



*П.П. Вирвінський*

*Ю.Л. Кузін*

*В.Л. Хоменко*

# **ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНА СПРАВА**

для студентів напрямку "Геологія"

**Дніпропетровськ  
НГУ  
2014**

## ГІРНИЧО-РОЗВІДУВАЛЬНІ РОБОТИ

Основні завдання проведення гірничо-розвідувальних робіт – оконтурювання родовища, визначення якості корисної копалини шляхом випробування, розподіл його на сорти, з'ясування умов залягання, підрахунок запасів. Не менш важливо вивчити гірничотехнічні й економічні фактори, що впливають на вибір системи розробки розвіданих родовищ.

Це може досягатися шляхом проведення поверхневих гірничих виробок (канави, шурфи), а також роботами з використанням необхідного комплексу геофізичних і геохімічних досліджень. У складних умовах можуть застосовуватися підземні гірничі виробки (штольні, розвідувальні шахти).

У подальшому збирають необхідні дані для складання технічного проекту розробки родовища чи окремих його частин, призначених для промислового освоєння.

І нарешті, під час експлуатації гірничовидобувного підприємства удосконалюються уявлення про форму рудних тіл, розподіл сортів руд і умови залягання корисної копалини. Це проводиться на капітальних підготовчих і експлуатаційних гірничих виробках. За цими даними розширюється сировинна база експлуатаційного підприємства.

### 14. ВИДИ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

**Навчальні цілі:** у результаті вивчення розділу студент повинен знати види гірничих виробок, їх призначення, уміти визначати їх параметри.

Звичайно на розвідувальних роботах застосовують розчистки, копуші, канави, траншеї, шурфи, дудки, розвідувальні шахти, штольні, квершлагги, штреки, розсічки, підняттяві, уклони (рис. 14.1).

#### 14.1. Поверхневі виробки

**Розчистка** – виробка у вигляді виїмки, зроблена з метою оголення корінних порід. Розчистки проводять вручну при потужності наносів 0,5–0,6 м. Розміри розчистки: нижня 0,2×0,2 м, верхня 0,4×0,4 м.

**Копуша** – виробка у вигляді виїмки, проведена для взяття проби корінних порід. Розміри копуші: верхня до 1×1 м, нижня 0,5×0,6 м, глибина до 1 м.

**Розвідувальна канава** – виробка, проведена з метою пошуків виходів корисних копалин на поверхню землі при невеликій потужності наносів, що перекривають корінні породи. Глибина канави в межах 1,5–3 м, рідко досягає 5 м, ширина по низу 0,5–0,7 м. При довжині більше ніж 50 м канава називається магістральною.

**Розвідувальна траншея** – виробка, що має порівняно з канавою великі поперечні розміри. Довжина може перевищувати 100 м, ширина складає 70 м, а глибина – 20 м.

## 14.2. Підземні виробки

**Шурф** – вертикальна гірнича виробка, проведена з поверхні, прямокутного чи круглого перерізу розміром від 1,25 до 4 м<sup>2</sup>, глибиною до 5–10 м, рідше до 30–40 м при значній потужності пухких відкладів для розкриття і розвідки приповерхневих частин крутоспадних тіл.

**Розвідувальна шахта** проводиться при пологому рельєфі глибиною 60–100 м. Може бути з вертикальним чи похилим стовбуром, що має безпосередній вихід на поверхню для обслуговування підземних робіт. Стовбур обладнується підйомною установкою для спуску й підйому людей і вантажів; усередині прокладають кабелі та труби для водовідливу й інших цілей, через нього подають свіже повітря.

**Штольня** – горизонтальна чи з невеликим ухилом гірнича виробка, що проведена в гірській місцевості, призначена для обслуговування гірничих робіт при розвідці чи експлуатації родовища.

**Квершлаг** – горизонтальна гірнича виробка, що не має безпосереднього виходу на поверхню, проведена у вмісних породах вхрест простягання. Призначення – забезпечити доступ до корисної копалини, транспортування вантажів, пересування людей, вентиляцію й ін.

**Штрек** – горизонтальна виробка, проведена за простяганням похило залягаючого родовища чи в будь-якому напрямку. Призначення – пересування людей, транспортування вантажів, провітрювання й ін.

**Підняття** – вертикальна чи похила гірнича виробка, проведена з нижнього горизонту на верхній з метою розвідки корисної копалини чи для вентиляції, спуску руди і породи, доставки матеріалів тощо.

**Уклон** – підземна похила виробка, що не має безпосереднього виходу на поверхню, проведена по корисній копалині зверху вниз для обслуговування гірничо-розвідувальних робіт на нижньому горизонті, а також для підйому корисної копалини.

**Розсічка** – підземна горизонтальна виробка, що проведена з інших виробок для встановлення границь зрудніння, пошуків і розвідки окремих тіл корисних копалин.

**Камерні виробки** – підземні гірничі виробки, що при порівняно великих поперечних розмірах мають невелику довжину і призначені для розміщення устаткування, матеріалів та різних служб.

Горизонтальну гірничу виробку для видобутку корисної копалини, яку пройдено вхрест простягання шару і яка не має виходу на поверхню, називають **ортон**, устя якого розташовують у бічній частині штреку.

**Бремсберг** – підземна гірнича виробка, що не має безпосереднього виходу на земну поверхню, створена відповідно до напрямку падіння чи до покладу корисної копалини і призначена для спуску корисної копалини на відкотний горизонт чи на поверхню шахти. Оснащена конвеєрною установкою.

**Гезенк** – вертикальна виробка, що не має безпосереднього виходу на поверхню і призначена для спуску корисної копалини на відкотний горизонт. Може бути використаний для вентиляції і спуску (підйому) людей, устаткування.

**Піч** – підземна гірнича виробка, проведена по підняттю продуктивного шару чи покладу і призначена для провітрювання, пересування людей і транспортування вантажів.

**Просік** – підземна гірнича виробка, створювана в товщі корисної копалини за простяганням і призначена для провітрювання, пересування людей і транспортування вантажів. З'єднується зі штреком звичайно за допомогою печей.

**Пристовбурний двір** – сукупність виробок, що слугують для з'єднання шахтного стовбура з іншими виробками шахти і розміщення деяких загальношахтних виробничих служб (водовідливу, електропідстанції, електровозного гаража, складу протипожежного інвентарю).

### 14.3. Елементи гірничої виробки

Початок підземної виробки, яким вона примикає до поверхні землі чи іншої виробки, називається устям. Протилежна сторона, що переміщується в результаті виїмки корисної копалини, називається вибоєм.

Гірські породи зверху виробки називають покрівлею, знизу – ґрунтом.

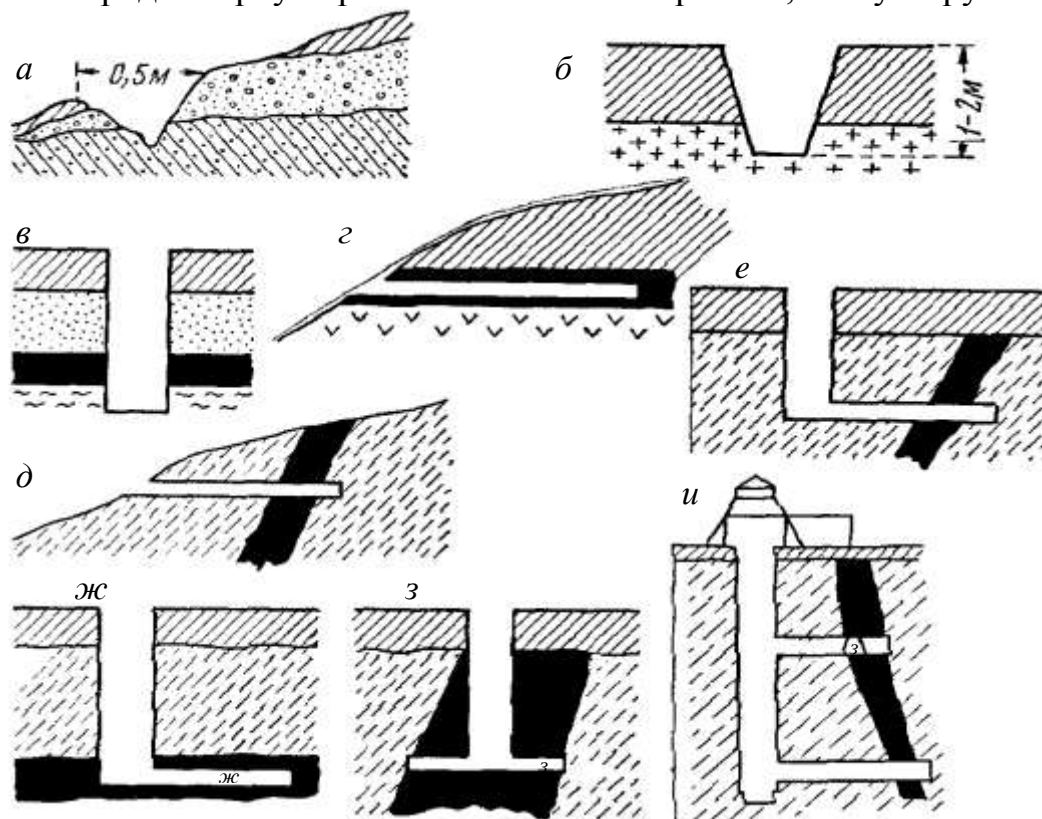


Рис. 14.1. Гірничі виробки:

*a* – копуша; *б* – канава; *в* – шурф; *г, д* – штольні; *е* – шурф з квершлагом; *ж* – шурф із штреком; *з* – шурф з ортами; *и* – шахта з гезенком та підняттевою

### Висновок

У цьому розділі розглянуті види гірничих виробок, їх призначення, елементи виробок.

### Контрольні питання

1. На яких стадіях розвідки використовують поверхневі виробки?
2. Розміри стовбурів шахт.
3. Призначення штреку, квершлагоу.
4. Різниця між штреком та штольнею.
5. Призначення підняттевої.
6. Призначення пристовбурного двору.

## 15. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ГІРНИЧО-РОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ

**Навчальні цілі:** у результаті вивчення розділу студент повинен знати засоби проходки гірничих виробок залежно від порід, уміти робити геологічний опис виробок.

### 15.1. Механізовані та ручні гірничі роботи

У тих випадках, коли гірничі роботи проводяться в м'яких, сипучих чи тріщинуватих породах, відділення їх може здійснюватися за допомогою різних машин і механізмів і навіть вручну (лопат, заступів, кайл, клинів). Механізований спосіб гірничих робіт припускає застосування екскаваторів, бульдозерів, скреперів, спеціальних прохідницьких агрегатів – шурфокопачів, відбійних молотків і пневматичних лопат.

Вибір технології та устаткування визначає способи механізації при розвідці й розробці родовищ, при цьому враховують обсяг розвідки чи розробки, фізико-механічні властивості гірських порід, тріщинуватість, вид транспорту, труднощі підведення електрики.

**Навантажувач** являє собою тракторний агрегат, призначений для виймання порід, перевезення їх на невеликі відстані. Робочим органом слугує ківш, упроваджуваний у вибій внаслідок зусилля, створюваного рухом самого навантажувача. При проведенні геологорозвідувальних виробок і під час видобутку корисної копалини навантажувачі можна використовувати на допоміжних роботах (зачищенню підошви, виймання рудних включень тощо). Невеликі розміри і висока мобільність дозволяють застосовувати їх і при проведенні гірничо-розвідувальних робіт на невеликих ділянках.

**Екскаваторами** здійснюється не тільки виймання порід, але і навантаження їх на засоби транспортування чи у відвал на деяку відстань від вибою. Принцип дії екскаваторів полягає у впровадженні ковша у вибій під впливом підймальних і напірних зусиль, переданих на ківш за допомогою підйомного каната чи гідравлічного пристрою. Технологічні умови, у яких можуть бути застосовані екскаватори, дуже різноманітні. Це пояснюється їхньою високою універсальністю, великою кількістю типорозмірів і різноманітністю експлуатаційних властивостей. Екскаватори використовуються при проходці каналів і траншей. Вони розділяються на одно- і багатоківшеві. Робочим інструментом одноківшевих екскаваторів є ківшева лопата. Розрізняють пряму і зворотню лопату. Для проходки каналів і траншей і на деяких допоміжних роботах (зачищення покрівлі й шару ґрунту, риття котлованів тощо) застосовують екскаватори, оснащені зворотною лопатою. Їх використовують при проведенні гірничо-розвідувальних робіт і розробці родовищ відкритим способом у тих випадках, коли черпання необхідно проводити нижче робочої площадки, а також при значній обводненості порід. Екскаватори бувають колісними чи гусеничними самохідними машинами, що підвищує їхню маневреність.

**Скрепери** використовуються для проведення розчисток, проходки каналів і шурфів. Вони розділяються на скреперні установки і причіпні скрепери. Перші найбільш ефективно можуть використовуватися для розчищення і проходки ка-

нав на схилах, а також у геологорозвідувальних партіях на допоміжних роботах: при плануванні трас доріг і площадок під устаткування, відсипанні дамб та ін.

Причіпні скрепери – це ковші (скребки), змонтовані на колісному ході. Вони являють собою виїмковий агрегат, у якому ківш обладнаний пневмоколісним ходовим пристроєм. Ківш заповнюється у процесі руху скрепера по поверхні розроблювальних порід. По закінченні черпання він переміщується в закритому стані до пункту кінцевого розвантаження. Ці машини застосовуються найчастіше при розчищеннях і розкривних роботах. Так само використовуються бульдозери.

**Бульдозер** являє собою тракторний агрегат, обладнаний змінним навісним устаткуванням. Призначений для розробки породи і транспортування її на невеликі відстані. Робочим органом є відвал з ножем, що навішується в передній частині трактора. Він також виконує ряд допоміжних робіт при розвідці й розробці родовищ. Бульдозер широко застосовують при відкритій розробці будівельних матеріалів і розсипів. Від інших машин, використовуваних на гірничих підприємствах, він відрізняється високою прохідністю, мобільністю, маневреністю і простотою конструкції.

**Шурфоконачі** – агрегати, призначені для проходки вертикальних гірничих виробок у породах низьких категорій.

Виймання гірських порід із шурфів, канав і траншей може здійснюватися лебідками, воротками, підймальними кранами і стрічковими транспортерами.

У деяких випадках при проходці гірничих виробок можливий гідравлічний спосіб руйнування м'яких і пухких гірських порід (за допомогою гідромоніторів). Для руйнування щільних і тріщинуватих порід середніх категорій (V–VII) застосовуються відбійні молотки.

**Відбійні молотки** – легкі породоруйнівні машини ударної дії – є найпростішим засобом механізації робіт. Їх поділяють на пневматичні й електричні. Пневматичні застосовують для відбивання вугілля з неміцних порід у виробках, а також при проведенні гірничо-розвідувальних робіт, оскільки вони полегшують працю прохідника і збільшують його продуктивність. Використання їх можливе при наявності компресорних установок.

## 15.2. Буропідривні роботи

Як уже відзначалося, проведення гірничо-розвідувальних робіт у багатьох випадках здійснюється за допомогою буропідривних робіт. До складу цих робіт входить буріння шпурів, заряджання їх вибуховою речовиною, виконання вибуху і збирання підірваної породи. Часто збиранню передують вентиляція з метою видалення отруйних газів і пилу, що утворюються в результаті вибуху.

### 15.2.1. Поняття про вибух і вибухові речовини

Вибух – надзвичайно швидка зміна стану речовини, що супроводжується таким же швидким перетворенням його потенційної енергії в механічну роботу, тобто в енергію стиску і руху самої речовини чи продуктів її перетворення і навколишнього середовища. Робота вибуху заснована на властивості газів, що утворилися, до розширення. Вибухи поділяються на фізичні, хімічні та ядерні.

