

ОВЧАРЕНКО Н.А.<sup>1</sup>, НОСАЧ А.К., ПЕРЕКУПКА И.Н.<sup>2</sup>

### ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УКРЕПЛЕНИЯ РАЗРУШЕННЫХ ПОРОД НЕВЗРЫВЧАТЫМИ РАЗРУШАЮЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПРИ ПЕРЕКРЕПЛЕНИИ ВЫРАБОТОК

Наведена методика розрахунку параметрів нового способу зміцнення порід при перекріпленні виробок.

Для предотвращення неконтролируемого выпуска пород при ремонте выработки В ДонНТУ была предложена новая технология перекрепления выработки, идея которой заключается в том, что с помощью технических средств в зоне возможного обрушения пород за пределами проектного контура восстанавливаемой выработки создается распор, способствующий за счет увеличения силы трения между породными фрагментами обеспечить их самоподдержание.

Схема реализации предлагаемой технологии перекрепления выработки приведена на рис. 1.

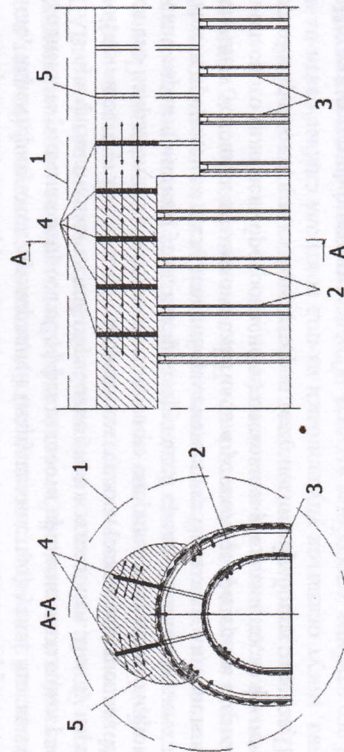


Рис. 1 – Предлагаемый способ предотвращения обрушения пород в перекрепляемой выработке: 1 – зона разрушенных пород; 2 – новая крепь; 3 – старая крепь; 4 – скважины для создания распора в породах; 5 – зона возможного обрушения пород

Сущность ее заключается в том, что в зону возможного обрушения пород с со стороны старой крепи 3 проводятся скважины 4, в которых создается распор на участке от границы зоны возможного обрушения до проектного контура

новой крепи 2. После расширения старой выработки 3 устанавливается новая крепь 2.

Проведенные исследования показали, что основным фактором, определяющим параметры способа, является вес пород, находящихся в зоне возможного их обрушения за пределами проектного контура ремонтируемой выработки. Высота зоны возможного обрушения пород при перекреплении выработки может быть рассчитана по формуле:

$$H_6 = r_{грн} - r_n, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $r_{грн}$ ,  $r_n$  – соответственно радиус зоны разрушенных пород и начальный радиус выработки, м.

Согласно работы [1] величина  $r_{грн}$  может быть определена по зависимости:

$$\frac{r_{грн}}{r_n} = 1 + 5,7 \cdot \left( \frac{\gamma H}{R} - 0,21 \right), \quad (2)$$

где  $\gamma H$  – вертикальные напряжения в горном массиве на глубине  $H$ , МПа;  $R$  – средневзвешенная прочность породного массива на уровне расположения выработки, МПа.

Считая, что возможный вывал породы на высоту  $H_6$  происходит в пределах весовой ширины выработки на момент ее перекрепления, вес пород, который необходимо поддерживать, будет равен:

$$G = B_k \cdot h \cdot \gamma, \text{ Н}, \quad (3)$$

где  $B_k$  – ширина выработки на момент перекрепления, м;

$\gamma$  – объемный вес пород, Н/м<sup>3</sup>.

После этого, в зависимости от величины  $B_k$  принимается расстояние между шпурами (скважинами)  $B$ , в которых будут располагаться распорные элементы. Оно определяется путем деления ширины выработки  $B_k$  на принимаемое количество шпуров.

Далее принимается длина участка ( $y$ ), на котором в шпурах (скважинах) будет осуществляться распор.

При этом протяженность этого участка должна быть не менее 1/3 высоты возможного обрушения пород ( $H_6$ ).

