях, в результате чего увеличивается стойкость труб. Электроэнергия к электродвигателю подводится по вмонтированным в бурильные трубы отрезкам кабеля, которые при свинчивании бурильных труб автоматически соединяются. Промывочная жидкость подается на забой по зазору между внутренними стенками труб и кабелем.

Глубокое вращательное бурение в основном производится лопастными, шарошечными, алмазными и другими долотами без отбора керна.

При роторном и турбинном бурении, там, где необходимо уточнение геологического разреза, применяется бурение с отбором керна колонковыми долотами или турбодолотами. Роторное бурение и бурение электробурами может вестись с промывкой или продувкой.

Глубины бурения вращательным способом достигают 10 км. Этим способом проектируется пробурить скважины глубиной 15 км. Диаметры скважин колеблются от 76 до 590 м.

При всех разновидностях глубокого вращательного бурения используются одни и те же буровые установки, общая мощность которых достигает 4000 кВт, а масса— 1000 т.

На рис. 24.1 показан общий вид установки для роторного и турбинного бурения.

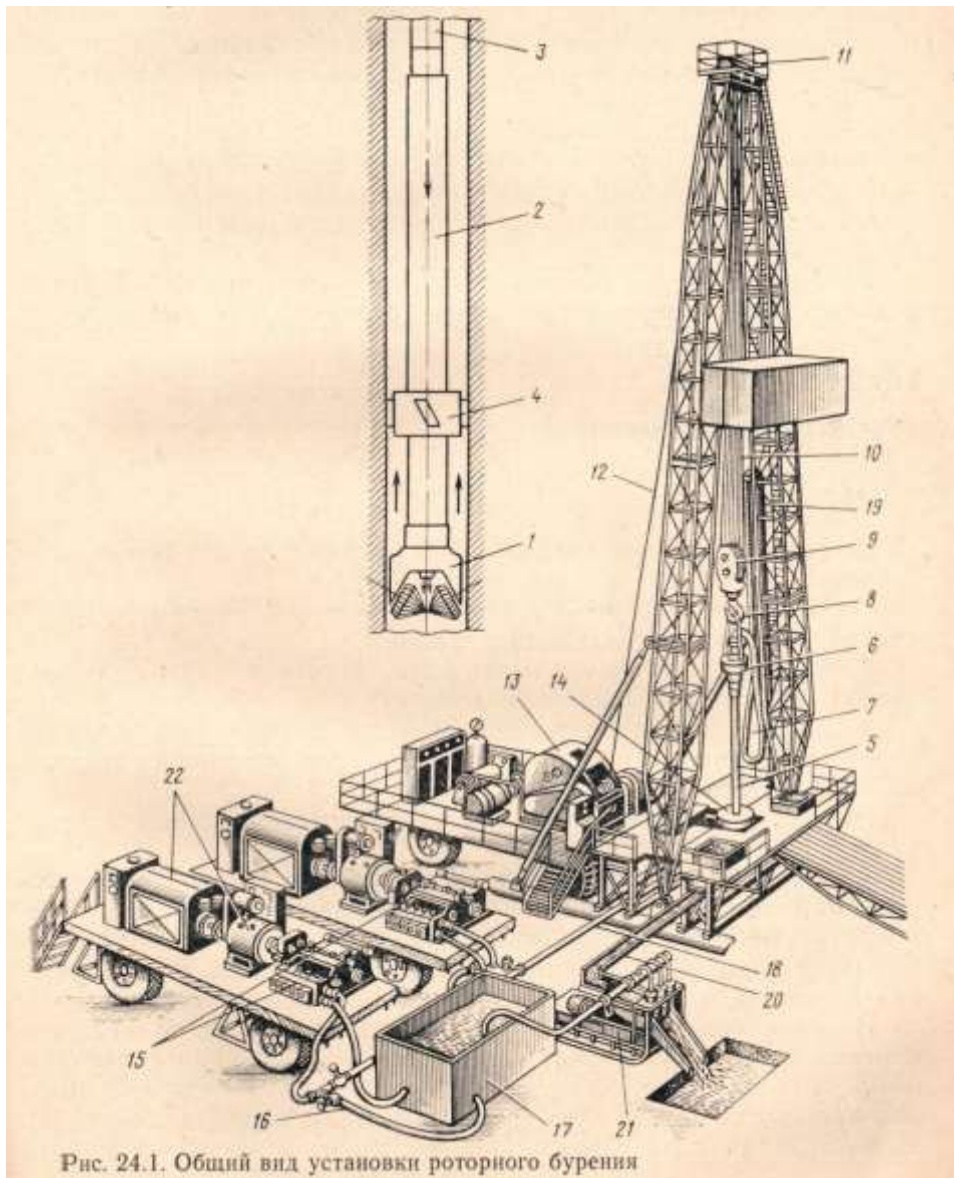


Рис. 24.1. Общий вид установки роторного бурения

Породоразрушающий инструмент 1 с удлинителем или утяжеленными бурильными трубами 2, а иногда и с расширителем 4 на колонне бурильных труб 3 лебедкой 13 с помощью талевой системы, состоящей из талевого блока 9, кронблока 11 и канатов 10, опускается в скважину. При этом бурильные трубы, по несколько штук заблаговременно соединенные между собой муфтами в свечи, свинчиваются замковыми соединениями в колонну.

При выполнении спуско-подъемных операций ведущая ветвь каната 12 навивается на барабан

лебедки 13 или сматывается с него.

Опущенная в скважину колонна бурильных труб соединяется с ведущей бурильной трубой 5, которая в свою очередь подсоединена к вертлюгу 6. Вертлюг подвешен на крюке 8 к талевому блоку 9. Ведущая труба, имеющая квадратное или шестигранное сечение, опускается в фигурное отверстие ротора 14. Благодаря этому вращение от ротора передается ведущей трубе и буровому снаряду.

Для промывки скважины установка снабжена насосами 15. Через всасывающие шланги 16 насосы всасывают промывочную жидкость из емкости 17 и по трубопроводу 18, стояку 19, нагнетательному шлангу 7 через вертлюг и бурильную колонну подают к долоту. Промывочная жидкость охлаждает долото, вымывает разрушенную породу и выносит ее на поверхность через пространство между стенками скважины и бурильными трубами. Из устья скважины промывочная жидкость изливается в систему желобов 20 и по ним поступает в шламоочищающие устройства 21 (виброситы, гидроциклоны и т. п.), а затем снова в приемные емкости.

Привод механизмов установки осуществляется от двигателей внутреннего сгорания или электродвигателей. С помощью дизель-электрического привода 22 двигатели внутреннего сгорания приводят в работу генераторы переменного тока и насосы. Остальные механизмы имеют электрический привод.

При турбинном способе бурения и бурении электробурами схема установки не изменяется, только в первом случае увеличивается гидравлическая мощность насосов, а во втором — требуется установка дополнительного электрооборудования: силового трансформатора, станции управления и пульта управления электробуром, кольцевого токоприемника, специальных труб с отрезками кабеля внутри и т. п. При турбинном способе бурения и бурении электробурами долоту передается в несколько раз большая мощность, поэтому и механическая скорость бурения этими способами в несколько раз выше, чем при роторном бурении.

При роторном способе бурения мощность, передаваемая на долото, ограничивается прочностью бурильной колонны.

## • ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Вращательное бурение без отбора керна, являясь основным средством сооружения скважин при разведке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, широко применяется при бурении водозаборных, взрывных, гидротермальных и других скважин для различных инженерных целей, а также скважин большого диаметра и стволов шахт.

Вращательное бурение без отбора керна возможно в породах любой твердости от I до XII категории по буримости при относительно высоких скоростях углубки скважин. В мягких породах механические скорости бурения могут достигать 100 м/ч, а коммерческие — 6—9 тыс. м/ст.-мес. В твердых породах при больших глубинах механические скорости бурения уменьшаются до 1 м/ч, а коммерческие до 200—300 м/ст.-мес.

## 2. БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ

Долото — основной породоразрушающий инструмент при глубоком вращательном бурении.

По характеру воздействия на породу все буровые долота классифицируются следующим образом.

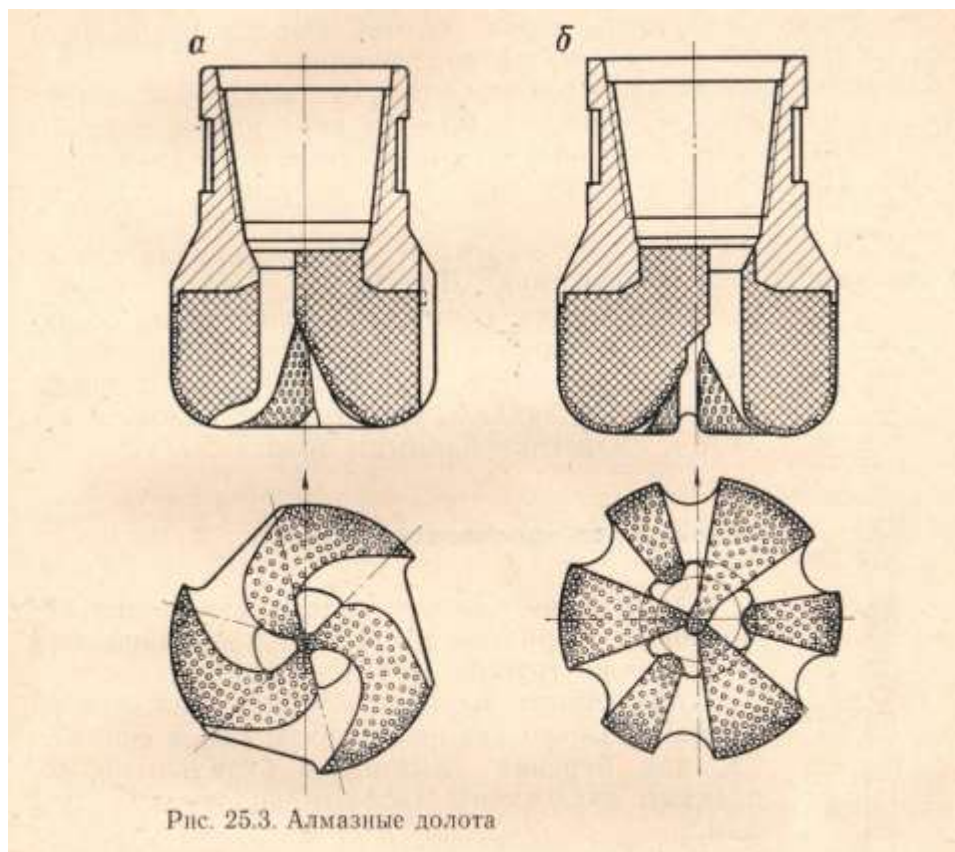
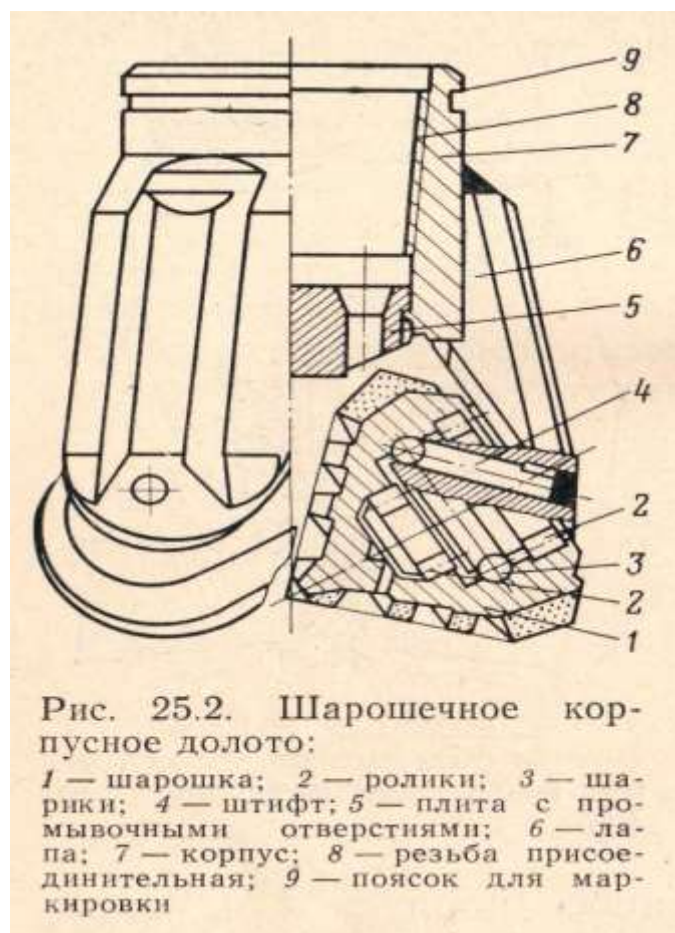
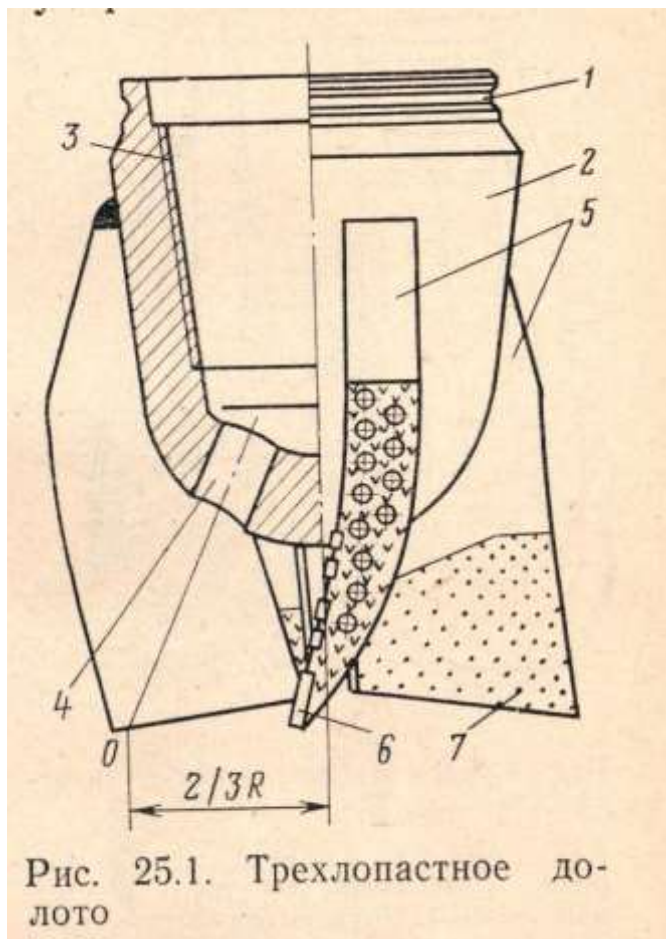
4) Долота режуще-скалывающего действия, разрушающие породу лопастями (лопастные долота(25.1)).