При проведенні гірничих робіт головним чином використовують хімічні вибухи, що являють собою вкрай швидко, тобто таке, що само розпадається, хімічне перетворення вибухових речовин (ВР) з виділенням теплової енергії у вигляді розпечених газоподібних продуктів вибуху, що роблять роботу внаслідок різкого підвищення тиску в місцях їхнього утворення.

До фізико-хімічних характеристик належать: щільність, пластичність, злежуваність, гігроскопічність, водостійкість, розшарування, чутливість, ексудація, стійкість.

**Пластичність** – властивість ВР легко деформуватися, змінюючи форму заряду, але при цьому зберігаючи визначену твердість.

**Злежуваність** – здатність порошкоподібних ВР втрачати при збереженні сипкість і перетворюватися в щільну масу з утратою сприйнятливості до детонації.

**Гігроскопічність** – здатність ВР поглинати вологу і зволожуватися.

**Водостійкість** – здатність патронів ВР при безпосередньому контакті з водою зберігати протягом визначеного часу вибухові властивості. Вона підвищується при включенні до складу ВР гідрофобних домішок.

**Розшарування** – властивість ВР в умовах заряджання і транспортування втрачати однорідність складу.

**Чутливість** ВР до ініціювання – величина початкового імпульсу, необхідного для порушення вибуху.

**Ексудація** – здатність ВР виділяти зі свого складу рідкі й легкоплавкі компоненти при збереженні. Вона виявляється у ВР, що складаються з рідких нітроєфірів.

**Стійкість** – здатність ВР зберігати хімічні й фізичні властивості.

### 15.2.2. Класифікація промислових вибухових речовин

У гірництві застосовують велику кількість різних видів ВР. Для правильної порівняльної оцінки при виборі й використанні ВР їх поділяють на окремі групи за загальними ознаками, основні з яких такі: умови застосування, характер дії, фізичний стан, хімічний склад і властивості.

За умовами застосування ВР підрозділяють на вісім класів (табл. 15.1).

За характером дії на навколишнє середовище промислові ВР умовно поділяють на високобризантні, бризантні, низькобризантні та металеві залежно від швидкості детонації.

Відповідно до фізичного стану промислові ВР класифікуються на порошкоподібні, гранульовані, пресовані, литі й водонаповнені (такі, що ллються). Відповідно до хімічного складу і властивостей – на аміачноселітрові, нітроподібні та їхні сплави, на основі рідких ефірів, хлоратні й перхлоратинові та порохи. Іноді ВР також поділяють на індивідуальні і сумішеві. До індивідуальних ВР належать хімічно однорідні речовини (тротил, нітрогліцерин, піроксилін, нітрогліколь, тол, гранулотол, тен, гексоген, октоген, тетрил та ін.). Серед сумішевих ВР, що складаються з двох чи більше механічно змішаних речовин (як вибухових, так і не вибухових), виділяють аміачноселітрові (амоніти, дінафталіти, грамоніти, акваніти, ігданіти, іфзаніти, побідити) та нітровмісні (динаміти, детоніти й ін.).

## Класифікація вибухових речовин

Клас ВР	Вид ВР та умови її застосування
I	Не запобіжні ВР для висадження тільки на денній поверхні
II	Не запобіжні ВР для висадження на земній поверхні й у вибоях підземних виробок, у яких або відсутнє виділення горючих газів, пилу, або застосовується інертизація привибійного простору, що виключає займання вибухонебезпечного середовища при підричних роботах
III	Запобіжні ВР для висадження тільки на породі у вибоях підземних виробок, у яких спостерігається виділення метану й відсутній вибуховий пил
IV	Запобіжні ВР для висадження: по вугіллю і породі чи горючих сланцях у вибоях підземних виробок, небезпечних по вибуху вугільного чи сланцевого пилу при відсутності метану; чи по вугіллю і породі у вибоях підземних виробок, проведених по вугільному шару, у яких спостерігається виділення метану, крім вибоїв, віднесених до особливо небезпечних по метану при підричних роботах, чи для хитного висаджування у вибоях підземних виробок
V	Запобіжні ВР для висадження: по вугіллю і породі в особливо небезпечних по метану при підричних роботах у вибоях підземних виробок, проведених по вугільному шару, коли виключений контакт бічної поверхні шпурового заряду з метаноповітряною сумішшю, що знаходиться або в тріщинах гірського масиву, що перерізають шпур, або у виробках
VI	Запобіжні ВР для висадження: по вугіллю і породі в особливо небезпечних по метану при підричних роботах у вибоях підземних виробок, проведених в умовах, коли можливий контакт бічної поверхні шпурового заряду з метаноповітряною сумішшю, що знаходиться або в тріщинах гірського масиву, що перерізають шпур, або у виробках; чи у вугільних і змішаних вибоях підняткових (з кутом більш $10^0$ ) виробок, у яких виділяється метан, при довжині виробок більше 20 м і проведенні їх без попередньо пробурених свердловин, що забезпечують провітрювання за рахунок загальношахтної депресії
VII	Запобіжні ВР і вироби із запобіжних ВР IV – VII класів для ведення спеціальних підричних робіт (для водорозпилення і розпилення порошкоподібних інгібіторів, для вибухового перебиття дерев'яних стояків при посадці покрівлі, при ліквідації зависань гірської маси, у вуглеспускних виробках, для дроблення негабаритів) у вибоях підземних виробок, у яких можливе утворення вибухонебезпечної концентрації метану і вугільного пилу
Спеціальний (3)	Не запобіжні та запобіжні ВР і вироби з них, призначені для спеціальних підричних робіт, крім вибоїв підземних виробок, у яких можливе утворення вибухонебезпечної концентрації метану і вугільного пилу

Для додавання визначених властивостей при виготовленні сумішевих ВР до їхнього складу вводять такі компоненти: горючі речовини, окиснювачі, сенсибілізатори, стабілізатори, флегматизатори і полум'ягасники.

**Горючі речовини** вводять для збільшення енергії, що виділяється при вибуху.

**Окиснювачі** містять додатковий кисень і їх уводять до складу ВР для окиснення пальних речовин.



**Сенсибілізатори** – речовини, що вводяться до складу ВР для підвищення її чутливості до сприйняття і передачі детонації.

**Стабілізатори** – речовини, що вводяться до складу ВР для підвищення її хімічної та фізичної стійкості.

**Флегматизатори** вводять до складу ВР для зниження її чутливості до механічних впливів.

**Полум'ягасники** – речовини, що додаються до складу ВР для зниження температури вибуху і зменшення ймовірності займання метано- і пилоповітряних сумішей у шахтах.

Індивідуальні ВР з економічних міркувань, а також через високу чутливість багатьох з них використовують переважно як компоненти сумішевих ВР і для виготовлення засобів ініціювання.

### 15.2.3. Індивідуальні вибухові хімічні сполуки

Вибуховими сполуками, застосовуваними в чистому вигляді для готування вибухових сумішей, є нітрогліцерин, нітрогліколь, тен, тротил, гексоген, динітронафталін, тенерис, азид свинцю, гримуча ртуть та ін. Вони належать відповідно до таких класів хімічних сполук: ефіри спиртів, нітросполуки, солі азотистоводневої кислоти і гримучої ртуті. З перерахованих вибухових сполук у чистому вигляді як промислово ВР застосовують в основному тротил, а інші використовують як компоненти сумішевих промислових ВР.

### 15.2.4. Підривні роботи при проведенні підземних виробок

Гірничі виробки, проведені в масиві з різними фізико-механічними властивостями і структурними особливостями, можуть мати різні напрямки, термін служби і призначення. Виробки зазвичай проходять суцільним чи уступчастим вибоями. Перші застосовують у неоднорідних породах при роздільному вийманні; другі – як в однорідних, так і в неоднорідних породах. Проведення виробок містить у собі прохідницькі (буріння, заряджання і підривання шпурів, навантаження породи і зведення кріплення) і допоміжні (транспортування висадженої гірської породи, прокладання вентиляційних труб та електричних кабелів) процеси.

Сукупність і узгодженість прохідницьких операцій, що повторюються протягом визначеного проміжку часу, називається **прохідницьким циклом**.

Просування вибою за цикл повинне бути максимальним. Правильно вибрані параметри буропідривних робіт при проходці забезпечують значення коефіцієнта використання шпурів (КВШ) у межах 0,85–0,9 (у м'яких породах до 1,0).

Основні умови безпеки проведення підземних виробок – підтримання їхньої стійкості, точне виконання проекту тимчасового кріплення і збереження кріплення не ушкодженим при веденні підривних робіт. Останні дозволяється проводити тільки при наявності ретельно зведеного тимчасового кріплення, що відповідає даним геологічним умовам. Відставання зведення тимчасового кріплення не повинне перевищувати величини однієї західки, визначеної проектом.

Таким чином, проведення виробок підричним способом повинно забезпечувати проектні розміри і форму поперечного перерізу виробки, якісне дроблення гірської маси і невеликий її розвал.

При вибуху зарядів у врубових шпурах створюється додаткова вільна поверхня. Бурять врубові шпури на 0,2–0,3 м глибше ніж інші. При проведенні підземних гірничих виробок застосовують різні види врубів (рис. 15.1).

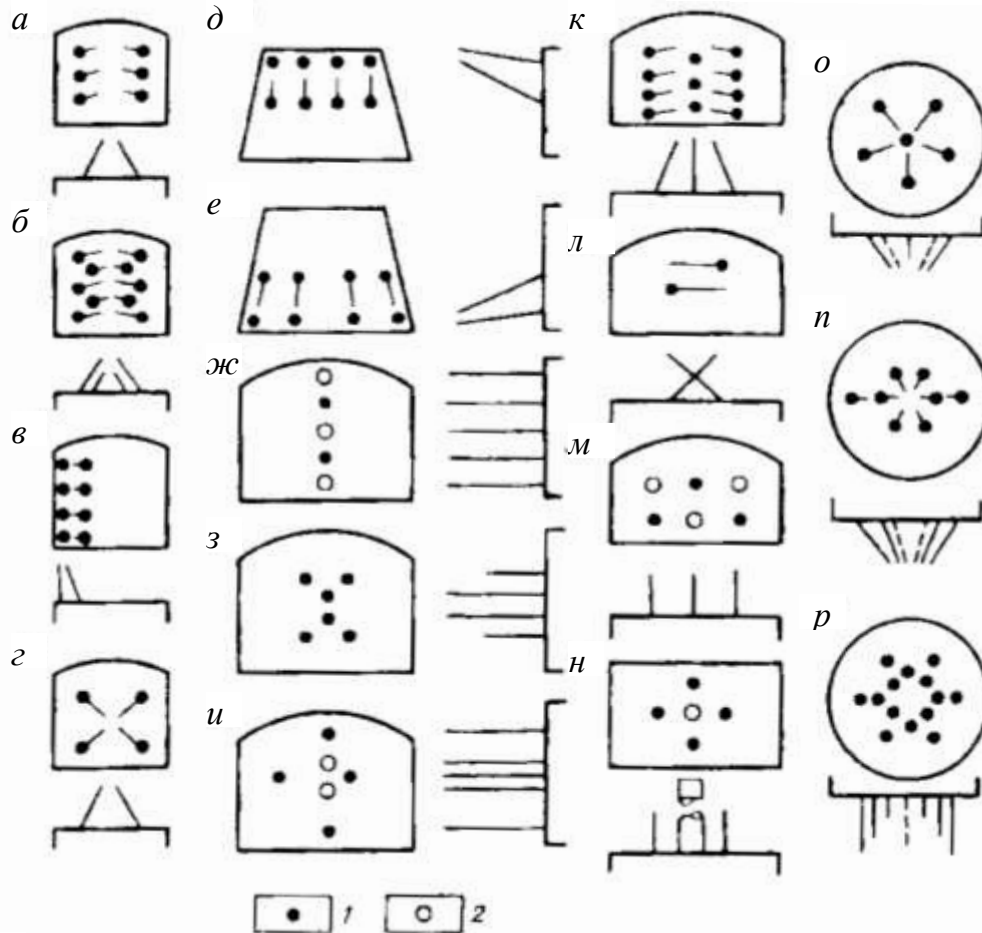


Рис. 15.1. Види врубів для прохідницьких робіт:

а – вертикальний клиновий; б – подвійний клиновий; в – боковий; г – пірамідальний; д – верхній; е – нижній; ж – щілинний; з – "крокуючий"; и – спіральний; к – клинощілинний; л – "ножиці"; м – призматичний; н – вруб-свердловина; о – воронкоподібний; п – еліптичний; р – потрійний вертикальний (ступеневий); шпури: 1 – заряджені; 2 – холості

Відбійні шпури, що підриваються після врубових, призначені для розширення порожнини, утвореної врубовими шпурами, оконтурюючі – для додання виробці проектних перерізу і форми.

Основними параметрами буропідричних робіт при проведенні гірничих виробок є питома витрата ВР, довжина, глибина, кількість і діаметр шпурів, відстань між ними, величина заряду в шпурі й витрата ВР на вибух. Параметри вибуху, розташування, кількість і глибина шпурів у комплекті зазначені в паспорті буропідричних робіт. У ньому описані також геологічні умови, фізико-механічні властивості порід і структурні особливості масиву, відомості про підривні роботи в даному вибої і заходи щодо техніки безпеки.

### 15.2.5. Буріння шпурів

Бурові машини вибирають з урахуванням властивостей гірської породи, виду виробки і площі її поперечного перерізу, вартості устаткування, можливості його придбання і доставки на об'єкт робіт. У горизонтальних і похилих виробках невеликого перерізу використовуються ручні перфоратори, що встановлюються на пневмопідтримках, у підняттях виробках, що проходять знизу вгору, телескопічні перфоратори; у вертикальних виробках, які проходять зверху вниз, – ручні перфоратори без пневмопідтримок. Бурові верстати, які застосовують для буріння шпурів і свердловин на відкритих розробках, розрізняють за способом буріння, видом обертача, типом силового профілю і ходового візка.

Бурові верстати за способом буріння поділяють на механічні (обертальні, ударні, ударно-обертальні) і спеціальні (термічні, електрофізичні, вибухові й ін.); за видом обертача – на шпиндельні, роторні, із забійною буровою машиною; за типом силового приводу – на верстати з електродвигуном, двигуном внутрішнього згоряння, дизель-електричним і пневматичним приводами; за типом ходового візка – самохідні (установки, змонтовані на автомобілях, тракторах, самохідних візках тощо), пересувні на спеціальних візках (на гусеничному, пневмошинному і санному ході), стаціонарні (що переміщуються автомобільним, залізничним й іншими видами транспорту) і переносні (на колонках для підземних умов).

Найбільш поширені механічні бурові верстати. У бурових верстатах ударної дії породи руйнуються інструментом, енергія якому передається поршнем-ударником.

Обертальні бурові верстати обладнані тільки механізмами обертання і подачі, але не мають ударного вузла. На них встановлені електро- і пневмоприводи. З пневматичним приводом верстати застосовують у тих умовах, де мається стиснене повітря, тому одержали широке розповсюдження верстати з електроприводом. Обертально-ударні й ударно-обертальні бурові верстати оснащуються механізмами, що дозволяють роздільно здійснювати обертання й удар по інструменту. Бурові верстати застосовують для проходки розвідувальних, експлуатаційних, дренажних і вибухових свердловин як на геологорозвідувальних підприємствах, так і на відкритих і підземних розробках.

При великих обсягах гірничих робіт у горизонтальних виробках площею більше ніж 5 м<sup>2</sup> застосовують бурові установки (рис. 15.2), у шахтних стовбурах – підвісні бурові агрегати. Це устаткування використовується для буріння міцних порід понад  $f = 5$ . У більш слабких породах застосовують ручні й колонкові свердла.

