

УДК 622.28.044

Григорьев А.Е., к.т.н., доц., Барышников А.С., студ. гр. ГБ-14-2с,
Марцынюк Б.В., студ. гр. ГБ-14-1с
*Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»,
г. Днепропетровск, Украина*

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИСТЕМ КРЕПИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Развитие добычных работ на угольных шахтах, помимо развертывания фронта работы от центра к периферии шахтных полей, предполагает рост глубины разработки. За последние два десятилетия число шахт Донбасса, ведущих разработку на глубинах 700 м и более, увеличилось более чем в 2 раза [1], при этом 38 % шахт работают на глубинах 600...1200 м, а 26 % осуществляют разработку горизонтов 1200 м и более [2].

Увеличение глубины разработки в свою очередь приводит к росту горного давления и интенсификации его проявлений, возрастанию температуры горных пород, развитию процессов, предвещающих внезапные выбросы и горные удары. Естественно все это в конечном итоге приводит к усложнению организации очистных работ, к аварийным ситуациям, а также к увеличению себестоимости угольной продукции. При этом даже на шахтах Западного Донбасса, ведущих разработку горизонтов 250...300 м, интенсивное пучение пород почвы, вывалы и смещения в породах кровли по своим величинам сопоставимы с аналогичными деструктивными процессами выработок угледобывающих предприятий центрального Донбасса. Поэтому глубину разработки для принятия проектных решений следует определять не по физическому расстоянию от земной поверхности до горизонта разработки, а по некоторому критерию, учитывающему кроме истинной глубины ведения работ прочностные параметры породного массива и его реальное ослабление, вызванное трещиноватостью и иными факторами.

Таким критерием по своей сущности является известный показатель условий разработки Ю. Заславского, который достаточно точно отражает состояние породного массива и позволяет определить степень устойчивости массива. Обратный ему комплексный показатель, допустимость применения которого обоснована в [3], с дополнительным учетом структурного ослабления массива имеет вид:

$$\theta = \frac{R_c k_c}{\gamma H};$$

где R_c – прочность пород на одноосное сжатие, кг/см²; k_c – коэффициент структурного ослабления породного массива; γ – объемный вес горных пород, кг/м³; H – глубина разработки, м.

В [4] определена область значений комплексного показателя условий разработки, в пределах которой массив горных пород, вмещающий капитальную выработку, находятся в устойчивом состоянии, а именно $\theta \geq 1$. При $\theta \leq 0,67$ условия следует однозначно относить к тяжелым, а в пределах области значений $0,67 < \theta < 1,0$ вероятность сохранения эксплуатационных характеристик подземных объектов соизмерима с риском полной потери ее устойчивости.

Для шахт «ДТЭК Павлоградуголь» на основании статистической информации о свойствах породного массива и усредненной глубины добычных горизонтов был рассчитан параметр θ (см. табл. 1), сравнение величин которого показывает существенные различия в условиях разработки.

Таблица 1

Величины комплексного показателя условий разработки θ для шахт «ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ»

№ п/п	Шахта	θ	№ п/п	Шахта	θ
1.	Терновская	1,07	6.	Юбилейная	0,63
2.	Павлоградская	1,00	7.	Самарская	1,18
3.	им. Героев Космоса	0,54	8.	Днепровская	0,80
4.	Благодатная	0,70	9.	Западно-Донбасская	0,41
5.	Степная	0,58	10.	им. Сташкова	0,67

Например, выработки шахт Самарская, Терновская и Павлоградская, для которых $\theta > 1$, находятся в благоприятных условиях, что позволило на двух последних осуществить программу внедрения рамно-анкерной крепи для капитальных выработок. Несмотря на полный отказ от рамных крепей в чистом виде и уменьшение плотности установки рамных составляющих комбинированной крепи, снижение общей устойчивости выработок зафиксировано не было. В конечном итоге подобное внедрение позволило сократить общую стоимость проходки выработок.