5) Долота дробяще-скалывающего действия, разрушающие породу зубьями или штырями, которые расположены на шарошках (шарошечные долота(25.2)).

Эти долота используются для бурения неабразивных и абразивных пород любой твердости.

6) Долота истирающе-режущего действия, разрушающие породу алмазными зернами или твердосплавными штырями, которые расположены в торцовой части долота (алмазные долота(25.3) и долота типа ИСМ). Такие долота применяются для бурения тех же пород, что и долота дробяще-скалывающего действия.

По назначению буровые долота разделяются на долота: для бурения без отбора керна; колонковые для бурения с отбором керна; специальные — для расширения скважин, для забуривания новых стволов и т. д.



## БУРИЛЬНАЯ КОЛОННА

Бурильная колонна (рис. 25.4) состоит из вертлюга 11, ведущей трубы 8, бурильных труб 5, бурильных замков, центраторов бурильной колонны, утяжеленных бурильных труб 3, переводников 2, 4, 6, 7, 9, 10 и долота 1.

### Ведущие трубы

Ведущая труба — это часть бурового снаряда, непосредственно воспринимающая вращение от ротора и передающая это вращение бурильной колонне.

Ведущие трубы изготавливаются квадратного, шестигранного- или крестообразного сечения без наружной высадки концов или с высаженными концами. Последние более надежны и долговечны. Внутри ведущая труба имеет круглый циркуляционный канал.

Серийно ведущие трубы выпускаются только в сборе и состоят из собственно трубы 5, верхнего переводника 10 с левой резьбой для соединения с вертлюгом и нижнего переводника 7 с правой резьбой для соединения с бурильной колонной.

### Бурильные трубы

Существуют следующие типы бурильных труб: 1) трубы бурильные сборной конструкции с высаженными концами и навинченными замками; 2) трубы бурильные сборной конструкции с высаженными концами, имеющими блокирующие (стабилизирующие) пояски, и с навинченными замками; 3) трубы бурильные с приваренными соединительными концами; 4) трубы бурильные с высаженными наружу концами и нарезанной на них крупной замковой резьбой (раструбные трубы); 5) легкосплавные бурильные трубы.

Бурильные трубы с высаженными наружу концами в настоящее время наиболее распространены. Наличие высадки позволяет после нарезки резьбы сохранить в любом сечении трубы равную прочность.

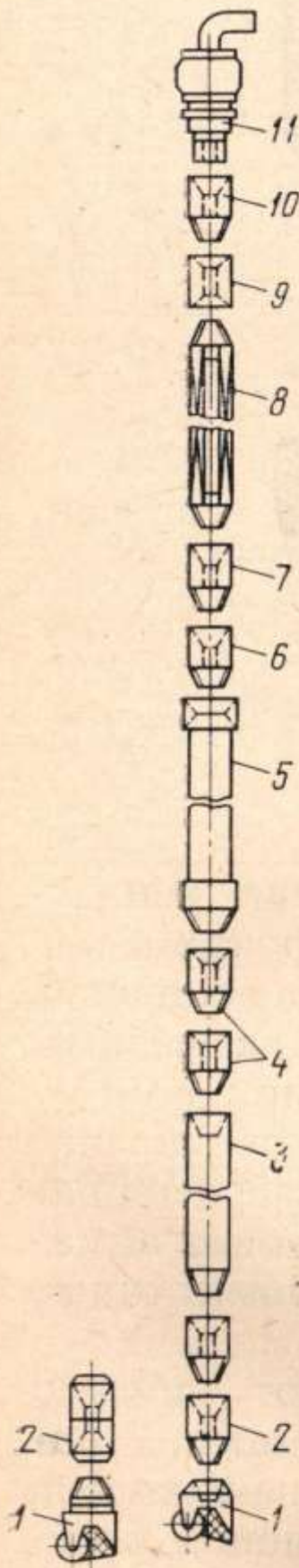


Рис. 25.4. Элементы бурильной колонны

### **Контрольные вопросы:**

1. До какой глубины достигает глубокое вращательное бурение?
2. В каких условиях применяют глубокое вращательное бурение?
3. Что входит в состав бурильной колонны?
4. Какие различают долота по характеру воздействия на породу?

## **Урок 11: Морское бурение**

### **План:**

1. БУРЕНИЕ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ
2. БУРЕНИЕ В АКВАТОРИИ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

### **1. БУРЕНИЕ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ**

В настоящее время геологическое строение суши изучено относительно хорошо и открытие крупных месторождений — явления довольно редкие. Многие открытые ранее месторождения уже выработаны или находятся на грани истощения. Увеличение глубин разведки, и особенно эксплуатации месторождений, ограничено экономической целесообразностью. Поэтому первоочередными объектами изучения стали морские шельфы, общая площадь которых составляет 10 % площади земли.

На шельфе, который является продолжением континента, под водами океана широко распространены месторождения нефти и газа, каменного угля, серы, руд черных и цветных металлов.

Нашей стране принадлежит приоритет в морской добычи нефти. Более 30 лет эксплуатируется на Каспии месторождение Нефтяные Камни.

В прибрежной зоне крупных озер, морей и океанов формируются россыпи тех минералов, которые находятся в горных породах, слагающих их берега: циркон, ильменит, рутил, монацит, магнетит, титаномагнетит, алмазы, золото, олово и др. Причем циркон, рутил, отчасти ильменит и монацит уже сейчас добываются преимущественно или исключительно из береговых россыпей.

Кроме того, в глубинах океана обнаружены громадные количества конкреций, содержащих железо и марганец, а также цветные и редкие металлы, в частности, никель, медь, кобальт, молибден, свинец, цинк с значительно большим содержанием компонентов, чем в рудах, разрабатываемых на суше.

Вот почему в настоящее время геологической разведке дна морей и океанов многими странами уделяется исключительно большое внимание.

Но бурение скважин в прибрежной и морской зоне имеет ряд специфических особенностей, осложняющих и без того нелегкий труд разведчиков недр. На буровую установку воздействуют морские волнения, колебания уровня моря в результате приливов и отливов, сгонов и нагонов воды, морские течения, ветер, туманы, замерзание воды, различные геологические и другие факторы.

### **БУРЕНИЕ В АКВАТОРИИ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ**

Глубина воды, средняя высота волны и расстояние от берега определяют тип и конструкцию морского бурового основания.

При бурении скважин на мелководье используются намываемые драгами искусственные острова, на которых монтируются обычные буровые установки (рис. 39.1,а). Аналогично ведется бурение скважин в Западной Сибири.

Наиболее оптимальное решение при промышленной разработке месторождений на мелководье — свайные основания: в дно забиваются сваи, настилается платформа, а на ней устанавливается буровая установка, размещаются помещения и т. п. Именно таким способом возведены Нефтяные Камни на Каспии.

Более прогрессивный способ строительства буровых — крупноблочные основания (рис. 39.1,б). В специальном доке строится опорная ферма в виде усеченной пирамиды массой до 20 тыс. т, которая собирается на понтонах. Морские буксиры доставляют ее на место бурения скважины, понтоны постепенно заполняются водой так, чтобы ферма повернулась на 90° и стала вертикально на Дно. Затем понтоны отделяются от основания, из них выкачивается вода, они всплывают и доставляются к берегу.

Основание дополнительно укрепляется сваями, забиваемыми в морское дно. Общая высота такой буровой установки до 165 м. Она может работать при волнах высотой до 28 м и штормовых ветрах до 210 км/ч.

Со стальными основаниями начинают конкурировать бетонные, которые набираются из вертикально стоящих полых цилиндров, изготовляемых из предварительно напряженного бетона. Высота таких оснований до 234 м, а масса до 250 тыс. т. Массивные сооружения надежно стоят на дне моря, они не нуждаются в забивании свай. Пустотелые конструкции оснований используются как нефтехранилища.

Но рассмотренные конструкции оснований невыгодны для разведочных буровых установок, которые должны быть мобильными и свободно вести поиск нефти в море.

Для этой цели созданы буровые платформы с выдвижными опорами (рис. 39.1,г). Такую конструкцию имеют советские плавучие буровые установки «Апшерон» 1800/15, «Азербайджан» 3000/20, «Бакы» 6000/60.

Буровая установка «Бакы» позволяет бурить скважины глубиной 6000 м. Четыре опоры, каждая высотой 104 м, уходят на глубину 60 м, а платформа площадью 2700 м<sup>2</sup> поднимается на 10—12 м над уровнем моря. Четыре дизель-генератора по 4 МВт, обеспечивают установку электроэнергией. Установка имеет буровую вышку высотой 54 м, два крана грузоподъемностью по 12,5 т. Обслуживает ее 50 членов экипажа.

Установка с поднятыми опорами (рис. 39.1, в) в заданную точку бурения доставляется буксирами. С платформы при помощи гидравлических подъемников опоры опускаются до морского дна. Когда они достигнут дна, платформа поднимается над водой на такую высоту, чтобы ее не могли залить самые высокие штормовые волны.

Сооружение таких установок для глубин более 90—100 м связано с большими трудностями по обеспечению необходимой прочности опор и устойчивости сооружения. Именно по\* этой причине погибла английская буровая установка «Си джем» («Морская жемчужина») и др.

При глубинах моря до 300 м применяются плавучие буровые установки, смонтированные на самоходных и несамоходных судах (рис. 39.1, е). Они дешевле других типов буровых установок, мобильны, но сильно подвержены бортовой и килевой качке, что в суровых погодных условиях делает невозможным бурение. Удержание такой установки над скважиной производится с помощью четырех-шести якорей. Но даже при глубинах моря 200 м длина якорной цепи достигает 1,5 км, что не дает возможности зафиксировать установку над скважиной.

Советскими инженерами предложена самостабилизирующая буровая установка ЭБС-3000/150. Во время бурения судно удерживается над скважиной с помощью системы, состоящей из специального ротора, направляющих блоков, лебедок и канатов. Специальный ротор смонтирован на скважинной шахте под килем установки. Канаты, прикреплённые на дне к сваям, проходят через ротор, направляющие блоки к лебедкам. Благодаря такой системе стабилизации судно, как флюгер, поворачивается против ветра и волн, что уменьшает его качку.

Более устойчивы против качки полупогружные установки. Такая установка представляет собой несколько погруженных ниже поверхности воды понтонов-поплавков (до пяти понтонов), на которых при помощи опор установлена платформа с буровой установкой, производственными и жилыми помещениями и т. п. Так как волнение моря быстро ослабевает с глубиной, опоры имеют малую парусность, а платформа находится от волн достаточно высоко, то установка менее подвержена качке. К тому же, заполняя частично понтоны водой, можно регулировать их погружение и устойчивость установки.

Созданы подобные установки, в которых платформа дополнительно может перемещаться по опорам и устанавливаться на удобной высоте от уровня моря. На больших глубинах, где использование якорей неэффективно, применяются установки с динамической стабилизацией, неподвижное положение которых, конечно, в определенных пределах, обеспечивается системой гребных винтов. Такую стабилизацию имеет французское буровое судно «Пеликан», предназначенное для работы в относительно спокойных водах. Система динамического управления состоит из шести гребных винтов: главного гребного винта, трех подруливающих устройств в носовой части и двух — в кормовой части судна. Гребные винты включаются по команде следящей системы, ориентирующей по приборам, спущенным на дно моря. Любое

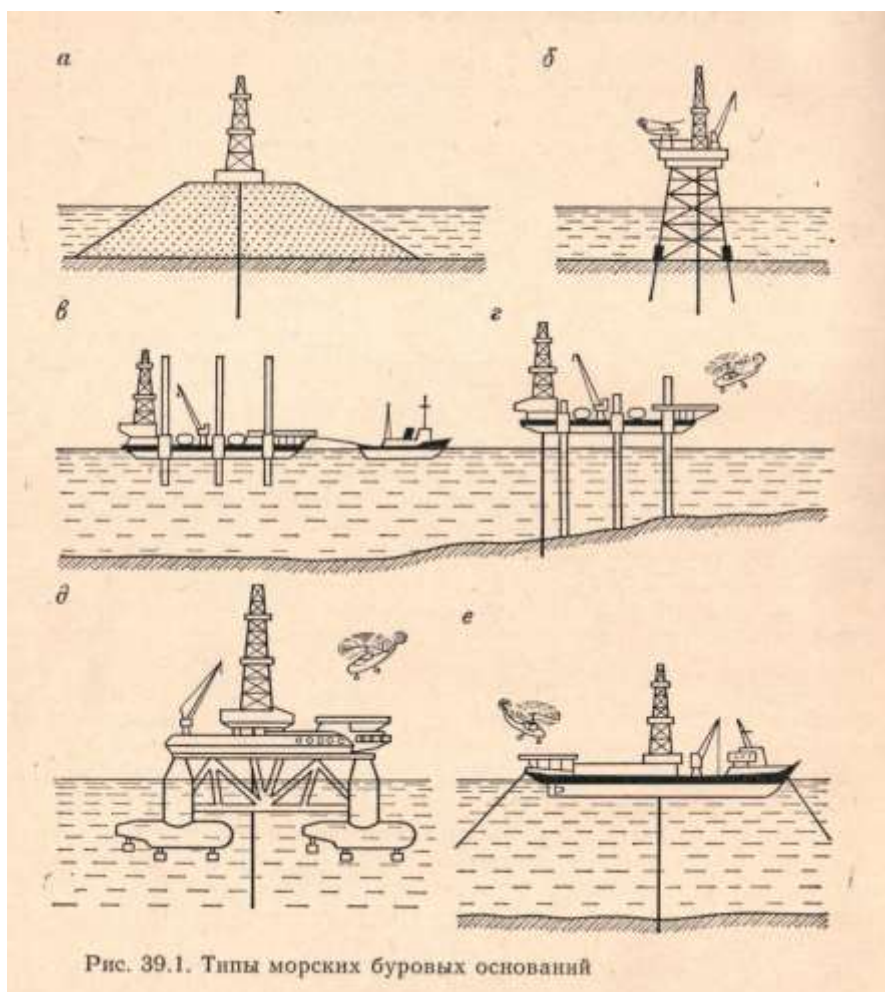


Рис. 39.1. Типы морских буровых оснований



движение судна относительно неподвижных ориентиров мгновенно регистрируется системой и та подает соответствующий сигнал двигателям винтов, с помощью которых оно возвращается на место. Для уменьшения бортовой качки имеются успокоительные цистерны со свободной поверхностью жидкости.