Необходимая длина шпуров рассчитывается следующим образом (см. рис. 2):

$$h_{ш} = (h_n - h_k) + y, \text{ м}. \quad (4)$$

<sup>1</sup> Стаханівський промислово-економічний технікум  
<sup>2</sup> КІП ДонНТУ

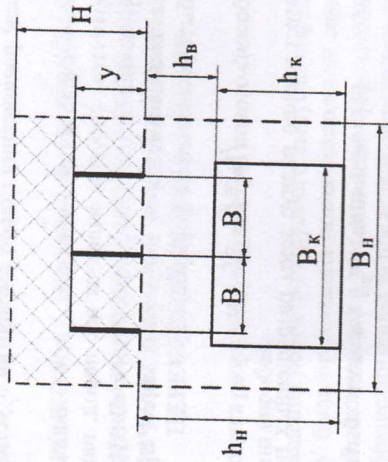


Рис. 2 – Схема к расчету необходимой длины шпура для размещения распорных элементов

Необходимая величина давления в распорных по границам сжимаемой области пород элементах ( $q$ ) рассчитывается по формуле [2]:

$$q = \frac{G}{k} (0,0155k_{mp}^{-0,7} + 0,0008 \cdot \ln(r_{bn})) \quad (5)$$

где  $G$  – вес пород в пределах зоны возможного обрушения, кгс;

$k$  – отношение высоты участка приложения нагрузки к высоте возможного вывала

$$k = \frac{y}{H}, \quad (6)$$

$n_{bn}$  – количество породных фрагментов на участке между шпурами  $B$ , шт.

После этого определяется необходимое давление в распорных шпурах ( $q_u$ ).

Для определения этого параметра необходимо знать закономерности передачи нагрузки от фронта области расширения вглубь массива. Это позволит определить искомую зону влияния одного шпурового заряда НРВ. Процесс передачи давления, развиваемого саморасширяющимся материалом, через дискретную среду (разрушенные породы) будем рассматривать как соотношение давления  $P_2$ , приложенному по поверхности условного цилиндра радиусом  $R_2$  от действия шпурового заряда НРВ  $P_1$  в цилиндрическом шпуре радиусом  $R_1$ . В силу осесимметричности задачу можно свести к плоской (рис. 3).

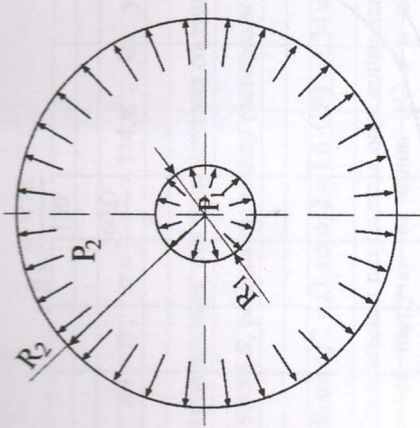


Рис. 3 – Схема к определению зоны влияния шпурового заряда НРВ

Из соотношения  $P_1 2\pi R_1 = P_2 2\pi R_2$  получаем

$$P_2 = P_1 \cdot \frac{R_1}{R_2} \quad (7)$$

Зону влияния шпурового заряда определяем как радиус окружности  $R_2$  по периметру которой давление распора  $P_2$  составляет 5 % от давления внутри шпурового заряда НРВ  $P_1$ . На рис. 4 приведены графики зависимости величины давления, передаваемого от шпурового заряда вглубь массива с увеличением расстояния от него ( $R_2$ ) при давлении внутри шпурового заряда, изменяющемся от 2 до 35 МПа. Анализ графиков показывает, что с увеличением расстояния от шпурового заряда вглубь массива происходит снижение давления по экспоненциальной зависимости. При этом, независимо от величины давления внутри шпурового заряда на расстоянии 0,8 м ( $R_2$ ) от него, величина давления составляет 5 %. Это расстояние принимается за зону влияния шпурового заряда.

На следующем этапе определяем необходимое расстояние между распорными шпурами вдоль оси выработки, при котором необходимая величина давления в шпуре ( $q_u$ ) обеспечивает необходимую величину распределенной нагрузки ( $q$ ) на высоту ( $y$ ) по поверхности, ограничивающей участок пород в кровле выработки шириной  $B$ .

Положение поверхности, на которой создается необходимое давление  $q$  относительно линии  $OD$ , по которой располагаются распорные шпуры, определим графически согласно рис. 5, из условия, что дуга окружности  $AB$  равна диаметру зоны влияния шпурового заряда  $D = 2R$ .

