

УДК 622.28.044

Мізілін С.М., Мурашкін О.А., Цибань Р.Ю студ. гр. ОПГм-16, Піка В.В студ. гр. РККм-16

*Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна*

## ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК, ЩО ПІДТРИМУЮТЬСЯ ЗА ЛАВОЮ НА ПРИКЛАДІ Ш/У ПОКРОВСЬКЕ

Забезпечення експлуатаційного стану гірничих виробок в даний час відбувається в основному за рахунок збільшення металоємності 1 погонного метра виробки, що призводить до підвищення вартості її спорудження. У той же час способи забезпечення стійкості, засновані на посиленні кріплення, не приносять значних позитивних результатів. Ця проблема особливо актуальна для виробок, схильних до впливу очисних робіт.

В даний час найбільш широке поширення набули анкерування і хімічне зміцнення. Кожен з них має певну область застосування, яка в першу чергу визначається геомеханічними параметрами, до яких відносяться місце проведення робіт по зміцненню, розміри зон зміцнення, ступінь порушеності масиву порід і характеристика зміцненого масиву.

Анкерування досить широко застосовується в світі для зміцнення порід, але, на жаль, не достатньо широко використовується в українських шахтах. Причинами цього є як складні гірничо-геологічні умови так і політика розвитку вугільної галузі. Для хімічного зміцнення порід застосовують синтетичні смоли. Найбільшого поширення набули поліуретанові суміші, які складаються з полііола і поліізоціанату. Обидва продукти рідкі і мають гарну змочувану здатність по відношенню до породи і вугілля. При змішуванні компонентів в об'ємні співвідношенні 1:1 відбувається реакція, в результаті якої утворюється синтетична піна високої міцності – поліуретан. Укріплення використовується, як правило, при великій ступені порушеності масиву. Використання укріплення потребує спеціального обладнання для нагнітання сумішей і вимагає значних фінансових витрат.

Аналіз сучасних досліджень свідчить, що найбільш перспективним напрямом підвищення стійкості виробок в зоні впливу лави є анкерне дворівневе кріплення. Аналіз стану вуглевміщуючого масиву навколо виїмкової виробки проведений авторами [1] доводить, що застосування комбінованих анкерних систем дозволяє більш ефективно використати несучу здатність порід покрівлі за рахунок збереження зусиль розпору між породними блоками й формування армопородної плити, а це, у свою чергу, за аналогією з «ланцюговою реакцією» знижує інтенсивність аномалій НДС у боках і підшві виїмкової виробки. За результатами моделювання виявлено, що елементи кріпильної системи

завантажені на 70 – 90% від їх несучої здатності без утворення зон пластичного стану.

Багаторівневі анкери дозволяють також додатково закріплювати покрівлю виробок, що примикають до очисного вибою, які при проведенні вже були закріплені анкерами звичайної конструкції. Вони дозволяють створити безпечні, комфортні умови праці на сполученнях очисного вибою зі штреками без використання гідрофікованого кріплення сполучення і посилюючого кріплення.

В якості анкерів глибокого закладення використовуються як составні анкерні стрижні, так і канатні. Канатні анкери глибокого закладення закріплюються в основному полімерними смолами.

Відповідно до гірничо-геологічних умов блоків 10–11 ш/у Покровське був проведений аналіз стійкості порід покрівлі і проведено розрахунок параметрів комбінованого дворівневого анкерного кріплення.

Розрахунковий питомий тиск порід покрівлі на анкерне кріплення першого рівня ( $P_{н.а}$ , кН/м<sup>2</sup>), що утворюється вагою порід безпосередньої покрівлі, визначається за формулою:

$$P_{н.а} = l_{акт} k_n \gamma$$

де  $l_{акт}$  – активна довжина анкера першого рівня, м

$$l_{акт} = l_a - l_b$$

де  $l_a$  – довжина анкера, приймається не менше 2,4 м;

$l_b$  – частина анкеру, що виступає всередину гірничої виробки, приймається не більше 0,2 м.

$k_n$  – коефіцієнт завантаження від порід, що залягають вище,  $k_n = 1,2–1,5$  м;

$\gamma$  – об’ємна вага порід покрівлі, кН/м<sup>3</sup>.

$$P_{н.а} = 2,2 \cdot 1,5 \cdot 25 = 82,5 \text{ кН/м}^2$$

Установка анкерів першого рівня здійснюється зразу за оголенням покрівлі.

Необхідна щільність установки анкерів першого рівня ( $\Pi_{н.а}$ ):

$$\Pi_{н.а} = \frac{P_{н.а}}{N_a}$$

где  $N_a$  – несуча здатність анкера,  $N_a = 300$ кН.

$$\Pi_{н.а} = \frac{82,5}{300} = 0,275, \text{ анк/м}^2$$

Для забезпечення стійкості покрівлі щільність установки анкерів першого рівня  $\Pi_{н.а}$  не повинна бути менше мінімально припустимої  $\Pi_{min}$ , яка складає при нестійких породах 1 анк/м<sup>2</sup>, при породах середньої стійкості – 0,7 анк/м<sup>2</sup> і при стійкій безпосередній покрівлі – 0,5 анк/м<sup>2</sup>. Приймаємо  $\Pi_{на} = 1,0$  анк/м<sup>2</sup>.