Для штормовых широт французской нефтяной компанией применяется полупогружная самоходная установка «Дипосеми» с динамической стабилизацией (рис. 39.1, д). Она имеет круглую платформу, покоящуюся на трех понтонах. Смонтированные в понтонах электродвигатели приводят во вращение установленные в специальных насадках гребные винты, которые могут разворачиваться на 360°. Управляет работой винтов ЭВМ, учитывающая направление течения и силу ветра. Масса установки около 9 тыс. т, в поперечнике она достигает 122 м, а по высоте 46 м. При 10-м волнах ее бортовая и килевая качка составляет всего 2°, по вертикали она перемещается не более чем на 1,4 м. Установка может бурить при глубинах моря более 1 км.

Бурение скважин рассмотренными установками производится обычным способом — долотами на колонне бурильных труб. С установки до дна моря опускается водозакрывающая колонна из обсадных труб. Но в связи с перемещением буровой установки под действием волн, ветра, подводных течений трудно обеспечить соосность бурильной колонны со скважиной и поддержание необходимой нагрузки на долото. В связи с этим для морского бурения разрабатываются способы с использованием гибкой колонны бурильных труб и шлангокабеля.

#### **Контрольные вопросы:**

- 1. От чего зависит тип и конструкция морского бурового основания?**
- 2. Какие установки применяют при глубинах моря до 300 м.?**
- 3. Как производится бурение при морском бурении?**
- 4. В связи с чем разрабатываются гибкие бурильные трубы и шлангокабели при морском бурении?**

### **Урок 12: Аварии и осложнения при бурении скважин**

#### **План:**

- 1. ПОНЯТИЕ ОБ АВАРИИ И ОСЛОЖНЕНИИ**
- 2. ВИДЫ И ПРИЧИНЫ АВАРИЙ**
- 3. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙ**

#### **1. ПОНЯТИЕ ОБ АВАРИИ И ОСЛОЖНЕНИИ**

Под аварией понимают непреднамеренное прекращение углубки буровой скважины, вызванное нарушением ее состояния или находящегося в ней бурового инструмента, а также оставлением в ней геофизических или гидрогеологических приборов, случайным падением посторонних предметов.

На ликвидацию аварий и их последствий непроизводительно затрачиваются время и средства. Иногда из-за тяжелых аварий скважина не может быть доведена до проектной глубины. Частые ликвидации аварий приводят к преждевременному износу бурового оборудования, инструмента и ухудшают техническое состояние скважины.

Осложнением называется затруднение углубки буровой скважины, вызванное нарушением ее состояния. К осложнениям в бурении относятся: поглощения

промывочной жидкости, вывалы и сужения стенок скважины, водо- и газопроявления при высоких пластовых давлениях, каверно- и желобообразования, непроизвольная проходка нового ствола и т. п. Осложнения в основном вызываются геологическими причинами.

В отличие от аварии буровой снаряд при осложнении может быть поднят из скважины обычным способом. Но во многих случаях после геологических осложнений возникают сложные аварии (чаще всего прихваты). Снижение аварийности является одним из внутренних резервов повышения производительности бурения.

## **2. ВИДЫ И ПРИЧИНЫ АВАРИЙ**

В колонковом бурении могут быть выделены четыре основные группы аварий: 1) обрывы труб и породоразрушающих инструментов; 2) прихваты труб и породоразрушающих инструментов; 3) разворачивание труб и породоразрушающих инструментов; 4) падение бурового снаряда, труб и посторонних предметов в скважину.

Каждую из перечисленных аварий можно разделить на типы в соответствии с частями бурового снаряда: аварии с бурильными, обсадными, колонковыми трубами и породоразрушающими инструментами. Часто аварии не укладываются в определенные типы, а являются комбинированными. Например, обрыв с последующим прихватом или наоборот.

Типы аварий определяют методы их ликвидации и необходимые при этом инструменты и механизмы.

Причины возникновения аварий бывают субъективные — когда аварии происходят по вине бурового персонала, и объективные, не зависящие от него.

Субъективные причины могут быть подразделены на два вида — обусловленные сознательным нарушением основных правил предупреждения аварий и являющиеся результатом неопытности или недостаточной квалификации рабочих и ИТР. Аварии в основном происходят по субъективным причинам.

Причины возникновения аварий по геолого-техническим факторам можно подразделить на следующие виды.

7) Геологические: обваливающиеся и пучащиеся породы, пливунны, карсты, каверны, поглощающие горизонты, водо- и газопроявления и др.

8) Технические: плохое качество, низкая прочность, конструктивные недостатки, неисправность и недопустимый износ, плохие эргономические показатели оборудования и инструмента.

9) Технологические: нарушение рациональных режимов бурения, крепления, тампонирувания; неправильный выбор рецептур промывочных жидкостей, тампонажных смесей и т. п.

10) Организационные: невыполнение общепринятых мероприятий по предупреждению аварий, частые простои и остановки буровых агрегатов, низкая трудовая дисциплина, недостаточно высокая квалификация обслуживающего персонала, несовершенная диспетчерская служба и снабжение и т. п.

Кроме непосредственных причин существует ряд косвенных факторов, уменьшающих или увеличивающих вероятность аварий: скорость бурения, глубина и конструкция скважин, наличие контрольно-измерительных приборов, интенсивность искривления, степень механизации и автоматизации т. п.

## **3. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙ**

Предупреждение аварий ведется путем устранения их причин, внедрения профилактических мероприятий, совершенствования основного бурового оборудования и

инструмента, технологии бурения, а также ловильных инструментов и методов ликвидации аварий. Следует помнить, что аварию легче предупредить, чем устранить. К профилактическим мероприятиям по предупреждению аварий относятся: постоянное повышение квалификации бурового персонала; изучение опыта безаварийной работы лучших буровых бригад; анализ аварий на технических совещаниях для выявления причин возникновения, обсуждение плана их ликвидации, установление степени виновности бригад, разработка мероприятий по предупреждению аварий; систематический технический контроль со стороны рабочих и ИТР за ведением работ и руководство ими; внедрение передовых методов организации работ, строгое соблюдение трудовой и технологической дисциплины; применение мер воздействия к виновникам аварий.

Геологические причины аварий практически устранить невозможно. Но систематически изучая и анализируя эти причины, можно до минимума свести их вредное влияние путем разработки и

#### **Контрольные вопросы:**

- 1. Что понимают под «аварией»?**
- 2. Что такое «осложнение»?**
- 3. Какие основные виды аварий выделяют в колонковом бурении?**
- 4. Дайте понятия «субъективным» и «объективным» причинам аварий.**

### **Урок 13: СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАБОТЫ В СКВАЖИНЕ**

План:

- 1. ТАМПОНИРОВАНИЕ СКВАЖИН**
- 2. ТАМПОНИРОВАНИЕ ГЛИНОЙ**
- 3. ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ СКВАЖИН**

#### **1. ТАМПОНИРОВАНИЕ СКВАЖИН**

При бурении, особенно на жидкие и газообразные полезные ископаемые, возникает необходимость в изоляции отдельных интервалов скважины. Комплекс работ, выполняемый при изоляции этих интервалов, называется тампонированием скважины. Тампонирование в скважинах проводится в тех случаях, когда необходимо:

1. изолировать продуктивный горизонт от вышележащих пластов и горизонтов, не намечаемых к эксплуатации (трещиноватые породы, непригодные к эксплуатации воды т. д.);
2. раздельно исследовать горизонт жидкого или газообразного полезного ископаемого;
3. устранить катастрофическое поглощение промывочной жидкости;
4. укрепить стенки скважины от обрушения без применения обсадных труб, если это не обеспечивается промывочными жидкостями;
5. устранить циркуляцию подземных вод по стволу скважины после ее ликвидации;
6. предотвратить коррозию обсадных труб при наличии горизонтов с агрессивными водами.

Различают временное, постоянное и ликвидационное тампонирование.

Временное тампонирование, применяемое для перечисленных выше целей при изоляции пластов на короткий срок, а также при различных исследованиях в скважине, выполняется глиной, цементом, быстросхватывающимися смесями,

уплотнителями из резины и пенькового каната, а также специальными тампонами (пакерами).

Постоянное тампонирующее используется при длительных исследованиях в скважине и при эксплуатации жидких или газообразных полезных ископаемых. Выполняется в основном цементом, цементосодержащими материалами и в этом случае называется цементованием.

Ликвидационное тампонирующее производится при ликвидации скважины путем заполнения ее глиной, глинистыми и цементными растворами, бетоном для восстановления целостности геологического разреза с целью охраны недр.

## **2. ТАМПОНИРОВАНИЕ ГЛИНОЙ**

Тампонирующее глиной применяется как временное в неглубоких скважинах при отсутствии высоконапорных водоносных горизонтов.

Различают следующие способы тампонирующего глиной: а) забойное тампонирующее без обсадных труб; б) тампонирующее задавливанием обсадных труб в пласт глины или глинистые породы; в) затрубное тампонирующее с забрасыванием глины. Оно может выполняться путем задавливания в искусственно созданный слой глины обсадных труб без пробки, с нижней или с верхней пробкой.

Первый способ применяется для укрепления в призабойной зоне стенок скважины, ликвидации поглощений промывочной жидкости, при исследовании водоносных горизонтов по методу снизу вверх, при ликвидационном тампонирующем.

При помощи остальных способов в основном производится изоляция затрубного пространства с целью предупреждения циркуляции по нему подземных вод и промывочной жидкости.

При ударно-канатном бурении тампонирующее глиной является основным способом.

## **3. ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ СКВАЖИН**

Цемент получается путем тонкого помола клинкера (обожжённой до спекания смеси известняка и глины) совместно с гипсом.

Наиболее распространенная разновидность цемента — портландцемент, в состав которого входят главным образом силикаты кальция. Качество обыкновенного портландцемента характеризуется маркой (например 300, 400 и т. д.), численно равной пределу прочности при сжатии образцов из смеси цемента и песка в соотношении 1 : 3 через 28 сут твердения.

Тампонажным цементом называется состав, содержащий вяжущие вещества (портландцемент, шлак, известь), минеральные (кварцевый песок, асбест, глина и др.) или органические (отходы целлюлозного производства, хлопковые очесы и др.) добавки и дающий после затворения водой раствор, а затем камень. В зависимости от вида вяжущего материала различают тампонажные цементы на основе портландцемента и на основе доменных шлаков, а также известково-песчаные смеси и прочие тампонажные цементы.

Цементы, применяемые для крепления скважин, должны обладать: замедленным началом схватывания; ускоренным началом твердения с соответствующей этому моменту высокой прочностью; низкой проницаемостью после схватывания и твердения; большой текучестью; тонкостью помола, высокой плотностью.

### **Контрольные вопросы:**

- 1. Что понимают под «тампонированием скважин»?**
- 2. Во временном отношении какие различают виды тампонирования?**
- 3. Перечислите и опишите способы тампонирования глиной.**
- 4. Какими свойствами должны обладать цементы, применяемые для крепления скважин?**

### **Урок 14: Развитие техники технологии бурения скважин**

Основным направлением технического прогресса при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых должно быть снижение материальных и трудовых затрат на каждую тонну разведанных запасов при одновременном повышении качества и достоверности геологической информации.

Разведочное бурение будет и впредь оставаться основным способом поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, в развитии которого можно выделить ближайшую и далекую перспективы.

Ближайшая перспектива разведочного бурения связана с совершенствованием уже существующей техники и технологии.

Создание принципиально нового бурового оборудования и инструмента, технологии и новых форм организации труда связывается с более отдаленной перспективой развития разведочного бурения.

Оптимизация процесса бурения тесно связана с вопросами внедрения совершенных технических средств и технологических процессов, в том числе первейшим из них — созданием принципиально нового бурового оборудования, новейших типов высокопроизводительного породоразрушающего инструмента, высокопрочных геологоразведочных труб, новых способов бурения с применением съемных кернаприемников, поверхностно-активных веществ и др.

Логическим завершением оптимизации самого процесса бурения является разработка схем и создание систем автоматического управления процессом.

Распространение геологоразведочных работ на все более отдаленные и труднодоступные районы, увеличение глубин и усложнение природных и организационных условий объективно влекут увеличение трудоемкости и стоимости буровых работ, снижение их информационной достоверности.

Задачи повышения производительности и качественных характеристик геологоразведочного бурения при снижении его себестоимости настоятельно требуют не только ускоренного освоения и внедрения последних достижений научно-технического прогресса в этой области, но и разработки принципиально новых, энерго- и ресурсосберегающих технологий.

За последние годы наиболее впечатляющие положительные результаты в развитии разведочного бурения достигнуты за счет освоения и широкого внедрения гидротранспорта керна и наиболее эффективной разновидности газожидкостных смесей (ГЖС) - пены.

Бурение с гидро- и пневмотранспортом керна вместе со шламом обеспечивает 100-процентную представительность геологической пробы и при этом многократно более высокую производительность (до 12000 м/ст.мес.) в сравнении с обычным колонковым разведочным бурением, причем практически в любых самых неблагоприятных условиях (поглощения, мерзлота, набухаемость и неустойчивость проходимых пород и пр.)

