

Тема 1.4.7 Міжрамні огорожі

План

1 Міжрамні огорожі

2 Стяжки, клини, забутівка

1 Міжрамні огорожі

Важливою та невід'ємною частиною сталевого рамного кріплення є *міжрамні огорожі (затяжки)*, які запобігають вивалам порід у виробку, виконують функції сприйняття гірського тиску з боку масиву порід, передачу його на рами кріплення, а також (в окремих випадках) функцію об'єднання рам у просторову систему.

За ступенем жорсткості, який визначає режим роботи міжрамної огорожі, розрізняють еластичні конструкції (рулонна склотканина, металева сітка), частково податливі (дерев'яні, полімерні, металеві ґратчасті й тонколистові конструкції) та жорсткі (залізобетонні) затяжки.

Історично склалося, що найбільше розповсюдження, завдяки простоті виготовлення, невеликій вазі та зручності монтажу, отримали *дерев'яні затяжки* у вигляді дошок та розпилів товщиною 30–50 мм (у складних умовах застосовували кругляк діаметром 70–120 мм). Недостатня несуча здатність (затяжка руйнується при навантаженні 10–20 кПа) та малий строк служби внаслідок гниття (0,5–3 роки) стали причинами масових відмов дерев'яних затяжок. Суттєвим недоліком конструкції є також горючість деревини, що скорочує область її можливого застосування. У більшості розвинених гірничодобувних країн дерев'яну затяжку виключено з конструктивних елементів сучасного кріплення.

У виробках із значним строком служби (10 років і більше) широке розповсюдження отримали *залізобетонні затяжки* (рис.1). Здебільшого їх виконують у вигляді плоских плит розміром 1000х200х50 мм і вагою 24 кг, армованих сіткою із сталевого дроту (діаметр робочих стержнів 8 мм). Несуча здатність таких затяжок в умовах рівномірного навантаження сягає 50 кПа. Недоліками конструкції є розташування арматури поблизу нейтрального шару, що майже не підвищує опір бетону згинним зусиллям; недостатня надійність утримання кінців затяжок на фланцях спецпрофілю; ламкий характер деформування затяжки з можливим обваленням у виробку.

Суттєве збільшення несучої здатності залізобетонних затяжок досягнуто в кесонних, таврових та фасонних конструкціях (див. рис. 1, б-д), але з причин підвищеної ціни, складності їх виробництва, транспортування й монтажу вони не отримали широкого розповсюдження.

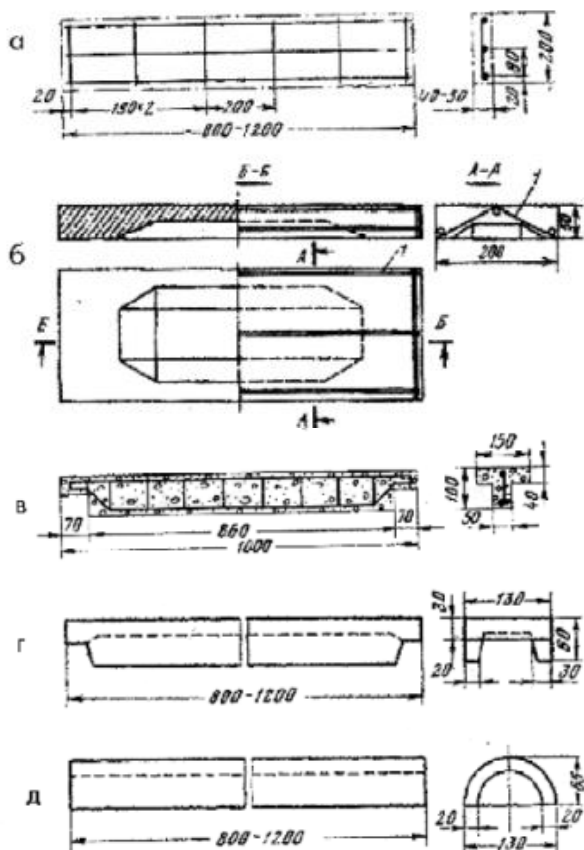


Рис. 1 - Конструкції залізобетонних затяжок: а – плоска; б – кесонна; в – таврова; г, д – фасонні