**Діаметр і глибина шпурів.** При проведенні гірничих виробок в основному бурять шпури діаметром 40–46 мм, у які закладають стандартні патрони ВР діаметром 32 мм довжиною 200 мм і масою 200 г чи патрони такого ж діаметра, але довжиною 250 мм і масою 250 г. На глибину шпурів впливають ширина привибійного простору, міцність порід, способи буріння і т. ін. Звичайно глибина шпурів визначається з умови циклічності. На практиці при проведенні виробок за допомогою буріння перфораторами і свердлами вручну глибину шпурів приймають 1,5–2 м, а при використанні бурових кареток – 2,2–3,5 м.

**Питома витрата ВР** залежить від властивостей гірської породи, площі перерізу виробки, типу ВР і приймається за довідниками. За еталонну ВР вико-

ристовуюють амоніт 6 ЖВ. Витрата інших корегується зіставленням їхньої працездатності зі стандартом. Питому витрату (у  $\text{кг}/\text{м}^3$ ) можна також визначити за формулою Протодьяконова М.М.

$$q = 1,6\epsilon \sqrt{\frac{f}{S}}, \quad (15.1)$$

де  $\epsilon$  – коефіцієнт працездатності, дорівнює відношенню працездатності амоніта 6 ЖВ до працездатності вибраної ВР,  $f$  – коефіцієнт міцності гірських порід за таблицею Протодьяконова М.М.;  $S$  – площа поперечного перерізу виробки,  $\text{м}^2$ .

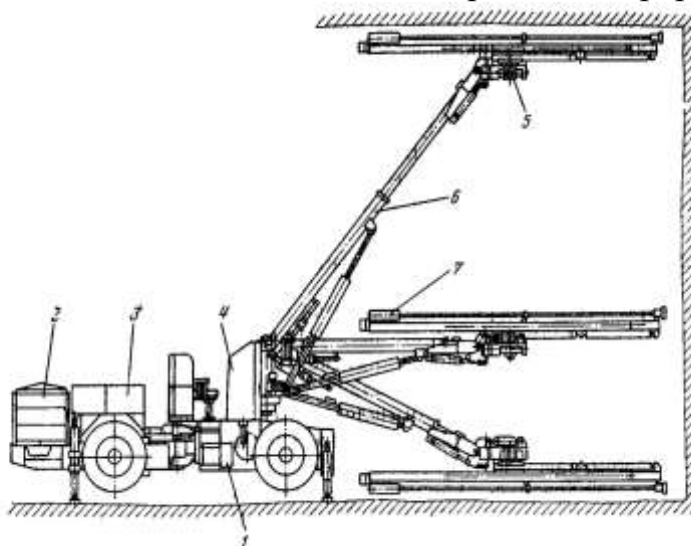


Рис. 15.2. Шахтна бурова установка: 1 – ходова частина; 2 – привід ходової частини; 3 – гідросистема; 4 – система керування; 5 – позиціонер; 6 – маніпулятор; 7 – бурильна машина

**Кількість ВР на цикл.** Кількість ВР у  $\text{кг}$  визначають з урахуванням площі перерізу виробки, глибини шпурів і питомої витрати ВР

$$Q = qV = qSl\eta, \quad (15.2)$$

де  $V$  – об'єм руйнівної породи за цикл,  $\text{м}^3$ ;  $l$  – довжина шпурів,  $\text{м}$ ;  $\eta$  – коефіцієнт використання шпурів – відношення величини заглиблення виробки  $l_{\text{ц}}$  до довжини шпурів  $l$ .

**Способи висаджування.** При підривних роботах застосовують різні технічні прийоми і способи, що враховують конкретні умови і що забезпечують надійний вибух зарядів ВР. Відповідно до виду застосовуваних способів ініціювання, що викликають детонацію зарядів, використовують такі способи висаджування: вогневий, електровогневий, електричний і за допомогою детонувального шнура.

При вогневому способі висаджування здійснюється за допомогою вогнепровідного шнура, капсуль-детонатора та засобів підпалювання; при електровогневому – засобами ініціювання вогневого й електричного способів; при електричному – із застосуванням електродетонаторів, проводів, джерел струму й контрольно-вимірвальних приладів; при висадженні за допомогою детонувального шнура – з використанням способів ініціювання вогневого або електричного способу, що підпалюють детонувальний шнур (ДШ). При вогневому способі детонація зарядів ВР викликається капсуль-детонаторами (КД). Даний спосіб застосовується на відкритих роботах, а також у шахтах, небезпечних по газу й пилу, при проведенні горизонтальних гірничих виробок.

За допомогою спеціальних засобів запалювання підпалюють відрізок вогнепровідного шнура (ОШ), закріпленого у капсуль-детонаторі, від іскри ОШ вибухає КД, викликаючи детонацію всього заряду ВР. При цьому способі можна вести підрахунок вибухових зарядів без спеціальних приладів.

При веденні підривних робіт у вертикальних і похилих виробках з кутом падіння більше 30° застосовувати вогневий спосіб забороняється. Електровогневе висаджування використовується при проходці вертикальних і похилих, а також при проведенні горизонтальних і спрямованих униз виробок. При цьому способі використовується електрозапалювальний патрон ЭЗП-3, тобто створюється можливість для своєчасного відходу підривників на безпечну відстань.

Описані способи вибуху прості в застосуванні, не вимагають складних розрахунків. Мають низьку вартість. Однак існує ряд недоліків: значна небезпека для висадження, обмеженість кількості зарядів, що підривають, знаходження підривників при запалюванні поряд із зарядом, неможливість перевірки якими-небудь приладами якості підготовки зарядів до вибуху, неможливість одержання точних інтервалів уповільнень, утворення великої кількості отруйних газів при згорянні вогнепровідного шнура, неможливість одержання короткотриманого висадження й перевірки вибухового ланцюга.

Засобами ініціювання називаються приладдя, за допомогою яких здійснюється вибух.

**Запальна трубка** – капсуль-детонатор із вставленим у нього й скріпленим з ним відрізком вогнепровідного шнура певної довжини. Вона слугує для передачі початкового імпульсу заряду.

**Тліючий гніт** – шнур, серцевина якого складається із лляних або бавовняних ниток, просочених концентрованим розчином калієвої селітри й поміщених у зовнішнє нитяне оплетення. Швидкість горіння при підпалюванні відкритим полум'ям від 1,0 до 2,5 см/хв.

**Запалювальні свічки** – паперові гільзи діаметром близько 10 мм і довжиною 200 мм, заповнені з одного кінця горючим складом, а з другого – інертною речовиною (для тримання в руці при горінні). На кінці горючої частини є запальна голівка, що запалюється від різкого тертя по бічній поверхні сірникової коробки.

**Запальні патрони** – паперові парафіновані гільзи з відкритим кінцем, на дні яких знаходяться зміцнені за допомогою парафіну й каніфолі порохові коржі. Призначаються для одночасного запалювання 37 відрізків вогнепровідного шнура.

**Бойовик** – патрон ВР (шашка-детонатор) або частина заряду ВР в оболонці, змонтований з ініціатором вибуху. Застосовують для порушення стійкої детонації зарядів ВР.

**Капсуль-детонатор** призначений для порушення детонації ВР при підривних роботах вогневим способом. Він являє собою відкриту з одного кінця мідну, алюмінієву або паперову гільзу, у якій запресований заряд вторинної ініціюючої ВР. Заряд первинної ініціюючої ВР (гримуча ртуть і тенерис або азид свинцю) у капсуль-детонаторі запресований у чашечку з металу.

**Вогнепровідний шнур** слугує для підведення полум'я до первинного заряду капсуль-детонатора. Має серцевину із дрібнозернистого чорного (димного) пороху з напрямною ниткою й два-три оплетення з бавовняних ниток, просочених водо- або вологонепроникною речовиною. Діаметр вогнепровідного шнура

(ОШ) 5–6 мм. Шнури випускають відрізками по 10 м з декількома типами оболонок: асфальтований ОШ-А, двічі асфальтований ОШ-ГА і пластиковий ОШ-П.

Електричний спосіб висадження є одним з основних і може застосовуватися за будь-яких умов. Порівняно з вогневим способом він має переваги, що полягають у відсутності отруйних газів, а також можливості вибухання з будь-якої відстані одночасно серії зарядів, а також з уповільненням. Електричне висаджування застосовують також при підривних роботах у шахтах, небезпечних по газу й пилу. Однак цей спосіб має ряд недоліків: складність підготовки, монтажу й розрахунку електропідривної мережі, ізоляції ділянок, необхідність перевірки опору мережі відповідними приладами, небезпека передчасних вибухів від блукаючих струмів і ліквідації зарядів, висока вартість. Роботи при електричному способі висаджування виконуються у такому порядку: розрахунок вибухової мережі, підбір і перевірка електродетонаторів за опором, виготовлення бойовиків, заряджання, монтаж електропідривної мережі та її перевірка, приєднання магістральних проводів до джерела струму й висадження.

Засоби електричного ініціювання. Електродетонатор являє собою капсуль-детонатор, з'єднаний в одне ціле з електрозапальником, що перетворює електричну енергію в теплову і який надсилає до бойовика спалах займистого складу. При монтажі мережі електродетонатори з'єднують за послідовною, паралельною чи змішаною схемам. Для геологорозвідувальних виробок, що мають невеликий поперечний переріз, найбільш прийнятною є послідовна схема з'єднання. Як джерело живлення використовуються конденсаторні чи акумуляторні підривні машини.

**Конструкції заряду шпуру.** Заряд ВР у шпурі ініціюється патроном-бойовиком, який можна розташовувати в устевій частині (пряме ініціювання), у середині та у донній частині (зворотне ініціювання).

## Висновок

У цьому розділі розглянуто засоби проходки гірничих виробок залежно від порід. Проаналізовано різні види вибухових речовин, їх розміщення в шпурах, бурове устаткування для буріння шпурів.

### Контрольні питання

1. Яким інструментом розробляються породи I-IV категорій за буримістю?
2. Обладнання для механізованих і ручних гірничих робіт.
3. Що таке вибух? Характеристики вибухових речовин.
4. Класифікації промислових вибухових речовин.
5. Умови застосування вибухових речовин.
6. Характер дії промислових вибухових речовин на зовнішнє середовище.
7. Речовини, які додаються при виготовленні сумішевих вибухових речовин.
8. До яких класів хімічних сполук відносяться індивідуальні вибухові речовини?
9. Призначення вибухових врубів і відбійних шпурів.
10. Принципи вибору бурових машин.
11. Класифікації бурових верстатів.
12. Які установки використовуються при великих розмірах перерізів виробок?
13. Засоби для здійснення вибуху.
14. Способи висаджування.
15. Способи з'єднання зарядів.
16. Конструкції заряду шпуру.

## 16. ТЕХНОЛОГІЯ ПРОХОДКИ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ВИРОБОК

**Навчальні цілі:** у результаті вивчення розділу студент повинен знати технологію проходки різних розвідувальних гірничих виробок, засоби механізації їх проходки, уміти проектувати окремі роботи.

### 16.1. Проходка розвідувальних каналів

У м'яких, сипучих і тріщинуватих породах канали проходяться вручну "на викид". При заглибленні більш, ніж на 2–2,5 м видалення породи здійснюється за допомогою проміжних перекидних помостів, ручних воротків, що встановлюються в торці вибою, підймальних кранів (рис. 16.1). Ручний спосіб використовують рідко, в основному при пошуках і зйомці. При великих обсягах проходки застосовуються одно- і багатокішшеві екскаватори, канатні й колісні скрепери, причіпні плужні та фрезерні канавокопачі, бульдозери. У твердих тріщинуватих породах використовуються відбійні молотки. Проходка каналів у твердих породах здійснюється буропідривним способом.

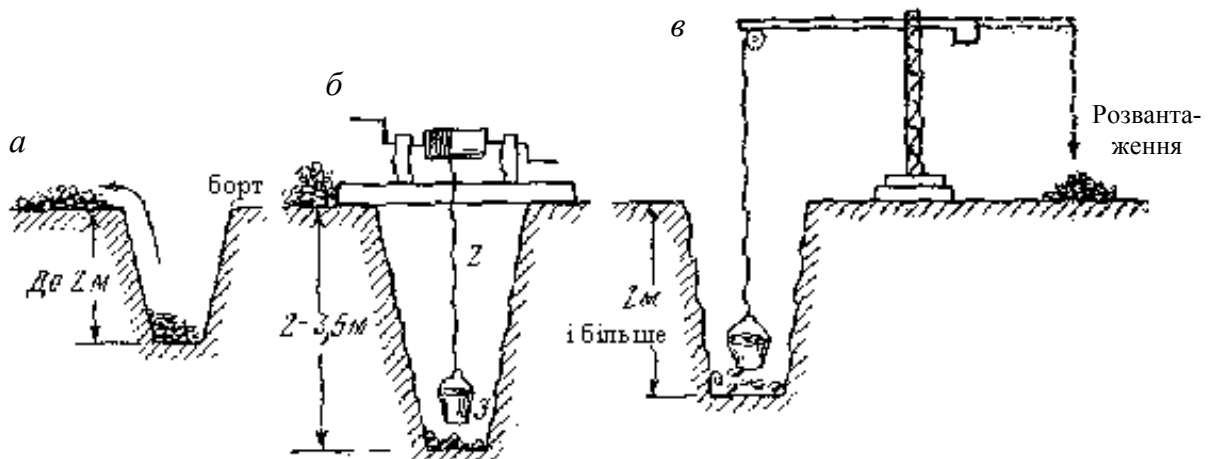


Рис. 16.1. Підйом порід з каналів:

*a* – "на викид"; *б* – за допомогою воротка з баддею; *в* – підймальним краном

З метою запобігання опаданню стінки закладаються обаполами чи іншим місцевим матеріалом і закріплюються розпирними рамами (рис. 16.2–16.3), відстань між якими вибирають від 1 до 1,5 м. При проведенні буропідривних робіт можуть здійснюватися вибухи для розпушення (дроблення) порід з наступним їхнім збиранням чи вибухи на викид, коли основна частина зруйнованої породи викидається з виробки. Найбільш простими формами поперечного перерізу розвідувальних каналів є прямокутна і трапецієподібна; складними – східчасті з вертикальними і похилими стінками.

Документація каналів полягає в складанні прив'язаного до геологічної карти орієнтованого дна: наносяться початкова, кінцева і поворотна точки каналу; показуються контакти порід, тектонічні порушення з позначенням елементів залягання (рис. 16.4). Літолого-петрографічні різновиди порід, мінеральні сорти корисної копалини й інші дані наносяться в умовних знаках. У випадку особливо складної будівлі додатково замальовуються стінки каналу. Опис геологічного розрізу, розкритого каналом, роблять у журналі документації, а відібрані зразки і проби вказують у журналі випробування.

