

Тема 1.4.6 Комбіновані та змішані кріплення

План

1 Змішане кріплення

2 Комбіноване кріплення

1 Змішане кріплення

Змішаним називають кріплення, основні несучі елементи якого виконують із 2-х або більш видів матеріалів.

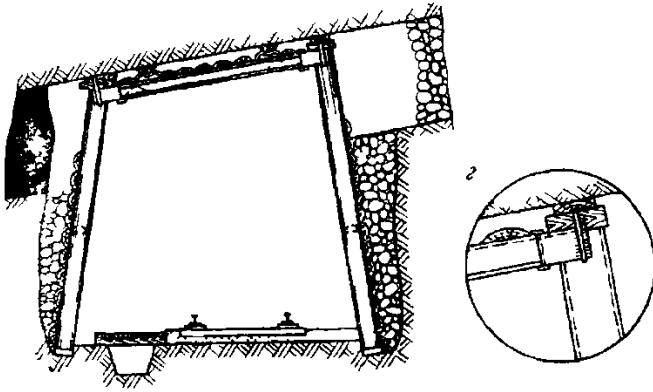


Рис. 1 – Змішане податливе кріплення із залізобетонних трубчастих стояків та металевих верхняків

Металеві верхняки або 3-х шарнірні арки застосовують у поєднанні з дерев'яними стояками при відносно великих прольотах виробок і значному вертикальному тиску, але при невеликому терміні служби виробки.

У капітальних виробках при відсутності бічного тиску часто застосовують металеві верхняки з двотавру у поєднанні з вертикальними кам'яними стінами (рис. 2).

Між металевими верхняками влаштовують невеликі бетонні або кам'яні склепіння, або цей простір затягують залізобетонними затяжками. Застосовують також склепінчасте кріплення зі стінами із каменів та бетонним склепінням.



Рис. 2 - Металеві верхняки у поєднанні з вертикальними бетонними стінами

2 Комбіноване кріплення

Комбінованим називають кріплення, що складається з кількох взаємодіючих конструкцій, які доповнюють одна одну. Основна ідея полягає в поєднанні властивостей підпірних конструкцій з використанням несучої здатності оточуючих порід шляхом створення сукупної системи “кріплення-масив”. Збільшення несучої здатності породного масиву дає можливість знизити матеріаломісткість та вартість базових опорних конструкцій без шкоди для стану виробки. У складних (або змінних) гірничо-геологічних умовах спільна робота різних конструкцій може забезпечити стійкість виробки з мінімальними економічними витратами.

Серед найбільш перспективних типів комбінованого кріплення відзначимо системи: арка-набризк-тампонаж; анкер-набризкбетон; рама-анкер. Їх проектують

заздалегідь, а складові конструкції споруджують у виробці майже одночасно, що забезпечує заданий (незмінний) опір кріплення протягом строку служби виробки.

Кріплення АНТ (*арка – набризк – тампонаж*) передбачає зведення сталевих арок, монтаж плоскої залізобетонної затяжки, нанесення на внутрішню поверхню арок і затяжок (з боку виробки) тонкого шару набризкбетону та тампонаж піщано-цементного розчину в простір між контуром виробки й зовнішньою поверхнею кріплення (рис. 3). У цьому випадку набризк запобігає витіканню тампонажного розчину у виробку, відіграє роль ізоляційної оболонки. В умовах відносно стійкого стану масиву спершу заповнюють закріпний простір у боках виробки (знизу-вгору), а потім порожнини в покрівлі. У слабких породах – навпаки. У залежності від площі поперечного перерізу виробки та якості прохідницьких робіт потреба в тампонажному матеріалі складає 2,4 – 3 м³ на 1 м виробки.

У результаті тампонажу навколо кріплення формується несуча оболонка, яка є складовим конструктивним елементом кріплення.

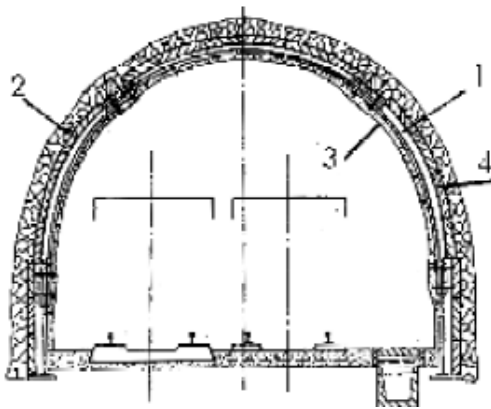


Рис. 3 - Комбіноване кріплення АНТ:
1 – сталева арка; 2 – шар тампонажу;
3 – шар набризку; 4 – залізобетонна затяжка

