

5. Капо G. Coal Science, Adv. Chem. Ser. Am. Chem. Soc., 55, 460 (1966); 7th Int. Conf. on Coal Science. Prague, 1966.
6. Захаров Е.И., Панферова И.В. Аналитические исследования низкотемпературного окисления угля // Дифференциальные уравнения и прикладные задачи. Тул. политех. ин-т.-Тула, 1991.- С. 87-96.

УДК 622.831

## ЗАКРЫТИЕ УГОЛЬНЫХ ШАХТ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ДЛЯ СМЕЖНЫХ ДЕЙСТВУЮЩИХ ШАХТ

**инж. Семенов А.П., инж. Улицкий О.А, к.т.н. Ермаков В.Н. (ГК «Укруглереструктуризация»), к.т.н. Пятаденко Е.И. (Отделение физико-технических горных проблем ДонФТИ НАНУ)**

В процессе закрытия угольных шахт в Донбассе рядом проектов предусмотрено прекращение водоотлива из закрываемой шахты с перепуском всего водопритока через специальные скважины или перемычки в действующие шахты. Для этого между шахтами оставляются угольные целики, размеры которых определяются в соответствии с требованиями «Инструкции по безопасному ведению горных работ у затопленных выработок» [1]. Вместе с тем опыт работы показывает, что такое техническое решение не в достаточной мере обеспечивает безопасность ведения горных работ на действующей шахте, поскольку возможны такие объемы водопритока, которые не прогнозировались при проектировании. Это может происходить при залипании скважин, а также при сезонном увеличении водопритоков. Кроме того, отмечены случаи прорыва воды через угольные целики, как произошло при затоплении шахты «Октябрьский рудник» водами закрытой шахты «Панфиловская».

Причиной этой аварии, как было установлено комиссией специалистов, явились недостаточные размеры оставленных угольных целиков, в результате чего приток воды составил 260 м<sup>3</sup>/час.

Угольные целики были рассчитаны по действующему нормативному документу [1], где для ширины барьерных целиков ( $d$ ) предложена формула:

$$d=0,005H+5m+\Delta l,$$

(1)

где  $H$  – расстояние по вертикали от земной поверхности до пласта в опасной зоне, м;

$m$  – вынимаемая мощность пласта, м;

$\Delta l$  – погрешность положения затопленной выработки.

При глубине ( $H$ ) более 500 м ширина целика определяется или по формуле или по дополнительному заключению специализированных организаций может быть уменьшена. Формула не учитывает ни характер нагружения целика, ни особенности геологического строения горного массива. Кроме того, не принимаются во внимание технологические особенности отработки угольного пласта в районе целика и возможные предыдущие под- и надработки пласта и время функционирования целика.

Размеры угольного целика, оставляемого между действующей и затопляемой шахтами должны обеспечивать полную изоляцию воды. При их расчетах необходимо принимать во внимание не только горно-геологические факторы: глубину разработки, трещиноватость угля, тектоническую нарушенность, мощность пласта и боковые породы, но и технологические: систему разработки, способы управления кровлей в выработках, наличие предыдущих и последующих под- и надработок. Кроме того, следует учитывать и время функционирования этого целика. Как показывают экспериментальные исследования, выполненные Отделением ФТПП ДонФТИ с применением методов шахтной геофизики, а также метода глубинных реперов [2,3], краевая часть пласта, примыкающая к очистной или подготовительной выработке, находится под действием зоны опорного давления, сформировавшейся вследствие перераспределения напряжений в вышележащем горном массиве. В этой зоне напряжения в 2-3 раза выше напряжений, существующих в нетронутом массиве, т.е.  $\gamma H$ . На современных глубинах разработки, а это, как правило глубины 800-1200м, напряжения в зоне опорного давления превышают предел прочности угля на сжатие и в краевой части пласта образуются зоны разрушенного новыми системами трещин угля. Их размеры зависят от глубины залегания, мощности пласта угля и его прочности. На рис.1 приведены данные замеров трещиноватости угля в целиках, оставляемых для охраны монтажных и углеспускных печей при щитовой отработке крутых угольных пластов.

Как следует из приведенных данных, краевая часть угольного пласта или целика интенсивно нарушена трещинами на глубину 5-6 м. О большой проницаемости угольного пласта в этой части свидетельствуют также данные сейсмоакустического зондирования, выполненного при бурении скважин в угольный целик.



Рис. 1. Трещиноватость угольного целика:  
 1, 2 – замеры по пласту  $m_3$  ш. им. Гагарина  
 3, 4 – замеры по пласту  $k_7$  ш. им. Ленина.

На рис. 2 представлены данные зондирования краевой части пласта в окрестности одиночной пластовой выработки сразу после ее прохождения (кривая 1) и через 2 суток (кривая 2) и 140 суток (кривая 3). Как следует из графиков, уже через 2 суток после проведения выработки в краевой части угольного пласта образуется зона отжима длиной 1,0-1,2 м, а через 140 суток – около 2 м. Вполне естественно, что в этой зоне уголь интенсивно деформирован. По сравнению со временем, на которое нужно рассчитывать работу барьерных целиков, оставляемых между шахтами, это время незначительно, поскольку целики могут функционировать и более 10 лет. Поэтому в расчетах необходимо вводить некоторый коэффициент запаса, учитывающий реологические процессы, происходящие при сложном нагружении целиков. В общем виде формула для определения необходимого размера межкамерного целика, способного длительно сохранять устойчивость и водонепроницаемость должна иметь вид:

$$B = F(H, \alpha, \Gamma) + 2\Delta l, \text{ м}; \quad (2)$$

где  $H$  – глубина, м;

$\alpha$  – угол падения, м;

$\Gamma$  – трещиностойкость угля, Дж/м<sup>2</sup>;

$\Delta l$  – размер зоны интенсивной трещиноватости в краевой части пласта, м.



Рис. 2. Изменение напряжений в краевой части угольного пласта (целика) в зависимости от времени:  
 1 - после ее прохождения, 2 - через 2 суток, 3 - через 140 суток.

Необходимость введения расчетов вместо обычно применяемой прочности угля на одноосное сжатие трещиностойкости объясняется тем, что она более полно описывает прочностные свойства угля и условия его разрушения в поле объемных неравнокомпонентных напряжений и фактически является интегральной характеристикой [4].

Для определения устойчивого ядра целика можно воспользоваться методикой А.Д.Алексеева и В.Н.Реввы [4], по которой достаточно точно и вместе с тем просто можно определить трещиностойкость угля. В каждом конкретном случае необходимо провести испытания отобранных проб угля и получить значение трещиностойкости, которая будет впоследствии заложена в расчеты.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ у затопленных выработок – М.: 1996. – 48 с.
2. Вопросы управления горным давлением на тонких крутых пластах Донбасса /В.Г.Александров, А.В.Аксенов, Н.А.Альшев, Е.И.Питаленко и др. – Донецк: Лебедь, 1998. - 288 с.
3. Житленок Д.М. Геомеханические процессы при отработке крутых пластов щитовыми агрегатами // Физико-технические проблемы горного производства. Донецк: 1998. – С. 38-41.
4. Алексеев А.Д., Ревва В.Н., Рязанцев Н.А. Разрушение горных пород в объемном поле сжимающих напряжений. – К.: Наукова думка, 1989. – 168 с.