

УДК 622.831

*Халимендик Ю.М., д.т.н., проф., зав. каф. Маркшейдерии, Винник А.М. зав. лаб., каф. маркшейдерии НГУ, г. Днепрпетровск, Украина*

### **ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ПРОВЕДЕНИЕ ДЕМОНТАЖНЫХ КАМЕР В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА**

Сегодня многие шахты Западного Донбасса ведут добычу угля двумя или тремя очистными забоями. Таким образом, при остановке механизированного комплекса под демонтаж объемы добычи по предприятию значительно сокращаются. Данная проблема стимулирует поиск новых технических решений, которые позволят сократить время демонтажных и монтажных работ. Одним из технических решений, сокращающим время демонтажных работ является предварительное проведение демонтажных камер. Данная технология уже применяется на шахтах России и Польши, однако перенос существующего опыта может быть осуществлен лишь с учетом горно-геологических особенностей шахт Западного Донбасса.

Целью данной работы является обоснование отпора крепи демонтажной камеры.

По опыту шахт Кузбасса предварительное проведение демонтажной камеры ускоряет процесс демонтажа в 2-3 раза [1]. При этом ширина демонтажных камер составляет 9 м, а для ее крепления применяется двухуровневая схема анкерования, с помощью анкеров первого уровня сталеминеральных или сталеполимерных (обычной длины), и анкеров второго уровня (канатных, глубокого заложения).



*Рис. 1. Демонтажная камера ш. «Богданка». Крепление монорельса к перекрытиям механизированной крепи.*

В условиях шахты «Богданка» (Польша), реализовано несколько оригинальных технических решений (например использование перекрытия секции для монтажа монорельсовой дороги – рис. 1), и различные варианты крепления демонтажной камеры.

В приведенных примерах высота секций механизированной крепи лишь немногим меньше, чем высота предварительно пройденной камеры, а на шахтах Западного Донбасса вынимаемая мощность пласта (и соответственно высота секций крепи) зачастую не превышает 1,2 м.

Это ведет к возникновению двух основных вариантов формирования демонтажной камеры: с выходом механизированного комплекса на почву предварительно пройденной выработки (рис. 2) и с выходом под кровлю выработки (рис. 3).

Данные схемы предполагают использование секций механизированной крепи для поддержания кровли основной (транспортной) части демонтажной камеры, однако они имеют и свои недостатки.

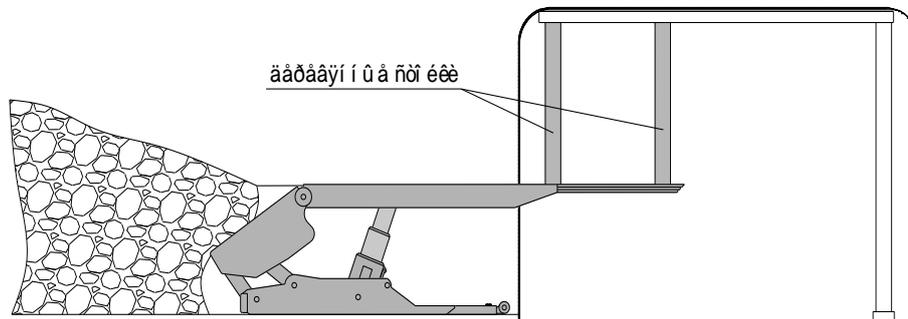


Рис. 2. Выход механизированного комплекса на почву предварительно пройденной демонтажной камеры.

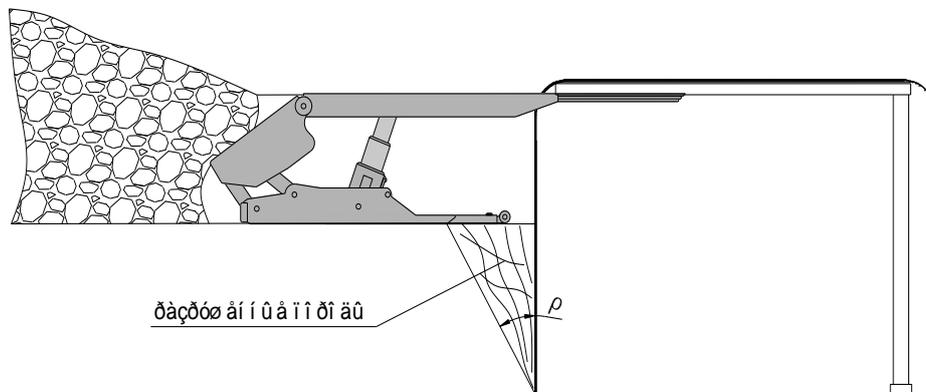


Рис. 3. Выход механизированного комплекса под кровлю предварительно пройденной демонтажной камеры.