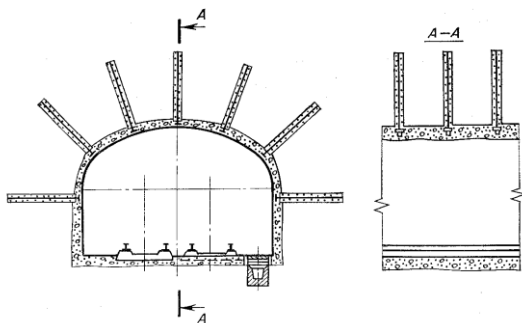


Рис. 4 - Комбіноване кріплення із набризкбетону та анкерів

Основними несучими елементами кріплення (рис. 4) є анкери із сталевих стержнів періодичного профілю довжиною 1,5 – 2,5 м, закріплені по всій довжині шпурів за допомогою цементних або полімерних сумішей. По контуру виробки наноситься шар (або декілька шарів) набризкбетону. Конструктивні елементи виконують кожний свою роль: анкери утворюють зону армування порід, та сприймають навантаження, а набризкбетон скріплює породи розбиті тріщинами, перешкоджає руйнації масиву на контурі виробки. При цьому дія конструктивних елементів взаємопов'язана і забезпечує максимальне використання несучої здатності гірських порід.

Для підвищення ефективності роботи цього комбінованого кріплення застосовують додаткові короткі бетонні анкери (до 20 см), які розташовують із щільністю 2-3 штуки на 1 м² поверхні й заповнюють бетоном у процесі набризку. Ефективне також використання у бетонній суміші сталевих волокон та застосування між шарами набризку дрітної сітки.

Заміна традиційних конструкцій монолітного бетонного та сталевих арок кріплення на комбінацію анкерів і набризкбетону забезпечує значне (до 30%) скорочення вартості кріплення та підвищення стійкості виробок. Недоліками комбінованого кріплення є мала податливість, що скорочує область його застосування умовами порід середньої стійкості, а також економічна недоцільність у виробках з невеликою площею перерізу.

Комбіноване рамно-анкерне кріплення передбачає поєднання анкерних конструкцій та сталевих рамного кріплення. Застосовують два варіанти такої комбінації: розташування анкерів між рамами (рис. 5) та в площині рами з безпосередньою в'яззю елементів (рис. 6).

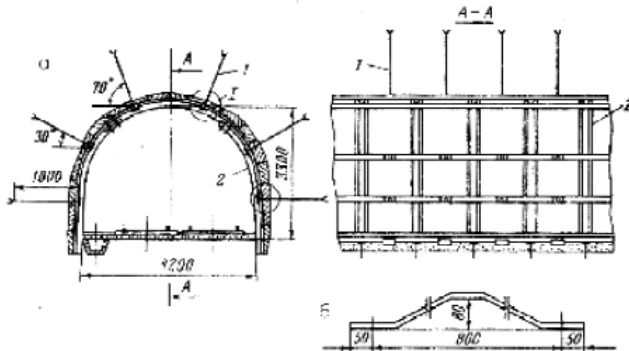


Рис. 5 - Рамно-анкерне кріплення

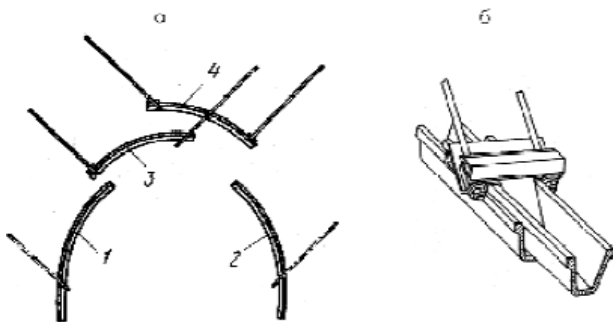


Рис. 6 - Рамно-анкерне кріплення (Франція):
1, 2 – стояки; 3, 4 – елементи складеного верхняка;
5 – анкери

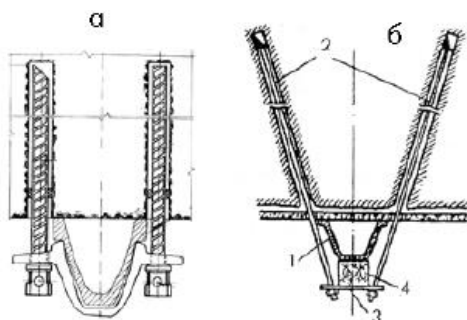


Рис. 7 - Підсилення верхняка анкерними парами

У першому випадку між арками в покрівлю та боки виробки встановлюють анкери, які розташовують у площині, паралельній площині арок. Застосування особливих між анкерних стяжок (рис. 5, 6) повинно забезпечувати щільне притискання рам до контуру порід при натяганні анкерів (що не завжди вдається із-за невідповідності профілю породного оголення контуру рами). Анкери створюють зону обтискання порід, що значно скорочує їх зміщення, а рами сприймають вагу зруйнованих порід, що відокремились від масиву.