За рубежом з метою економії матеріалів і підвищення надійності утримання конструкцій на рамах кріплення застосовують залізобетонні затяжки, які мають переріз 110x60 мм і довжину, що перебільшує між рамну відстань на 300 мм (рис. 2). Такі затяжки розміщують врозгін (ажурно), але відстань між затяжками не дозволяє просипатися крупним уламкам порід. Завдяки консолям (подовженим кінцям затяжок, що перекривають профілі) забезпечується надійне затискання кінців затяжок на рамах, тому навіть при зламі бетону в прогінній частині затяжка зберігає свою працездатність, оскільки арматура в цьому випадку працює як вантова конструкція. Розташування затяжок “плиском” (див. рис. 2, а) і “на ребро” (див. рис. 2, б) дає можливість регулювати опір міжрамної огорожі у відповідності до розподілу гірського тиску по периметру кріплення.

Переваги податливого режиму роботи затяжок зумовили застосування гнучких конструкцій із склопластику, металевих ґрат, тонколистової сталі.

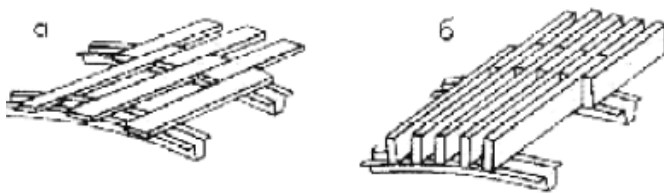


Рис. 2 - Залізобетонні затяжки, що встановлені врозгін: а – плиском; б – на ребро

Склопластик є безпечним у пожежному відношенні й має великий строк служби. За рахунок необхідної орієнтації й групування складжгутів при їх фіксації в полімерній смолі можливе конструювання міжрамної огорожі у відповідності з розподілом навантажень на кріплення. Проте, висока вартість конструкцій із склопластику та недостатня надійність і технологічність поєднань затяжок між собою стримують застосування цього перспективного матеріалу.

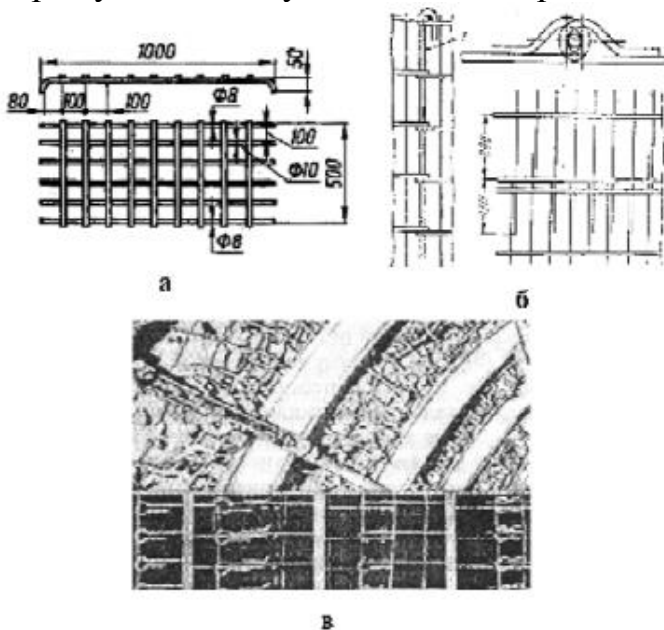


Рис. 3 - Сталеві ґратчасті затяжки:
а – з простими зачепами; б – із стержньовим з'єднанням петель; в – з петльовою взаємодією (фірми «Зальцгіттер»)

Зазвичай склопластикові затяжки виконують у вигляді листів хвилястого профілю із плоскими кінцями, які поєднують між собою спеціальними джгутами. Міцність такої затяжки більша, ніж у плоскої бетонної конструкції, а товщина й вага – у 5-6 разів менша.