Выделены следующие основные направления в совершенствовании организации буровых работ:

- улучшение системы управления буровыми работами (разработка автоматизированных систем управления, внедрение диспетчерской службы,

совершенствование ремонтных работ и материально-технического обеспечения, связи и т. д.);

- внедрение научной организации труда (разработка типовых буровых зданий, схем размещения оборудования и инструмента,, исследование эффективных условий труда и т. д.);
- внедрение рационального комплекса оборудования (буровая вышка — здание — комплекс механизации и т. д.);
- механизация монтажно-демонтажных операций (крупноблочный монтаж, использование сборных деталей, внедрение малой механизации и т. д.);
  
- создание из современных материалов передвижных производственных и культурно-бытовых комплексов;
- совершенствование хозрасчета как основы конкретной экономии в буровой бригаде;
- создание системы подготовки и повышения квалификации бурового персонала, широкое использование передового опыта работы.
- Большие работы предстоят в области создания технических средств и технологии бурения геологоразведочных скважин с поверхностей морей и океанов для разведки месторождений полезных ископаемых, залегающих на их дне.
- В перспективе можно ожидать и внедрение в бурение принципиально новых способов разрушения горных пород, например, при помощи электроразрядов, высокочастотных колебаний, воздействия высоких температур или высоких динамических усилий и т. д.

**Контрольные вопросы:**

- 1. Какие выделяют направления в совершенствовании организации буровых работ?**
- 2. В чем преимущество бурения с гидро- и пневмотранспортом керна?**

## Раздел 2. Основы горного дела.

### Урок 1. 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 ( $K_{\text{в}}$ ) и круглые ( $K_{\text{р}}$ ).

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

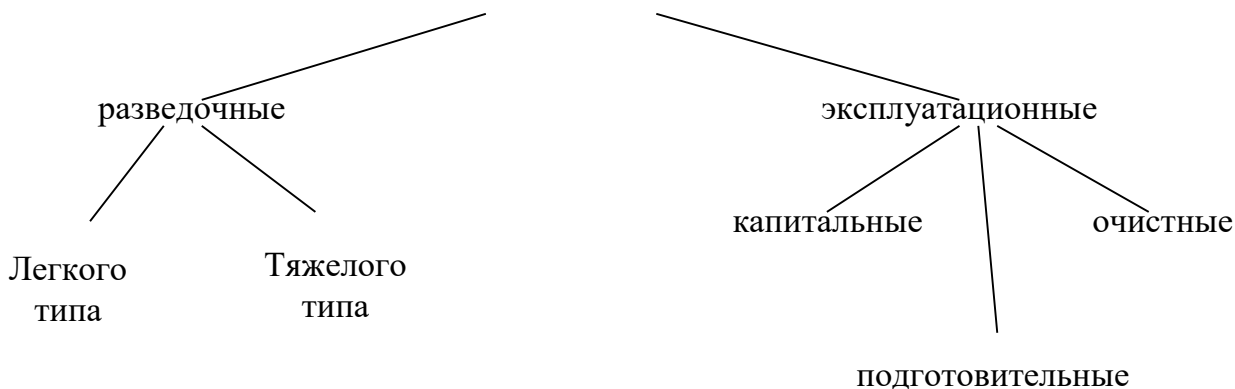
Площадь в свету – это площадь

#### **2. 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  $3^{\circ}$ . К ним относятся штольни, квершлагги, штреки, орты, рассечки, туннели.
  - 2.2 вертикальные и наклонные – угол наклона оси выработки больше  $3^{\circ}$ . К ним относятся: шурфы, стволы шахт, гезенки, восстающие.
3. По отношению площади сечения  $S_{\text{к}}$  продольным размерам L (длинное, глубинное):
  - 3.1. Протяженные  $L > S$  - шурфы, стволы шахт, квершлагги, штреки, орты.
  - 3.2. Объемные  $S > L$  – камеры, околоствольные двory.

#### 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 простираение, 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:

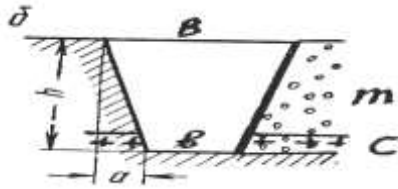
- 1.Капитальные выработки – выработки, вскрывающие месторождение или рудное тело.
- 2.Подготовительные выработки – выработки, пройденные с целью подготовки месторождения к выемке.
- 3.Очистные выработки – выработки, образуемые в результате очистной выемки.

#### **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 простираения коренных пород или рудного тела для их обнажения.

Форма поперченного 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.

$h = m + c, м$

Глубина канавы зависит от мощности наносов  $m$  и может быть не более  $6 м$ .

$C$  – глубина обнажения коренных пород или рудного тела  $c = 0,3 - 0,5 м$ .

$m$  – мощность наносов.

Ширина канавы по верху  $B = b + 2a, м$

$b$  – ширина канавы по дну  $0,7 - 1,0 м$ .

Проведения канав с отвесными бортами без крепления допускается в устойчивых породах глубиной не более  $2 м$ .



1 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  $1,5 - 2 м$ , ширина бермы –  $0,5 м$ .

Канавы длиной несколько сотен метров называются магистральными. Они могут быть сплошными и пунктирными. Длина пунктира  $5, 10, 15, 20 м$  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.

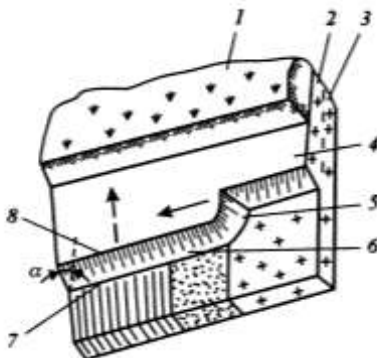
2. Разрезные – для создания первоначального фронта работ и размещения оборудования.

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 40м. 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 1м, глубиной 20м.

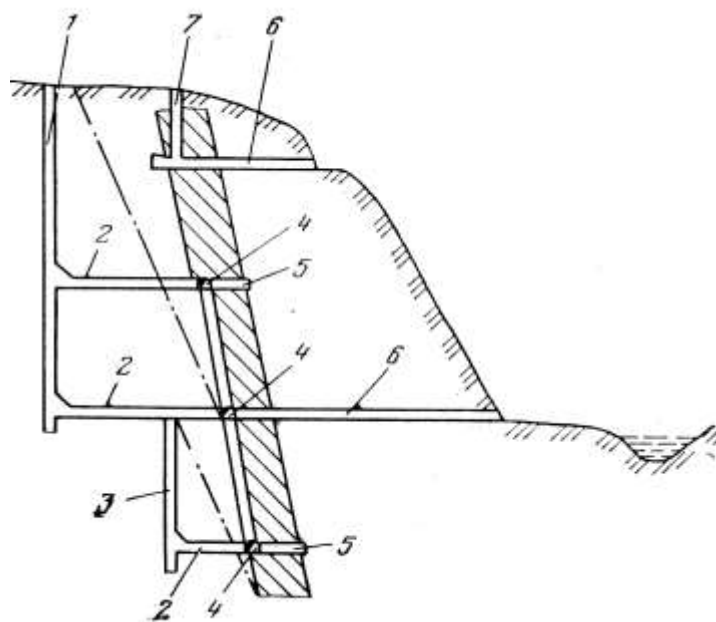


рис. 1.8

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

1. **Ствол 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 м<sup>2</sup>. 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 5м<sup>2</sup>, 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 простираения 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 №3**

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

№	Породы	Видимая мощность коренных пород М, м	Мощность насосов м, 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 16 Взрывчатые вещества и средства взрывания. Технология взрывных работ.**

#### **План:**

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

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 водостойчивостью;
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, магния), 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 нитрогликолем.

**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.

**Нитрогликоль** (динитрогликоль  $C_2H_4(ONO_2)_2$ ) – продукт нитрования гликоля. Это прозрачная без запаха жидкость сладковатого вкуса. Обладает значительно меньшей, чем нитроглицерин токсичностью. Температура замерзания – 22°C. Нитрогликоль – мощное ВВ с нулевым кислородным балансом. Нитрогликоль 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, нитрогликоля 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.
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 пороха. 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 иницирующие 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.

### 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.

#### Практическое занятие №4

Определить кислородный баланс ВВ при условии:

Пример:

№	Вещество	Химическая формула	Относительная атомная или молекулярная масса
	Варианты	1	2
1	Аммиачная селитра	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	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	$\text{KNO}_3$	101
7	Калия хлорат	$\text{KClO}_3$	1225
8	Калия перхлорат	$\text{KClO}_4$	1385
9	Клетчатка	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$	162
10	Натриевая селитра	$\text{NaNO}_3$	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	$\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_8\text{O}_3$	296
14	Пикриновая кислота	$\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_8$	229
15	Тетранитрометан	$\text{CN}_4\text{O}_8$	196
16	ТЭН	$\text{C}_5\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_{12}$	316

#### 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 порохах
5. Перечислите ВВ относящиеся к первичным инициирующим
6. Перечислите ВВ относящиеся ко вторичным инициирующим

## Урок №17 Проведение подземных горизонтальных выработок

### Урок №18 Проведение открытых горных 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

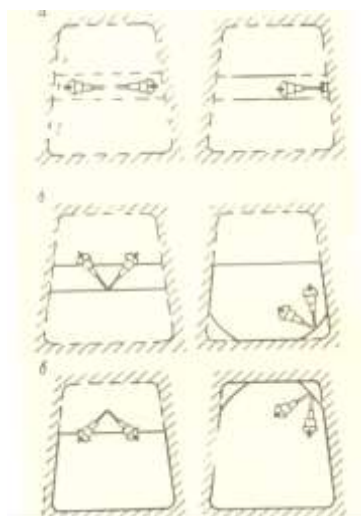
#### 1) Способы проходки горных выработок

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 буровзрывные 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 применяется 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  $45^{\circ}$  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**

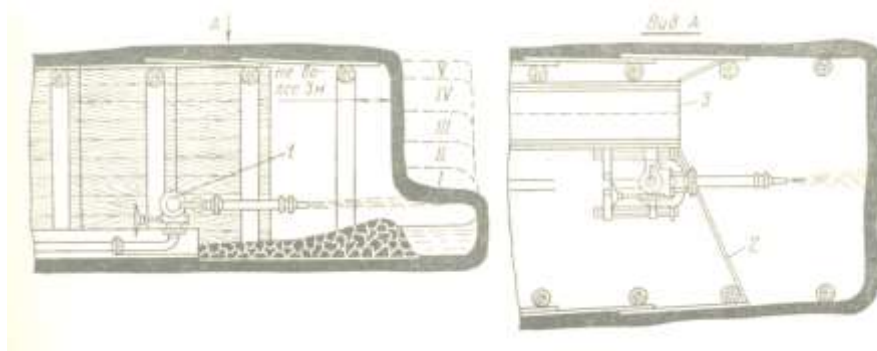


рис. 6.2.

*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.

### 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 0,2-0,3м<sup>3</sup>/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 15м<sup>3</sup>/ч водоотлив осуществляется проходческим винтовым насосом ПВН-15М, установленным в приемке в одном из углов забоя, при притоке воды до 25м<sup>3</sup>/ч предусматривается применение забойного насоса Н-1М.

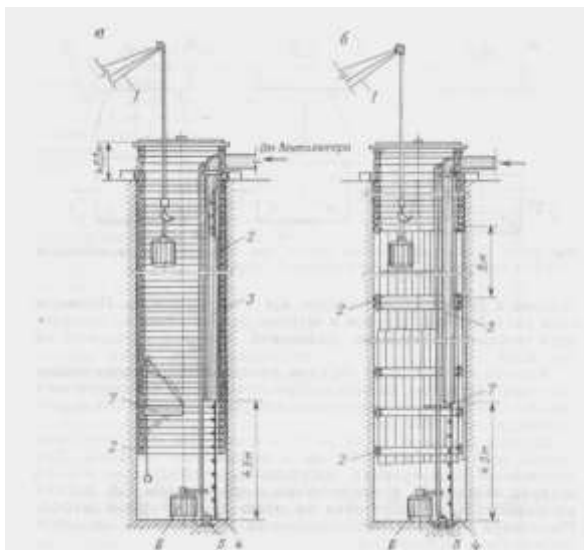


рис. 6.14.

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;

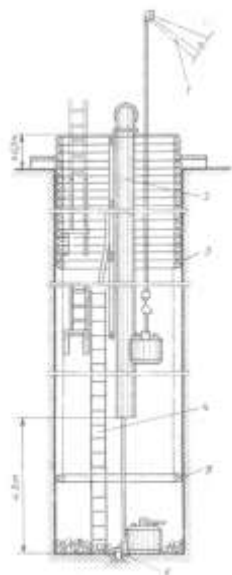
*3* – вентиляционный трубопровод;

*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 1,4м<sup>2</sup> в одно отделение.

Для проходки шурфов глубиной более 20м рекомендованы типовые сечения прямоугольной формы с площадью 3,2 и 4,0 м<sup>2</sup>.

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 пропуски 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.

### **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

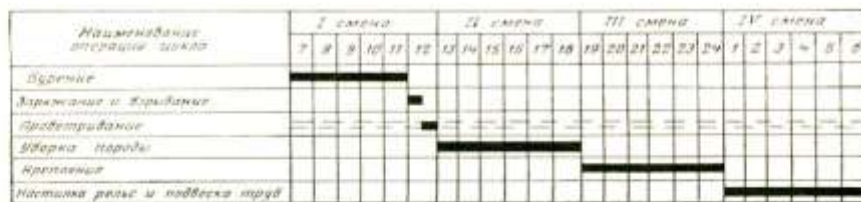


рис. 6.40.

Рис. График циклической организации работ при последовательном выполнении проходческих процессов

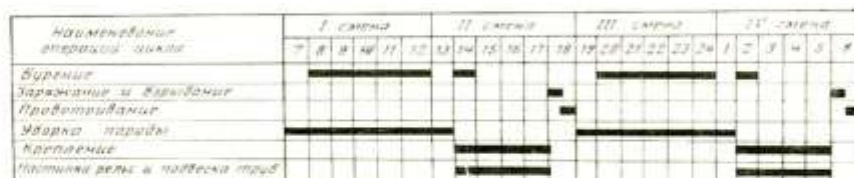


рис. 6.41.

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 цикличную 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.