Кількість анкерів першого рівня в кожному ряду ( $n_{р.н}$ ) приймається при ширині виробки  $5 < B < 6$  м – 5-6 анкерів. Прийmemo 6 анкерів.

Опір зведеного анкерного кріплення першого рівня ( $P_{в.н}$ , кН/м<sup>2</sup>) визначається за формулою:

$$P_{в.н} = \frac{n_{р.н} N_a}{C_{к.н} B}$$

Для розрахунку параметрів анкерів глибокого закладення необхідно визначити висоту склепіння природної рівноваги за формулою:

$$h_{св} = k_{св} B_p$$

де:  $k_{св}$  – коефіцієнт склепіння, для порід міцністю 20 МПа  $k_{св}=0,8$ ; 30-40 МПа  $k_{св}=0,75-0,7$ ; 40-50 МПа –  $k_{св}=0,65$ .

$B_p$  – розрахункова ширина гірничої виробки, з урахуванням можливого руйнування боків виробки:

$$B_\delta = B + 2\hat{a}_\delta;$$
$$h_{св} = 0,8 \cdot 7,45 = 5,96, \text{ м}$$

Очікуваний тиск порід склепіння природної рівноваги на один погонний метр гірничої виробки з боку покрівлі, закріпленої анкерами глибокого закладення, ( $P_{св}$ ) визначається за формулою:

$$P_{св} = \frac{2}{3} B_p h_{св} \gamma$$
$$P_{св} = \frac{2}{3} 7,45 \cdot 5,96 \cdot 25 = 740 \text{ кН/м.}$$

Розрахунковий питомий тиск порід склепіння природної рівноваги на анкери глибокого закладення ( $P_{св.у}$ , кН/м<sup>2</sup>) визначається:

$$P_{св.у} = \frac{P_{св}}{B}$$
$$P_{св.у} = 740/5,45=135,8 \text{ кН/м}^2.$$

Очікуваний питомий тиск порід склепіння на анкери глибокого закладення ( $P_{в.к.у}$ , кН/м<sup>2</sup>) визначається за формулою:

$$P_{\text{в.к.у}} = \frac{2B_p}{3B} h_{\text{св}} \gamma - k_{\text{р.в.н}} \frac{n_{\text{р.н}} N_a}{C_{\text{к.н}} B}$$

де  $k_{\text{р.в.н}}$  – коефіцієнт розвантаження анкерів глибокого закладення за рахунок анкерів першого рівня, визначається як:

$$k_{\text{р.в.н}} = \frac{l_{\text{акт}}}{h_{\text{св}}} = 2,2/5,96 = 0,37.$$

$$P_{\text{в.к.у}} = \frac{2 \cdot 7,45}{3 \cdot 5,45} 5,96 \cdot 25 - 0,37 \frac{6 \cdot 300}{1,6 \cdot 5,45} = 59,6 \text{ кН/м}^2.$$

Довжина анкера глибокого закладення (канатного анкера) визначається за формулою:

$$l_{\text{к.а}} = h_{\text{св}} + l_3 + l_{\text{в}}$$

де  $l_3$  – довжина закріплення анкеру глибокого закладення вище контуру склепіння природної рівноваги, приймається 0,8–1,0 м;

$l_{\text{в}}$  – частина анкеру, що виступає всередину виробки, приймається 0,15–0,2 м.

Отриману довжину анкеру округляють до 0,5 м у більшу сторону.

$$l_{\text{к.а}} = 5,96 + 1 + 0,2 = 7,5 \text{ м.}$$

Анкери глибокого закладення встановлюються між рядами анкерів першого рівня. Кількість анкерів глибокого закладення в ряду приймається в залежності від ширини виробки. При  $B \leq 5,5$  м – приймаємо з досвіду в ряду 3 анкери глибокого закладення. Установка анкерів глибокого закладення при середньостійкій безпосередній покрівлі здійснюється на відстані не більше 20 м від вибою виробки, що проводиться.

Таким чином проведений розрахунок підтверджує можливість використання дворівневого анкерного кріплення в умовах ш/у Покровське. Таке рішення не потребує великих капітальних витрат і сприяє підвищенню стійкості виробок в зоні впливу лави.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бондаренко, В.И. Геомеханика нагружения и расчет параметров крепежной и охранной систем подготовительных выработок шахт Западного Донбасса: монография / [Бондаренко В.И., Ковалевская И.А., Симанович Г.А., Гусев А.С. и др.]. – Д.: ЛізуновПрес, 2014. – 228 с.