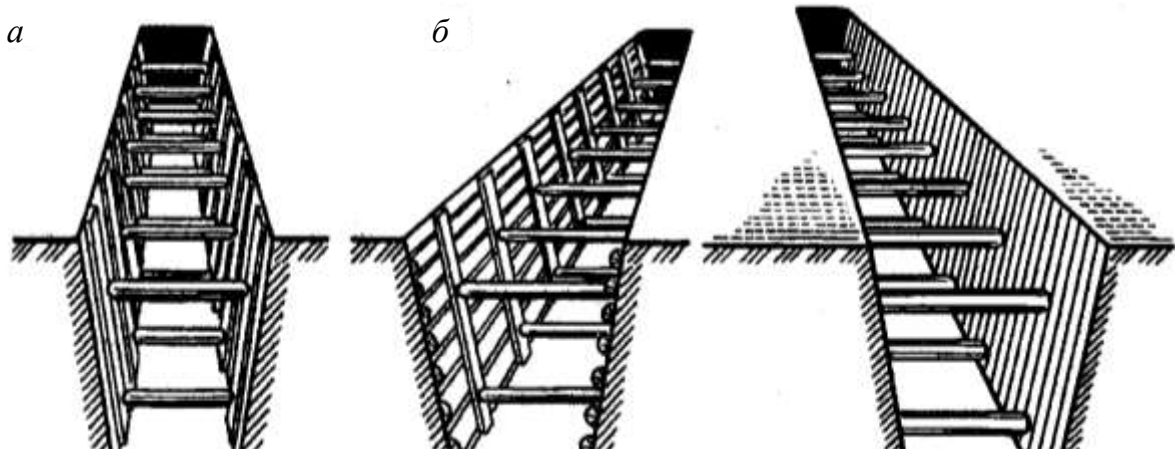


Рис. 16.2. Конструкція кріплення розвідувальних каналів:  
 а – з вертикальними розпорками; б – з горизонтальними затяжками

Рис. 16.3. Розпірне кріплення

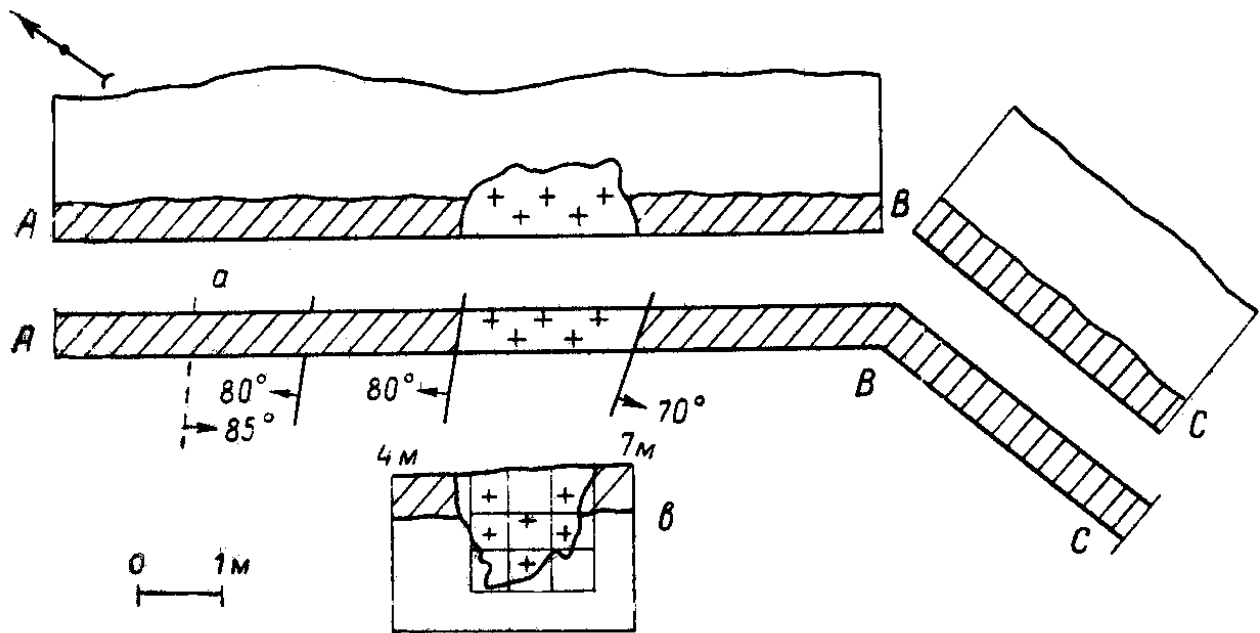


Рис. 16.4. Документація каналу АВС

## 16.2. Проходка шурфів

**Шурф** – вертикальна чи крутопохила гірнична виробка прямокутного, квадратного чи круглого перерізу площею 1,25–4,0 м<sup>2</sup> і глибиною до 30–40 м. Неглибокі шурфи в породах перших п'яти категорій проходяться вручну кайлами і відбійними молотками. У твердих породах – буропідривним способом. Навантаження породи здійснюється лопатами в бадді чи на викид до 2 м, підйом – за допомогою воротків чи підймальним краном. Для запобігання опаданню шурфу стінки його зміцнюються. Без кріплення допускається проведення шурфів у міцних породах глибиною до 10 м.

Якщо породи дозволяють пройти стовбур шурфу до 4–5 м, то застосовується не суцільне кріплення вінцями на бабках. У вибої прокладається основний вінець із круглої деревини чи бруса так, що виступні пальці заходять у спеціальні заглиблення, вириті в стінках шурфу; по кутах шурфу у лапу стають стійки висотою близько метра, на які зверху також у лапу укладається звичайний вінець без пальців, вище встановлюється стійка і т.д. Таке кріплення роб-



лять знизу вверху, і це дуже зручно, оскільки велика частина площі стінок залишається відкритою для вивчення. Іноді, щоб уникнути відколювань шматків породи, таке кріплення зашивають обополом після проведення документації.

Якщо можлива проходка стовбура до 1,5–2 м без кріплення, застосовують суцільне вінцеве кріплення на пальцях. На основний вінець, прокладений у вибої із заведенням пальців у лунки, кладуться прості вінці знизу вверху. Перед цим стінки шурфу документуються геологом. Надалі шурф поглиблюється ще на 1,5–2 м і т.д.

У сипучих і малостійких породах, що дозволяють поглиблюватися на порівняно невелику відстань (0,2–0,5 м), застосовують суцільне вінцеве підвісне кріплення. До прямої рамки, прокладеної на поверхні, після заглиблення скобами прибивається перший вінець, до нього другий і т.д. Головним недоліком такого способу кріплення є ненадійна документація, тому що опис ведеться тільки відповідно до виданої наверх породи.

При проходці глибоких шурфів роботи можуть бути утруднені через слабкий приплив повітря в нижню частину стовбура. Існують три схеми вентиляції привибійного простору: нагнітальна, всмоктувальна і комбінована. При нагнітальній схемі подача свіжого повітря по системі трубопроводів до вибою відбувається після пуску вентилятора, встановленого на поверхні біля устя виробки. Продукти вибуху перемішуються з повітрям, що надходить, і відтискуються до устя виробки. При такій схемі привибійний простір очищається швидко, але виробка в цілому тривалий час недоступна до повного виходу хмари пилу і газів з устя.

При всмоктувальній схемі заражене повітря всмоктується у вибої в трубопровод і не поширюється гірничою виробкою. Така схема використовується переважно у виробках великої довжини, оскільки очищення повітря відбувається швидше, ніж при системі нагнітання.

При комбінованому способі привибійний простір відокремлюється від основної частини виробки перегородкою і в цей простір вводять кінці всмоктувального і нагнітального трубопроводів. У результаті одночасної роботи всмоктувального і нагнітального вентиляторів вибій швидко очищається.

В останні роки все більше розповсюдження знаходить машинний спосіб проходки шурфів за допомогою буріння. Порода в цьому випадку руйнується обертовими й ударними бурами, ковшами, закріпленими на ланцюзі, та іншими, а як базу використовують бурові установки, підймальні крани, екскаватори, автотрактори і причепа.

При машинному способі у першу чергу механізується руйнування вибою прохідної виробки, причому з нею сполучаються інші операції – навантаження гірської породи в підймальну посудину, а в деяких випадках і з підйомом породи на поверхню. Операція кріплення шурфів значно спрощується і полегшується.

Застосування машинного способу забезпечує високу швидкість проходки шурфів, при цьому підвищується безпека робіт і поліпшуються умови праці, тому що в процесі спорудження люди у виробку не спускаються.

За наявності водопритоків у шурф виникає необхідність водовідливу. Якщо приток води не перевищує 5 л/хв, то вода видаляється за допомогою воронки і бадді. При водопритоках більше ніж 5 л/хв вода видаляється насосом з ручним чи механічним приводом.

Геологічна документація шурфу ведеться безпосередньо при проходці. Літологічний склад порід і їхнє просторове співвідношення вивчають відповідно до стінок шурфу. Залежно від складності геологічної будівлі документацію проводять за однією, двома чи чотирма стінками лінійним способом або за допомогою сітки. Якщо шари залягають горизонтально, витримано потужність і будову, то оцінка покрівлі та подошви шару з характеристикою його складових порід дається по одній стінці. При моноклінальному заляганні шарів документуються дві суміжні стінки з вимірами кутів падіння кожного шару. У випадку складної геологічної будівлі (зміна потужності шарів, наявність розривних тіл, тектонічних порушень, дрібної складчастості) документація ведеться відповідно до всіх чотирьох стінок. У журналі документації вказується місце розташування шурфу, орієнтування і довжина стінок, видимі кути падіння, літологопетрографічний склад порід, місця добору проб і зразків.

### **16.3. Проходка розвідувальних шахт**

Розвідувальна шахта являє собою вертикальну (дуже рідко похилу) виробку, що має безпосередній вихід на денну поверхню, призначену для обслуговування робіт з розвідки тіл корисних копалин. Глибина досягає 150–250 м, а площа поперечного перерізу коливається від 6 до 14 м<sup>2</sup>. За допомогою таких шахт здійснюється розвідка головним чином крутоспадних тіл у рівнинній місцевості.

Шахтний стовбур складається з підйимального і сходового відділень. Сходове відділення перегороджене через кожні 2–3 м полками. Для установки підйимальних механізмів, компресорного і насосного устаткування зводяться копер і надшахтна будівля. Спуско-підйимальні операції виконуються механічною лебідкою. Піднята порода доставляється у відвал. Кріплення шахт майже завжди суцільне. З розвідувальних шахт проводяться підземні горизонтальні виробки – штреки і квершлагги.

Геологічна документація ведеться аналогічно документації шурфу.

Стовбури шахт можуть мати прямокутну чи круглу форму перерізу. При прямокутній формі більш повно використовується переріз стовбура для розміщення устаткування. Однак при цьому стовбур кріпиться деревом, а це недовговічно, оскільки при тривалій експлуатації шахти (більше 10 років) підвищуються витрати на підтримку і ремонт кріплення.

Стовбури круглого перерізу кріплять монолітним бетоном чи тубінгами. На відміну від прямокутного тут можна застосовувати індустріальні методи проходки. Неминуче збільшення площі поперечного перерізу порівняно з тією, що необхідна тільки для розміщення устаткування, здебільшого виявляється корисним, тому що підвищується повітропропускна здатність шахти і, отже, поліпшуються умови провітрювання підземних гірничих виробок.

### 16.3.1. Схеми проходки стовбурів шахт

Схема проходки визначає взаємозв'язок у часі і просторі основних видів робіт: видалення зруйнованої породи і зведення постійного кріплення. Застосовуються три схеми проходки: послідовна, паралельно-щитова, сполучена (спільна).

**Послідовна схема** – стовбур проходиться ділянками глибиною 30–40 м. Чергова ділянка спочатку поглиблюється з тимчасовим кріпленням, після чого знизу вгору на всю висоту зводять постійне монолітне бетонне кріплення. Тимчасове кріплення при цьому знімають, залишають його в бетоні тільки в дуже слабких породах. Послідовна схема відрізняється великими непродуктивними витратами, пов'язаними зі зведенням і зняттям тимчасового кріплення, зведенням і наступним розбиранням дерев'яної опалубки. Застосовується рідко, наприклад, для проходки устя стовбура чи заглиблення стовбура на черговий робочий горизонт (рис. 16.5).

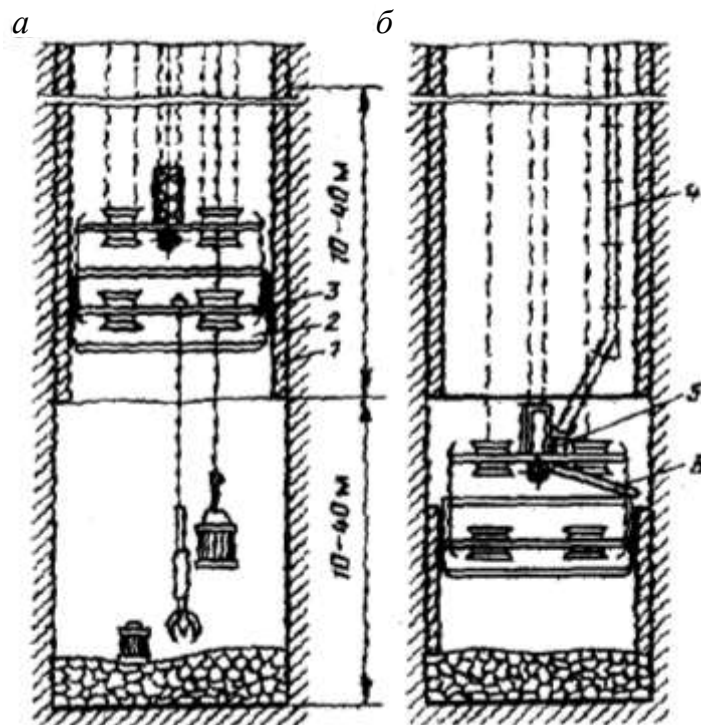


Рис. 16.5. Послідовна технологічна схема проходки стовбура:

*а* – виїмання породи; *б* – встановлення постійного (бетонного) кріплення;

1 – опорний вінець; 2 – секційна металева пересувна опалубка;

3 – двоповерховий пересувний поміст; 4 – бетонопровід; 5 – приймальний бункер бетону;

6 – телескопічний жолоб для розведення бетонної суміші за опалубку

При застосуванні **паралельно-щитової схеми** проходки одночасно проводять роботи з виїмки породи і постійного кріплення. Постійне бетонне кріплення нарощується після проходки з підвісного помосту, що знаходиться на висоті 30–35 м над вибоєм. З метою запобігання можливому обвалу порід незакріплені стінки стовбура під помостом відгороджуються круглим металевим щитом, що підвішується на канатах (рис. 16.6).

Порядок виконання робіт. Вибій поглиблюється на висоту пересувної опалубки (3–3,5 м), потім послідовно на таку саму відстань опускають мета-

левий щит, підвісний прохідницький поміст, пересувну металеву опалубку, що встановлюють безпосередньо на підвісний поміст. Заопалубний простір заповнюється швидкотверднучою сумішшю до стику з раніше зведеним бетонним кріпленням. Довгі щити слугують тільки огорожею і не можуть запобігти обваленню породних стінок стовбура. При вивалюваннях щити часто заклинює, що приводить до ускладнень. Одночасна робота із заглиблення і кріплення на двох рівнях висуває підвищені вимоги до заходів безпеки й організації праці.

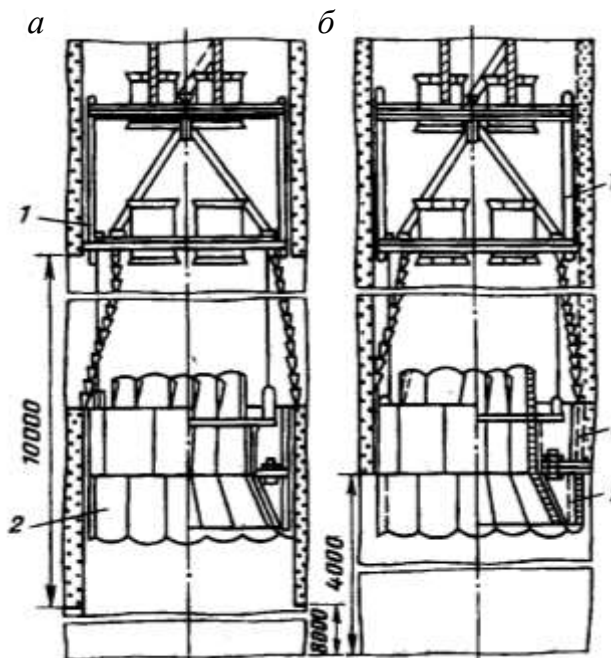


Рис. 16.6. Паралельно-щитова схема проходки стовбура:

*a* – рух щита-помосту знизу нагору; *б* – згори вниз;

1 – двоповерхова натяжна рама-поміст; 2 – короткий щит-опалубка; 3 – секційна опалубка

При **сполученій схемі** стовбур проходиться короткими заходками по 3–4 м одразу з постійним кріпленням. Як тільки рівень відбитої породи в процесі її видалення знизиться від кінця забетонованої частини стовбура на робочу висоту пересувної металеві опалубки, збирання породи припиняється. На спеціально залишений шар породи опускають і встановлюють опалубку. Заопалубний простір заповнюють швидко тверднучою сумішшю до стику з раніше зведеним бетонним кріпленням. Після цього породу, що залишилася під опалубкою, забирають і приступають до буріння шпурів для заглиблення стовбура. Сполучена схема виключає необхідність тимчасового кріплення стовбура, вона вільна від недоліків паралельно-щитової схеми, технологічна, більш безпечна. Продуктивність праці при цій схемі вища, ніж при послідовній чи паралельно-щитовій (рис. 16.7).

