

Площадь поперечного сечения межрамной стяжки при работе на изгиб за счет нормальной нагрузки

$$S_c = 0,017 \cdot 5 \cdot 7,5 \cdot 0,5 [20,6/0,04(20,6 + 30) + 1]^{1/2} \cos 9/16 \cdot 0,1 \cdot 400 = 0,00165 \text{ м}^2 ;$$

Учитывая, что сечение одной стяжки $S_1 = 0,00072 \text{ м}^2$, необходимое количество межрамных стяжек $n = S_c / S_1 = 0,00165 / 0,00072 = 2,3$;

Расчеты показывают, что межрамные стяжки в условиях пласта k_5 выдерживают касательную нагрузку от вывалов, но не выдерживают нормальную нагрузку. Для того, чтобы они не рвались при вывале, необходимо ставить по кровле три обычных стяжки из уголка 63х63х6 мм или применять усиленные стяжки из спецпрофиля с хомутами М24.

Допустимая высота вывала при расстоянии между рамами 0,5 м и одной традиционной стяжке по кровле

$$h_{\text{пред}} = 16 \cdot 0,1 \cdot 400 \cdot 0,00072 / 0,017 \cdot 5 \cdot 0,5 \cdot 3,34 \cdot 0,9877 = 3,3 \text{ м.}$$

При увеличении плотности крепи до 3 рамы/м, количество стяжек уменьшается до 2-х, предельная высота вывала возрастает до 5 м.

Таким образом, вывалы в выработках пласта k_5 возникают на сопряжениях, при переходах старых выработок и в зонах ПГД. Во избежание внезапных вывалов в будущем, при проведении выработок в зонах ПГД, на сопряжениях и при пересечении старых выработок плотность крепи должна составлять 3 рамы/м, а по кровле выработки необходимо устанавливать по 3-4 традиционные межрамные стяжки или усиленные стяжки из спецпрофиля бывшего в употреблении с хомутами М24.

Література

1. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. Л.: ВНИМИ, 1985.- 211с.
2. Методичні вказівки КД 120101201-98 «Розташування, охорона і підтримка гірничих виробок при відпрацюванні вугільних пластів на шахтах України». Донецьк: УкрНДМІ, 1998. -215 с.
3. Гелескул М.Н., Каретников В.Н. Справочник по креплению капитальных и подготовительных горных выработок. М.: Недра, 1982.-479 с.

Поклонний С.В.

Науковий керівник – Ісаєнков О.О.

АСПЕКТИ БЕЗРЕМОНТНОГО ПІДТРИМАННЯ ВІЙМКОВИХ ВИРОБОК

Розглядається загальні вимоги до безремонтного підтримання виробок

Ремонт гірничих виробок — частина процесу підтримки їх в працездатному стані при експлуатації. Під терміном «ремонт гірничих виробок» розуміють сукупність робіт по виправленню пошкоджень виробок, розширенню їх поперечного перетину до розмірів, відповідних паспорту проведення і кріплення підземних виробок, а також по виправленню полумок кріплення, відкатних шляхів, дренажних каналів.

Безремонтне підтримання виробок може бути забезпечене за рахунок реалізації наступних технічних заходів: якісного кріплення виробок металевим кріпленням підвищеної несучої здатності, збільшення перетину виробок з урахуванням зсуву порід, посилення основного кріплення виробок в зонах впливу очисних робіт, охорона виробок штучними спорудами.

Застосування кріплення і засобів його посилення

Застосування кріплення - основний захід для забезпечення стійкості виробок. Кріплення раціональне в тому випадку, якщо сумарні витрати на його зведення і експлуатацію (з урахуванням витягання і ремонту) за період всього терміну служби будуть найменшими в порівнянні зі всіма іншими можливими варіантами.

Кріплення повинне застосовуватися тільки в тих гірничо-геологічних і виробничих умовах, які відповідають його технічній характеристиці і області використання.

При кріпленні виробок, як правило, використовують податливе кріплення. Проте в штреках головних напрямів застосовують також жорсткі і гранично-податливі конструкції. У легких умовах підтримки за наявності слабких порід можливе кріплення виймальних виробок жорсткими конструкціями. Такий досвід є, наприклад, на шахті «Підмосковна». У більшості ж випадків жорстке кріплення з щодо малою податливістю не в змозі забезпечити нормальні умови експлуатації підготовчої виробки і деформується після закінчення короткого проміжку часу.

Опір податливого кріплення повинен бути достатній високим, щоб створити необхідний підпір для утримання порід в зоні руйнування. При застосуванні кріплень з недостатнім опором ця зона може отримати необмежений розвиток і гірський тиск зруйнувати кріплення, вивести виробки з робочого стану.

Було б неправильним рекомендувати податливе кріплення для всіх умов застосування і не слід перебільшувати їх переваги. Дійсно, у випадках використання цього типу кріплення з невеликим опором утворюється зайва податливість, великі зсуви порід контуру виробки і вона приходить в неробочий стан. Елементи у такому разі настільки легко зрушуються, що кріплення в цілому не може запобігти обваленню кривлі, що опускається.