При выходе механизированного комплекса на почву предварительно пройденной выработки, для поддержания ее кровли возникает необходимость в установке дополнительных стоек, опирающихся на перекрытие секций (рис. 2). Кроме того сокращается поперечное сечение выработки, остается относительно небольшой транспортный коридор. При выходе механизированного комплекса под кровлю выработки необходимость в дополнительных стойках отпадает, сохраняется поперечное сечение выработки (рис. 3). Однако при остановке механизированного комплекса необходимо учитывать разрушение борта выработки, которое ограничивается углом внутреннего трения ( $\rho$ ) для вмещающих пород. Также при извлечении секций механизированной крепи возникает необходимость формировать полок.

Формирование нагрузки на крепь демонтажной камеры можно разделить на несколько этапов:

1. Очистной забой и предварительно пройденная выработка находятся на расстоянии, исключающем взаимное влияние (фактически имеем две отдельные геомеханические системы);
2. Выработка попадает в зону динамического повышенного горного давления от движущегося на нее очистного забоя;
3. Очистной забой приближается к выработке на некоторое критическое расстояние и при этом формируется единая геомеханическая система;
4. Вход механизированного комплекса в демонтажную камеру и остановка под демонтаж (этап окончательного оформления демонтажной камеры) с перемещением опорного давления глубь массива.

При входе механизированного комплекса в камеру выработка будет эксплуатироваться в зоне разгрузки. Таким образом, основная задача поддержания выработки сводится к усилению крепления выработки при подходе к ней очистного забоя на втором и третьем этапе для предотвращения развития свода расслоившихся пород над демонстрационной камерой.

На шахтах ОАО «Павлоградуголь» накоплен опыт похода механизированного комплекса к пластовым выработкам, а также опыт их перехода. Пример: переход 582-й лавой сбойки, пройденной по пласту и пересекающей выемочный столб (ш. Юбилейная). Для контроля за состоянием выработки проводились замеры высоты выработки при подходе к ней очистного забоя. Вертикальная конвергенция начала проявляться при расстоянии выжду выработкой и лавой около 20 м. Максимальное значение вертикальной конвергенции было зафиксировано на сопряжении лавы и ходка и составило 5-7 см [2].

Перед попаданием выработки в зону повышенного горного давления от движущегося очистного забоя необходимо усилить ее крепь. Достаточный отпор крепи позволит свести к минимуму вертикальную конвергенцию в выработке.

В настоящее время отсутствует нормативно закрепленная методика позволяющая рассчитать нагрузку на крепь выработок при подходе лавы к ранее проведенной выработке. Расчет нагрузок может быть выполнен отдельно для очистной выработки по [3], и отдельно для предварительно пройденной выработки по [4]. Однако при подходе лавы к предварительно проведенной демонстрационной камере происходит формирование единой геомеханической системы, обусловленное объединением зон неупругих деформаций вмещающего породного массива. В таком случае расчет максимальной нагрузки на крепь должен выполняться для механизированной крепи и крепи выработки совместно, в соответствии со схемой, представленной на рис. 4. Аналогично выполнялся расчет для случая описанного в [2].