### 16.3.2. Операції прохідницького циклу

**Видалення породи.** Після провітрювання підключається висвітлення, оглядають стовбур, приводять у робочий стан підвісний прохідницький поміст і навантажувач, видаляють породу, закинуту вибухом на устаткування, опускають підвісний насос і видаляють породу за допомогою грейферних пневмонавантажувачів (рис. 16.8).

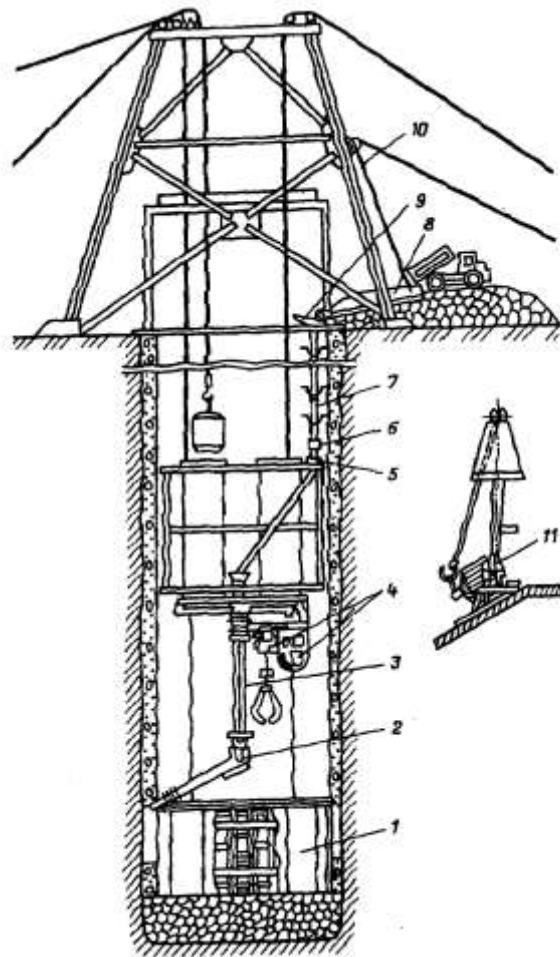


Рис. 16.7. Сполучена схема проходки стовбура:

1 – привибійна секційна опалубка; 2 – риштак для укладання бетонної суміші за опалубку; 3 – бетоноподавальна телескопічна труба; 4 – грейфер; 5 – приймальна лійка; 6 – гаситель швидкості бетонної суміші; 7 – бетонопровід; 8 – бункер для бетонної суміші; 9 – лійка приймання бетонної суміші із сіткою; 10 – трос лебідки; 11 – комплекс розвантаження бадей

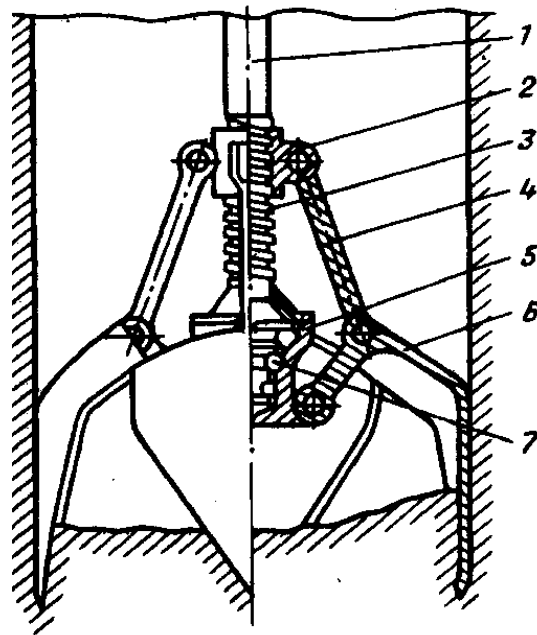


Рис. 16.8. Грейферний пневмонавантажувач:  
1 – бурова труба; 2 – ходова муфта; 3 – ходовий гвинт;  
4 – важіль; 5 – корпус; 6 – щелепа; 7 – підшипник

**Підготовка до буріння і буріння.** Після очищення вибою від породи з поверхні доставляють перфоратори, шланги і буровий інструмент. Шпури у вибої розташовують відповідно до концентричних кіл. Діаметр кола врубу

$$D_b = (0,3 - 0,4)D_{\text{ч}}, \text{ м}, \quad (16.1)$$

де  $D_{\text{ч}}$  – діаметр стовбура начорно, м.

Оконтурювальні шпури забурюють на відстані 20 см від породних стінок стовбура. Відстань між концентричними колами 0,6–0,8 м.

Відстань між шпурами

$$a = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}{N}, \text{ м}, \quad (16.2)$$

де  $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$  – довжини першого, другого, третього і n-го кіл, м;  $N$  – загальна кількість шпурів у вибої.

Кількість шпурів на колах

$$N_1 = \frac{l_1}{a}, N_2 = \frac{l_2}{a}, N_3 = \frac{l_3}{a}, \text{ м}. \quad (16.3)$$

Шпури бурять ручними чи колонковими перфораторами.

**Зарядження шпурів.** Перед зарядженням вибій звільняють від бурового інструменту й устаткування. Шпури очищають стисненим повітрям. Потім опускають на вибій ВР, бойовики, забійний матеріал (глину чи гранульований шлак). Для висадження шпурів при проходці стовбурів переважно застосовують скельний амоніт. Він має високу потужність, велику об'ємну масу, стійкий до води. Патрони амоніту опускають у шпур, при цьому вода витісняється.

**Кріплення стовбура.** Бетонна суміш повинна задовольняти вимоги технології: не тужавіти і не розшаровуватися в процесі транспортування, набирати достатню міцність до моменту зняття опалубки, мати гарну рухливість. З поверхні суміш самопливом спускається по трубах і відразу направляється в заопалубний простір.

### 16.3.3. Буріння стовбурів шахт

Спосіб проходки стовбура бурінням належить до найбільш прогресивних, що виключає присутність у стовбурі людей. У міцних породах бурять установкою УБК з витяганням керна. Буровий снаряд являє собою металеву склянку. У торці снаряда кріпляться шарошкові долота. При обертанні снаряда порода руйнується по периметру стовбура, утворюючи кільцеву щілину. Обертання через бурильну колону передається від двигуна, який установлений на площадці копра. Зруйнована порода видаляється глинистим розчином.

Для проходки стовбурів у породах нижче середньої міцності ( $f < 4$ ) застосовують установки УЗТМ-7,5 і УЗТМ-8,75. Цими установками бурять у кілька прийомів.

Кріплення здійснюють також без присутності людей у стовбурі. Секцію кріплення висотою 10–15 м збирають із залізобетонних тубінгів на пересувній платформі в районі копра й опускають у стовбур за допомогою причіпного пристрою на бурильній колоні. Зазор за кріпленням заповнюється цементно-піщаним розчином.

## **16.4. Проходка горизонтальних гірничих виробок**

Проходка здійснюється буропідривним, механізованим чи ручним способом залежно від міцності та стійкості порід.

Устя штольні закладається в крутому схилі височини, у борті обриву, яру тощо. Спочатку встановлюється рама відповідної форми і після цього здійснюється зарізання штольні. Витягнута порода скидається безпосередньо з устя виробки, у результаті чого перед нею утворюється горизонтальна площадка. Штольні проходять з незначним уклоном у бік устя. Це забезпечує природний водовідлив, а також полегшує відкатку породи з вибою.

Гірничі виробки по однорідних міцних породах проводять за допомогою буропідривних робіт.

Цикл прохідницьких робіт складається з основних та допоміжних процесів.

До основних відносять процеси, що виконуються безпосередньо у вибою виробки, наслідком чого, власне, і є просування вибою (проведення виробки), тобто буріння шпурів, заряджання їх вибуховою речовиною, висадження шпурових зарядів, провітрювання виробки після вибуху зарядів, збирання (навантаження і відкатка) породи і кріплення.

Допоміжними вважаються процеси, виконання яких забезпечує нормальні умови для здійснення основних процесів, тобто укладання рейкових шляхів, підвіска повітряних, водяних і вентиляційних труб, улаштування водовідливних канавок і т. ін.

### **16.4.1. Кріплення виробок**

Розвідувальні штольні, штреки і квершлагги при проходці в стійких, м'яких і твердих породах з невеликим водопрпливом кріпляться дерев'яними рамами з круглого чи брущатого дерева – дверними косяками. Вони можуть бути повними (два стояки з боків, верхній і нижній переклади по покрівлі і ґрунту виробки) і неповними (відсутній нижній переклад). Дверні косяки встановлюються впритул чи врозбіг на відстані 1–2 м. В останньому випадку проміжки між дверними косяками можуть зашивати дошками чи обаполом. Металеві дверні косяки виготовляють з кутикового металу.

У дуже стійких монолітних породах виробки проходяться без кріплення арковим перерізом.

Крім дерев'яного кріплення, при великих термінах служби виробки застосовують кріплення кам'яне, бетонне, залізобетонне і металеве.

За способом сприйняття гірського тиску кріплення поділяється на тверде і податливе. Тверде кріплення зводиться при відносно стійких гірських породах і не змінює своєї форми і розмірів. Податливе – застосовують при малостійких породах, коли під дією гірського тиску змінюються форма і розміри без втрати несучої здатності.

При проведенні гірничих виробок у складних умовах застосовується спеціальне кріплення – передове, забивне.

**Дерево.** На геологорозвідувальних роботах переважно використовують дерев'яне кріплення. Це обумовлюється міцністю дерева як кріпильного матеріалу при невеликій об'ємній масі, легкістю обробки. Дерев'яні конструкції прості у виготовленні. Дерев'яне кріплення може застосовуватися в будь-яких гірничо-геологічних умовах.

Недоліки дерева як кріпильного матеріалу:

- а) недовговічність кріплення в підземних умовах;
- б) висока об'ємність кріплення, що викликає необхідність проходки виробки великими розмірами поперечного перерізу;
- в) здатність до загнивання;
- г) здатність до загоряння (вогнебезпечність), наявність дефектів.

**Бетон.** Штучний кам'яний матеріал, що виготовляється з цементу (Ц), води (В) і заповнювачів. У нормальній бетонній суміші кількість цементу становить 8–15%, а заповнювачів – 80–85 %. Як заповнювачі використовують пісок – дрібний заповнювач (П), гравій, щебінь – великий (ДО). Для кріплення гірничих виробок застосовують бетони об'ємною масою 2200–2300 кг/м<sup>3</sup>.

**Залізобетон** – матеріал, що складається з бетону і металеві арматури. Спільна робота арматури і бетону значно підсилює опірність кріплення гірському тиску.

**Метал** застосовується як постійне і тимчасове кріплення гірничих виробок. Висока міцність, довговічність, вогнестійкість і мала об'ємність – основні позитивні якості металевих кріплень. На геологорозвідувальних роботах велике значення має можливість багаторазового використання металевих кріплень. Комплекти елементів конструкції кріплення, які легко встановлюються і розбираються, називаються інвентарними кріпленнями. Для гірничого кріплення використовують як прокат спеціального профілю СВП, так і прокати загального призначення – двотавр, швелер, рудничні рейки, куточок, арматурну сталь гладкого і періодичного профілю.

### Дерев'яне кріплення

Основна конструкція дерев'яного кріплення горизонтальних і похилих виробок – кріпильна рама. Неповна кріпильна рама складається з двох стояків і верхняка, повна – із двох стояків, верхняка і лежня. Форма дерев'яного кріплення в горизонтальних виробках трапецієподібна, у похилих – трапецієподібна і прямокутна. Елементи рами з'єднуються між собою замком у лапу, у паз, у стик і в зуб. Найчастіше застосовують замок у лапу як найбільш простий щодо виконання й такий, що забезпечує надійність з'єднання (рис. 16.9, а). Замок у паз (рис. 16.9, б) рекомендується використовувати за відсутності бокового тиску і при прямокутній рамі. Замок у стик застосовують при однаковому гірському тиску з боків і покрівлі (рис. 16.9, в), замок у зуб – при скріпленні стояка з лежнем і верхняком (рис. 16.9, з, д).

При кріпленні врозб'їг для створення безпечних умов у зв'язку із загрозою вивалів проводиться укріплення боків і покрівлі об'їгом, рідше дошками (рис. 16.10).



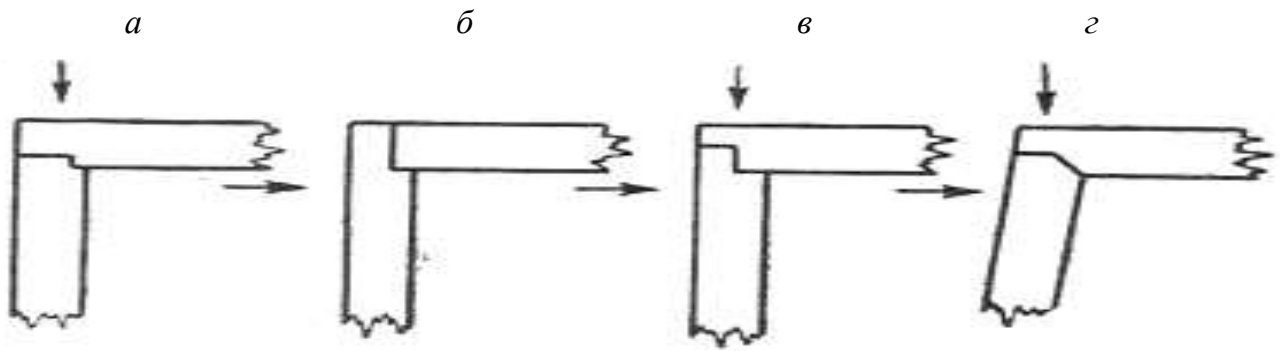


Рис. 16.9. Варіанти з'єднання елементів рами

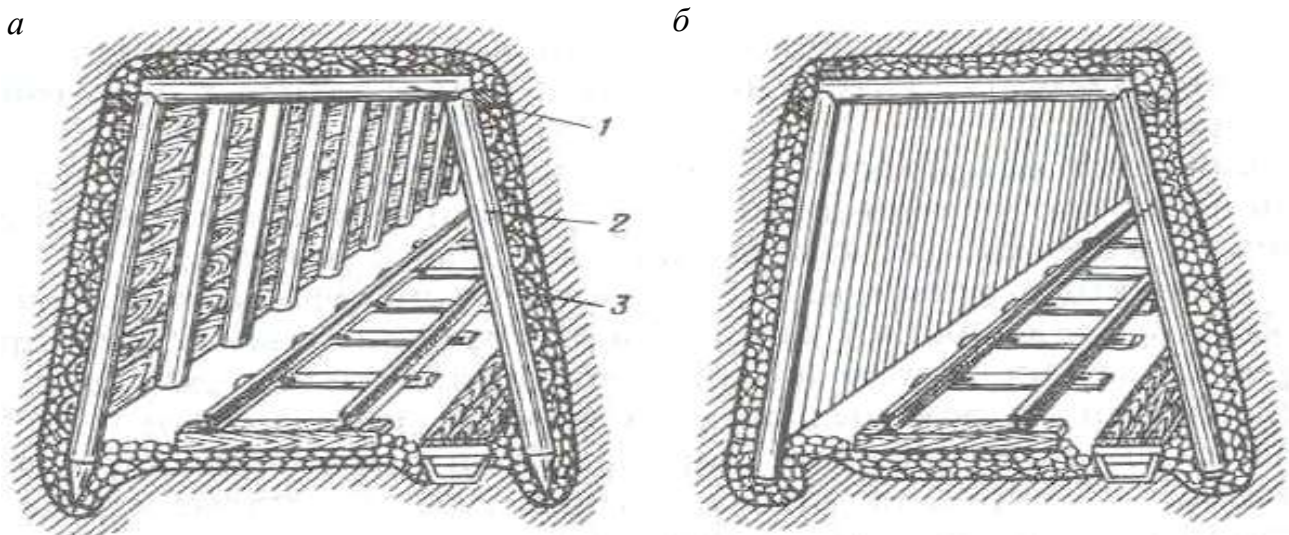


Рис. 16.10. Кріплення гірничих виробок врозбіг (а) та суцільним кріпленням (б):  
1 – верхняк; 2 – стояк; 3 – клини

### Металеве кріплення

У горизонтальних і похилих виробках застосовується кріплення у вигляді трапецієподібних, аркових рам, а також у вигляді кілець. Трапецієподібне рамне кріплення виготовляється з двотаврових балок чи рейок зі спецпрофілю.

