

УДК 622.281.(06)

*В.А. Матвеев, Ю.В. Турук*

**ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
НЕОБХОДИМОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КОНСОЛЬНОЙ ЧАСТИ  
СЕКЦИИ КРЕПИ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ\***

Семинар № 11

Для определения длины управляемой консоли механизированной крепи очистного комплекса и усилия на ее конце существует РТМ 12.44.056-85 «Методы расчета распределения сопротивления механизированных крепей по ширине рабочего пространства» (Вероятностный метод оценки) [1].

Методика позволяет рассчитать нагрузочные параметры в элементах секции крепи в зависимости от силовых характеристик и расположения гидростоек и дополнительных гидроцилиндров на основе гипотетической трапецевидной эпюры нагрузки на перекрытие. Такой подход не обеспечивает возможности выбора рациональной схемы крепи и ее параметров по геомеханическому фактору, особенно в призабойной полосе при подхватывании первичных обнажений кровли консольной частью перекрытия.

Известно, что успешная работа лавы в значительной мере зависит не только от рабочего сопротивления механизированной крепи, а от того, в какой степени удастся предотвращать образование вывалов и ступенчатого оседания кровли.

В случаях ухудшения эффективности поддержания непосредственной кровли, при которых в начале в призабойной зоне, а затем по ширине призабойного пространства образуются вывалы пород, возможность эффективного управления кровлей становится сомнительной.

Так, при переходе зон нарушений и, особенно при передвижке секций крепи под вывалы (свежеобнаженную кровлю), образовавшиеся в незакрепленной полосе кровли между забоем и концами консолей и, распространившиеся по всей длине перекрытия, однорядные щитовые секции крепи оказываются в сложной ситуации чаще, чем двухрядные.

Установлено, что удельная площадь вывалов перед крепью зависит от расстояния между забоем и концами консолей перекрытий, а точнее между забоем и первой точкой контакта консоли с кровлей и от ее реакции, т.е. усилия на конце консоли [2]. При этом удельная площадь вывалов перед крепью растет с увеличением расстояния между забоем и первой точкой контакта консоли с кровлей.

В отличие от методики расчета усилий на контакте перекрытия крепи с кровлей по РТМ, исходя из силовых характеристик лишь гидроцилиндров секций и равномерного распределения нагрузок на все точки консольной части перекрытия, предлагается новый подход к решению задачи определения усилия на конце консоли перекрытия.

Так как при струговой технологии выемки принимается незаряженная последовательная паевая схема передвижки секций крепи, когда передвижение секций крепи начинается последовательно по паям после выемки струговой установкой полосы угля шириной, равной шагу передвижки секций, то к конструкции и параметрам консоли перекрытия секции струговой механизированной крепи предъявляются повышенные требования по обеспечению поддержания бесстоечного призабойного пространства по всей длине очистного забоя. Из чего следует, что сопротивление консоли перекрытия и распределение общего сопротивления механизированной крепи по ширине призабойного пространства должны исключать активное расслоение и обеспечивать устойчивость непосредственной кровли.

В призабойной полосе нарушение сплошности нижних слоев кровли может происходить в двух основных формах: в форме расслоения и последующего расчленения тонкос-

\*При финансовой поддержке Минобразования РФ по гранту T02-04.1-1803.

лоистых или очень слабых пород, особенно в зонах геологических нарушений, и в форме разрушения на блоки с крутонаклонными трещинами крупнослоистых пород в результате действия высоких касательных напряжений в обоих случаях.

Для этих двух форм нарушения сплошности необходимо рассмотреть характер действия и уровень нагрузок на консоль крепи.

А. Структура слабых или тонкослоистых пород в непосредственной кровле.

В таких структурах пород образуются вывалы сводчатой формы, нагрузки на крепь от которых рассчитываются по теории сводообразования, предложенной М.М. Протодьядиновым. Жесткими опорами для свода естественного равновесия можно считать конец жесткой части перекрытия крепи с одной стороны и угольный массив забоя – с другой (рис. 1 а).

Ордината свода описывается уравнением:

$$y = -\frac{2}{df^l} \cdot x^2 + \frac{2}{f^l} \cdot x; \quad (1)$$

Особенностью струговой технологии является увеличенный размер пролета  $d$  в связи с образованием полосы незакрепленной кровли к концу очередного цикла выемки, т.е.

$$d = l_k + l_{ш.з.} + 0,3, \text{ м}; \quad (2)$$

где  $l_{ш.з.}$  – ширина захвата или шаг передвижки секции крепи, м.

При этом высота свода:

$$h_c = \frac{d/2}{f}, \text{ м}; \quad (3)$$

где  $f$  – коэффициент внутреннего трения для мягких пород и коэффициент крепости по классификации М.М. Протодьядинова для связных пород.

Нагрузка на управляемую консоль от обрушенных пород определяется по формуле:

$$P = \frac{4}{3} \cdot \gamma_0 \cdot \frac{(d/2)^2}{f} \cdot t, \text{ кН}; \quad (4)$$

где  $t$  – шаг расстановки секций крепи, м;  $\gamma_0$  – удельный вес пород кровли, кН/м<sup>3</sup>.

При этом обоснованным будет принятие значения коэффициента внутреннего трения  $f = \text{tg} \rho$  для слабых нарушенных сланцев в зонах геологических нарушений, у которых угол внутреннего трения  $\rho \approx 20 - 25^\circ$  [3].

