Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени горного института им.Г.В.Плеханова,
т. XXXII, 1980 г.

УДК 622.112.3:624.048

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ТРЕЩИНОВАТОЙ НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ КРОВЛИ В ПРИЗАБОЙНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТОК

Я.Б.ЕНТУС, Г.В.ОВЧАРЕНКО

На основании изучения механизма образования трещин давления и перемещения кровли в пределах незакрепленной части призабойного пространства в лавах пологих пластов Донбасса установлено, что непосредственную кровлю следует рассматривать как систему, имеющую блочную структуру. Механика блочных систем описана в трудах отечественных и зарубежных ученых [1-5]. Ими изучены законы устойчивости и деформирования блочных систем при естественном горизонтальном распоре.

Особенностью задачи, поставленной в настоящей работе, является определение оптимальной величины искусственно создаваемого горизонтального распора, направленного в сторону очистного забоя и обеспечивающего устойчивость нижних слоев трещиноватой непосредственной кровли в зоне незакрепленной части призабойного пространства. На основании натурных и лабораторных исследований установлена схема разрушения пород непосредственной кровли как в зоне призабойного пространства, так и впереди очистного забоя.

Исследования трещиноватости пород непосредственной кровли показывают, что расстояния между трещинами давления, как правило, равны или кратны глубине захвата выемочного органа, трещины располагаются примерно параллельно линии забоя и разбивают кровлю на блоки, представляющие собой призмы, вытянутые вдоль забоя.

При наличии природных трещин или в результате изгиба конвейера в плоскости, параллельной забою, а также вследствие того, что по мере выемки забой приобретает форму уступа, в указанных блоках образуются трещины, перпендикулярные забою, в результате чего устойчивость кровли уменьшается. При такой трещиноватости пород кровли и глубине захвата выемочного органа 0,8 м первый от забоя блок фактически неподкреплен снизу, поскольку ширина неподдерживаемой кровли от забоя до консоли металлического верхняка составляет 0,7 м и более.

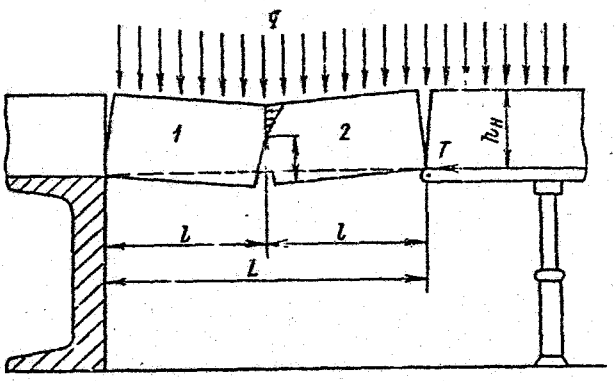


Рис.1. Схема работы ставкой трехшарнирной арки в зоне незакрепленной части призабойного пространства

В результате выемки очередной полосы угля ширина незакрепленного призабойного пространства в зоне изгиба конвейера увеличивается на глубину захвата выемочного органа.

Если длина блоков по простиранию пласта l соответствует глубине захвата выемочного органа, то в зоне незакрепленного призабойного пространства (в зоне изгиба конвейера) образуется два неподкрепленных снизу блока, которые образуют трехшарнирную арку (рис.1). Устойчивость такой арки будет зависеть прежде всего от величины горизонтального распора T.

Пусть давление между смежными блоками распределено по закону треугольника (рис.2,а), тогда сжимающее напряжение в верхнем сечении балки, действующее по поверхности трещины,

$$\sigma_в = 2T/(h_н - C), \qquad (1)$$

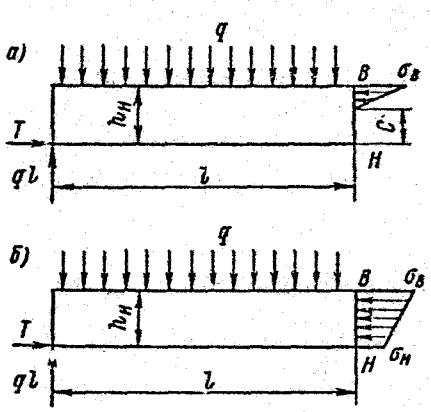


Рис.2. Расчетная схема к определению величины горизонтального распора, обеспечивающего устойчивость нижних слоев трещиноватой непосредственной кровли

где $h_н$ - мощность нижнего слоя непосредственной кровли, м; C - величина неконтакта блоков по поверхности трещины, м.

Условие равновесия трехшарнирной арки для левой ее части

$$\frac{-ql^2}{2} + TC + \frac{\sigma_в (h_н - C)^2}{3} = 0, \qquad (2)$$

где q - нагрузка на единицу длины блока; l - длина одного блока (по ширине призабойного пространства).

