

*Халимендик Юрий Михайлович*, д.т.н., профессор кафедры маркшейдерии Государственного ВУЗ «Национальный горный университет» (г. Днепропетровск, Украина)

*Заболотная Юлия Александровна*, аспирантка кафедры маркшейдерии Государственного ВУЗ «Национальный горный университет» (г. Днепропетровск, Украина)

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОВЫШЕННОГО ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ВЕДЕНИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ СЛАБЫХ БОКОВЫХ ПОРОД ЗАПАДНОГО ДОНБАССА**

*Представлены результаты мониторинга горных выработок в зонах повышенного горного давления в условиях шахт Западного Донбасса. Сформулированы выводы о том, что зона повышенного горного давления в условиях слабых боковых пород характеризуется наличием двух составных частей: зона дезинтеграции, как опасной по обрушениям, и зона с повышенным горным давлением без нарушения сплошности горного массива.*

Угольные месторождения представлены свитами пластов. Ведение очистных работ приводит к перераспределению начальных напряжений ( $\gamma H$ ) в массиве и к образованию зон повышенного горного давления (ПГД), которые проявляются в целиках и краевых частях надрабатываемых и подрабатываемых пластов.

Зоны ПГД представляют серьезную опасность с точки зрения устойчивости выработок и газодинамических явлений. При переходе зон ПГД очистными работами возрастает вероятность внезапных выбросов угля и газа, возможно обрушение непосредственной кровли, зажатие «нажестко» секций механизированных крепей, значительное пучение почвы. Такие явления приводят к повышению опасности ведения горных работ, снижению темпов подвигания очистных работ, а также к возрастанию себестоимости поддержания подготовительных выработок. Подобная ситуация наблюдается и на участках магистральных выработок, попадающих в зону ПГД, которая в конечном результате приводит к перекреплению выработок, проведению работ по подрывке почвы и как следствие к увеличению затрат на поддержание выработок в эксплуатационном состоянии. Особенно это актуально при одновременной разработке свиты пластов.

Анализ планов горных выработок действующих шахт показывает, что значительное количество выемочных участков при ведении очистных работ пересекают зоны ПГД.

Нормативными документами [1,3] предусмотрены дополнительные меры безопасности при ведении горных работ в зонах ПГД, поэтому достоверный прогноз параметров зоны ПГД и ее плановое положение являются для угольных шахт актуальной задачей.

В зависимости от условий разработки и физико-механических свойств вмещающих пород построение статических зон повышенного горного давления выполняется по методике [1÷3].

Условия шахт Западного Донбасса характеризуются наличием слабых боковых пород. Толща массива представлена в основном аргиллитами и алевролитами. Средняя прочность пород по шахтам изменяется от 12,5 МПа до 24 МПа [4].

Зона ПГД при разработке пластовых месторождений характеризуется шириной зоны опорного давления, максимальным напряжением в ней, расположением максимума опорного давления относительно забоя лавы или границы очистных работ. Значения указанных параметров в основном зависят от крепости боковых пород, вынимаемой мощности пласта, на котором оставлен целик или краевая часть, глубины ведения горных работ. В связи с недостаточной изученностью влияния этих факторов на параметры зоны повышенного горного давления требуются их дополнительное изучение с подтверждением натурными наблюдениями.

При построении зон повышенного горного давления исходной величиной является ширина зоны опорного давления, которая определяется в зависимости от вынимаемой мощности и глубины разработки пласта, на котором оставлен целик или краевая часть [1÷3].

Трудности возникают также при определении расположения максимума опорного давления относительно забоя лавы или границы очистных работ. По данным немецких ученых размер этой величины зависит от прочности пород [5]. С увеличением крепости пород кровли положение максимума опорного давления приближается к забою [5], а по сведениям Донуги [6] наоборот, чем крепче боковые породы, тем дальше от границы очистных работ располагается максимум опорного давления.

С целью установления фактических параметров зон повышенного горного давления проведен мониторинг состояния выработок в зонах ПГД в условиях шахты им. Героев Космоса ПАО «ДТЭК Павлоградуголь». Состояние выработок обследовалось с помощью линейных измерений и фотовизуализации.