Условия шахты им. Героев Космоса в ряде прочих оказываются неблагоприятными, о чем помимо величины показателя условий разработки свидетельствуют и результаты наблюдения за состоянием, а также объемы ремонта капитальных выработок. Так, например, во 2-ом западном магистральном откаточном штреке гор. 370 м неоднократно выполнялась подрывка пород почвы на глубину до 1 м, а также перекрепление участков выработки, что свидетельствует о неспособности проектной рамной крепи обеспечить ее долговременную устойчивость.

Для сохранения эксплуатационных характеристик выработки было принято решение использовать тампонаж закрепного пространства в качестве усиления паспортной крепи. Анализ результатов наблюдений на замерных станциях, выполняемые за состоянием выработки с декабря 2014 года,

позволяет отметить существенное снижение смещений пород контура выработки. Так, например, вертикальная конвергенция за прошедшие 5 месяцев наблюдений составила не более 20 см, горизонтальная – менее 5 см, а динамика смещений имеет склонность к затуханию. Учитывая, период времени, прошедший с момента раскрытия сечения на отметке замерной станции, а также подвигание забоя (более 50 м) можно сделать вывод об окончании развития первичных деформационных процессов, вызванных проходческими работами в породном массиве. Дальнейшие деформации контура штрека вполне вероятны, однако будут вызваны, по всей видимости, реологическими процессами, о чем можно будет свидетельствовать после окончания наблюдений.

Таким образом, на основании сказанного выше можно сделать следующие выводы:

- условия работы шахт Западного Донбасса существенно разнятся, что требует индивидуального подхода при проектировании проходки капитальных горных выработок;

- комплексный показатель условий разработки θ позволяет выполнить первичную оценку горно-геологических условий и в первом приближении спрогнозировать состояние выработки при существующих мерах ее сооружения и поддержания, регламентируемых [5];

- в благоприятных условиях разработки ($\theta \geq 1$) применение рамной крепи в чистом виде экономически оказывается необоснованным, так как комбинированные системы рамно-анкерных крепей при меньшей металлоемкости и стоимости позволяют обеспечить долговременную устойчивость выработки без ущерба ее эксплуатационному состоянию. В относительно тяжелых условиях ($\theta \leq 0,67$) рамная крепь требует усиления, что не всегда предусматривается документами, регламентирующими проектирование выработок, что приводит к дополнительным затратам на ремонтные работы в процессе ее эксплуатации.

Таким образом, уже на стадии предпроектных решений использование комплексного показателя условий разработки для оценки состояния породного массива позволяет предусмотреть вид крепи, а, соответственно, спрогнозировать предварительную стоимость сооружения капитальных горных выработок угольных шахт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Касьян Н.Н. О перспективах применения анкерной крепи на угольных шахтах / Н.Н. Касьян, Ю.А. Петренко, А.О. Новиков // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірнично-геологічна» – Донецьк : Донецький Національний технічний університет, 2009. – Вип.10(151). – С. 109–115.

2. Солодянкин А.В. Эффективные решения по повышению устойчивости протяженных выработок с применением анкерных систем / А.В. Солодянкин,

В.В. Раскидкин // Проблеми гірничої технології: матеріали регіональної науково-практичної конференції – Донецьк : Красноармійський індустріальний інститут ДонНТУ, 2010. – С. 73-78.

3. Шашенко А.Н. Критерии оценки устойчивости пород почвы горных выработок / А.Н. Шашенко, А.В. Солодянкин // Науковий вісник Національного гірничого університету – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2007. – № 1. – С. 44–49.

4. Шашенко А.Н. К обоснованию границы «больших глубин разработки» // А.Н. Шашенко, А.В. Солодянкин, С.Н. Гапеев // Матеріали міжнародної конференції “Форум гірників-2009”. Том 3. – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2009. – С. 8-12.

5. Расположение, охрана и поддержание горных выработок при отработке угольных пластов на шахтах; КД 12.01.01.201–98. – Київ: Мінвуглепром України, 1998. – 150 с.