Елементи рами з'єднуються в стик чи в лапу, замок підсилюється накладками, куточками, що скріплюються болтами з гайками, застосовуються також муфти чи штамповані башмаки.

Трапецієподібні металеві рами, що складаються з двох стояків і верхняка, є твердими. Аркове металеве кріплення може бути твердим (АЖ) чи найчастіше податливим (ПАК; МПК-А). Арки твердого кріплення виготовляються з двотаврових балок або балок-рейок. Арка складається з двох вигнутих у верхній частині елементів, що скріплюються між собою болтами з накладками. Значно ширше застосовується аркове податливе кріплення. Арки виготовляються зі спецпрофілю і бувають три-, чотири- і п'ятиланковими. Податливе з'єднання може бути зібрано за допомогою двох скоб, планки і гайок чи безболтовими (кулачковими) податливими вузлами. Арки зводяться так само, як і металеві трапецієподібні рами, на відстані 0,5–1,5 м між рамами встановлюються розпірки, боки і покрівля виробки затягуються дошками або обаполами.

## Бетонне кріплення

Бетонне кріплення є суцільним монолітним і застосовується для укріплення виробок з великим терміном служби. Воно може зводитися із застосуванням опалубки чи без неї, так зване набризк-бетонне кріплення. Кріплення проводять одночасно з двох боків виробки ділянками (ланками) довжиною 10–30 м. Опалубка може бути розбірною чи пересувною. Бетон укладають за опалубку шарами товщиною 10–15 см і трамбують вібраторами до появи на його поверхні тонкого шару розчину. Кладку склепіння починають після затвердіння стінок і проводять одночасно з двох боків від стінок до замка безупинно до закінчення кладки закріплюваної ділянки.

Різновид бетонного монолітного кріплення – цементно-піщано-гравійні суміші, які наносяться на закріплювану поверхню струменем стиснутого повітря.

**Торкрет-бетон** – складається з цементу, піщано-гравійного заповнювача з розмірами зерен до 5 мм і води.

**Набризк-бетон** на відміну від торкрет-бетону містить більший заповнювач (до 25 мм) і домішки, які прискорюють твердіння. Порівняно зі звичайним монолітним набризк-бетонне кріплення має ряд істотних переваг і широко застосовується на видобувних і розвідувальних роботах. Воно особливо ефективне в комбінації з анкерним кріпленням, а також з анкерним кріпленням і металевою сіткою.

## Залізобетонне кріплення

Може бути монолітним, суцільним і збірним. У монолітному суцільному кріпленні арматура гнучка або жорстка. Гнучку арматуру виготовляють із круглого арматурного заліза, тверду – із двотаврового прокату, рейок, спеціального шахтного профілю тощо. У гірничо-видобувній практиці найчастіше застосовується залізобетонне монолітне кріплення з твердою арматурою. Пояснюється це тим, що в процесі проходки виробка закріплюється тимчасовим кріпленням з металевих рам (трапецієподібних, аркових, кільцевих), а згодом при установці постійного кріплення ці рами використовуються як арматура.

Зведення монолітного кріплення аналогічне зведенню бетонного. Значно більший інтерес для розвідників становить збірне залізобетонне кріплення, зокрема, рамне. Деталі рамного кріплення виготовляються заводським способом.

## Анкерне кріплення

Анкерне чи штангове кріплення одержало широке розповсюдження на гірничих підприємствах країни і за кордоном. Анкерне кріплення не може бути застосоване в сипучих і глинистих породах, а також у породах, інтенсивно порушених і роздроблених тектонічними переміщеннями (рис. 16.11).

Порівняно з іншими видами кріплення анкерне – економічне, легко і швидко зводиться, причому процес механізується. При закріпленні гірничих виробок анкерним кріпленням різниця між площею поперечного перерізу у світлі й у проходці мінімальна і цим досягається економія у витратах засобів і праці.

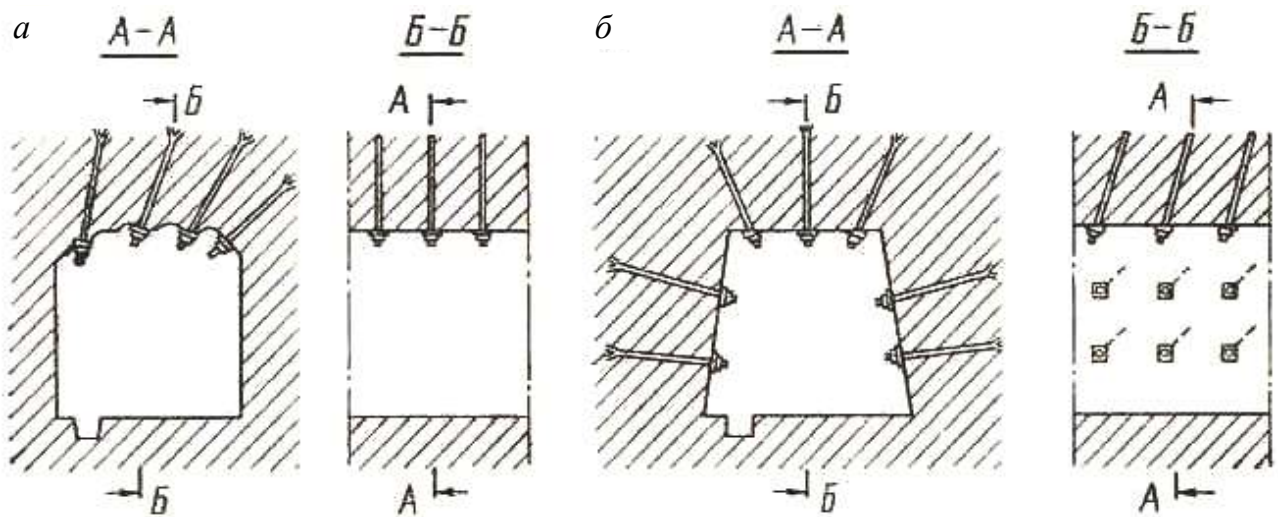


Рис. 16.11. Схема встановлення анкерного кріплення:  
*a* – покрівлі; *б* – покрівлі та бокових стінок

Матеріал анкерів і способи їхнього закріплення різні. Використовуються анкери металеві (у вигляді трубок, стрижнів круглого чи періодичного профілю), дерев'яні, склопластикові.

#### 16.4.2. Провітрювання горизонтальних виробок

Після вибуху у вибої проводиться провітрювання, а потім обколювання покрівлі і стінок. Завданням провітрювання є підтримка в підземних виробках атмосфери належної чистоти. Рух повітря виробками здійснюється під дією штучного, загальношахтного чи місцевого провітрювання. Загальношахтним струменем повітря (за рахунок дифузії повітря) можна провітрювати виробки загальним обсягом більше 30 %. При місцевому провітрюванні розрізняють три способи: нагнітальний (рис. 16.12); усмоктувальний (рис. 16.13); комбінований (рис. 16.14).

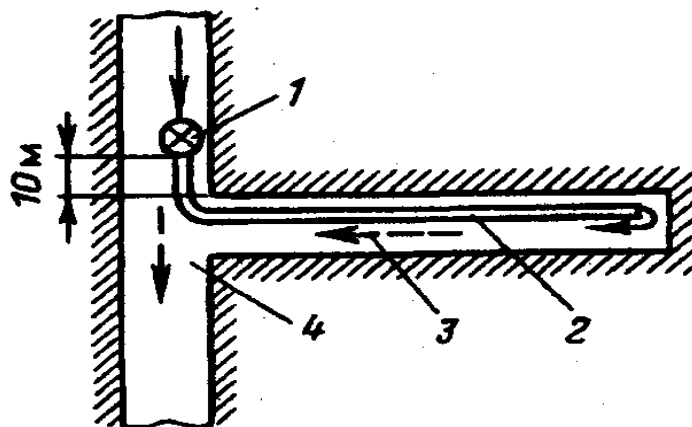


Рис. 16.12. Схема нагнітального способу провітрювання:  
 1 – нагнітальний вентилятор; 2 – трубопровід; 3 – виробка; 4 – наскрізна виробка

При *нагнітальному способі* чисте повітря надходить у привибійну зону по трубопроводу, а забруднене повітря віддаляється безпосередньо по виробці. Вентилятор повинний бути розташований на відстані більше ніж 10 м від устя виробки. Цей спосіб найбільш розповсюджений на практиці, тому що провіт-

рування протікає активно. Недоліком цього методу є те, що гази після вибуху і забруднене повітря поширюються по всій виробці. Якщо довжина виробки значна, то тривалість провітрювання зростає, тому нагнітальний спосіб застосовується при проходці виробок довжиною до 300 м.

При *всмоктувальному способі провітрювання* (рис. 16.13) забруднене повітря з вибою виробки всмоктується у вентиляційні труби, а свіже – надходить по самій виробці. Зона активного всмоктування повітря не перевищує 1–1,5 м від кінця трубопроводу. Підвести трубопровід до вибою ближче ніж на 2–3 м не можна через небезпеку ушкодження його вибухом. Тому всмоктувальний спосіб характеризується незначною активністю провітрювання привибійного простору.

При *комбінованому способі провітрювання* (рис. 16.14) повітря по одному трубопроводу нагнітається у вибій, а по іншому – відсмоктується з нього. При цьому на деякій відстані від вибою встановлюється перемичка і з простору між вибоєм і перемичкою забруднене повітря видаляється по вентиляційних трубах першим вентилятором усмоктуванням, а другий, встановлений у безпосередній близькості від перемички, – працює на нагнітання. Таким чином, загазоване повітря у вибої розріджується струменем вентилятора, що працює на нагнітання, а вентиляційна установка, що працює на всмоктування, видаляє його з виробки, у результаті чого повітря у виробці залишається чистим. Відстання кінця вентиляційних труб від вибою не повинне перевищувати 6 м у вертикальних і 10 м у горизонтальних виробках.

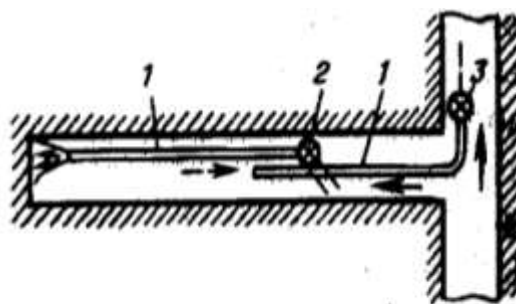
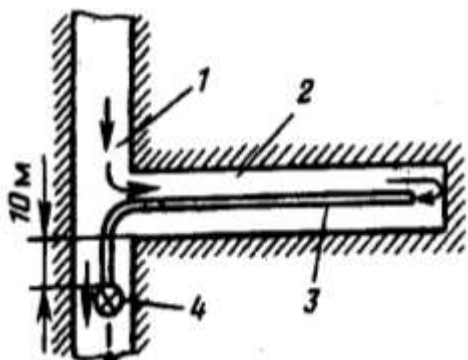


Рис. 16.13. Схема всмоктувального провітрювання: 1 – наскрізна виробка; 2 – виробка; 3 – трубопровід; 4 – усмоктуючий вентилятор

Рис. 16.14. Схема комбінованого провітрювання: 1 – трубопровід; вентилятори: 2 – нагнітальний, 3 – всмоктувальний

При значній довжині виробок, невеликій відстані від земної поверхні чи при наявності розташованого вище горизонту для провітрювання застосовують вентиляційні свердловини. Це дозволяє звільнити виробку на великій довжині від вентиляційного трубопроводу. Такі свердловини можуть бути використані і для інших цілей – прокладання труб і кабелів, доставки матеріалів. Свердловини, як правило, працюють у всмоктувальному режимі, а вентилятор встановлюється над устям свердловини.

Вентилятори відповідно до роду застосовуваної енергії можуть бути електричними і пневматичними, а за принципом дії – осьовими і відцентровими. Найбільш компактні й зручні в роботі осьові вентилятори ВМ-3М, ВМ-4М,

ВМ-5М, ВМ-6М, ВМ-8М, ВМ-12 з електричним і ВМП-5, ВМП-6 з пневматичним приводом. Для провітрювання виробок довжиною понад 1000 м застосовують відцентровані вентилятори ОЦ-7, ОЦ-9.

Вентиляційний трубопровід збирають з ланок довжиною 2–20 м. Труби виготовляють з листової сталі товщиною 0,7–2 мм, що з'єднуються між собою за допомогою фланців, між якими поміщають гумові прокладки. Також застосовують гнучкі труби типу М із прогумованої двосторонньої тканини товщиною 0,8–1,2 мм, довжина ланок 5, 10, 20 м. У виробці труби підвішуються до троса за допомогою гачків.

### 16.4.3. Навантаження і транспортування породи

Навантаження породи здійснюється вручну чи механічними навантажувачами. Транспортують її в коротких виробках скреперами чи у вагонетках, а у протяжних – застосовуються вагонетки з відкаткою електровозами.

Машини, застосовувані для навантаження в горизонтальних виробках, поділяються за принципом роботи навантажувального органу і способу захоплення зруйнованої породи. Розрізняють машини періодичної дії нижнього захоплення (ППН) (рис. 16.15) і навантажувальні машини безупинної дії бічного захоплення (ПНБ). Залежно від виду споживаної енергії вони можуть бути електричними і пневматичними.