При безпосередньому закріпленні рами анкерами (рис. 6) всі конструктивні елементи розташовані в одній площині. Забезпечується пряма взаємодія несучих елементів арки з анкерами. Проте конструкція потребує подвоєної кількості анкерів, як і інші подібні з'єднання (рис. 7).

Слід звернути увагу, що спільна робота анкерного та рамного кріплення не забезпечується, якщо між рамою й породним контуром залишається зазор, сумірний з граничною податливістю анкерів. Суттєвою проблемою на шляху застосування комбінованого рамно-анкерного кріплення виступає невідповідність режимів роботи базових конструкцій.

Рамне кріплення є податливою конструкцією, яка працює в режимі заданого навантаження. Беззамкові анкери мають жорсткий режим роботи (режим заданих деформацій, які зазвичай не перебільшують 50 мм). Майже жорстка робота анкерів при недостатній їх кількості може призвести до передчасного руйнування стержнів, після чого на рами (несуча здатність яких у комбінованому кріпленні також зменшена) почнуть діяти руйнівні навантаження.

Ці причини привели до заборони рамно-анкерного кріплення у гірничій галузі Австралії та деяких інших країн. Тому в умовах значних зміщень порід окремі анкери можуть застосовуватись тільки як елемент додаткового зміцнення гірського масиву, підсилення рамного податливого кріплення, що суттєво підвищить надійність виробки. Для забезпечення ефективної взаємодії конструкцій треба використовувати особливі податливі анкери.

Серед перспективних напрямків підсилення арочного кріплення анкерами слід відзначити застосування анкерної пари (див. рис. 7), яку розміщують у площині, нормальній до нашарування порід, де очікуються їх максимальні зміщення. Це значною мірою вирівнює навантаження на раму, підсилює найбільш небезпечну ділянку кріплення. Завдяки зминанню дерев'яної прокладки 4, між днищем профілю 1 та планкою 3, забезпечується додаткова податливість конструкції.

Ефективним напрямком підвищення несучої здатності рамного кріплення є застосування поздовжніх балок, які «підшивають» до покрівлі за допомогою анкерів (рис. 8).



Рис. 8 - Підсилення рам поздовжніми балками з канатними анкерами

При спільному застосуванні анкерних і трапецієвидних рамних конструкцій слід обов'язково проводити силовий розпір елементів рами, що забезпечує одночасне введення в роботу обох елементів комбінованого кріплення. Підсилення прямолінійних верхняків 1 доцільно проводити за допомогою поздовжніх швелерних балок 2, «підшитих» канатними анкерами 3 до покрівлі виробки (рис. 9).

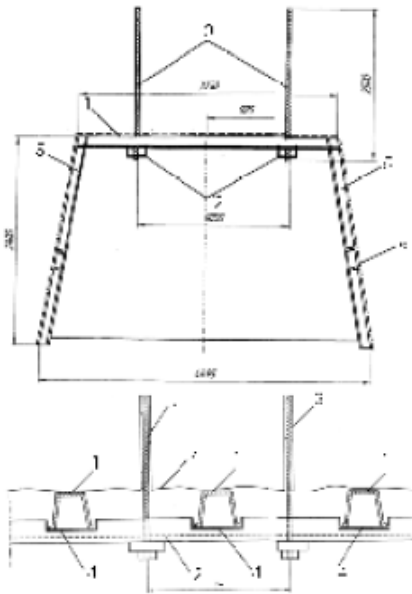


Рис. 9 - Підсилення трапецієвидного кріплення швелерними балками з канатними анкерами

Таке рішення дозволяє підсилити верхняк у найбільш небезпечних перерізах без захаращення виробки стояками й перешкоджання транспортним процесам. Застосування канатних анкерів, кінцева частина яких (0,5-1 м) вклеюється в шпурі полімерними сумішами, забезпечує несучу здатність до 280 кН та податливість не менше 18% від довжини вантової частини каната, що гарантує сумісність режимів роботи рам і анкерів. Завдяки наявності в підсилюючих балках 2 спеціальних пазів 4 забезпечується фіксація рам у проектному положенні, вирівнюються зусилля в суміжних рамах. Анкерне підсилення дає можливість демонтувати один із стояків рами для встановлення крайньої секції механізованого комплексу лави, що значно знижує трудомісткість його монтажу.

Питання для самоконтролю



1. У чому полягають основні переваги комбінованого кріплення?
2. Як споруджують кріплення АНТ (арка – набризк – тампонаж)?
3. Як працює комбіноване кріплення із анкерів та набризкбетону?
4. Як забезпечують взаємодію рам і анкерів при застосуванні рамно-анкерного кріплення?
5. Поясніть, в чому полягає сутність змішаного кріплення?
6. Наведіть приклади змішаного кріплення та умови, в яких воно має застосування.