

УДК 622. 281.(06)

В.А. Матвеев, Ю.В. Турук

АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОНСОЛЕЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ С ПОРОДАМИ КРОВЛИ В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ

Изложен метод расчета необходимого усилия на конце консоли щитовой механизированной крепи при разрушении пород кровли в виде крутонаклонных блоков. Результаты расчетов могут быть использованы для уточнения параметров щитовых механизированных крепей.

Ключевые слова: механизированная крепь, разрушение пород, крутонаклонные блоки, консоль, усилие прижатия.

Из всего многообразия режимов взаимодействия секций механизированной крепи с кровлей в очистных забоях наиболее сложными и в тоже время наиболее полно проявляющими преимущества современных типов крепи являются случаи, когда в кровле залегают структуры пород, склонные к разрушению в виде крутонаклонных блоков в пределах призабойного пространства. Такой характер разрушения пород кровли после их обнажения может наблюдаться в связи с их низкой прочностью и наличием развитой скрытой трещиноватостью (кливажем). Но степень развития этого процесса в направлении к выработанному пространству зависит не только от свойств пород кровли, но и от схемы распределения сопротивления крепи в пределах призабойного пространства.

Рассмотрим силовую схему взаимодействия консоли механизированной крепи с породами кровли в очистном забое (рис. 1).

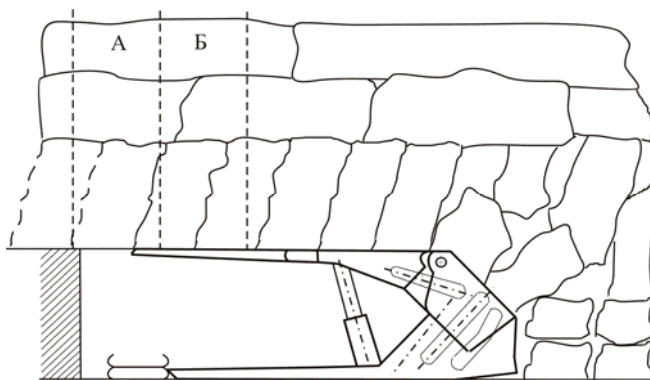


Рис. 1. Схема взаимодействия консоли механизированной крепи с породами кровли в очистном забое

В системе взаимодействующих крутонаклонных блоков только те блоки, которые поджаты реакцией краевой части массива и усилием конца консоли в секторе А, могут сохранить остаточные силы сцепления на плоскости разлома с массивом ненарушенной кровли и таким образом в сочетании с силами трения играть роль монолитной опоры для горизонтальных распорных усилий со стороны ранее

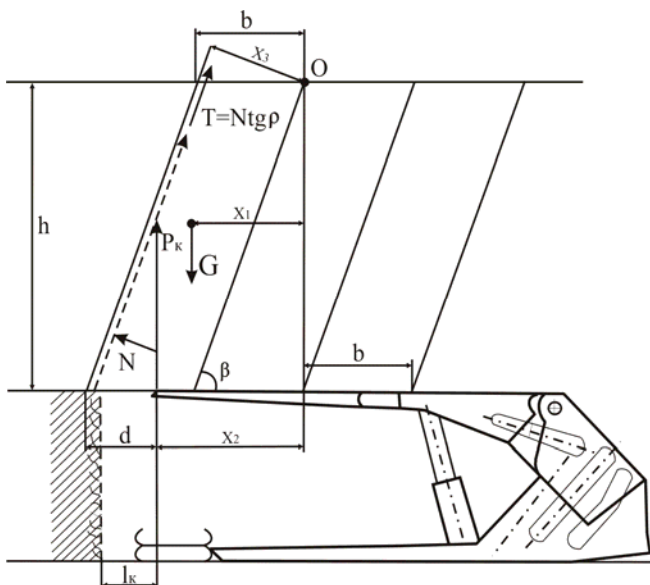


Рис. 2. Схема сил, действующих на блок пород кровли

го трения будет достаточной для сохранения его неподвижности. По существу выполнение этого условия означает отсутствие образования трещин разлома кровли в массиве впереди забоя.

Рассмотрим схему сил, действующих на блок в расчете на 1 п.м длины забоя, и условия равновесия в принятой схеме (рис. 2) с учетом сил внутреннего трения, т.е. когда не будут преодолеваться остаточные силы сцепления блока с массивом слоя. Условие равновесия сил можно записать в форме равенства суммы их моментов нулю.

В качестве точки, вокруг которой создаются моменты сил, целесообразно принять верхнюю дальнюю от забоя точку O, поскольку в этой точке обеспечивается наиболее жесткая опора блока из-за тенденции вышележащих пород кровли к смещениям вниз в призабойном пространстве. Силой, стремящейся повернуть блок против часовой стрелки является вес блока G.