Проведенными нами расчетами установлено, что при сводчатой форме вывалов, длине управляемой консоли  $l_k = 1,2$  м и ширине за-

хвата или шаге передвижки секций  $l_{ш.з.} = 0,7$  м общий вес пород внутри свода составляет 135 – 172 кН.

Поскольку центр тяжести этой нагрузки смещен от конца консоли в сторону жесткой части перекрытия, а в методиках расчета усилий по РТМ и характеристиках крепи фигурирует нагрузка на конец консоли, то в пересчете на этот параметр по уравнению моментов развиваемое усилие на конце консоли должно находиться в пределах от 124 до 158 кН.

Б. Крупно-слоистая структура кровли с разрушением на блоки.

Схема разрушения кровли и взаимодействия блоков с консолью крепи представлена на рис. 1 б.

В определении ожидаемых нагрузок на консольную часть перекрытия необходима правильная оценка размеров образующихся блоков. Размеры блоков в направлении подвигания забоя, как правило, связаны с шириной вынимаемой полосы угля и соответствующим шагом передвижки секций  $l_{ш.з.}$ . В большинстве случаев ширина блока равняется шагу передвижки крепи  $l_{бл.} = l_{ш.з.}$ . Гораздо реже, при  $l_{ш.з.} \leq 0,63$  м, эта ширина равна подвиганию лавы за 2 цикла выемки угля и передвижки крепи.

Высота блоков реализуется в широких пределах, но редко превосходит 1 м, а ее среднее значение по многочисленным наблюдениям составляет около 0,3 м. В отраслевом нормативном документе «Временные указания по управлению горным давлением в очистных забоях на пластах мощностью до 3,5 м с углами падения до 35°» оценку кровли по фактору устойчивости рекомендуется производить по характеристикам толщи пород непосредственной кровли высотой до 1,3 м. Поскольку при блочной схеме разрушения кровли образуются системы блоков, которые могут сохранить устойчивость за счет бокового распора, то минимально необходимый подпор будет достаточным для сохранения устойчивости системы, если его уровень будет равен весу хотя бы одного блока, без которого система разрушается. Но в расчетах необходимо предусмотреть также два экстремальных случая: когда центр тяжести одного блока приходится на конец консоли и когда устойчивость системы блоков нарушится из-за разрушения блока, расположенного над жесткой частью перекрытия.

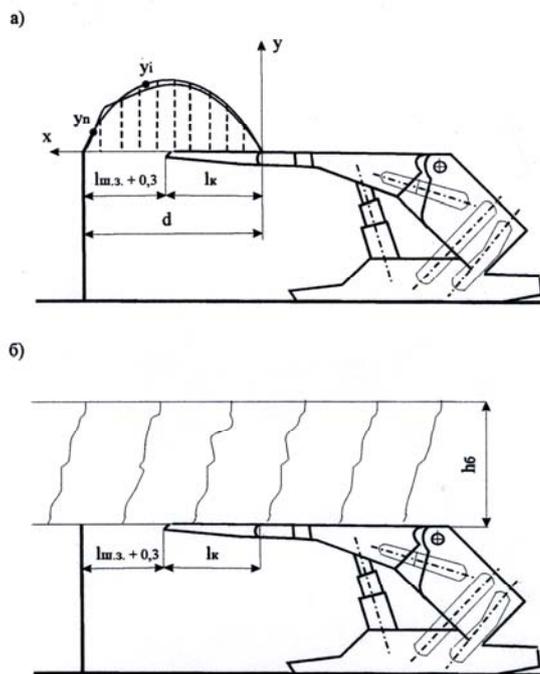


Рис. 1. Схемы нарушения сплошности нижних слоев кровли: а) сводчатая; б) блочная

Расчетами установлено, что нагрузка от одного блока на конец управляемой консоли длиной  $l_k = 1,2$  м при шаге передвижки секций крепи  $l_{ш.з.} = 0,7$  м составит 34 кН.

При нарушении устойчивости системы блоков из-за разрушения блока, расположенно-

го над жесткой частью перекрытия, нагрузка на консоль от двух блоков составит 68 кН. В результате выполненных расчетов параметров управляемой консоли секции крепи КС по РТМ установлено, что длина управляемой консоли должна быть 1,2 м. При этом усилие на конце консоли должно составлять 100 кН. Из сопоставления результатов расчетов следует, что регламентируемое усилие на конце консоли перекрытия по РТМ (100 кН) существенно ниже ожидаемых нагрузок от обрушенных пород при сводчатой форме вывала (124–158 кН). Новый подход заключается в определении степени соответствия, силовых характеристик управляемой консоли нагрузочной характеристике кровли в зависимости от условий эксплуатации крепи. При этом целесообразна разработка, по крайней мере, двух типов крепи, один из которых должен быть рассчитан на максимальные нагрузки на консольную часть перекрытия в условиях геологических нарушений или весьма неустойчивой непосредственной кровли.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РТМ 12.44.056-85 Методики расчета распределения сопротивления механизированных крепей по ширине рабочего пространства (вероятностный метод оценки). – 32 с.
2. Кияшко И.А., Саратикянц С.А., Овчинников Н.П. Взаимодействие механизированных крепей с боковыми породами. – М.: Недра, 1990. – 128 с.
3. Руководство по управлению горным давлением на выемочных участках шахт Восточного Донбасса. – Шахты, 1992. – 214 с.

#### Коротко об авторах

Матвеев Валентин Александрович – доктор технических наук, профессор, академик РАЕН,  
Турук Юрий Владимирович – аспирант,

Шахтинский институт Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института) (ШИ ЮРГТУ).