

## Тема 1.4. Кріплення гірничих виробок, класифікація та вимоги

### План

- 1 Поняття про кріплення гірничих виробок
- 2 Вимоги, що пред'являють до кріплення гірничих виробок
- 3 Класифікація гірничого кріплення
- 4 Забезпечення стійкості гірничих виробок

### 1 Поняття про кріплення гірничих виробок

**Гірниче кріплення** (шахтне) - штучна споруда, що зводиться для захисту від обвалення гірських порід, що оточують виробку, збереження необхідних розмірів поперечного перерізу і робочого стану виробок. Сукупність робіт по його зведенню (установка або монтаж) називають кріпленням гірничих виробок.

**Примітка** - У підземному будівництві часто застосовують термін “**оправа**” (розповсюджений лише в країнах колишнього СРСР), який має значення постійного суцільного кріплення тунелів, метрополітенів, сховищ, підземних споруд електростанцій, міських комунікацій тощо. Оскільки сучасні будівельні геотехнології одночасно забезпечують як будівництво шахт, так і підземних споруд іншого призначення, то для поєднання понять “**гірниче кріплення**” і “**оправа**” застосовують загальний термін “**конструкції кріплення**”, який увійшов у науковий (інженерний) обіг більшості розвинених країн. Застосовується також поняття “**інженерні конструкції**” підземних споруд, яке об'єднує конструкції кріплення та масив гірських порід, що оточує виробку.

**Функції** конструкцій кріплення передбачають забезпечення проектних розмірів споруд, сприйняття й перерозподіл зовнішніх і внутрішніх навантажень, охорону від вивалів та обрушень оточуючих порід, запобігання їх руйнуванню й вивітрюванню, гідроізоляцію виробок, гладкість їх контуру (для зменшення опору руху повітря або води) та інше.

### 2 Вимоги, що пред'являють до кріплення гірничих виробок

Кріплення гірничих виробок повинне задовольняти наступним основним виробничим, технічним та економічним вимогам.

#### Виробничі вимоги:

- ✚ забезпечення експлуатації виробки на весь термін служби;
- ✚ можливість встановлення безпосередньо у вибою;
- ✚ відсутність перешкод виконанню робіт;
- ✚ мінімальний аеродинамічний опір;
- ✚ мінімальне заповнення перетину;
- ✚ пожежна безпечність, стійкість проти корозії та гниття;
- ✚ можливість механізації зведення кріплення;
- ✚ можливість виготовлення або ремонту елементів кріплення в умовах шахти.

#### Технічні вимоги:

- ✚ витримувати навантаження від гірського тиску без руйнування - міцність;
- ✚ зберігати своє проектне положення - стійкість;
- ✚ жорсткість (або податливість);
- ✚ мінімальна кількість типорозмірів елементів кріплення та їх взаємозамінність.

#### Економічні вимоги:

- ✚ відповідність конструкції та матеріалу кріплення терміну служби виробки;
- ✚ мінімальна вартість кріплення та мінімальні витрати на його ремонт під час експлуатації виробки.

Окремі вимоги можуть бути взаємовиключними. Ідеальних кріплень не існує.

### 3 Класифікація гірничого кріплення

Гірниче кріплення за матеріалом, формою, призначенням виробок, терміном служби, характером роботи і іншими ознаками підрозділяють:

- за основним (переважаючим) матеріалом, з якого воно виготовлено, - на **дерев'яне** (із сосни, смереки, ялиці, модрина, керда), **металеве** (чавунні тюбінги, сталевий прокат, сталеве литво, арматурна та листова сталь, канати), **кам'яне** (природний камінь, цегла, бетоніти), **бетонне** (монолітне і збірне кріплення, торкретбетон, набризкбетон та ін.), **залізобетонне** (збірне з окремих елементів і монолітне з гнучкою або жорсткою арматурою), **полімерне** (оболонки по контуру виробки, полімерні анкери), а також **змішане** кріплення (до змішаного відноситься кріплення, виготовлене з різнорідних матеріалів без значного переважання одного з них, наприклад, рами із залізобетонних або дерев'яних стоек і металевого верхняка, металеві анкери з дерев'яними підхопленнями та ін.);

- за конструкцією: кріплення **рамне, суцільне, органне, кострове, анкерне, комбіноване**. **Рамне кріплення** складається з кріпильних рам (дерев'яних, сталевих, залізобетонних, змішаних), які встановлюють у виробках на певній відстані одна від одної, а проміжки між рамами перекривають спеціальною огорожею (затяжкою). **Суцільне кріплення** безперервно перекриває поверхню виробки в повздовжньому напрямі й виконується як монолітна конструкція (бетонна, залізобетонна) або збірна з окремих однотипних елементів, встановлених впритул один до одного (блоки, панелі, тюбінги). **Органне кріплення** – це стояки (зазвичай дерев'яні), встановлені впритул в один або декілька рядів (подібно до труб органу, від якого й пішла назва конструкції). **Кострове кріплення** складається з кріпильних конструкцій стовпчастої форми з окремих дерев'яних, металевих або пневмобалонних елементів, які укладаються один на одного в певному порядку. **Анкерне кріплення** – це система металевих, полімерних, залізобетонних або дерев'яних стержнів (анкерів), закріплених ушпурах за допомогою замків або скріплюючих сумішей. **Комбіноване кріплення** складається з різних видів кріплення: рами у поєднанні з анкерами, набризкбетонне кріплення з анкерами та ін.;