### **Урок №19 вентиляция, водоотлив и освещение при проведении подземных горных выработок.**

**План:**

- 1. Вентиляция при проведении горных выработок**
- 2. Водоотлив при проведении горных выработок**
- 3. Освещение при проведении горных выработок**

#### **Состав рудничного воздуха.**

Атмосферный воздух представляет собой газовую смесь, состоящую по объему из 79% N, 20,96% O<sub>2</sub> и 0,04% CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и пыль.

**Углекислый газ CO<sub>2</sub>** – 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% O<sub>2</sub> и 4,4% CO<sub>2</sub>.

**Оксид углерода СО** – 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 СО чем с  $O_2$ . 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%, СО 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%.

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

**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  $t^0 650-750^0$  – взрыв через 10 секунд,  $t^0 1200^0$  – 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).

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.

### 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.

### 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

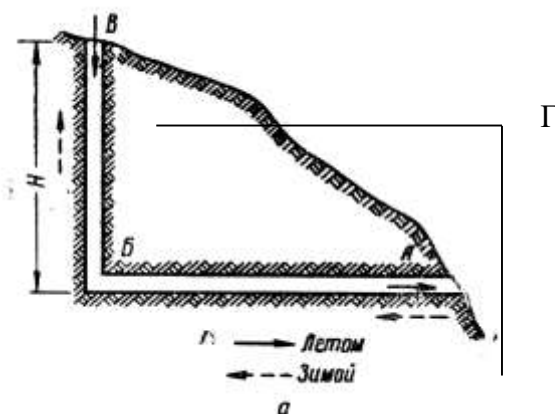


рис. 3.8.

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.

**Проветривание вентиляторами.** Применяют 3 схемы проветривания.

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

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  $< 10м$  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.

#### **Всасывающая.**

При высасывающей 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  $L = 300м$  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

#### **Комбинированное.**

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 – 10мин.

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 > 30мин, после чего в выработку свежий воздух следует подавать в таком же количестве в течение 2 час.

#### **Практическое занятие №5**

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

1. По числу одновременно работающих людей в подземных выработках  $Q = 6 \cdot n$  м<sup>3</sup>/мин, (3.1) где 6м<sup>3</sup>/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, м<sup>2</sup>, 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.

**По СО<sub>2</sub> и СН<sub>4</sub>** с учетом среднесуточной добычи.  $Q = q_1 \cdot T \cdot v$ , м<sup>3</sup>/мин., (3.3)

где q<sub>1</sub> – количество подаваемого воздуха в зависимости от категории опасности шахты, м<sup>3</sup>/мин., T – среднесуточная добыча, т, v – коэффициент неравномерности добычи (обычно v = 1,05-1,15)

Рассчитать параметры вентиляционной установки.

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

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

t - время проветривания ПО ПБ не 30 мин.

$Q_{\text{ф}}$  фактический расход ВВ на цикл (см. паспорт буровзрывных работ)

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

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,  $\text{м}^2$

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  $\ell_{\text{тр}} = 5 \text{ м}$ .

4.

### 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

Блесккость – 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.

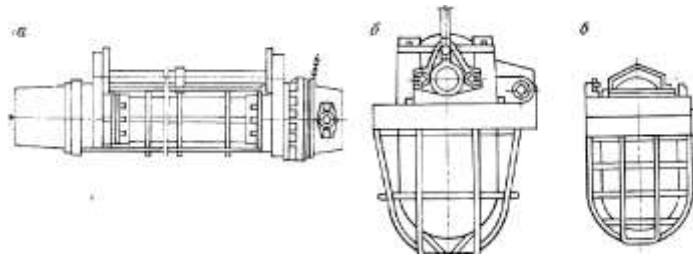


рис. 3.28.

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.
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 охлаждаются. 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.

1. Ручные: РВС, ЛАУ – 4, ЛАТ – 4, ЛАС – 6А, ЛАС – 8М.

Головной светильник

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.

#### **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.

#### **Схема водоотливной канавки**

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

рис. 3.33

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, м<sup>3</sup>/с

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

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 устанавливаются горизонтально на специальных рамах, оборудованных полозьями или колесами, а также на переносных полках.

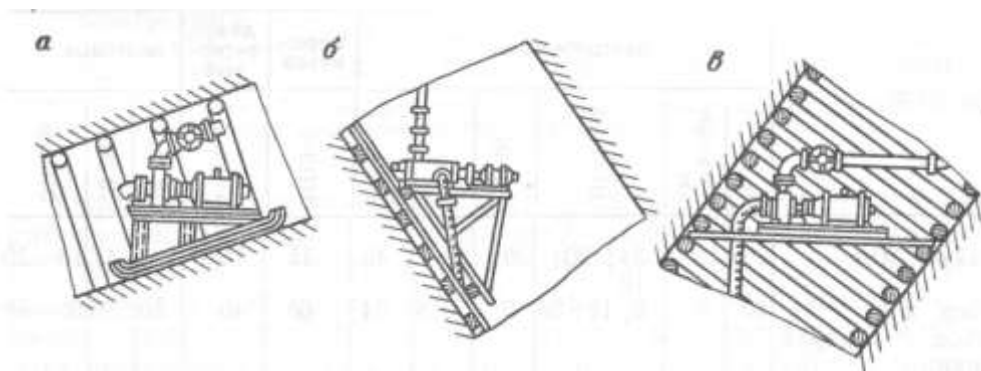


рис. 3.34.

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.*

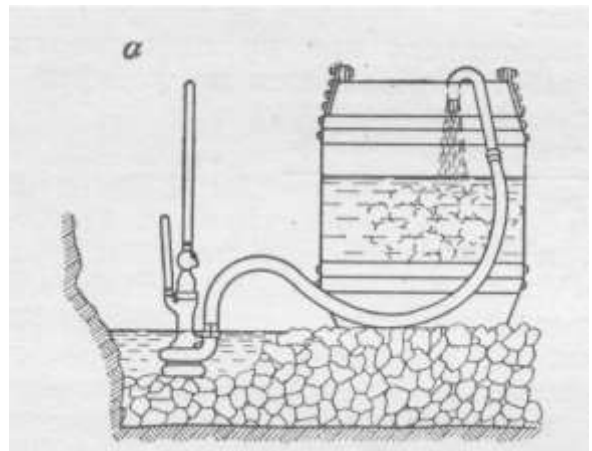


рис. 3.35.

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.

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

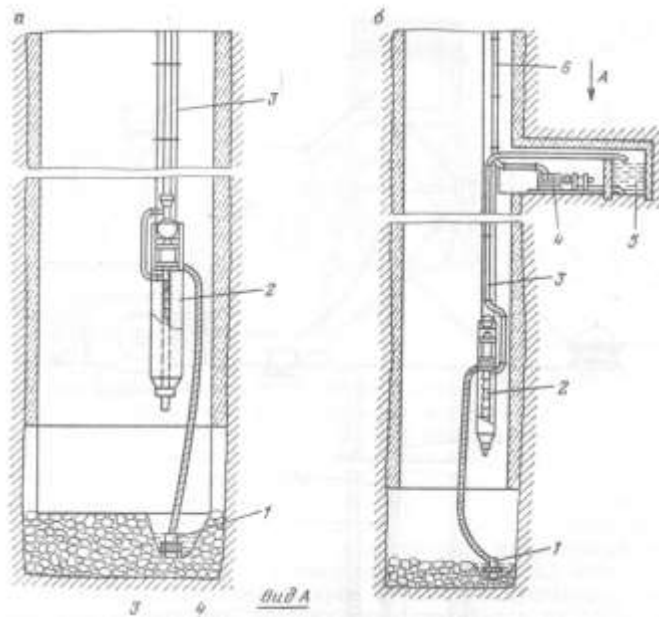


рис. 3.37.

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-ЗС.

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 0,3м<sup>3</sup>/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.

## Урок №20 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).

## 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 нагребные лапы, гребковые, гребково-роторные



рис. 4.11.

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

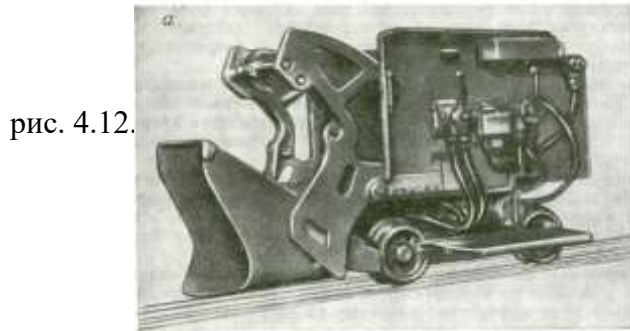


рис. 4.12.

а - периодического действия;



рис. 4.13.

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.

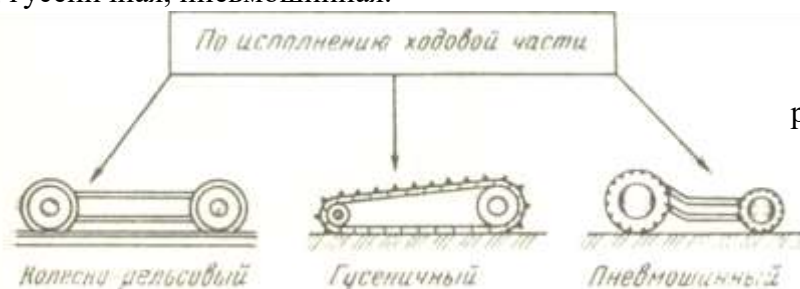


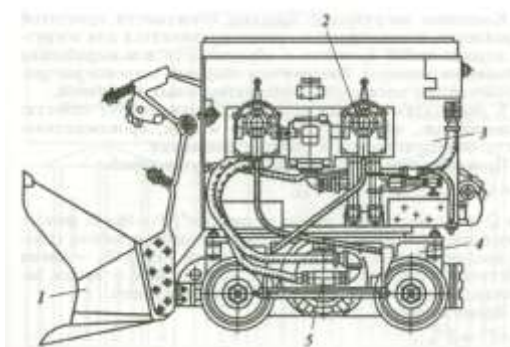
рис. 4.15.

**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	1 ПНБ-2	2 ПНБ-2
Техническая производительность, м <sup>3</sup> /мин	0,8	1	1,25	2,2	2,5
Мощность двигателей, кВт	17,7	36,8	37,2	31	70
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	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.

### Транспортировка горной породы

При проходке подземных горных выработок различают следующие способы проходки горных выработок

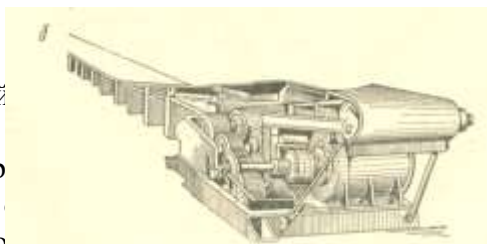
#### 2.1 для горизонтальных горных выработок

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.

Ленточный тягач с приводным барабаном и хвостовой 3 барабаном. Движение ленты передается ролик. Ролики укрепляются на верхнюю (обычно грузовой) ветвь и через 2-3м по нижней (холостой) ветви. Для натяжения ленты служит натяжное устройство.



транспортное устройства, несущим и кая лента 2, огибающая приводной 1 держащим ролик 5. Движение ленты происходит за счет трения между барабаном и лентой. Ролики устанавливаются через 1-1,5м на верхней ветви и через 2-3м по нижней (холостой) ветви. Для натяжения ленты служит натяжное устройство.

Конвейерная лента из хлопчатобумажной или синтетической ткани. Ролики помещаются между ними и скрепляются в одно целое производится вулканизацией. Ткань придает ленте прочность, резиновые обкладки защищают ее от механических повреждений и влаги.



Конвейерная лента из хлопчатобумажной или синтетической ткани. Ролики помещаются между ними и скрепляются в одно целое производится вулканизацией. Ткань придает ленте прочность, резиновые обкладки защищают ее от механических повреждений и влаги.

Конвейерная лента из хлопчатобумажной или синтетической ткани. Ролики помещаются между ними и скрепляются в одно целое производится вулканизацией. Ткань придает ленте прочность, резиновые обкладки защищают ее от механических повреждений и влаги.

Широкое применение находят резинотросовые ленты, у которых вместо ткани завулканизированы вместе с двумя прокладками стальные тросы диаметром 1,5-5мм, 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 1200мм. Несущая ветвь ленты имеет желобчатую форму, холостая –

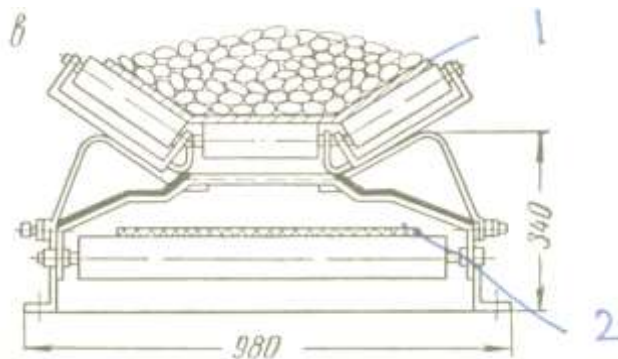


рис. 4.41.

плоскую.

## Лотковая форма грузовой ветви ленточного конвейера

Ленточные конвейеры применяются в горизонтальных выработках и наклонных при транспортировании насыпного груза вверх до  $18^{\circ}$  и вниз до  $15^{\circ}$  при больших грузопотоках.

Пластинчатые конвейеры применяют для транспортирования грузов по горизонтальным выработкам, криволинейным в плане и профиле, а также для крутонаклонных выработок (до  $35^{\circ}$ ). При этом минимальный допустимый радиус поворота выработки составляет в плане 20м, в вертикальной плоскости 60м, максимально допустимый угол одного изгиба  $50^{\circ}$ .

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

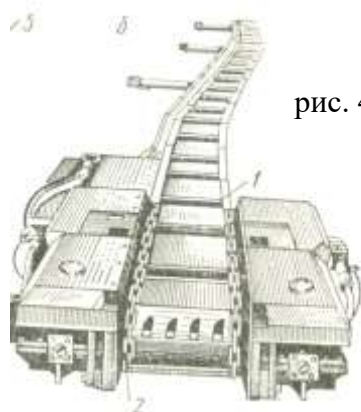


рис. 4.43.