Одним з базових типів затяжок є сталеві ґратчасті конструкції (рис. 3). Найбільш прості у виготовленні й монтажу – *решітки* із прутків діаметром 8-10 мм із загнутими кінцями поздовжніх стержнів, які заводять за фланці профілю. Типовий розмір вічок 100x100 мм. Слід зазначити, що в даному випадку несуча спроможність міжрамної огорожі значно поступається затяжкам, що поєднані між собою (див. рис. 3, б, в), оскільки зусилля розгинання зачепів у 3-5 разів нижчі, ніж зусилля розривання стержнів. Тому більш ефективними є конструкції з петльовими з'єднаннями, в яких розміщують монтажні стержні, або з вузлами, що надійно затягуються один в однім по мірі прогину суміжних затяжок.

При цьому складність монтажу й підвищена вартість затяжок компенсуються ефективністю й надійністю роботи міжрамної огорожі.

Серед сталевих тонколистових затяжок виділяють перфоровані та суцільні конструкції. Для забезпечення стійкості виробок у тяжких гірничо-геологічних умовах застосовують затяжки у формі тонкостінного жолоба із зачепами на кінцях (рис. 4).

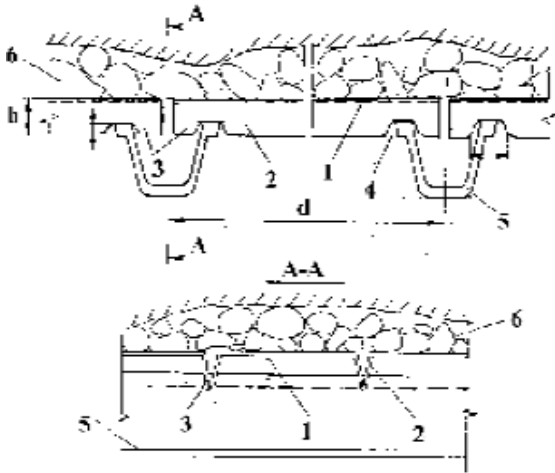


Рис. 4 - Сталева тонколистова затяжка жолобчастої форми: 1 – днище, 2 – стінки, 3 – зачепи, 4 – вирізи, 5 – рама, 6 – забутівка

Типові розміри складають 1000x300x60 мм, товщина листа – 2 мм. Конструкція та розташування зачепів надійно утримують затяжку на рамах кріплення, забезпечують ефективну роботу під час прогину й перерозподіл навантаження на рами. Невелика вага (4–6 кг), простота виготовлення й монтажу доповнюють переваги цих конструкцій. Недоліком є обмежений строк служби в умовах вологого середовища, що зумовлено інтенсивною корозією сталевих листів. Антикорозійне покриття суттєво збільшує довговічність, але й вартість таких затяжок (вона в 1,5–2 рази більша від залізобетонних).

Перспективним напрямком вдосконалення паспортів кріплення гірничих виробок є застосування *комбінованих міжрамних огорож*, у яких з боку покрівлі розташовують затяжки підвищеної несучої здатності (або два шари звичайних конструкцій), а на іншій частині периметра – дешеві, легкі конструкції огорож. Це забезпечує підвищену надійність та безпеку гірничих виробок без збільшення вартості кріплення.

2 Стяжки, клини, забутівка

Однією з причин незадовільної роботи рамного кріплення є нерівномірність розподілу гірського тиску вздовж виробки й по периметру рами, що зумовлено порушеністю й неоднорідністю порід, кутом їх залягання, пустотами закріпного простору, відмінностями механічних характеристик окремих рам, контактними умовами їх взаємодії з масивом тощо.

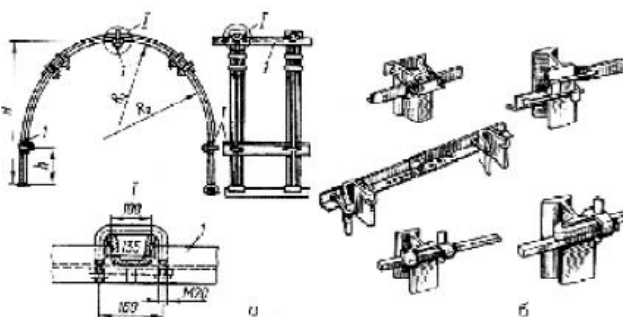


Рис. 5 - Конструкції міжрамних стяжок: а – типові (1); б – фірм Німеччини

Для забезпечення спільної роботи рам кріплення, зниження крутильних деформацій профілю, вирівнювання навантаження між суміжними рамами, утримання їх у проектному положенні (при скісних навантаженнях, вибухових роботах) застосовують *міжрамні стяжки* (рис. 5).