- за принципом (характером) роботи - на **жорстке, податливе, шарнірне, шарнірно-податливе, індивідуально-рамне, системне**. **Жорстке кріплення** не має податливих або шарнірних вузлів, його деформації в період експлуатації не виходять за межі пружних, забезпечує нерухому фіксацію несучих елементів, зміщення яких можливі тільки за рахунок руйнівного деформування конструкції (бетон, залізобетон, жорсткі сталеві рами). **Податливе кріплення** - кріплення, що має вузли податливості і зберігає завдяки ним несучу здатність при значних змінах його розмірів внаслідок зміщення порід. Режим податливого опору забезпечують особливі конструктивні елементи – вузли податливості спецпрофілів, демпферні прокладки, опори з можливістю зминання тощо. **Шарнірне кріплення** - кріплення, елементи якого можуть переміщатися один відносно одного навколо осі шарніра без порушення працездатності та несучої здатності кріплення. **Шарнірно-податливе** кріплення містить шарнірні та податливі вузли, що забезпечують одночасно податливість і шарнірність конструкції. **Індивідуальне рамне кріплення** - це жорстке, податливе, шарнірне і шарнірно-податливе кріплення, в яких кожна рама працює (сприймає навантаження) індивідуально, не передаючи частині навантаження на сусідні рами.

**Системне кріплення** - це ті ж кріплення, але спеціальні пристрої дозволяють передавати на сусідні рами частину навантаження, що діє на одну з них;

- **за терміном служби** - на тимчасове і постійне. Постійне кріплення зводиться на тривалий термін служби (на термін експлуатації виробок, кріплення регламентують строком служби до 10, до 50, більше 50 років згідно властивостям будівельних матеріалів та призначенням виробок); тимчасове кріплення служить для тимчасової підтримки привибійної частини виробки при її проведенні (споруджають до зведення постійного, що зумовлено в більшості випадків несумісністю прохідницьких робіт з одночасним спорудженням основних конструкцій);

- **за формою** - на замкнуте та незамкнуте трапецієвидне, прямокутне, арочне, полігональне, кільцеве, еліптичне та ін.;

- **за функціональним призначенням виробок** - **кріплення гірничих виробок шахт** (капітальних, підготовчих та очисних; горизонтальних, похилих та вертикальних виробок; камер; сполучень та перетинів); **оправи транспортних тунелів та метрополітенів; оправи підземних гідротехнічних споруд** (напірні й безнапірні тунелі, машинні зали ГЕС, камери); **оправи підземних споруд спеціального призначення** (підземні заводи, сховища, ємності, гаражі, колекторні тунелі).

Вибір конструкцій кріплення підземних споруд зумовлений сукупністю вихідних положень і гірничо-геологічних факторів, зокрема: видом і призначенням підземних споруд; їх строком служби; формою й розмірами виробок; геомеханічними властивостями масиву гірських порід; розташуванням і способом охорони виробок (для шахт і рудників); технологією їх спорудження; економічною доцільністю.

Оптимальне проектне рішення передбачає аналіз кількох раціональних варіантів кріплення з урахуванням сумарних витрат на спорудження та підтримання виробки (скорочення загальної вартості кріплення й ремонтних робіт протягом експлуатації виробки).

#### 4 Забезпечення стійкості гірничих виробок

Забезпечення стійкості гірничих виробок протягом періоду експлуатації досягається різними шляхами:

- Наданням перерізу виробки найбільш стійкої форми;
- Застосуванням ефективних видів кріплення;
- Раціональним розташуванням виробки у масиві;
- Застосуванням менш руйнівних способів проходки;
- Зниженням напружень у масиві навколо виробки;
- Штучним зміцненням породного масиву.

#### Питання для самоконтролю



1. Дайте визначення терміну „Гірниче кріплення”.
2. Назвіть вимоги, що пред'являють до кріплення гірничих виробок.
3. За якими класифікаційними ознаками групують різноманітні типи конструкцій?
4. Чим зумовлена форма кріплення?
5. Які фактори впливають на вибір кріплення?
6. У чому полягають особливості жорсткого та податливого режимів роботи кріплення?
7. Перелічіть шляхи забезпечення стійкості гірничих виробок.