

ОБҐРУНТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК З ВИСОКОЮ СТІЙКІСТЮ

На сьогоднішній день глибина, на якій здійснюються підземні гірничі роботи на більшості шахт Донбасу, сягає більше 1000 м. Більше половини всіх підготовчих виробок на шахтах України знаходяться у незадовільному стані і трудомісткість їх підтримання може сягати 85 % від трудомісткості підготовчих робіт, тому пошук нових технологічних рішень з проведення підготовчих виробок на великих глибинах є актуальною задачею.

Здимання підосви є насущною проблемою багатьох шахт, які розроблюють пласти вугілля зі слабкими породами підосви, особливо при наявності водопритливів. При намоканні тріщинуватих аргілітів, алевролітів, їхня міцність за шкалою Прото́д'яконова може зменшуватися до 1,5...2 одиниць, що значно впливає на інтенсивність здимання. Однією з причин виникнення здимання порід підосви є застосування аркової форми перерізу виробки з відносно великим прольотом. Прольоти сучасних типових перерізів виробок, що закріплюються металевим піддатливим кріпленням, лежить у межах від 3 до 6 м. Співвідношення ширин цих виробок до їх висот коливається від 1,28 до 1,56. Внаслідок вертикального навантаження у кутах виробки відбувається концентрація напружень, внаслідок чого слабкі породи не витримують і руйнуються з наступним видавлюванням у виробку. У пластичних породах стояки кріплення вдавлюються у підосву, яка вигинається під дією навантаження і поступово заповнює виробку. Застосування інших більш стійких форм перерізу, таких як аркова зі зворотнім склепінням, допомогло би значно підвищити стійкість підготовчих виробок.

Як відомо, найбільш стійка форма виробки – це еліпс з направленою великою віссю в напрямку напруження що переважає і зростає з глибиною пропорційно. Більш того, якщо відношення осей виробки з таким поперечним перерізом дорівнює відношенню початкових вертикального і бокового напружень недоторканого масиву, то така виробка буде мати максимальну стійкість.

Для вивчення стійкості системи «законтурний масив порід – кріплення» враховувалися механічні властивості порід і кріплення, а також характер їхньої взаємодії. Для досягнення поставленої мети було застосовано імітаційне моделювання напруження максимального моменту та осьового зусилля, що виникає у металевому піддатливому арковому кріпленні, яке встановлене з кроком 1,0 м у виробках з різними розмірами та різними глибинами закладання. При цьому було зроблено припущення, що виробка проводиться в однорідних породах, а кріплення сприймає навантаження від бокових порід одразу після зведення.

Для визначення оптимальних розмірів виробки, з точки зору стійкості кріплення, було введено параметр ζ , який є співвідношенням ширини виробки b з максимальною стійкістю до її висоти h . За критерій правильності розрахунків прийнято максимальний згинаючий момент у небезпечному перерізі рамного піддатливого кріплення M_{max} , який буде рівний нулю, і, відповідно у кріпленні буде переважати осьове зусилля стискання.

Методом підбору було знайдено такі значення ζ , при яких для заданої глибини та міцності порід згинаючий момент у небезпечному перерізі кріплення за загальноприйнятою методикою буде наближатися до нуля. У результаті розрахунку змінюється з глибиною та міцністю порід майже лінійно, і при $f=2$ коливається від 0,508 до 0,526 при глибинах 1500 і 300 м відповідно. При $f = 5$ ζ змінюється від 0,251 до 0,279 в тому ж діапазоні глибин. У такому випадку, для забезпечення діапазону еквівалентних за площею перерізів виробок у проходці S_{np} від 9 до 23 м², що застосовуються сьогодні, необхідно зменшувати ширину виробок та збільшувати їхню висоту.

У табл. 1 наведено порівняння технічних показників типового та еквівалентного еліпсоподібного перерізів закріплених різними металевими профілями у однакових умовах: $f=2$, глибина закладання виробки – 1000 м; середня об'ємна вага порід – 1950 кг/м³, крок встановлення рам кріплення – 0,5 м. У якості кріплення еквівалентного перерізу розглядалися звичайна та зворотна металеві арки з додаванням проміжних стояків довжиною 2,44 м з урахуванням напусків, і без горизонтальних розпірок. Профіль кріплення обирався таким чином, щоб максимальне напруження у ньому не перевищувало гранично допустимого. В результаті підрахунків визначено, що для кріплення еліпсоподібного перерізу виробки з зазначеними параметрами проведення, вистачить профілю СВІП № 27, а для забезпечення стійкості типового аркового перерізу необхідно застосовувати важкий широкополковий двотавр № 60ШЗ з висотою профілю 589 мм та питомою вагою 170,7 кг/м. Як видно з табл. 1, застосування еліпсоподібного перерізу дозволяє зменшити витрату металу $M_{кр}$ при проведенні виробок у 3,6 рази, а також збільшити площу виробки у світлі $S_{св}$ у 1,34 рази за рахунок зменшення площі кріплення $S_{кр}$ у 2,4 рази. Останнє дозволить зменшити трудомісткість зведення кріплення та підвищити продуктивність прохідників на вихід у кубічних метрах готової виробки у світлі більше ніж у 1,34 рази.

Таблиця 1 – Порівняння технічних показників перерізів звичайного та еквівалентного еліпсоподібного

Переріз виробки S_{np} , м ²	Еквівалентний еліпсоподібний					Типовий переріз				
	b , м	h , м	$S_{св}$, м ²	$S_{кр}$, м ²	$M_{кр}$, т/м	b , м	h , м	$S_{св}$, м ²	$S_{кр}$, м ²	$M_{кр}$, т/м
20,6	3,7	7,2	16,9	3,1	0,6	5,9	4,1	12,6	7,4	2,2

Для реалізації форми перерізу підготовчих виробок з найбільш стійким відношенням ширини виробки до її висоти, необхідно вирішити ряд питань, пов'язаних та обґрунтованих технологічною схемою її проведення вузьким або широким вибоєм із застосуванням засобів механізації та вибухобезпеки.