Пластинчатый конвейер П65

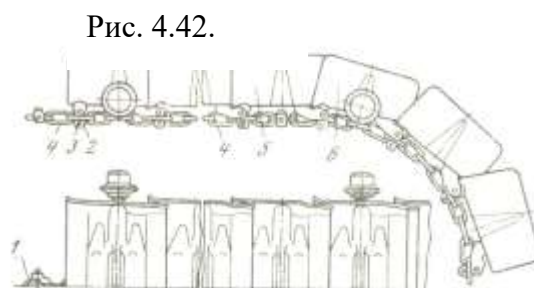


Рис. 4.42.

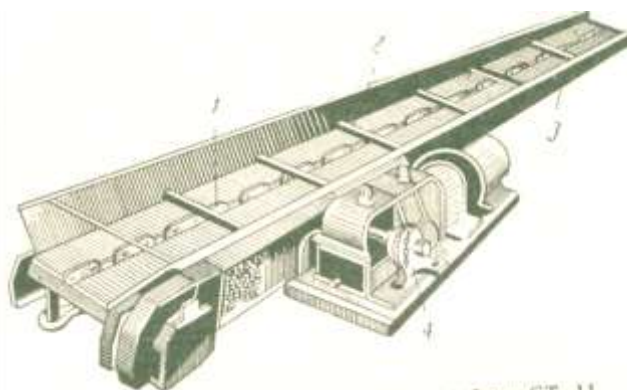
рис. 4.44.

### Пластинчатый конвейер Несущее полотно конвейера

*1 – металлические пластины; 2 – бесконечные цепи;*

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.

**Скребокковые конвейеры** применяют для транспортирования угля и породы при углах установки вверх до  $35^{\circ}$ , вниз до  $25^{\circ}$ . В последние годы с целью увеличения скорости проведения подготовительных выработок для механизации транспортирования угля и породы применяются скребокковые 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).





Ширина выпускного отверстия принимается в 4-5 раз больше размера наибольшего куска породы, выпускаемой через люк.

Транспортировка горной породы при помощи электровозов и вагонеток

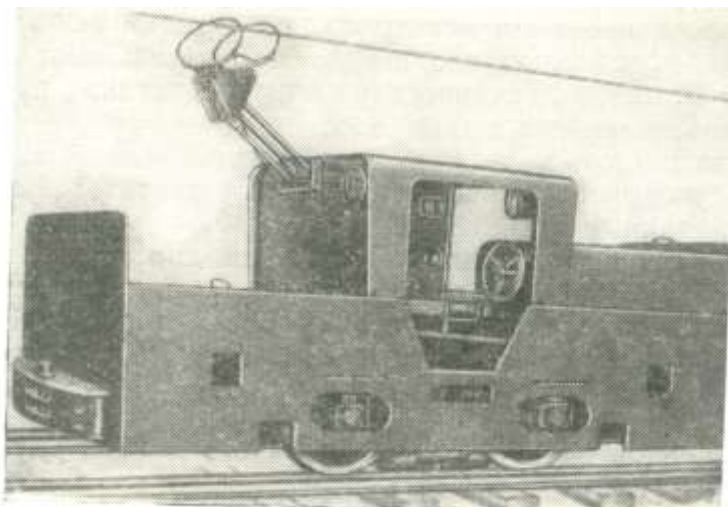
### **2 Откатка по рельсовым путям.**

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.

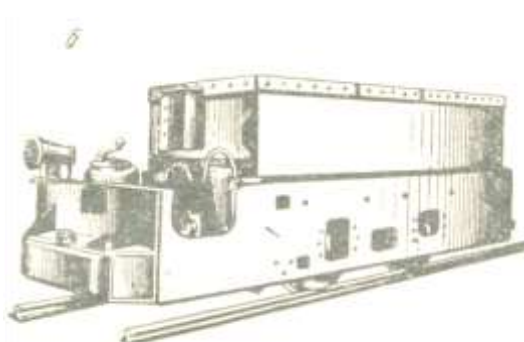


рис. 4.49.

*Аккумуляторный электровоз.*

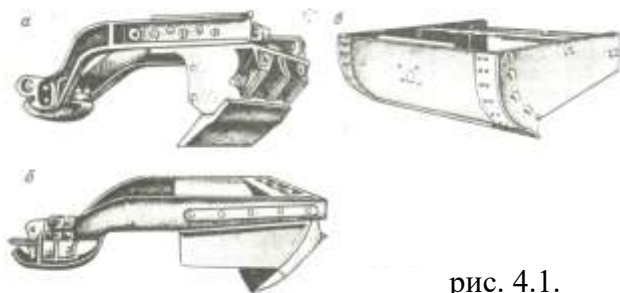
1. При проходке горно-разведочных выработок в основном применяются малогабаритные легкие аккумуляторные электровозы АК-2У, 4.5АРП2М и 5АРВ (АРВ - взрыво-безопасный, АРП – повышенной надежности). Сцепной вес 20,45

и 50 КН. У рудничных электровозов все оси ведущие, поэтому их сцепной вес равен весу электровоза. **Скрепирование**

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

Скреперная установка состоит из самого скрепера, скреперной лебедки, канатов

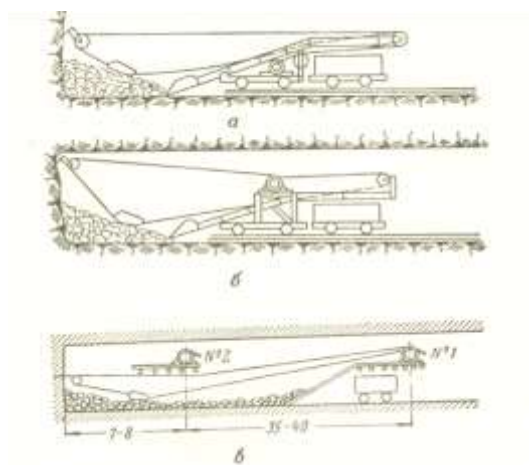
**Скреперы** бывают гребковые СГ и ящичные СЯ, гребковые скреперы применяются в крепких породах крупнокусковых, ящичные (коробчатые) – при уборке сыпучих, мелкокусковых пород.



*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-

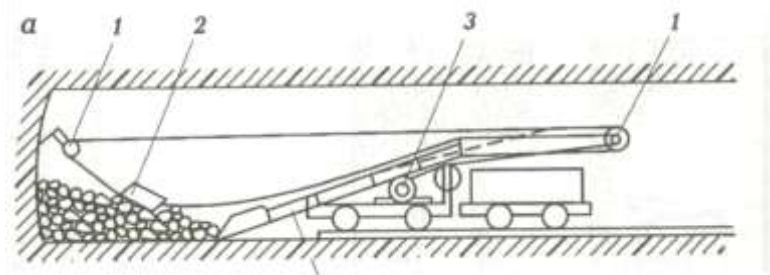
- а – металлический передвижной полк с лебедкой под полком;*
- б – металлический передвижной полк с лебедкой над полком;*
- в – деревянный скреперный полк.*

рис. 4.3.



разведочных выработок со скреперной уборкой породы следующие:

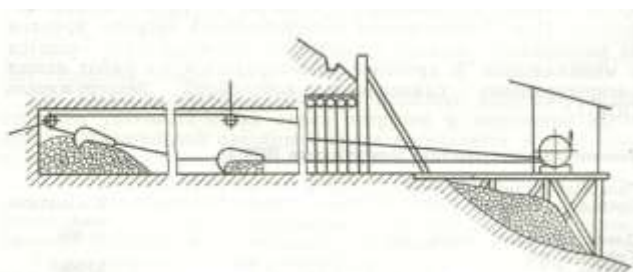
2. Погрузка породы в вагонетки.



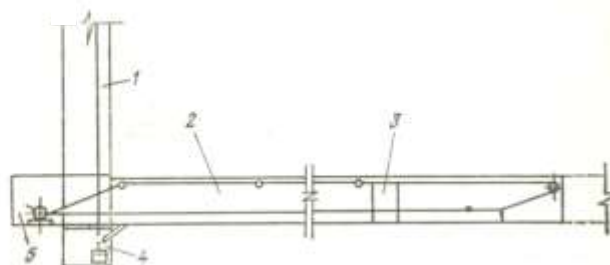
1-блок 2-скрепер 3-лебедка 4-полок

3. 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.

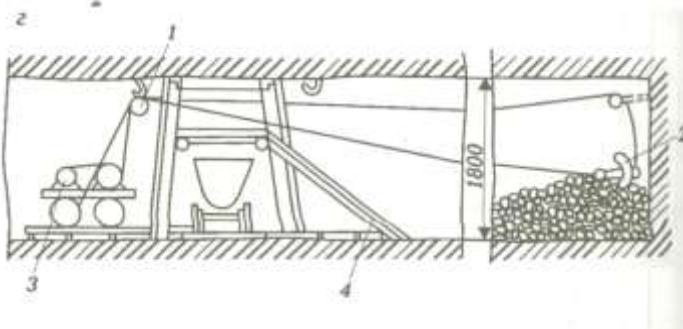


4. уборка породы из расчески, пройденной из горизонтальной выработки



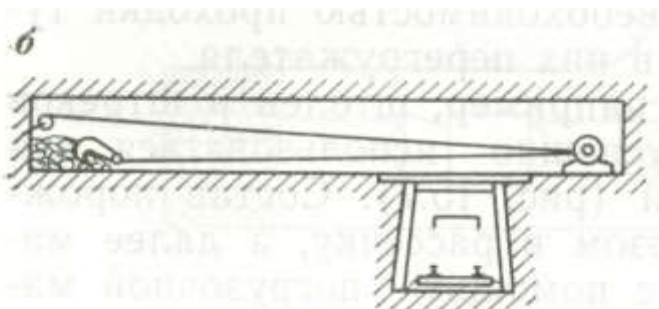
1-блок 2-скрепер 3-лебедка 4-полок

5. уборка породы из расчески, пройденной из шурфа

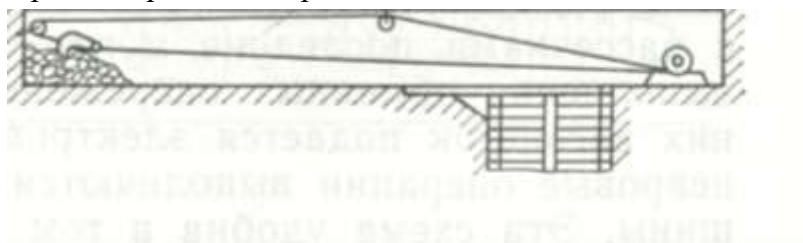


1 – шурф;  
2 - расческа;  
3 – ниша для бурового  
инструмента;  
4 – зумпф;  
5 – камера скреперной лебедки.

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



6. уборка породы из расщелины, 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.

## Урок №21 Крепление горно-разведочных выработок

**План:**

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

### 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.

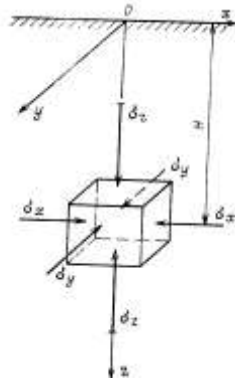
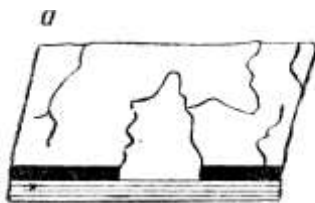


Схема к определению напряженного состояния массива горных пород

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.

## **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 (полиэтиленнолиамин, 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.

### 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

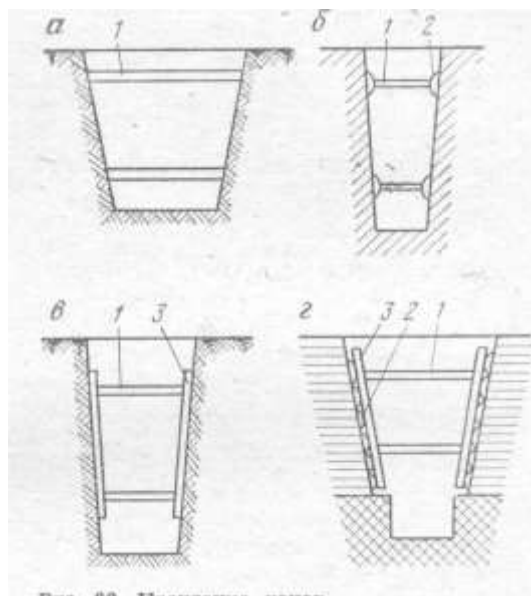


рис. 5.6.

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)

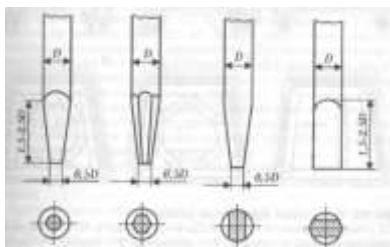
В породах менее устойчивых делают сплошное крепление: стенки канавы сплошь забирают досками или горбылями и расклинивают рамами, состоящими из стоек, установленных по стенке, канавы и распорок. Распорки и стойки скрепляют скобами. Стойки и распорки готовят из досок толщиной 40-50 мм, толстых горбылей, 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

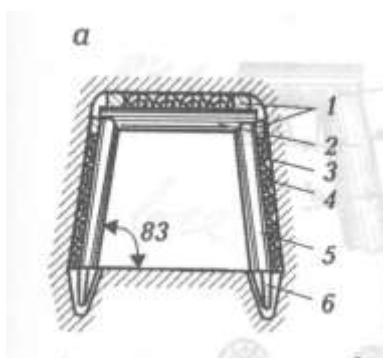


Заделка нижних концов стоек податливой крепи

рис. 5.7.

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

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

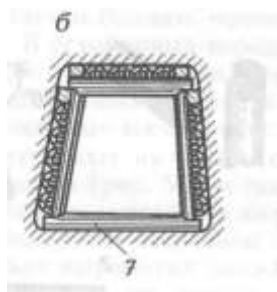


- 1 – клинья;
- 2 – верхняк;
- 3 – затяжка;
- 4 – забутовка;
- 5 – стойка;
- 6 – лунки для стойки.