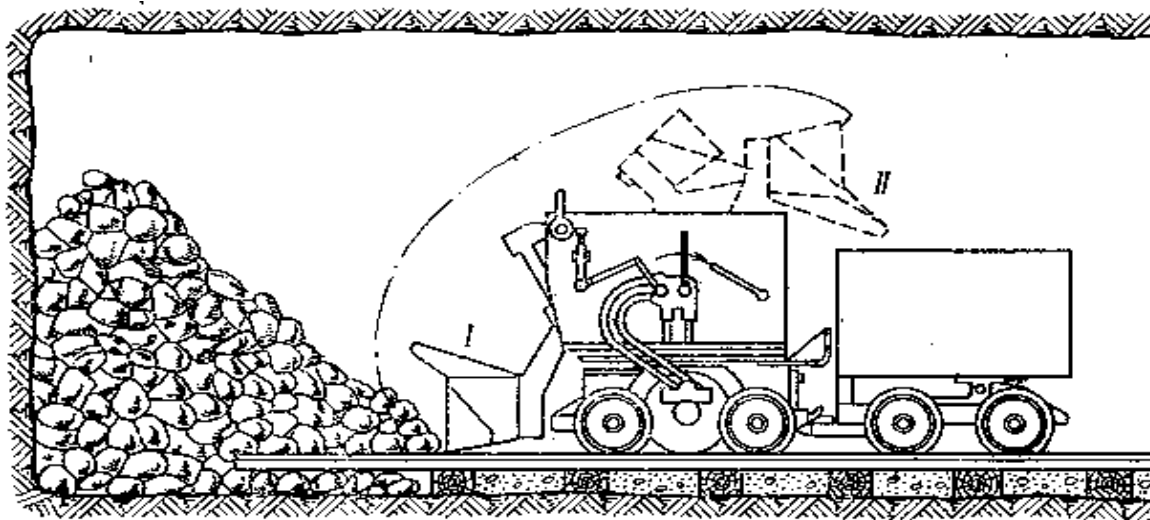


Рис. 16.15. Схема роботи навантажувальної машини ППН-2 в горизонтальній виробці

При проходці виробок обмеженої довжини (50–100 м) застосовуються вантажно-доставні машини (ПДН). Конструкція аналогічна машині ППН, тільки ківш розвантажується не у вагон, а у власний кузов, встановлений на ходовій частині на принципі самоскида. Навантажувальна машина типу ПНБ застосовується для транспортування м'яких (малоабразивних) порід.

У виробках малого перерізу (3–4 м<sup>2</sup>) порода збирається скреперними установками. При проходці коротких (50–100 м) розвідувальних ортів їхній ґрунт розташовується на рівні покрівлі відкотного штреку, що дозволяє подавати породу відразу ж у вагон (рис. 16.16).

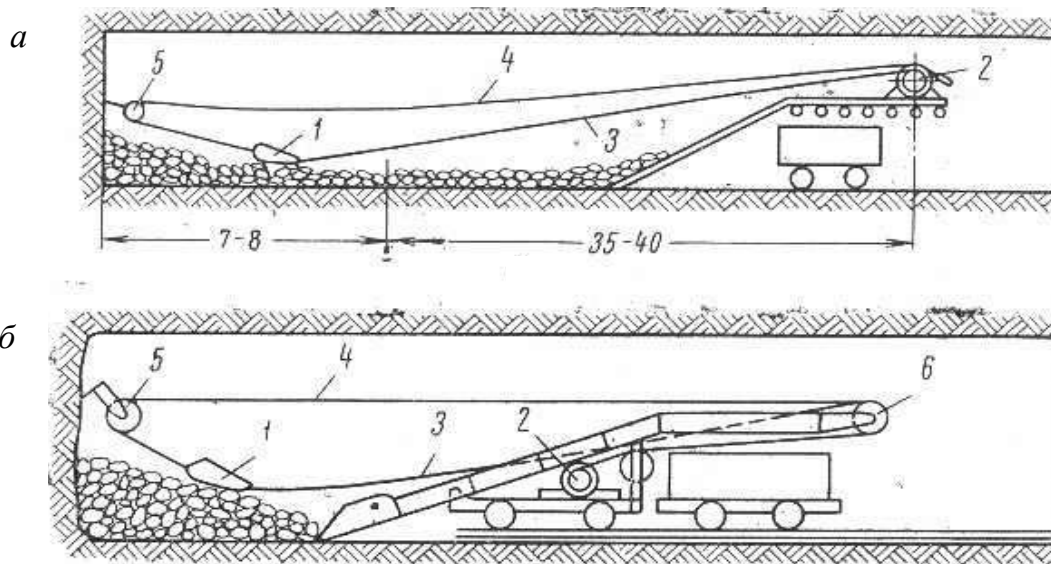


Рис. 16.16. Переносна (а) і пересувна (б) скреперні навантажувальні установки

Устаткування і машини, які застосовують для переміщення породи від місця відбою до відкотної виробки, вибираються з урахуванням способу доставки і масштабу робіт. Доставка може здійснюватися вручну, власною вагою і за допомогою транспортних машин.

До ручної доставки відносять перелопачування породи, її перенесення і перевезення в невеликих тачках чи вагонетках. Ручна доставка має дуже обмежену сферу застосування і може використовуватись як основний спосіб тільки при переміщеннях невеликої кількості гірських порід на незначні відстані. Ручна доставка – трудомістка і малопродуктивна операція.

Доставка власною вагою – переміщення відбитої породи гірничою виробкою під дією сили ваги – найпростіший і дуже вигідний спосіб транспортування. Обов'язковою умовою при цьому є достатній нахил ґрунту виробки, по якій повинна скачуватися порода. При куті нахилу ґрунту виробки, що перевищує  $35^\circ$ , порода переміщається безпосередньо по ґрунту виробки. При розвідці родовищ корисних копалин доставка породи таким способом застосовується тільки при проведенні підняттяєвих.

Механічна доставка порід одержала широке розповсюдження при розвідці родовищ корисних копалин.

### Відкатка і транспортування порід

Основним видом переміщення гірських порід виробками (ортами, штреками, квершлагами і т. ін.) є відкатка у вагонетках рейковими коліями. Цей вид транспорту широко застосовується також для перевезення матеріалів, устаткування і людей.

Рейкові колії укладаються не на ґрунт виробки, а на баластовий шар з породного дрібняку чи гравію.

Перевезення гірських порід здійснюється навантажувальними машинами чи в рудникових вагонетках, що завантажуються через люки. Рудникові вагонетки можуть бути з неперекидним глухим (УВГ) і перекидним кузовами і саморозвантажні (УВБ) (рис. 16.16). Кузов глухих вагонеток жорстко з'єднаний з



рамою, такі вагонетки при розвантаженні необхідно перекидати; розвантаження їх виконується за допомогою спеціальних механічних пристроїв – перекидачів.

Конструкція вагонеток з перекидним кузовом і саморозвантажних така, що розвантаження їх може проводитися без спеціальних механічних пристроїв чи за допомогою найпростіших. Ці вагонетки розвантажуються при повертанні кузова навколо горизонтальної осі, відкриванні дна, бічних чи торцевих стінок.

У практиці гірничо-розвідувальних робіт застосовуються такі способи відкати: ручна, канатна і локомотивна.

Ручна відкатка застосовується при невеликих обсягах робіт по одній вагонетці. Перевезений вантаж не повинний перевищувати 1 т, швидкість руху – 0,5–1,0 м/с. При цьому продуктивність відкатника 1,2–1,7 т·км/зміну.

Канатна відкатка полягає у тому, що одиночні вагонетки чи потяги вагонеток переміщуються гірничою виробкою причепленими до каната, що приводиться в рух лебідкою. Відкатка таким способом здійснюється як у горизонтальних, так і в похилих гірничих виробках при невеликій довжині виробок.

Основним видом рудникового транспорту є локомотивна відкатка, широко застосовувана для переміщення вантажів горизонтальними чи слабопохилими виробками. Вагонетки транспортуються потягом разом з локомотивом.

Найбільш розповсюдженим видом локомотивів є електровози. За способом живлення їх поділяють на контактні (КР, ДО) та акумуляторні (АРП, АРВ). Контактні електровози одержують струм від контактного (тролейного) проводу і рейкових колій, а акумуляторні живляться від акумуляторних батарей. Контактні електровози більш надійні в експлуатації, відрізняються простотою конструкції і найбільш економічні. Основний їхній недолік – іскріння на струмоприймачі, що ковзає по контактному проводі під час руху. Тому у виробках, небезпечних по газу і пилу, застосування контактних електровозів обмежене чи повністю виключено.

У довгих і прямолінійних виробках доцільно використовувати стрічкові конвеєри – перевантажувачі.

#### **16.4.4. Підйом порід**

Переміщення гірських порід, матеріалів, устаткування і людей стовбурами шахт і шурфами здійснюють за допомогою різноманітних підймальних засобів.

При проведенні неглибоких розвідувальних шурфів як підймальні пристрої застосовують найпростіші дерев'яні чи металеві ручні воротки, підйом породи, спуск і підйом людей, матеріалів і устаткування проводять у невеликих баддях, що підвішуються на канатах до воротка, встановленого над устям шурфу. Привідні воротки, невеликі крани-укосини і спеціальні шурфопрохідницькі агрегати забезпечують високу продуктивність і створюють безпечні умови для проведення підймальних операцій.

При проведенні стовбурів розвідувальних шахт для спуску і підйому використовують більш складні пристрої, називані підймальними установками, що складаються з прохідницького копра, підймальної машини, підймальних посудин і канатів.

Прохідницькі копри, виготовлені з дерева чи металу, мають різноманітні конструкції (А-подібні, чотиристоякові, шатрові, баштові, циліндричні).

**Копер** – високе (22–25 м) надшахтне спорудження, що забезпечує підйом і механізацію розвантаження породи з бадді в наземний транспорт. Висота його складається з висоти розвантажувального майданчика над поверхнею землі, висоти перепіднімання бадді над майданчиком перед її розвантаженням, висоти бадді з напрямною рамкою, запасу висоти для кінцевих вимикачів підйомальної машини, аварійної відстані між кінцевими вимикачами і шківними підйомального каната, висоти шківа і намету над підшківним майданчиком.

Підйомальна машина являє собою лебідку з електричним приводом, обладнану робочими й аварійними гальмами.

Для проходки застосовують одно- і двокінцеві підйомальні машини. Частіше встановлюють дві однокінцеві для створення безпечних умов під час проходки.

Прохідницька підйомальна установка містить у собі підйомальну машину, канат, копер, шків підйомального каната на копрі, баддю, причіпний пристрій для бадді, напрямні канати, напрямну рамку. Причіпний пристрій кріпиться до каната через коуш спеціальними затисками. Він складається з гака, засувки, що виключає випадкове відчеплення бадді, і вертлюга, що попереджає обертання бадді при розкручуванні каната в момент його натягу.

Напрямна рамка обмежує коливання бадді під час руху. Вона являє собою каркас, через бічні грані якого вільно пропущені напрямні канати, а через центральну втулку – канат підйомальної машини. Нижні кінці напрямних тросів закріплюються на розтрубах підвісного помосту.

Крім того, для підйому-спуску можуть застосовуватися кліті і скіпи (рис. 16.17); вибір тієї чи іншої посудини залежить від призначення підйомальної установки.

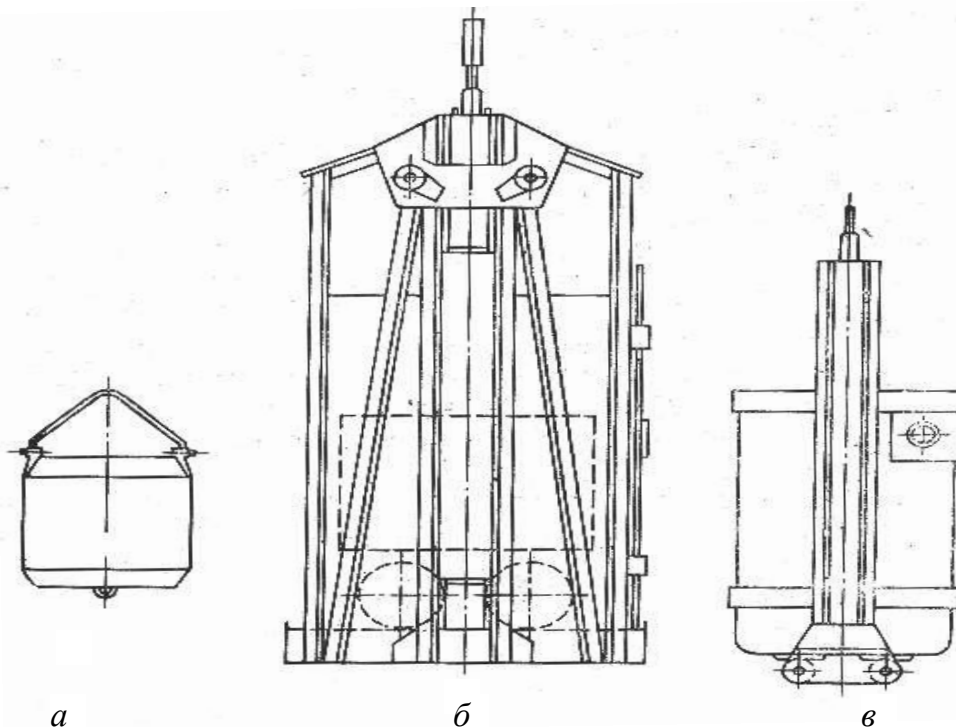


Рис. 16.17. Підйомальні посудини: *а* – баддя; *б* – кліть; *в* – скіп



При проведенні шурфів і розвідувальних стовбурів як підймальні посудини використовують шурфопрохідницькі бадді (БШ). Завантаження бадей породою здійснюється у вибої виробки вручну чи механічними навантажувачами, розвантаження – за допомогою простих розвантажувальних пристроїв при їх перекиданні. При проведенні шурфу чи стовбура шахти невеликих за обсягом і довжиною підземних гірничих виробок вилучена з них порода також може транспортуватися на земну поверхню в баддях.

**Кліть** являє собою підймальну посудину у вигляді платформи, укріпленої на каркасній рамі, з дахом і дверцятами. У клітях спускають і піднімають людей, вагонетки з гірською породою й інші вантажі; при клітьовому підйомі порода транспортується у вагонетках, що зачочуються в кліть. На платформі кліті в залежності від її розмірів може розміщатися одна чи кілька вагонеток. Щоб уникнути великих поперечних розмірів кліті, іноді застосовують двоповерхову кліть.

Кліть переміщається в стовбурі по металевих чи дерев'яних провідниках, що фіксують її положення.

У тих випадках, коли підймальні установки призначені виключно для видачі з підземних виробок корисної копалини чи порожніх порід і продуктивність підйому велика, як підймальні посудини застосовуються скіпи. Це металевий ящик, найчастіше призматичної форми, шарнірно укріплений на підвісній рамі. Скіпи бувають перекидні й неперекидні. Завантаження скіпів корисною копалиною чи пустою породою здійснюється в підземних гірничих виробках із завантажувальних бункерів. У нижній частині бункера розміщується дозатор (мірний ящик); дрібно-роздрібна гірська порода самопливом надходить з бункера в дозатор, а з останнього – пересипається в скіп.

Неперекидні скіпи розвантажують на денній поверхні через відкидне дно, що автоматично відкривається при вкочуванні ролика в розвантажувальні напрямні; гірська порода висипається в приймальний бункер.

Перекидні скіпи при вході ролика в розвантажувальні напрямні повертаються навколо шарніра на кут, необхідний для висипання з них породи.

### **Транспортні засоби, що використовуються на поверхні**

На поверхні зводять цілий ряд споруд і будівель: шахтні копри, надшахтні будівлі, естакади, залізничні навантажувальні бункери, будівлі підймальних машин для компресорів, вентиляторів, механічні майстерні, електропідстанції, адміністративно-побутові приміщення, склади устаткування і матеріалів. У наземний гірничотехнічний комплекс входять також склади корисної копалини, пустих порід і закладальних матеріалів. У цих будівлях і спорудах і між ними розташовують транспортні засоби, рейкові колії та безрейкові шляхи, підвісні дороги.

Транспортні засоби, використовувані на поверхні, різноманітні; вибір їх залежить від масштабу робіт, рельєфу земної поверхні, устаткування шахтного підйому й інших факторів.

При проведенні розвідувальних шурфів вилучена з виробок порода складається на земній поверхні біля устя.

При проведенні стовбурів шахт породи від устя виробки до відвалів звичайно транспортують у вагонетках рейковими коліями чи підвісними шляхами, причому ланкою транспортних схем є також і доставка власною вагою.