Из выражений (1) и (2) найдем

$$C = 3ql^2/2T - 2h_н. \qquad (3)$$

Значение сжимающего напряжения в точке B определится из выражений (1) и (3):

$$\sigma_в = \frac{2T}{h_н - C} = \frac{2T^2}{-\left(h_н T - \frac{ql^2}{2}\right)}.$$

Из выражения (3), полагая $C = h$, получим минимальную величину горизонтального распора $T = ql^2/2h_н$. Зная предел прочности породы на сжатие, мы можем написать условие прочности арки $\sigma_{пч.сж} \geq 2T^2/3(h_н T - \frac{ql^2}{2})$ откуда

$$T = \frac{3\sigma_{пч.сж}h_н - \sqrt{9\sigma^2_{пч.сж}h^2_н - 12\sigma_{пч.сж}ql^2}}{4}. \qquad (4)$$

Предельно допустимый пролет для несплошной балки со свободно опертыми концами при наличии распора T определится из выражения

$$L = 2\sqrt{\frac{T(3\sigma_{пч.сж}h_н - 2T)}{1{,}5\sigma_{пч.сж}}}. \qquad (5)$$

Случаю $C = 0$ соответствует величина распора $T = 0{,}75ql^2/h_н$.

При создании горизонтального распора большей величины эпюра нормальных напряжений по линии контакта между блоками примет вид трапеции (см. рис.2,б). Уравнения равновесия в этом случае имеют вид

$$T = \sigma_н \sigma_в h_н/2;$$

$$\frac{-ql^2}{2} + \frac{\sigma_н + \sigma_в}{6}h^2_н(2 - \sigma_в - \sigma_н) = 0,$$

откуда

$$\sigma_в = -2T/h_н + 3ql^2/h^2_н;$$

$$\sigma_н = 4T/h_н - 3ql^2/h^2_н.$$

Обращению в ноль напряжения в точке B соответствует величина горизонтального распора $T = 1{,}5ql^2/h_н$. Условие прочности арки в этом случае имеет вид

$$\sigma_{пч.сж} \geq -2T/h_н + 3ql^2/h^2_н$$

или

$$\sigma_{пч.сж} \geq 4T/h_н - 3ql^2/h^2_н.$$

Для анализа характеристик $\sigma_н$, $\sigma_в$ и C от величины горизонтального распора T целесообразно построить графики (рис.3) в безразмерных координатах

$$K_1 = Th_н/ql^2; \quad K_2 = \sigma_i h^2_н/ql^2 \text{ при } i = в, н.$$

Из рис.3 видно, что контакт между блоками I и 2 (см.рис.I) соблюдается по всей плоскости трещины, т.е. $C = 0$, если $T = 0{,}75ql^2/h_н$. Однако при таком условии величина напряжений в верхнем сечении балки (в точке B) будет выше, чем в нижнем се-

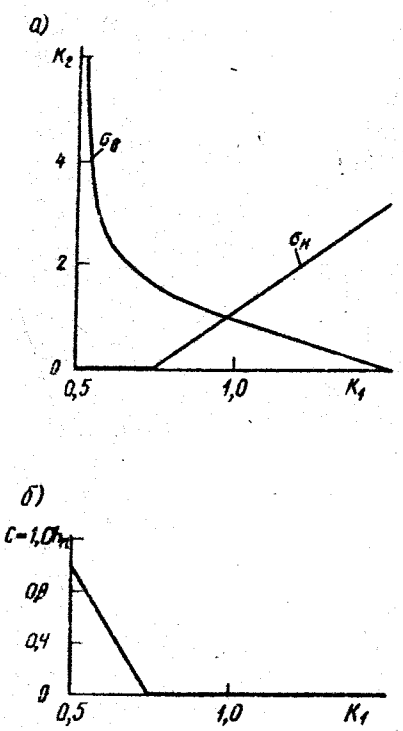


Рис.3. Безразмерные зависимости силовых и геометрических характеристик задачи

чении (в точке H). Напряжения $\sigma_н$ и $\sigma_в$ будут равны при условии $K_1 = K_2 =$ = I. Следовательно, из условия закрытия трещин между отдельными блоками, оптимальная величина искусственно создаваемого горизонтального распора

$$T = q l^2 / h_н .$$

Предложенные формулы позволяют рассчитывать оптимальную величину искусственно создаваемого горизонтального распора, обеспечивающего устойчивое положение нижних слоев трещиноватой непосредственной кровли в зоне незакрепленной части призабойного пространства лав пологих угольных пластов.

Методика расчета оптимальной ве. чины искусственно создаваемого горизонтального распора может быть использована при разработке конструкций механизированных крепей, создающих усилия горизонтального распора в нижних слоях трещиноватой непосредственной кровли в направлении забоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов А.А. Расчеты горного давления в лавах пологих пластов. М., Недра, 1964.

2. Бочкарев В.Г. О горизонтальном распоре в однородной м гослойной кровле над лавой. Тр. ВНИМИ, 1964, сб. 53.

3. Кузнецов Г.Н. Определение полной несущей способности кровли подземных выработок. Тр. ВНИМИ, 1950, вып. 22.

4. Слесарев В.Д. Управление горным давлением при разработке угольных пластов Донецкого бассейна. М., Углетехиздат, 1952.

5. Якоби О. Вывалы породы из кровли в очистных забоях с механизированной крепью и предложение по их предотвращению. – Глюкауф, 1963, № 14.