У типових конструкціях кріплення застосовують зазвичай три стяжки, одну з яких розміщують у вершині склепіння, дві інші – на прямолінійних ділянках стояків.

Таке розташування зумовлене монтажними умовами утримання стояків при зведенні рами. Більш ефективним для просторової роботи рами є розміщення кількох стяжок на верхняку (при умові заглиблення кінців стояків у лунках

підосви). У зарубіжній практиці, особливо при використанні у виробках монорельсового транспорту, кількість стяжок сягає 7-9, що значно підвищує стійкість кріплення, але одночасно збільшує вартість та трудомісткість його монтажу. Перспективним напрямком забезпечення просторової роботи кріплення слід вважати поєднання функцій затяжок і стяжок у конструкціях міжрамних огорож (як приклад, див. рис. 4).

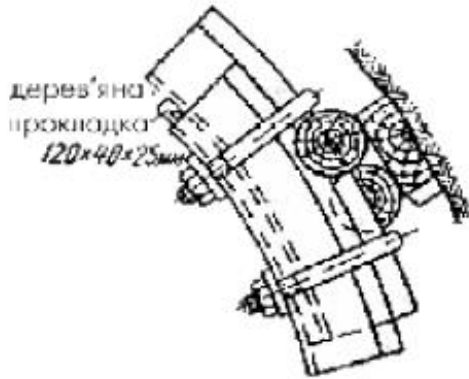


Рис. 6 - Типове розклинювання арки

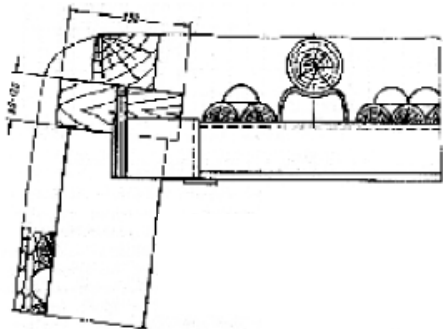


Рис. 7 – Розташування клинів на рамі трапецієвидного кріплення

Несуча здатність кріплення при вертикальному гірському тиску на раму значною мірою залежить від розподілу на її контурі реактивного (пасивного) навантаження, яке виникає від опору бокових порід зміщенням стояків у бік масиву. У перший період роботи кріплення реактивне навантаження передають за допомогою дерев'яних **клинів**, які вбивають між породним оголенням і ділянкою рами, що обмежена скобами (фігурними планками) податливого вузла (рис. 6).

У разі похилого залягання порід переважні навантаження формуються по нормалі до їх нашарування, тому для більш рівномірного розподілу зусиль застосовують несиметричне розташування клинів. Іноді клини використовують для раціонального розподілу активного навантаження на верхняк кріплення. Завдяки клинам, можливо віднести місця зовнішнього навантаження від середини верхняка ближче до його опор (рис. 7), що скорочує максимальні вигинні моменти в 1,5- 1,8 рази.

Особливе значення для забезпечення працездатності рамного кріплення має якісне заповнення закріпного простору, яке забезпечує більш рівномірний розподіл навантаження, прискорює ввід кріплення у взаємодію з породним масивом (чим зменшує зону руйнування порід), зберігає затяжку від впливу вибухової хвилі під час буропідричних робіт, поліпшує вентиляцію виробок.

Технічні вимоги до зведення кріплення передбачають його **забутівку**, тобто заповнення порожнин уламками порід по всьому периметру рами. Велика трудомісткість забутивних робіт зумовлює недостатню щільність викладки й розташування її лише в боках виробки (урівень зросту робітника). У зв'язку з цим перспективним є використання високотехнологічних способів приготування й транспортування забутівки: пневматичні засоби закладки кускового матеріалу, тампонаж твердіючих сумішей тощо.

Питання для самоконтролю



1. Охарактеризуйте типи міжрамних огорож та шляхи їх вдосконалення.
2. У чому полягає роль міжрамних стяжок, клинів та забутівки у забезпеченні працездатності рамного кріплення?