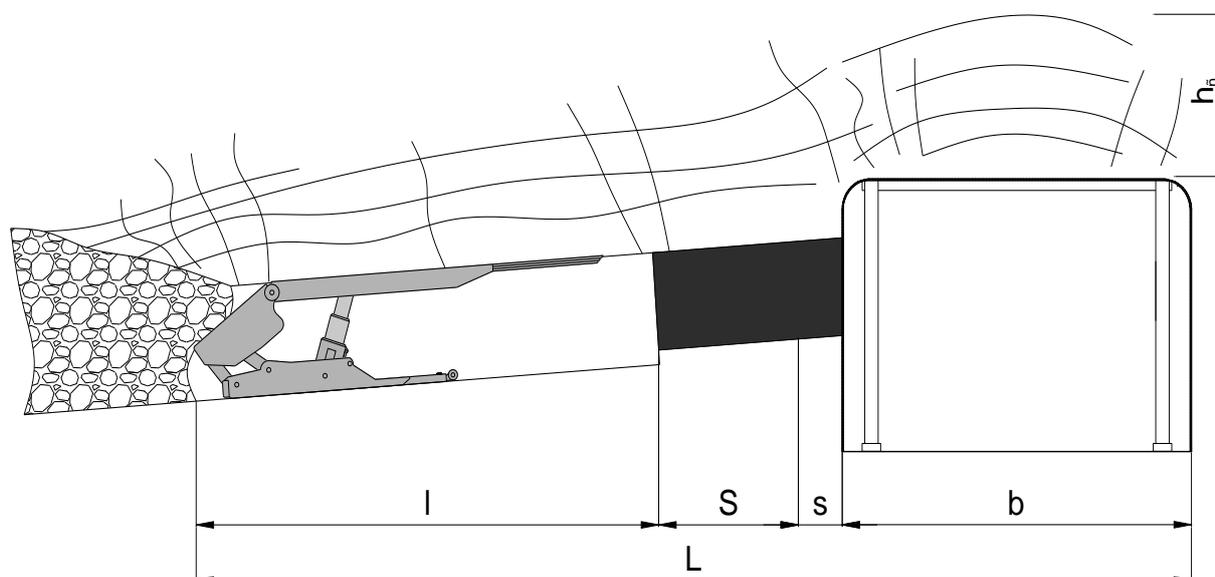


Рис. 4. Схема к расчету нагрузки на крепь при подходе лавы к ранее проведенной демонстрационной камере

Нагрузка на крепь в данной системе может быть определена как вес пород заключенных в объеме ограниченном максимальной возможной высотой расслоения вышележащих пород ( $h_c$ ) и протяженностью поддерживаемого пространства ( $L$ ), которая может быть найдена как сумма:

$$L = l + S + s + b,$$

где:  $l$  - ширина лавы;

$S$  - ширина зоны разрушенного угля со стороны очистного забоя;

$s$  - ширина зоны разрушенного угля со стороны ранее пройденной выработки;

$b$  - ширина выработки в проходке.

Зона разрушенного угля со стороны очистного забоя в соответствии с [3] составит:

$$S = \frac{m}{2\lambda \cdot \operatorname{tg} \rho} \cdot \ln \left[ \frac{(q_0 - 2c\sqrt{\lambda}) \cdot \operatorname{tg} \rho}{c(2\sqrt{\lambda} \cdot \operatorname{tg} \rho + 1)} \right]$$

где:  $m$  - мощность пласта, м;

$\operatorname{tg} \rho$  - тангенс угла внутреннего трения для угля;

$\lambda = \operatorname{tg}^2 \left( 45 + \frac{\rho}{2} \right)$  - коэффициент бокового распора;

$q_0$  - наибольшее давление на пласт, кН/м<sup>2</sup>;

$c$  - сцепление угля, кН/м<sup>2</sup>.

Величины  $\operatorname{tg} \rho$ ,  $\lambda$ ,  $c$  в соответствии с [3] определяются по таблице, опорное давление определяется по формуле:

$$q_0 = \gamma H \left( 1 + 2,22 \frac{l}{H} + 1,4 \frac{l^2}{H^2} \right),$$

где:  $\gamma$  - удельный вес пород вышележащей толщи, кН/м<sup>3</sup>;

$H$  - глубина ведения работ, м;

$l$  - длина консоли зависающей над очистным забоем, м.

Максимальная длина консоли:

$$l_{\max} = f_{\bar{n}\delta} \sqrt{H}$$

где:  $f_{\bar{n}\delta}$  - показатель удельной прочности пород, м<sup>1/2</sup>, определяется по таблице [3].

Зона разрушенного угля со стороны ранее проведенной выработки может быть определена как разрушение борта выработки с учетом среднего значения угла внутреннего трения для породного массива:

$$s = z \cdot \operatorname{tg} \rho_{\bar{n}\delta},$$

где:  $z$  - расстояние от почвы выработки до кровли угольного пласта;

$\rho_{\bar{n}\delta}$  - угол внутреннего трения для вмещающих пород.