По результатам мониторинга выявлено несоответствие границ и размеров проявления горного давления в выработках и положения границ зон ПГД и размеров, рассчитанных по методике [2]. В качестве примера на рис. 1 представлены границы расчетных зон ПГД и границы проявления повышенного горного давления при обследовании вентиляционного штрека № 3 пл.  $c_{10}$ . Вентиляционный штрек № 3 пласта  $c_{10}$  пересекает зоны ПГД, образованные от краевой части пласта вследствие ведения горных работ в 1166-й лаве пл.  $c_{11}$  (рис. 1). 1166-я лава отработана в 2007 г. В зоне ПГД выработка закреплена крепью КШПУ 11,7 с шагом крепи 0,5м и профилем СВП-22.

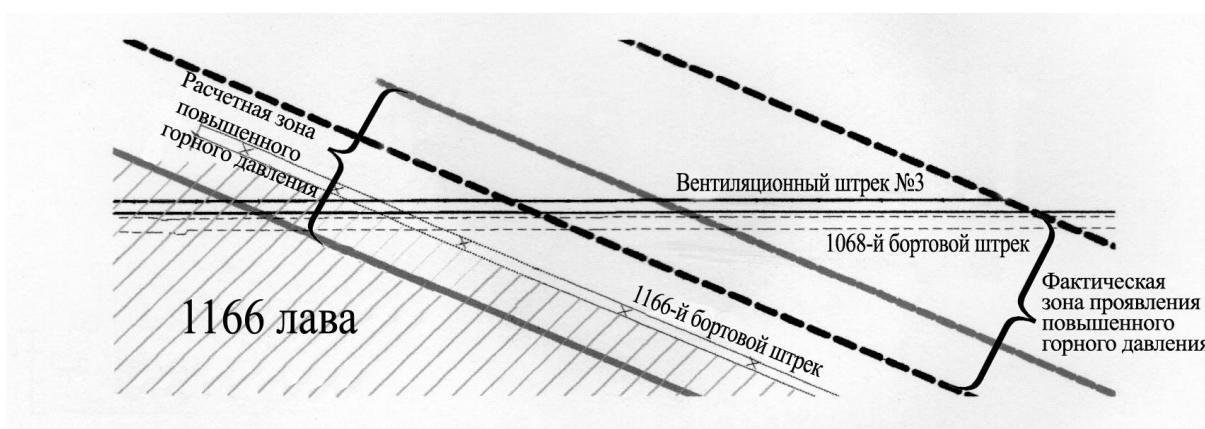


Рис. 1. Расположение расчетной и фактической зон повышенного горного давления

Состояние крепи выработки в начале расчетной зоны повышенного горного давления оценивается как удовлетворительное, деформация крепи выработки и пучение отсутствуют (рис. 2).



Рис. 2. Состояние вентиляционного штрека № 3 в начале расчетной зоны повышенного горного давления

При выходе за пределы границ расчетной зоны повышенного горного давления наблюдается потеря высоты сечения выработки до 110 см, деформация затяжки по всему контуру выработки, пучение (рис. 3).



Рис. 3. Деформирование крепи вентиляционного штрека № 3 за пределами расчетной зоны повышенного горного давления

Состояние выработки в зоне ПГД характеризуется меньшим проявлением повышенного горного давления, чем за её пределами.

При входе выработки в зону повышенного горного давления со стороны разгруженного горного массива состояние выработки не указывает на присутствие повышенного давления. Противоположная ситуация наблюдается при выходе из зоны, где отмечено сильное деформирование крепи, пучения и потеря площади сечения.

Нормативные документы [1÷3] не учитывают разрушение прилегающего к очистной выработке пространства и смещение границы зоны разгрузки в нетронутый массив, а построение зон ПГД выполняется от границы очистных работ.