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

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

3. **Крепёжь сплошная** – 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

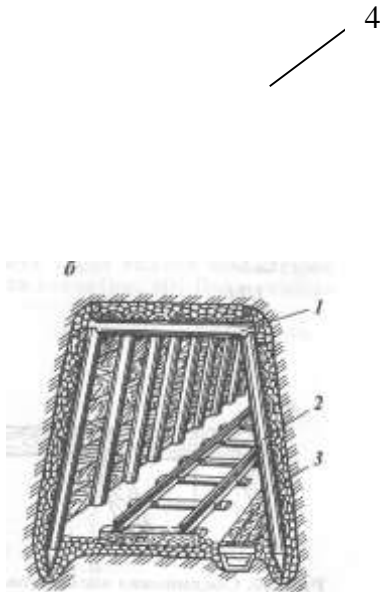
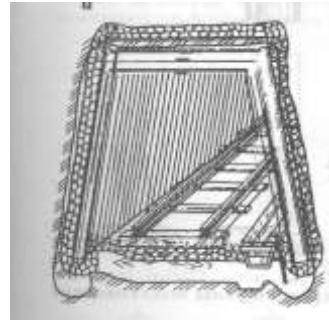


рис. б



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

4. Крезь 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).

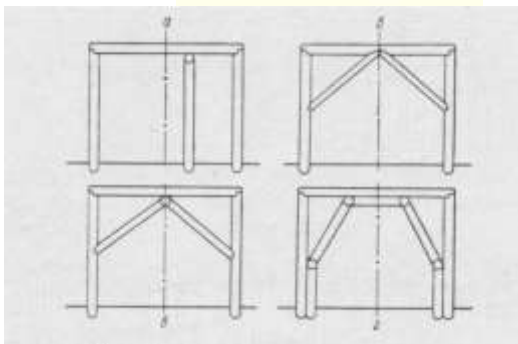


рис. 5.11.

рис. 5.14.

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

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

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

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

д

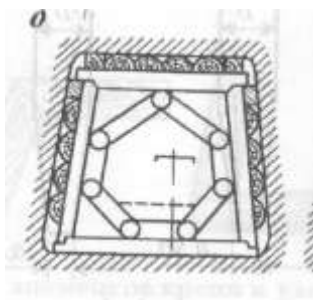


рис. 5.15.

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.

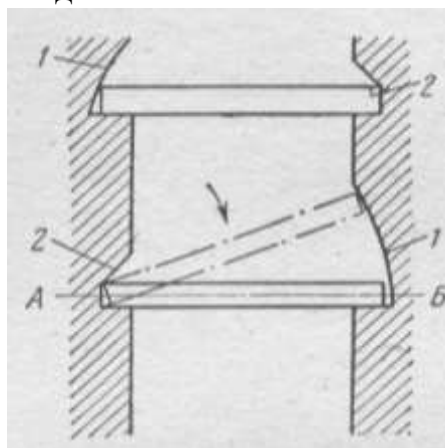
$l$  – расстояние от конца отвеса до стойки

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 расclinка 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.



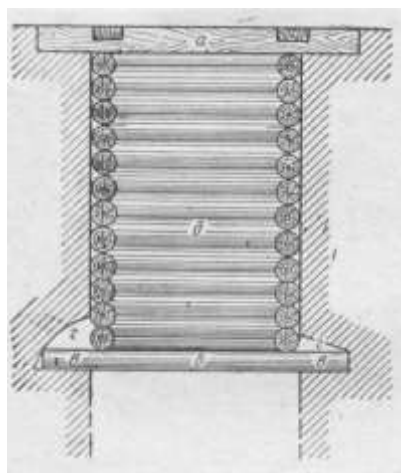
- 1 – заводные лунки;  
2 – простые (опорные) лунки;

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.

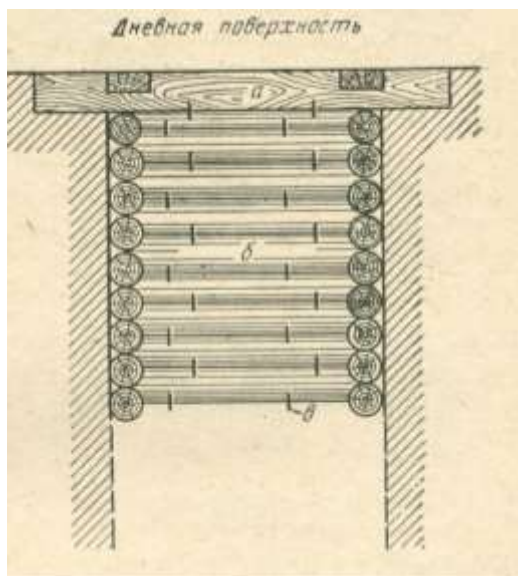
Сначала укладывается основной венец, а затем на него - промежуточные венцы. Горизонтальность установки венца проверяют уровнем. После укладки каждого промежуточного венца выверяют его горизонтальность и правильность положения в вертикальной плоскости и производят его расклинку по всем четырем углам. 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  $\pm 1$  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.

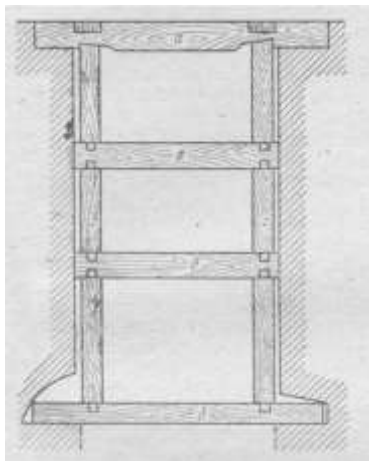
**Венцовое крепление** на стойках применяют в крепких и устойчивых породах. Крепление в звене снизу вверх. Укладывают основной венец и по углам его ставят четыре

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

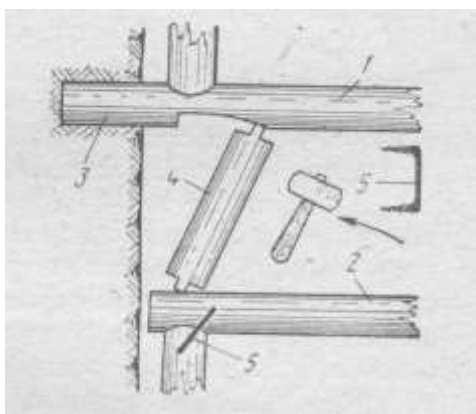
рис. 5.20.



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.

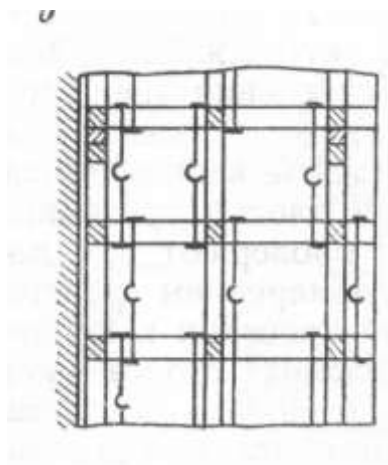


рис. 5.22.

## 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.

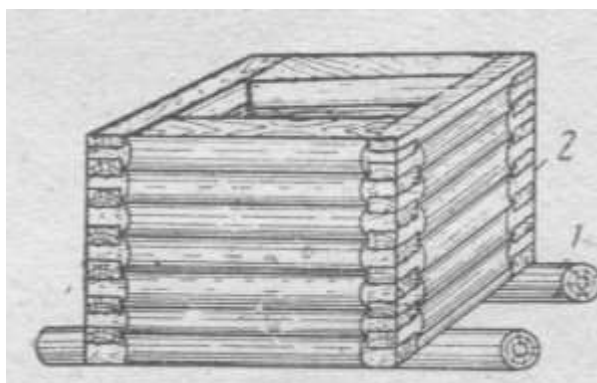


рис. 5.23.

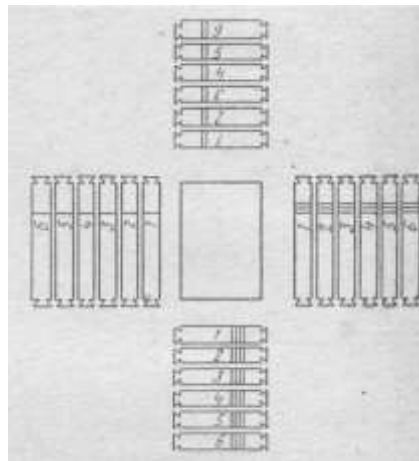


рис. 5.24.

Общий вид венцовой крепи, собранной на поверхности

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

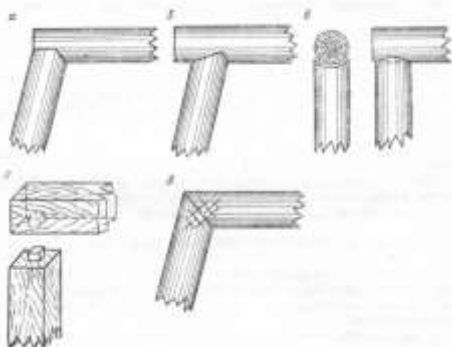
Расположения венцов около устья шурфа

**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 2м<sup>2</sup>.

### Типы замков.

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

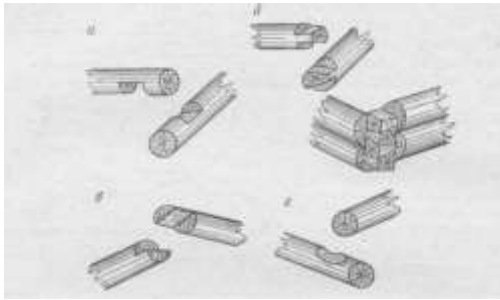
- 1). При креплении горизонтальных выработок



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



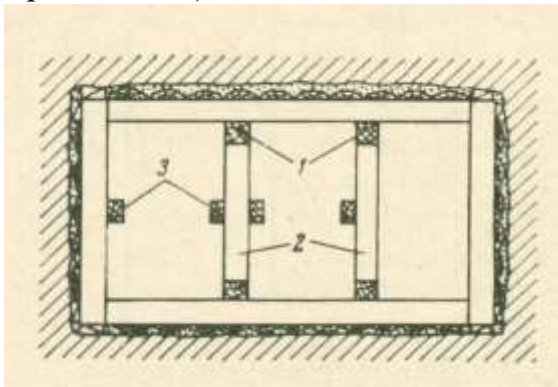
- а - в полдерева;
- б - в косой замок или ласточкин хвост;
- в - в лапу;
- г - в паз.

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.



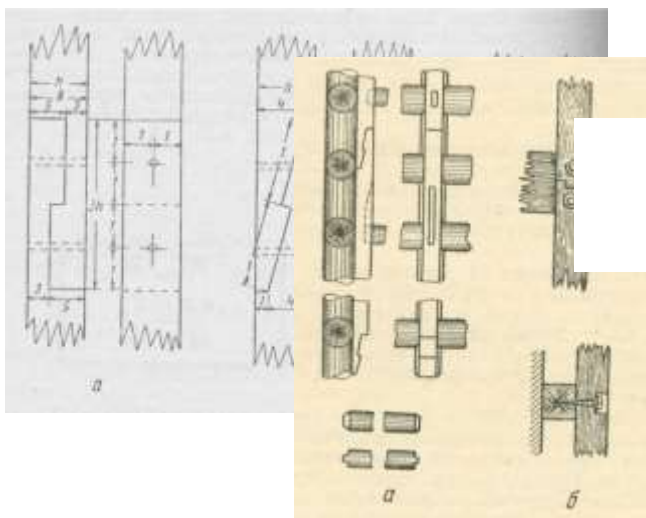
#### Сечение ствола шахты

- 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

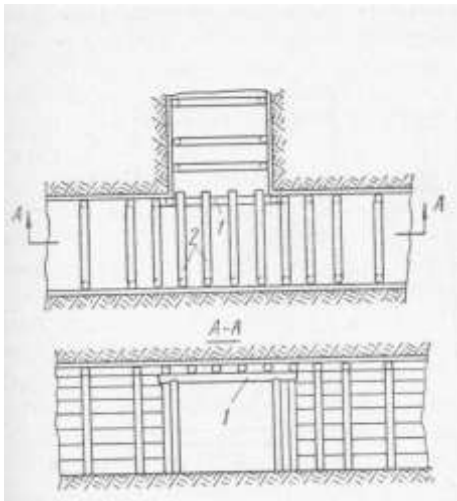
а и б – соединение звеньев вандрутов накладным замком,  
в и г – соединение звеньев вандрутов натяжным замком.

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

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

## 3.5 Крепление сопряжений.

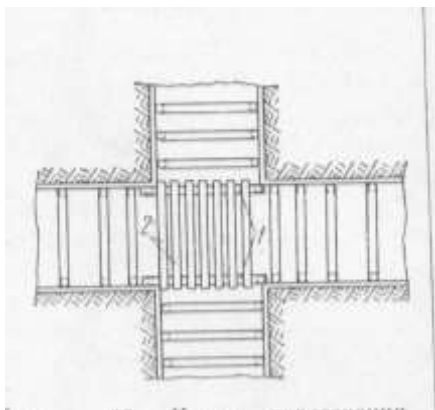
### 1. Горизонтальных выработок



#### Крепль прямого сопряжения

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

рис. 5.31.



#### Крепль пересечения выработок

1 – камерные рамы;  
2 – верхняки.

рис. 5.32.

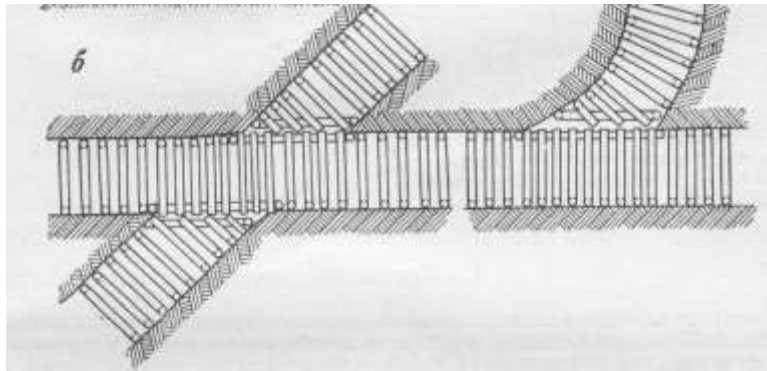


рис. 5.33.

Камерная рама выдерживает большую нагрузку, чем рядовая крепежные 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.