Силами, препятствующими этому повороту являются сила прижатия конца консоли P_k и сила внутреннего трения T по плоскости возможного разлома. Вес 1 п.м блока:

$$G = b \cdot h \cdot \gamma,$$

где b – размер блока по нормали к плоскостям разлома; N – сила, нормальная к плоскости ожидаемого разлома от действия усилия, прижимающего консоль к кровле P_k .

Уравнения моментов:

$$\text{Момент веса блока } M_B = G \cdot x_1,$$

$$\text{Момент усилия консоли и трения } M_K = P_k \cdot x_2 + T \cdot x_3,$$

$$M_B = M_K; \quad G \cdot x_1 = P_k \cdot x_2 + T \cdot x_3; \quad T = N \cdot \operatorname{tg} \rho; \quad T = P_k \cdot \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \rho,$$

образовавшихся блоков. Наличие такого жесткого козырька непосредственной кровли также смещает границу обрушения вышележащих пород в сторону выработанного пространства.

Определим основные необходимые параметры величины усилия со стороны консоли и расстояния точки его приложения от забоя.

В качестве условия сохранения сил сцепления можно принять величину прижатия консоли P_k такой, при которой составляющая силы прижатия нормальная к плоскости возможного сдвига в сочетании с силами внутренне-

$$x_1 = \frac{h \cdot \operatorname{tg}(90 - \beta) + b}{2}; \quad x_2 = h \cdot \operatorname{tg}(90 - \beta) + b - d; \quad x_2 = b \cdot \sin \beta,$$

$$\gamma \cdot h \cdot b \frac{[h \cdot \operatorname{tg}(90 - \beta) + b]}{2} = P_k [h \cdot \operatorname{tg}(90 - \beta) + b - d] + P_k \cdot \cos \beta \cdot \operatorname{tgr} \cdot b \cdot \sin \beta,$$

$$P_k = \frac{\gamma \cdot h \cdot b [h \cdot \operatorname{tg}(90 - \beta) + b]}{2 [h \cdot \operatorname{tg}(90 - \beta) + b - d + b \cdot \cos \beta \cdot \operatorname{tgr} \cdot b \cdot \sin \beta]}.$$

где b – ширина блока в направлении движения забоя, м; h – высота яруса кровли, в котором образуются блоки, м; d – расстояние между нижним концом ожидаемого блока в массиве и точкой приложения силы, прижимающей конец консоли крепи к кровле, м; l_k – расстояние между забоем и силой на конце консоли $l_k \approx d - 0,2$, м; β – угол наклона плоскостей разлома блоков, град.; ρ – угол внутреннего трения пород кровли, град.; γ – объемный вес пород блоков, кН/м³.

Основные параметры, определяющие необходимое усилие консоли P_k зависят от конкретных свойств пород и технологии выемки пласта. Поэтому необходимо сделать хотя бы приближенный анализ факторов определяющих диапазон этих параметров применительно к породам кровель пластов Донецкого бассейна и узкозахватной технологии их выемки с акцентом на наиболее неблагоприятные их сочетания.

Краткий анализ исследовательских работ по изучению проявлений горного давления, которые были проведены на шахтах Донецкого бассейна [1, 2, 3, 4], начиная с 50-х годов, дают возможность установить следующее. Высота нижнего яруса кровли h , в пределах которого наблюдается блочная структура разрушения пород, находилась в диапазоне от 1 м до 4-5 м с тенденцией роста в сторону увеличения мощности пластов до 2 м. Такие предельные (до 5м) значения высоты h наблюдались на пласте k_5 мощностью 1,7-1,8 м на шахте «Родинская» и на пласте h_8 мощностью 1,5-1,7 м на шахте «Лобовская» [1].

В формировании шага расчленения кровли на блоки b в слабых породах чаще всего наблюдалась кратность этой величины размеру ширины захвата (вруба) выемки за цикл: $b=r$ или $b=2r$. Поскольку в настоящее время доминируют размеры захвата 0,4; 0,63 и 0,8 м, то в расчетах следует использовать варианты с значениями размера b 0,63; 0,8 и 1,26 м. При размере захвата 0,4 м, который редко используется, образование очередных трещин деления на блоки, как правило, происходит через 2 цикла выемки, т.е. через 0,8 м.

Наиболее вероятные значения наклона плоскости разлома блоков β наблюдаются в диапазоне от 60 до 80°.

Угол внутреннего трения ρ горных пород каменноугольной формации имеет диапазон от 20 до 35°.

Расстояние от нижней кромки блока до точки приложения силы P_k определяется как сумма расстояния от конца консоли до груди забоя l_k и ширины зоны полуразрушенного угля l_p : $d = l_k + l_p \approx l_k + 0,2$, м.