Авторы работы [5] определяют возможную высоту обрушения исходя из вынимаемой мощности пласта ( $m$ ):

$$h_c = 4m.$$

Максимальная нагрузка на крепь при подходе лавы к ранее проведенной выработке составит:

$$Q = L \cdot h_c \cdot \gamma$$

Суммарный отпор крепи должен определяться с учетом коэффициента динамичности т.е., необходимый отпор крепи равен:

$$P = Q \cdot k_{\bar{a}},$$

где:  $k_{\bar{a}}$  - коэффициент динамичности по [4].

Предварительное проведение демонтажной камеры является одним из перспективных способов подготовки к демонтажу механизированного комплекса для шахт ОАО «Павлоградуголь». Окончательные выводы о эффективности данного способа можно сделать по результатам промышленного освоения, осуществляемого в настоящее время в условиях шахты «Степная» ОАО «Павлоград уголь».

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.Г. Зиганшин «РАНК 2»: безопасность, эффективность, скорость. – Уголь Кузбасса №3, 2010 г.
2. Ю.М. Халимендик, С.А. Воронин, А.М. Винник Переход лавой выработки в условиях шахты «Юбилейная» ОАО «Павлоградуголь». – Науковий вісник НГУ №2, 2008 р.
3. Руководство КД 12.01.01.503-2001 Управление кровлей и крепление в очистных забоях на угольных пластах с углом падения до 35°. – К.: Минтопэнерго Украины, 2002.
4. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони. СОУ 10.1.00185790.011:2007. – К.: Мінвуглепром України, 2007.
5. Черняев В.И. Расчет напряжений и смещений пород при разработке свиты пластов. – К.: Техника, 1987.

УДК 622.831

*Ганев С.Н., к.т.н., доц., Сторчак Г.Г., асп., каф. СГМ, НГУ, г. Днепропетровск, Украина*

### АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕСИММЕТРИЧНОЙ НАГРУЗКИ НА РАМНУЮ МЕТАЛЛИЧЕСКУЮ КРЕПЬ И НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

Ориентация страны на развитие энергетической базы определяется ее ресурсным потенциалом. В Украине, в частности, основным энергоносителем является уголь – единственное сырье, объемы которого потенциально достаточны для полного обеспечения потребностей национальной экономики. Поэтому состояние угольной промышленности Украины является главным показателем энергетической независимости государства. Учёные-экономисты считают, что оптимально необходимые объёмы добычи угля для Украины должны составлять: 2010 г. – 96 млн. т, 2020 г. – 112 млн.т и 2030 г. – 120 млн. т. По оценкам экспертов эти объёмы определяются возможным граничным истощением мировых запасов нефти и газа, которое может наступить уже до 2035 г. При этом мировая потребность в угле прогнозно возрастёт в 2 раза. Важно при этом подчеркнуть, что цены на газ могут возрасти в 2-3 раза. Поэтому стратегическая цель в развитии угольной промышленности страны состоит в существенном увеличении добычи угля для повышения уровня энергетической безопасности. [1].

Увеличение угледобычи неизбежно сопровождается ростом объемов проведения горных выработок. Проблема обеспечения их устойчивости приобретает особенно большое значение с увеличением глубины разработки. Величина ее в Украине приближается к 800 м, 60,8% шахт работают на глубине более 600 м и 15% – более 1000 м [2].

Комплексным показателем, характеризующим условия разработки месторождений, является безразмерное отношение  $R_c^m / \gamma H$  где  $R_c^m$  - прочность массива на одноосное сжатие,  $\gamma$  - объемная масса пород,  $H$ - глубина разработки. Это отношение является достаточно объективной величиной, определяющей сложность обеспечения устойчивости подземных выработок [3], хорошо подтверждающейся практическими наблюдениями и вошедшей в нормативные документы [4]: чем меньше его значение, тем хуже условия эксплуатации подземных выработок. Данный показатель используется для оценки условий эксплуатации выработок многими учеными и научными школами. Так, уточненный показатель  $\theta = R_c K_c / \gamma H$ , где  $K_c$  – коэффициент структурно-механического ослабления, активно использующийся в исследованиях научной школы геомеханики кафедры СГМ НГУ. Как показывает анализ [5], этот показатель хорошо коррелирует с понятием большие глубины