При клітьовому підйомі корисну копалину від стовбура шахти до залізничного бункера транспортують у вагонетках; при підйомі корисної копалини в перекидних клітях чи скіпах найбільш розповсюдженим видом транспорту є конвеєрний чи конвеєрний у сполученні із доставкою власною вагою.

Комплекс, що споруджується біля устя штольні, звичайно відрізняється простотою і складається з естакади чи рейкової колії, прокладеної по відвалу пустих порід.

### **Висновок**

У цьому розділі розглянуто технологію проходки різних розвідувальних виробок за допомогою ручного, механізованого та буропідривних способів. Також розглянуто питання провітрювання, кріплення гірничих виробок, навантажування та транспортування гірських порід.

### **Контрольні питання**

1. Засоби проходки розвідувальних каналів.
2. Можливі форми перерізу розвідувальної каналу.
3. Порядок опису розвідувальної каналу.
4. Призначення шурфів.
5. Засоби проходки шурфів.
6. Засоби кріплення стінок шурфів.
7. Методи вентиляції шурфів.
8. Опис шурфів залежно від складності розрізу.
9. Призначення стовбурів.
10. Види перерізів стовбурів і відповідні матеріали для кріплення.
11. Оснащення стовбурів.
12. Схеми проходки стовбурів, їх недоліки та переваги.
13. Операції прохідницького циклу.
14. Буріння стовбурів (обладнання, переваги, засоби кріплення).
15. Засоби проходки горизонтальних виробок.
16. Призначення кріплення.
17. Матеріали, які застосовуються для кріплення.
18. Види кріплення.
19. Вади та переваги різних видів кріплення.
20. До якої групи кріплення належать набризк-бетон і торкрет-бетон?
21. Призначення провітрювання.
22. Схеми місцевого провітрювання, їх недоліки та переваги.
23. Які вентилятори застосовують для провітрювання гірничих виробок?
24. Види повітропроводів.
25. Засоби для навантаження та транспортування гірських порід.
26. Сфери застосування різних засобів транспортування.
27. Види відкаток.
28. Види локомотивів.
29. Підіймальні засоби для шурфів.
30. Будова підіймальної машини.
31. Пристрої для транспортування гірської породи та вантажів.

## 17. ВОДОВІДЛИВ І ОСВІТЛЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

**Навчальні цілі:** у результаті вивчення розділу студент повинен знати шляхи виникнення водопрпливу та можливі засоби щодо зменшення його шкідливої дії, а також освітлення при проведенні підземних гірничих виробок, уміти вибирати технологію та засоби водовідливу.

Надходження підземних і поверхневих вод у гірничі виробки називають **водопрпливом**.

Загальний водопрплив складається з припливу підземних вод, що дрениують виробки, вод, які надходять із затоплених виробок, технічних вод, що подають для зрошення і буріння свердловин, поверхневих вод і атмосферних опадів.

При проведенні гірничо-розвідувальних виробок у водонасичених масивах порід вода, проникаючи у виробки, створює труднощі для ведення гірничих робіт.

Тому воду з гірничих виробок постійно видаляють різними способами. При сприятливому розташуванні виробок стосовно рельєфу місцевості (гористий рельєф) використовують самоплив або насоси.

Якщо горизонтальні гірничі виробки поєднуються з поверхнею через шахту, то вода подається по канавках до водозбірників, звідки піднімається на поверхню за допомогою насосів. При наявності нижніх водовбирних горизонтів доцільно спустити в них воду шляхом проходки свердловин. У штольнях вода надходить самопливом до устя виробки.

**Водовідлив** – сукупність заходів щодо видалення води з підземних гірничих виробок. Вибір заходів залежить від припливу води. Водовідлив повинний забезпечувати безперебійну роботу з проведення виробок і геологічної оцінки родовища.

### Способи водовідливу при проведенні гірничих виробок

Залежно від виду гірничих виробок – вертикальних, похилих чи горизонтальних – застосовують відповідні види водовідливу.

При проходці вертикальних виробок водовідлив здійснюється безпосередньо зі стовбура спуском води в нижні гірничі виробки чи при сприятливих гідрогеологічних умовах у поглинаючі водоносні горизонти.

Для скорочення водопрпливу при проходці вертикальних виробок застосовують паралельний водовідлив з водознижувальних свердловин, попереднє закриття в масиві гірських порід пор і тріщин тампонажем свердловин і заморожування гірських порід. При невеликих припливах воду відкачують підймальними посудинами (бадьями, скіпами), насосами (вертикальними і горизонтальними), водоструминними апаратами та ерліфтами.

При проведенні розвідувальних виробок розрізняють прохідницький і стаціонарний водовідлив. Прохідницький водовідлив здійснюється в процесі проведення стовбурів шахт, шурфів і розвідувальних уклонів, а стаціонарний – при проведенні виробок, коли пройдені стовбур, насосна камера і змонтовано водовідливну установку.

Прохідницький водовідлив поділяють на бадейний і підвісними насосами.

Бадейний використовується при незначних припливах води (3–5 м<sup>3</sup>/год) разом з породою (рис. 17.1).

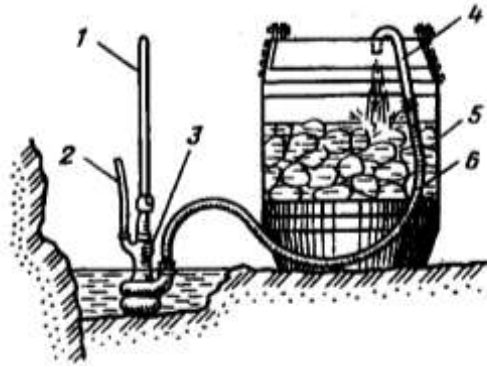


Рис. 17.1. Водовідлив баддями за допомогою вибійного насоса:

1 – шланг для подачі стиснутого повітря; 2 – шланг для відведення відпрацьованого повітря;  
3 – насос; 4 – металевий патрубок; 5 – баддя; 6 – гумовий шланг

Бадді наповнюються водою за допомогою вибійних насосів. Для нормальної роботи прохідників при видаленні гірської маси рівень води над поверхнею висадженої породи не повинний перевищувати 0,1 м. Продуктивність бадейного водовідливу

$$Q = nq_6c\varphi, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (17.1)$$

де  $n$  – кількість підйомів бадді за годину;  $q_6$  – місткість бадді,  $\text{м}^3$ ;  $c$  – коефіцієнт пористості розпушеної породи (0,3–0,6);  $\varphi$  – коефіцієнт наповнення бадді ( $\varphi = 0,9$ ).

Водовідлив підвісними насосами здійснюється у випадку, якщо приплив перевищує можливості бадейного водовідливу підвісними насосами. При цьому можливі дві схеми: одно- і двоступінчаста.

Одноступінчаста полягає в подачі води з вибою через труби і шланг відразу на поверхню. Перед кожним вибухом знімають три-чотири верхніх ланки водовідливних труб, а насос з частиною колони труб, що залишилася, піднімається на безпечну висоту (20–25 м). Після вибуху насос опускають на вибій, ланки труб установлюють на потрібну глибину.

Двоступінчаста схема передбачає роботу вибійного насоса, що за допомогою гнучкого шланга відкачує воду з вибою в проміжний водозбірник, звідки потім підвісним насосом (другий ступінь) – на поверхню. Проміжний водозбірник – це звичайно бак місткістю 2–2,5  $\text{м}^3$ , установлюваний на розпорах чи підвісному помості. При цій схемі відпадають підйом і опускання підвісного насоса перед вибухом, а підвіска й опускання одноступінчастого насоса не становить великих труднощів.

У проміжному водозбірнику тверді частинки шламу осаджуються, тому вода, що витікає з насоса, чистіша і насос менше зношується. Обслуговування насоса спрощується і можлива автоматизація водовідливу. При великих глибинах проходки двоступінчаста схема найбільш доцільна. У виробках глибиною більш ніж 50–75 м повинно бути не менше двох справних насосів. Один з них у роботі, другий – у резерві.

Подача води підвісним насосом визначається залежно від часу, необхідного для її видалення,

$$Q_H = \frac{kq_{cp}(t_1 + t_2 + t_3 + t_4) - cSt}{t_4}, \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (17.2)$$

де  $k$  – коефіцієнт нерівномірності припливу води, ( $k = 1,3$ – $1,5$ );  $q_{cp}$  – середній приплив води,  $\text{м}^3/\text{хв}$ ;  $t_1$  – тривалість підйому насоса і вибуху зарядів  $t_1 = 30$ – $45$  хв;

$t_2$  – тривалість провітрювання,  $t_2 = 30\text{--}45$  хв;  $t_3$  – тривалість огляду, приведення виробки в безпечний стан і спуск насоса,  $t_3 = 20\text{--}30$  хв;  $t_4$  – тривалість відкачки води, що зібралася після підйому насоса, хв;  $c$  – коефіцієнт пористості розпушеної гірської породи,  $c = 0,3\text{--}0,6$ ;  $S$  – площа перерізу виробки в проходці,  $\text{м}^2$ ;  $l$  – величина просування за вибух, м.

Відповідно до подачі насоса і сумарного напору

$$H = H_n + H_{bc} + H_c, \text{ м}, \quad (17.3)$$

вибирають насос і визначають потужність двигуна

$$N = \frac{Q_n (H_n + H_{bc} H_c) \delta}{50 \cdot 102 \eta}, \text{ кВт}, \quad (17.4)$$

де  $Q_n$  – подача насоса,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $H_n$  – висота нагнітання, що дорівнює глибині виробки + 2 м;  $H_c$  – висота стояка,  $H_c = 0,1\text{--}0,15 (H_n - H_{bc})$ , м;  $H_{bc}$  – висота всмоктування,  $H_{bc} \leq 5$  м;  $\delta$  – об'ємна маса відкачуваної води,  $\delta = 1015\text{--}1025$   $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії двигуна,  $\eta = 0,85$ .

Нагнітальний трубопровід монтується зі сталевих труб внутрішнім діаметром 100, 125, 150 чи 200 мм, що з'єднуються за допомогою фланців з ущільненням стиків прокладками з гуми. Діаметр нагнітального трубопроводу вибирають з таким розрахунком, щоб швидкість руху води знаходилася в межах 1,5–2,2 м/с. Усмоктувальний трубопровід являє собою гумовий гофрований шланг діаметром 25, 50, 75, 100, 125 і 150 мм.

Водовідливне господарство шахти складається з головної насосної установки, трубопроводів, а також допоміжних насосів, водовідливних і дренажних каналок, водозбірників та інших споруд. Головна насосна установка розташовується біля стовбура шахти в спеціальній насосній камері, підлогу якої, щоб уникнути затоплення, влаштовують на 0,5 м вище за відмітку навколостовбурного двору. У камері встановлюють три по черзі працюючих насоси, з яких один у роботі, другий – підмінний, а третій – у ремонті.

Водовідливні установки для відкачки підземних вод розділяються на центральні, головні, дільничні, допоміжні, перекачувальні, прохідницькі та свердловинні. Водовідливні установки обладнуються в основному відцентровими насосами. При розробці одного горизонту застосовують схему безступінчастого водовідливу, коли воду збирають у водозбірник головного водовідливу і насоси відкачують її на поверхню. Якщо напору одного насоса недостатньо, то застосовують декілька послідовно працюючих насосів. При розробці двох і більше горизонтів із самостійними припливами можливо використання безступінчастої схеми водовідливу окремо з кожного горизонту чи перекачування на один горизонт.

### **Освітлення при проведенні гірничих виробок**

Гарне освітлення в гірничих виробках підвищує безпеку робіт, полегшує працю робітників з обслуговування механізмів і сприяє підвищенню продуктивності праці. Освітленістю називається відношення світлового потоку до площі тієї частини поверхні, на яку він падає. За одиницю освітленості прийнято люкс (лк), що визначається як поверхнева щільність світлового потоку в один люмен (лм), рівномірно розподіленого на площі 1  $\text{м}^2$ . Освітленість прямо пропорційна силі світла й обернено пропорційна квадрату відстані до освітлюваної площі від джерела світла.

Мінімальна освітленість у виробках повинна складати: у вибоях – 15 лк, на складах ВВ – 3 лк, відкотних виробках – 5 лк. Відстань між світильниками у виробках приймається від 5 (потужність ламп 60 Вт) до 16 м (потужність 200 Вт).

Штучне освітлення може бути загальним, коли забезпечується надійне освітлення по всій площі, і місцевим. Іноді освітлюються окремі робочі місця. Найчастіше використовується комбіноване освітлення. Розрізняють також робоче й аварійне освітлення. Останнє передбачено на випадок відключення основного освітлення й призначено для освітлення сходів при евакуації робітників.

Світильники, що живляться від електричної мережі, повинні освітлювати такі підземні виробки: пристовбурні виробки, прохідницькі вибої, електромашинні камери, підземні майстерні, електровозне депо, медпункти, склади вибухових матеріалів, головні й допоміжні виробки, призначені для транспортування корисних копалин і пересування людей, розвантажувальні та навантажувальні майданчики. Прохідницькі вибої варто освітлювати переносними світильниками напругою 36 В, крім того, для огляду покрівлі й освітлення камери висотою більше ніж 4 м застосовують прожекторне освітлення напругою, що не перевищує 127 В.

Для освітлення підземних виробок залежно від категорії шахт небезпечних по газу й пилу випускають рудникові світильники в нормальному рудниковому виконанні (РН) для безпечних шахт, підвищеної надійності (РП) – для небезпечних і у вибухобезпечному виконанні (РВ) – для надкатегорійних, а також вибухобезпечні люмінесцентні типу РВЛ. Останні мають ряд переваг: висока світлоздатність, тривалий термін служби, менша яскравість і витрата електроенергії порівняно з лампами накаливання.

Відповідно до правил безпеки для кожного працівника, який працює у виробці, передбачені індивідуальні засоби освітлення незалежно від наявності мережного електричного освітлення. У цей час на шахтах як основний тип переносного світильника застосовують головні й ручні (переносні) акумуляторні світильники. Широко застосовують акумуляторні світильники СГГ-3, "Кузбас", СГУ-4, "Україна". У фарі, що виготовлена з міцного матеріалу, розміщується двосвітлова лампа розжарювання з двома нитками на 1 і 0,5 А. Як переносні світильники в підземних виробках використовують полум'яніючі лампи: бензинові й ацетиленові. Бензинові лампи виготовляють двох типів: ЛБШ (лампа бензинова шахтна) і ЛБК (лампа бензинова з комбінованим магнітно-пломбовим затвором). Ацетиленові лампи (карбідні) застосовують у виробках, що не небезпечні по вибуху метану або пилу.

### **Висновок**

У розділі розглянуті питання виникнення водоприпливу у гірничих виробках та шляхи його зменшення для забезпечення проходки та експлуатації, а також питання освітлення при проведенні гірничих виробок.

### **Контрольні питання**

1. Джерела водоприпливу в гірничі виробки.
2. Склад водовідливного господарства шахти
3. Види прохідницького відливу.
4. Способи відливу з горизонтальних і вертикальних виробок.
5. Види світильників для гірничих виробок.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**  
**(для поглибленого вивчення дисципліни)**

1. Багдасаров Ш.Б., Верчеба А.О., Пальмов И.И. Справочник горного инженера геологоразведочных партий. – М.: Недра, 1986. – 358 с.
2. Бейсебаев А.М., Туякбаев Н.Т., Федоров Б.В. Бурение скважин и горно-разведочные работы: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1990. – 303 с.
3. Геологорозвідувальна справа: гірничі, підривні, бурові роботи: Підручник / К.Л. Ларін, Г.Ф. Виноградов, В.С. Шабатін та ін. – К.: Либідь, 1996. – 322 с.
4. Горноразведочные работы: Учебник для вузов / Л.Г. Грабчак, Ш.Б. Багдасаров, С.В. Иляхин и др.; Под ред. Л.Г. Грабчака.– М.: Высш. шк., 2003. – 661 с.