Поскольку в полученной зависимости в тесной связи находятся два параметра, которые определяются конструкцией крепи, в первую очередь ее

Результаты расчета усилий на конце консоли

Шаг чередования блоков b , м	$h=2\text{м}$		$h=4\text{м}$	
	$l_k=0,3\text{ м}$ ($d=0,5\text{м}$)	$l_k=0,6\text{ м}$ ($d=0,8\text{м}$)	$l_k=0,3\text{ м}$ ($d=0,5\text{м}$)	$l_k=0,6\text{ м}$ ($d=0,8\text{м}$)
0,63	26,5	43,2	43,7	56,0
	38,1	64,7	64,0	84,0
0,8	29,4	43,8	52,0	65,6
	44,0	65,5	77,9	98,4
1,26	40,1	67,9	75,4	89,2
	60,0	101,8	113,1	133,8

В числителе даны значения усилий P_k на 1 м длины забоя, кН/м; в знаменателе – на одну секцию крепи шириной $s=1,5$ м, P_{kc} , кН/с.

консольной части, определим некоторые их сочетания, которые обеспечивают приемлемое состояние кровли в призабойном пространстве.

Принимаем следующие характеристики пород кровли: $\gamma=25$ кН/м³; $\rho=20^\circ$; $\beta=75^\circ$. Результаты расчета усилий P_k сведем в таблицу.

Выполненный анализ взаимодействия консольной части секций механизированных крепей с кровлей пласта в призабойном пространстве очистного забоя показывает, что предупреждение образования трещин и заколов с расчленением кровли впереди забоя на блоки требует таких усилий и положения точки их приложения относительно линии забоя, которые далеко не всегда могут быть реализованы в конструкциях ныне выпускаемых шитовых крепей, особенно с однорядным расположением стоек.

Общая тенденция в совершенствовании таких крепей должна быть направлена на приближение усилия прижатия на конце консоли к линии забоя и на увеличение величины самого усилия.

При этом в широком диапазоне условий установлена тесная связь этих параметров между собой: приближение точки приложения усилия прижатия к кровле на конце консоли к забою снижает необходимую расчетную величину этого усилия.

По результатам анализа можно сделать следующие выводы:

1. Необходимо отказаться от тенденции непрерывного увеличения длины консолей секций, новых конструкций крепи. Целесообразно расстояние от забоя до конца консоли в исходном положении секции иметь 0,3-0,4 м, при котором расчетное усилие на конце консоли может быть в пределах 40-134 кН на одну секцию в диапазоне высоты яруса расчленения кровли на блоки от 1 до 4 м.

2. В связи с наличием неровностей кровли, которые отдаляют точку приложения равнодействующей сил прижатия консоли от забоя, необходим поиск решений в ее конструкции, которые гарантировано переносят положение этой равнодействующей на конец консоли на всех секциях крепи в очистном забое.

3. Следует внести коррективы в обоснование и методику расчета силовых схем секций механизированных крепей с целью учета назначения и необходимых параметров консольной части секций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Давидянц В.Т., Козелев Г.Л.* Измерения проявлений горного давления на шахтах Донецкого бассейна. Углетехиздат. 1952.
2. *Давидянц В.Т., Козелев Г.Л.* Исследования проявлений горного давления в очистных забоях при новых видах крепей. Госгориздат. 1960.
3. *Орлов А.А., Сетков В.Ю., Баранов С.Г.* Взаимодействие механизированных крепей с кровлей. М.: Недра. 1976.
4. *Коровкин Ю.А.* Механизированные крепи очистных забоев. М.: Недра. 1990. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Матвеев Валентин Александрович - докт. техн. наук, профессор, профессор кафедры «Разработка пластовых месторождений», заслуженный деятель науки РФ.

Турук Юрий Владимирович - канд. техн. наук, доцент кафедры «Разработка пластовых месторождений».

Шахтинский институт ГОУ ВПО «Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)», E-mail: siurgtu@siurgtu.ru



РУКОПИСИ, ДЕПониРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Косьянов Вадим Александрович, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, кандидат технических наук, доцент, wadim78@mail.ru.

Исследование уровней потерь напряжения в распределительных линиях электропередач при ведении геологоразведочных работ. (805/03-11 от 14.12.10) 10 с.

Ведение геологоразведочных работ связано с большими финансовыми затратами, доля этих затрат, связанная с энергоснабжением производственных объектов достигает 50% от общих вложений в зависимости от района работ. Сокращение расходов путем оптимизации работы системы энергоснабжение – это важнейшее направление повышения эффективности геологоразведочных работ.

Ключевые слова: потери напряжения, геологоразведочные работы, регулирование напряжения, распределительные линии

Kosynov V.A. RESEARCH OF LEVELS OF PRESSURE LOSSES IN DISTRIBUTIVE ELECTRIC MAINS AT CONDUCTING PROSPECTING WORKS

Conducting prospecting works is connected with the big financial expenses, the share of these expenses connected with power supply of industrial objects reaches 50 % from the general investments depending on area of works. Reduction of expenses by optimization of work of system power supply is the major direction of increase of efficiency of prospecting works.

Key words: pressure losses, prospecting works, pressure regulation, distributive lines.