Исследованиями в сфере деформирования приконтурной части очистных выработок, в том числе исследованиями кафедры маркшейдерии НГУ [7, 8], установлено, что точка с максимальными напряжениями в зоне опорного давления смещена на некоторое расстояние в сторону целика. В краевой части угольного пласта наблюдается область разгрузки, формируемая разрушением пласта и слабых вмещающих пород. Логически она должна зависеть от вынимаемой мощности пласта, крепости пород и глубины ведения горных работ. Согласно [7, 8] для краевой части угольного пласта представлена зависимость ширины нарушенной зоны  $n$  в очистном забое лавы от глубины разработки  $H$ :

$$n = 0,03H + 1,8$$

где  $H$  – геометрическая глубина ведения горных работ.

Подтверждением существования нарушенной зоны являются исследования состояния 854-й лавы, очистные работы в которой велись в зоне ПГД от краевой части пласта  $c_8^6$ , в условиях шахты «Западно-Донбасская» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь». Установлено, что по всей длине лавы зафиксировано множество техногенных трещин и нарушений залегания угольного пласта и пород в виде сбросов, взбросов, грабенов с амплитудой до 0,15 м (рис. 4) [7]. Количество техногенных нарушений увеличивается по мере приближения к выемочным штрекам.

При движущемся очистном забое под влиянием высоких напряжений уголь в краевой части пласта разрушается, его несущая способность падает, и максимум опорного давления перемещается вглубь массива. Размер зоны разрушенного угля зависит от угла внутреннего трения угля, коэффициента бокового распора и сцепления угля и определяется в соответствии с нормативным документом [2]. Для статических зон повышенного горного давления определение зоны разрушенного угля нормативными документами не регламентируется.



Рис. 4. Система техногенных трещин в 854-й лаве

На основании выполненного мониторинга горных выработок можно сделать вывод, что зона повышенного горного давления в условиях слабых боковых пород отличается наличием двух составляющих: зона дезинтеграции, как опасной по обрушениям, и зона с повышенным горным давлением без нарушения сплошности горного массива.

#### Литература

1. Указания по управлению горным давлением в очистных забоях под (над) целиками и краевыми частями при разработке свиты угольных пластов мощностью до 3,5 м с углом падения до 35° / С.Т. Кузнецов, Д.Г. Пекарский, В.В. Сычев и др. – Л.: ВНИМИ, 1984. – 62с.
2. Управление кровлей и крепление в очистных забоях на угольных пластах с углом падения до 35°. Руководство КД 12.01.01.503-2001 / [Е.Д. Дубов, В.И. Ефремов, А.М. Ковтун и др.] – ДонУГИ, 2002. – 141с.
3. Построение зон защиты и ПГД для условий больших глубин. Методика КД 12.07.301-96 / Руководящий нормативный документ. – Министерство угольной промышленности Украины, 1997. – 46 с.
4. Усаченко Б.М. Охрана подготовительных выработок глубоких горизонтов шахт Западного Донбасса / Усаченко Б.М., Кириченко В.Я., Шмиголь А.В. // Обзор/ЦНИЭИуголь.-М.,1992.- 168с.
5. Junker M. Gebiagsbeherrschung von Flözstrecken. Verlaq Gbuckauf GnbH. – Essen, 2006. – 656s.
6. Типовые материалы для проектирования «Сопряжения очистных забоев с подготовительными выработками, закрепленных рамной, анкерной и рамно-анкерными крепями. Типовые схемы поддержания» ТМП 10.1.00185790.002:2010. – ДонУГИ, 2010. – 89с.
7. Халимендик Ю.М. Состояние горного массива в зонах повышенного горного давления / Халимендик Ю.М., Заболотная Ю.А. // Науковий вісник НГУ. – 2011. - №3.
8. Халимендик Ю.М. Особенности формирования зон повышенного горного давления в условиях Западного Донбасса / Халимендик Ю.М., Заболотная Ю.А. // Проблеми гірничої технології: матеріали регіональної науково-практичної конференції, Красноармійський індустріальний інститут ДонНТУ, 30 листопада 2012 р. – Донецьк, 2012. – 392с.