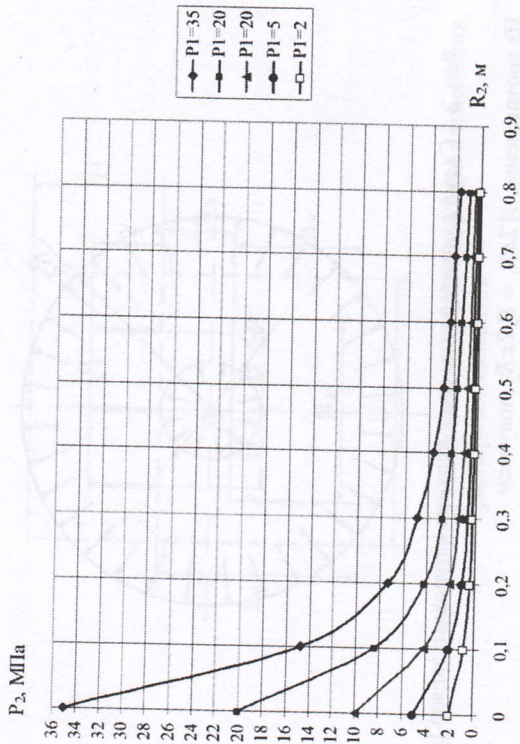


Рис. 4 – Графики зависимости величины давления, передаваемого от шпурового заряда вглубь массива

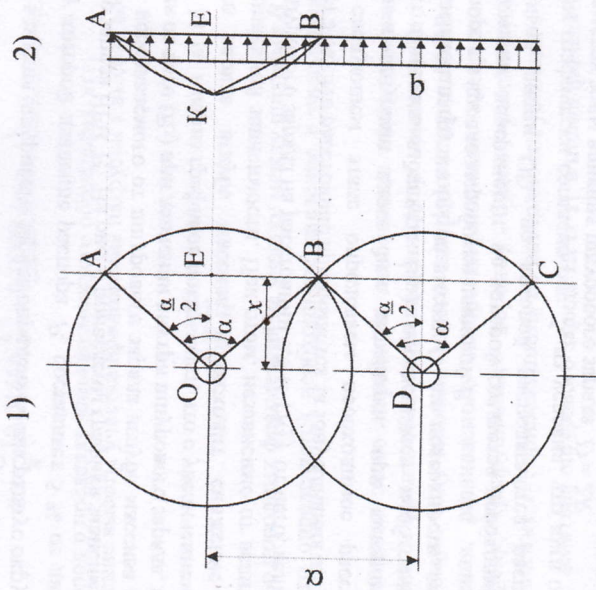


Рис. 5 – Схема к определению расстояния между распорными шпурами

$$AB = \frac{\alpha \cdot \pi \cdot R}{180} \quad (8)$$

Принимая, что  $AB = D$ ,  $\alpha = \frac{360D}{\pi} = 114,6^\circ$ . Из условия подобия

$\lambda = R \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$ . Исходя из положения, что зоны влияния соседних шпуровых зарядов пересекаются в точке B, расстояние между распорными шпурами будет равно:

$$\alpha = 2R \cdot \sin \alpha/2 = D \cdot \sin \alpha/2 = 1,6 \cdot 0,84 = 1,34 \text{ м.} \quad (9)$$

Используя выше полученные результаты определим зависимость между величиной распределенной нагрузки по линии AC q и давлением внутри шпурового заряда q<sub>ш</sub>, исходя из того, что расстояние между шпуровыми зарядами равно 1,34 м, а расстояние между линией расположения шпуров OD и линией приложения нагрузки AC  $x = R \cdot \cos 57,3^\circ = 0,43 \text{ м}$ .

Энора нагрузки от шпурового заряда O (см. рис. 5 (1)) вдоль хорды AB по форме представляет собой сегмент круга (рис. 5 (2)). Перейти к равномерно распределенной нагрузке q по хорде AB можно путем деления площади сегмента круга по дуге AB на длину хорды AB. К стати последняя соизмерима с расстоянием между шпуровыми зарядами (α). Исходя из условия симметрии величину q можно определить разделив площадь треугольника AKE на величину α/2.

На рис. 6 приведен график зависимости равномерно распределенной нагрузки q по линии AC (см. рис. 5) от величины давления в шпуровом заряде q<sub>ш</sub>, которая имеет линейный характер. Необходимый состав НРВ, обеспечивающий требуемое давление в шпуровом заряде определяется по графикам, приведенным на рис. 7.

Приведенная методика позволяет обосновать параметры новой технологии перекрепления выработок с использованием невзрывчатых разрушающих материалов в различных горно-геологических условиях.

#### Список литературы

1. Поддержание и проветривание выработок глубоких шахт Донбасса // С.С. Гребенкин, Ю.Ф. Булгаков, Н.Н. Касьян и др. – Донецк : «Каштан», 2005. – 256 с.
2. Касьян М.М. Обрунтування параметрів нової технології перекріплення виработок за допомогою методу скінченних елементів // М.М. Касьян, М.А. Овчаренко, І.Г. Сахно, Ю.А. Петренко, С.Г. Негрій / Вісті Донецького гірничого інституту. – Донецьк : ДонНТУ, 2008. – №2. – С. 104-109.