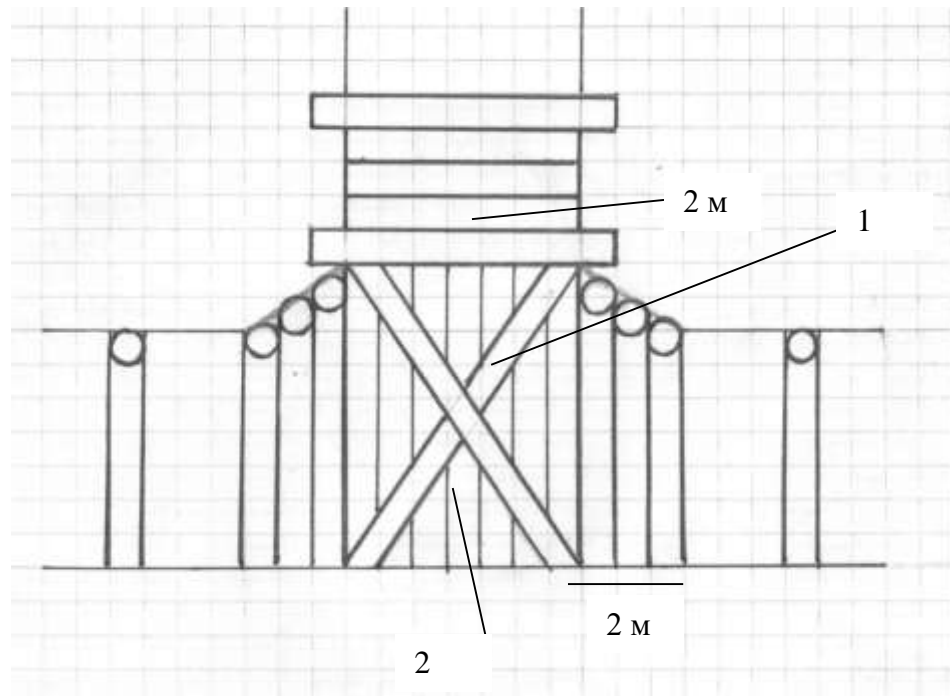


рис. 5.34.

*Крепление сопряжения.*

*1 – крепежный станок; 2 – затяжка.*

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

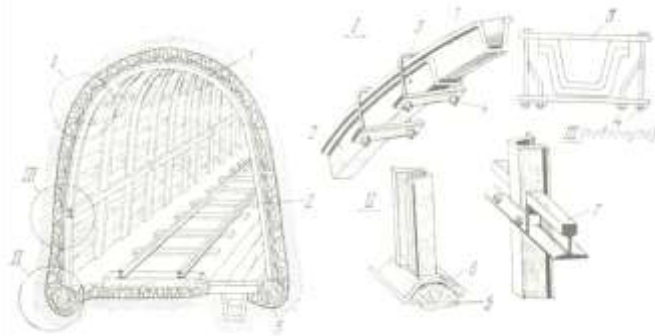


рис. 5.38.

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  $25^\circ$ , 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 обпол 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.

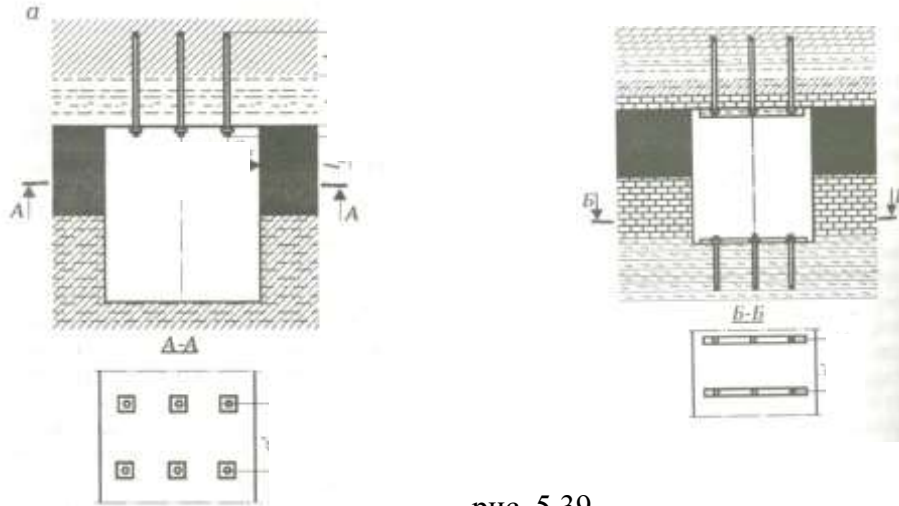


рис. 5.39.

#### 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 анкеры 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 анкеры.

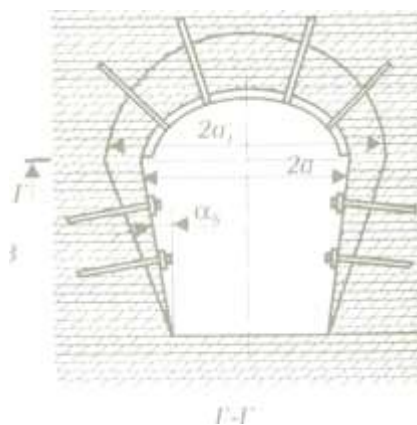


рис. 5.40.

$a$  – штанги с металлическим арочным подхватом и с затяжкой из сети.

## Практическое занятие №6

### *ВЫБОР КРЕПИ*

Если шурф проходится в породах средней крепости, по ПБ 2 м устья и 2 м сопряжения крепятся сплошной венцовой крепью, а далее венцовой на стойках с затяжкой стенок на 50 %, 100 % или без затяжки.

Расчет расхода леса.

1. Количество основных венцов

$$n_o = \frac{H}{e_o}, \text{ шт} \quad (4.109)$$

где

$H$  – глубина шурфа, м

$e_o$  – расстояние между основными венцами, м

$e_o = 2,0$  м (может быть 2,0; 4,0; 6,0 м)

2. Количество промежуточных венцов

1.1. для сплошной крепи

$$n_{\text{пром.}} = \frac{H_{\text{спл.}}}{d} - \frac{H_{\text{спл.}}}{e_o}, \text{ шт} \quad (4.110)$$

где

$e_o$  – расстояние между основными венцами, м

$H_{\text{спл.}}$  – величина сплошного крепления, м

$d$  – диаметр крепи, м

1.2. для венцового на стойках

$$n_{\text{ст.}} = \frac{H_{\text{ст.}}}{e_o} - \frac{H_{\text{ст.}}}{2,0}, \text{ шт} \quad (4.111)$$

где

$H_{ст}$  – величина крепления на стойках, м

$$P_{ст} = H - H_{спл.}, \text{ м} \quad (4.112)$$

$\ell_{б}$  – длина бабки (стойки)  $\ell_{б} = 1,0$  м

Всего промежуточных:  $P_{пром} = P_{спл} + P_{ст}$ , шт (4.113)

2. Количество стоек (бабок)

$$P_{б.} = \frac{H_{см}}{\ell_{б}} * 4, \text{ шт} \quad (4.114)$$

4. Расход рудостойки на промежуточные венцы

$$V_{пром} = (2l_{кор.пр.} + 2l_{дл.пром.}) * P_{пром} * d^2 * M^3 \quad (4.115)$$

где

$\ell_{укор.пр.}$  – длина короткой стороны промежуточного венца

$\ell_{дл.пром}$  – длина длинной стороны промежуточного венца

$d^2$  – площадь круглого леса в складской массе, м<sup>2</sup>

5. Расход рудостойки на основные венцы

$$V_{о} = (2l_{кор.о.} + 2l_{дло}) * P_{о} * d^2, \text{ м}^3 \quad (4.116)$$

По короткой стороне основные венцы имеют пальцы длиной 30 см, а  $l_{дло} = l_{дл.пром.}$

6. Расход рудостойки на бабки

$$V_{б} = P_{б} * d^2, \text{ м}^3 \quad (4.117)$$

7. Расход рудостойки на вандруты

$$V_{в} = 2Nd^2, \text{ м}^3 \quad (4.118)$$

8. Расход рудостойки на расстрелы

$$V_{р} = \frac{H}{1,0} * d^2 * \ell_{укорсв}, \text{ м}^3 \quad (4.119)$$

где  $\ell_{корсв}$  – короткая сторона сечения шурфа в свету, м

9. Всего рудостойки

$$V_{об} = V_{о} + V_{пр} + V_{ст} + V_{в} + V_{р}, \text{ м}^3 \quad (4.120)$$

10. Расход рудостойки на 1 пог.метр выработки

$$V_{р} = \frac{V_{об}}{H}, \text{ м}^3 \quad (4.121)$$

Если в проекте несколько шурфов, то всего рудостойки

$$V^o = V_{р} * N_{сб}, \text{ м}^3 \quad (4.122)$$

11. Расход горбыля на затяжку.

$$V_2 = (2l_{корпр} + 2l_{длпр})N_{ст} t_{зат} * \frac{\% \text{ зат.}}{100}, \text{ м}^3 \quad (4.123)$$

где

$N_{ст.}$  – величина венцевого крепления на стойках, м

$t$  – толщина затяжки (доски, горбыль).

Из практических длинных + 3-4 см.

% затяжки принимается в зависимости от устойчивости пород

50 % или 100 %

12. Расход горбыля на 1 м выработки



$$V_2 = \frac{V_2}{H_{ст}}, \text{ м}^3 \quad (4.124)$$

13. Общий расход горбыля. Если в проекте несколько шурфов

$$V_{ог} = V_{г} N_{общ.}, \text{ м}^3 \quad (4.125)$$

14. Расход досок на обшивку лестничного отделения

$$V_{об} = V_2 * N_{общ.ст}, \text{ м}^3 \quad (4.126)$$

- толщина доски, м  $tg = 5-4 \text{ см}$

15. Расход досок на полки

$$t_n = \frac{S_{cc} - (0,6 * 0,7)H * tg}{4}, \text{ м}^3 \quad (4.127)$$

0.6\*0.7 – размер лаза

16. Расход бруса на лестницы

0,3 м расстояние между ступеньками

$$V_{бр.} = (24 + \frac{H}{0,3} * 0,4) S_{бр}, \text{ м}^3 \quad (4.128)$$

0,4 м. – ширина лестницы  $S_{бр}$ , м<sup>2</sup> площадь бруса, брус 12\*15

### **РАСЧЕТ К ПАСПОРТУ КРЕПЛЕНИЯ**

Выбрать тип крепления по ПБ устье 5 м и сопротивление 2 м сплошными дверными окладами (крепежных рам).

2. Количество крепежных рам

2.1. для сплошной крепи

$$P_{спл} = \frac{L_{спл}}{d}, \text{ шт.} \quad (4.131)$$

где

$L_{спл}$  – величина крепления сплошной, м

$d$  - диаметр крепи, м

1.2. Для крепления вразбежку

$$P_{разб.} = \frac{L_{разб.}}{e_{окл}}, \text{ шт} \quad (4.132)$$

где

$L_{разб.}$  – величина крепления вразбежку, м

$e_{окл}$  – расстояние между окладами  $e_{окл} = 0,5-1,2 \text{ м}$ , в зависимости от устойчивости пород.

Всего окладов:  $P_{окл.} = P_{спл.} + P_{разб.}$ , шт

3. Расход рудостойкости

$$V_p = (\ell_v + 2 \ell_{ст}) n_{окл} d^2, \text{ м}^3 \quad (4.133)$$

где

$\ell_v$  – длина верхняка, м

$\ell_k$  – ширина по кровле вчерне, м

$\ell_v = \ell_k + 0,2$ , м

$\ell_c$  – высота стойки, м

$\ell_{ст} = h + 0.2 \text{ м}$

$h$  – высота выработки вчерне, м

4. Расход рудостойки на 1 м выработки

$$V_p = \frac{V_p}{L}, \quad (4.134)$$

где

L – длина выработки, м Если в проекте несколько выработок

5. Общий расход рудостойки

$$V_o = V_p * L_{\text{общ}}, \text{ м}^3 \quad (4.135)$$

где

L – длина выработок

5. Расход горбыля на затяжку

$$V_2 = (\ell_v + 2e_{\text{ст}}) L_{\text{разб}} * t_{\text{зат}} * \frac{\% \text{зат}}{100}, \text{ м}^3 \quad (4.136)$$

где

t<sub>зат</sub> – толщина затяжки, м

%зат. – процент затяжки, 50% или 100%

6. Расход горбыля на 1 м выработки

$$V_2 = \frac{V_r}{L_{\text{разб}}}, \text{ м}^3 \quad (4.137)$$

7. Если в проекте несколько выработок, то посчитать

$$V_{\text{об}} = V_2 * L_{\text{разб.общ.}}, \text{ м}^3 \text{ общий расход горбыля} \quad (4.138)$$

### Рассчитать расход леса и составить паспорт.

БИЛЕТ №1.

Определить расход леса для следующих условий: Проходится шурф сечением 4м<sup>2</sup> (1,25м x 1,6м) 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 1,25м<sup>2</sup> (1м x 1,25м) 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<sup>2</sup> (2,5м x 1,6м) 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 4,0м<sup>2</sup> (2,5x1,6). Диаметр крепи 18см, толщина затяжки 3см.

БИЛЕТ №5.

Проходится шурф глубиной 20м в породах XIV категории средней устойчивости без орта S в свету 1,5м<sup>2</sup> (1x1,5). 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  $S_{св}=4,0$  (1,6x2,5). Диаметр крепи 16см, затяжка 3см.

БИЛЕТ №7.

Проходится шурф глубиной 40м в породах 4м – III категории, остальные XI категории средней устойчивости без рассечки.  $S_{св}=4,0м^2(2,5x1,6)$  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,  $h=2580мм$ ).

Список использованной литературы:

1. Башлык С.М. және Загибайло Г.Т. «Бурение скважин»
2. Володин И.Ю. «Основы бурения»
3. Шехурдин В.К. «Горное дело»
4. Советов К.С. және Жабин Р.И. «Основы бурения и горного дела»
5. Яринен Л.Я. «Горное дело»
6. Шамшев Ф.А., Тараканов С.Н «Технология и техника разведочного бурения»