З іншого боку, якщо прийняти в конструктивному відношенні податливе кріплення із зайве високим опором, то воно працюватиме як жорстке зі всіма наслідками, що витікають з цього. Отже, при виборі типу і параметрів кріплення необхідна детальна оцінка гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов і на її основі, з урахуванням економічних чинників, ухвалювати конкретне рішення.

Роботи по підтримці виробок проводяться протягом всього терміну її існування — від проведення до погашення. Розрізняють підтримку виробок поза зоною впливу очисних робіт, в зоні випереджаючого тимчасового опорного гірського тиску, на сполученні штреку з лавою.

Виробки головних напрямів, що охороняються ціликами і не схильні до впливу очисних робіт, підтримуються постійним кріпленням, що зводиться при їх проведенні. Залежно від об'ємів і складності, порушень стійкості таких виробок, що виникають при експлуатації, в них проводиться ремонт.

Виймальні виробки поза зоною впливу очисних робіт також підтримуються, як і штреки головних напрямів.

У зоні впливу очисних робіт тимчасовий опорний тиск характеризується підвищеними (в окремих випадках до трьох разів) навантаженнями на кріплення і великими (до декількох десятків сантиметрів) зсувами порідного контуру виробки.

Це вимагає детального аналізу і оцінки гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов для правильного вибору типу і несучої здатності основного штрекового кріплення. При застосуванні металевих кріплень підвищеної несучої здатності в легких і частково в середніх умовах підтримки стійкість виробки забезпечується без додаткового посилення. У решті випадків через складну геомеханічну обстановку основне штрекове кріплення підсилюють. Як засоби посилення використовують прогони, що складаються з дерев'яних верхняків і лежнів, між якими встановлюють індивідуальні гідравлічні стійки з внутрішнім живленням типу ГСК, ГСУ. Прогони встановлюють уздовж виробки на величину зони тимчасового опорного тиску. Кількість їх визначається умовами підтримки. Застосування гідравлічних стійок ГСК замість дерев'яних в два рази знижує трудомісткість робіт по підтримці виймальних штреків в зоні опорного тиску.

Крім того, використовують додаткові пристрої, що входять в комплектацію рам кріплення. Це укісні елементи в кріплення МІК-4С, ТІК, МІК-5 і ін., поперечні складені і подовжні лежні, що укладаються під бічні опори в кріпленні АІК, АШП, ТПК, ТІК і ін. Перераховані пристрої можна використовувати при необхідності і не в зонах опорного тиску.

При підтримці виймальних виробок за лавою з метою їх повторного використання в тяжких умовах підтримки передбачають застосування спеціальних секційних кріплень, несуча здатність яких складає до 500 кН/м². Встановлюють їх в зоні опорного тиску на додаток до основної штре-

кової кріплення, і вони сприймають основну частку виникаючого гірського тиску. Секції кріплення посилення переміщаються услід за посуванням очисного забою «струмочком».

Зміна напруженого стану масиву навколо виробки

Правильний вибір форми поперечного перетину при проведенні виробки в міцних породах може виявитися достатнім для забезпечення її стійкості.

В умовах слабких нестійких порід досягти цього неможливо. Проте форма поперечного перетину виробки робить істотний вплив на її стійкість, оскільки від кривизни її стінок залежить напружене перебування порід на контурі. Додання виробці форми, відповідної гірничо-геологічним умовам, полегшує роботу кріплення.

Зниження напруженого стану масиву досягається шляхом випуску частини порід контуру виробки через міжрамні проміжки кріплення. У місцях розташування прошарків глин, схильних до пластичної течії, боки виробки не затягуються і утворюються розвантажувальні вікна. Породи видавлюються у всередину виробки, і тиск на кріплення зменшується.

Послідовність і якість робіт гірничо-прохідницького циклу істотно впливають на стійкість виробок, так, наприклад, період з часу оголення гірських порід і до установки постійного кріплення сприяє інтенсивному зсуву порід контуру і збільшенню зони обвалення. Отже, необхідно прагнути до мінімального інтервалу часу між оголенням контуру і зведенням кріплення. Тимчасове кріплення при зведенні бетонного і залізобетонного кріплення при слабких нестійких породах не витягують.

У практиці часто спостерігається невідповідність контуру виробки і кріплення. Зазори між ними досягають 25-30 см. Порожнечі за кріпленням збільшують зону руйнування, створюють нерівномірні навантаження на кріплення, сприяють вивалам породи. Несуча здатність кріплення в таких умовах знижується.

Важливу роль при виключенні порожнеч за кріпленням грає якісна їх забутовка. Вона перерозподіляє напруги на контурі виробки і робить їх більш рівномірними, зменшує зсуви порід. Неякісна забутовка збільшує концентрацію зусиль на елементи кріплення, внаслідок чого воно випробовує підвищені моменти, що вигинають, і деформується.

При проведенні виробок назустріч лаві, що працює в суміжному виймальному стовпі, вона потрапляє в зону тимчасового опорного гірського тиску цієї лави; умови підтримки при цьому без вживання спеціальних заходів охорони істотно ускладнюються. Практично у всіх випадках такі виробки перекріплюють. Тому при плануванні гірничих робіт не слід передбачати проведення виробок назустріч рухомому очисному забою.

Проведення штреків із запасом поперечного перетину на величину зсуву порід контуру виробки у поєднанні з іншими заходами охорони дозволить забезпечити надійну її підтримку.

Дослідженнями підтверджується, що збільшення первинних витрат на проведення штреків підвищеного перетину економічно виправдовується в результаті значного зниження витрат на їх підтримку.

При проведенні виробки необхідно прагнути до того, щоб не допускати утворення куполів в крівлі, у випадках же їх появи слід приймати невідкладні заходи до їх якісної забутовці.

На шахтах проведені випробування способу боротьби з здиманням глинистих порід шляхом їх ущільнення підриванням камуфлетних зарядів. В результаті міцність таких порід підвищується і дозволяє понизити інтенсивність її здимання.

Широко використовується зміцнення порід способом заморожування і хімічними складами.

Підвищення ефективності кріплення і підтримки виробок

Не дивлячись на високу ефективність металевих рамних кріплень, вони володіють рядом недоліків, які знижують їх експлуатаційні якості.

Існуючі конструкції кріплень мають невизначену схему переміщення елементів щодо один одного. Вузли податливості в них по контуру кріплення розміщені без урахування напрямів головних зсувів порід, що виникають в околиці виробки.

Міжрамні зв'язки мають недостатню жорсткість і недосконалу конструкцію. Кращі зразки існуючих замкових з'єднань дозволяють використовувати несучу здатність спецпрофілю СВП до 75% її величини. Проте при експлуатації замків виникає необхідність постійного контролю за їх

працездатністю, що веде до зайвих витрат праці. Із-за нечіткої організації цієї роботи не дотримується оптимальна робоча характеристика кріплення і часто порушується стійкий стан виробок, що вимагає відновних робіт. Все це сприяє збільшенню ступеня нерівномірності навантаження кріплення по довжині виробки. Рами працюють роз'єднано, що навіть поряд стоять, вони сприймають навантаження, що різко відрізняються один від одного. Нерівномірності навантаження приводять до просторового навантаження кріплення із значними по величині косонаправленими зусиллями.

До недоліків конструкції кріплень слід також віднести відсутність засобів контролю і регулювання зусиль притиснення спецпрофілів у вузлах податливості.

У зв'язку з цим необхідне проведення робіт із створення кріплень нового технічного рівня, зокрема просторової конструкції, направленої податливості з відомою кінематичною схемою переміщення елементів, які повинні забезпечити безремонтну підтримку виробок у важких і особливо важких умовах підтримки. Для цього належить провести комплексні дослідження по взаємодії кріплень з вмшчуючими породами і визначити їх оптимальні параметри на нових родовищах басейну. Необхідно також продовжити вдосконалення замкових з'єднань в напрямках підвищення надійності їх роботи і досягнення підвищених зусиль опору у вузлах податливості, а також створення пристроїв, що забезпечують регулювання і контроль зусиль, що виникають при роботі кріплення.

При створенні нових і вдосконаленні існуючих кріплень не можна забувати про їх уніфікацію. В даний час на шахтах в одних і тих же умовах застосовують кріплення різних конструкцій і модифікацій, що ускладнює питання оснащення підприємств по їх виготовленню необхідними технічними засобами, а також не дозволяє досконало освоїти технологію виготовлення.

Досвід експлуатації металевих кріплень показує, що трудомісткість їх зведення набагато вища, ніж дерев'яних, що негативно позначається на швидкостях проведення виробок. Тому необхідно створювати кріплення, які б до мінімуму скорочували трудомісткість їх зведення в шахті. До таких кріплень можуть бути віднесені конструкції, що складаються, збірні конструкції, що збираються з однотипних елементів, і ін.

Одна з причин невідповідності кріплень і параметрів кріплення умовам підтримки виробок — неякісна розробка паспорта виїмкової ділянки, проведення і кріплення підземних виробок при проектуванні. Саме проектування трудомістке і часто виконується стереотипно. Тому є випадки, коли для одних і тих же умов підтримки передбачають різні кріплення як за формою поперечного перетину, так і по несучій здатності їх.

Якість проектування підвищується в результаті розробки системи автоматизованого проектування (САПР) цих паспортів. Вона передбачає збір початкових даних і підготовку їх для ЕОМ, визначення розрахункових (прогнозних) зсувів контуру виробки і навантажень на кріплення, вибір за даними зсувів і навантажень типу кріплення і його конструктивної податливості, визначення кроку установки рам і витрат на кріплення і підтримку штреку. Можна проводити багатоваріантні розрахунки і оптимізувати паспорт кріплення. Результати розрахунків видаються в числовому і графічному видах.

Отже, безремонтне підтримання виробок може бути забезпечене за рахунок реалізації різних технічних заходів, що в кінцевому підсумку призведе до зменшення собівартості видобутку вугілля, та підвищення безпеки робіт в підземних гірничих виробках.