

УДК 622. 817.47

И.И. Клочко¹, Н.И. Лобков², А.И. Сергиенко², Л.В. Сергиенко²

ВЛИЯНИЕ СДВИЖЕНИЙ ПОРОД КРОВЛИ НА ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА

¹Донецкий национальный технический университет

²Институт физики горных процессов НАН Украины

Приведены результаты исследования изменения напряженно-деформированного состояния породного массива над выработанным пространством и его влияние на выделение метана в призабойное пространство.

Ключевые слова: пласты-спутники, очистной забой, метан, основная кровля, первичная посадка, скорость подвигания

Одним из основных факторов, препятствующих увеличению нагрузки на лаву, является газовыделение на добычном участке. До 40% метана выделяется из выработанного пространства, что требует его надежной дегазации. С увеличением глубины разработки возрастает давление газа, значительно повышается газовыделение из пород и пластов-спутников.

Применяемые в настоящее время способы дегазации подрабатываемых пластов-спутников недостаточно эффективны ввиду непродолжительного периода газоотдачи массива при больших скоростях подвигания лав. Причиной служит непродолжительный период газоотдачи массива при больших скоростях подвигания лав [1]. Поэтому газовыделение из пластов-спутников и газоносных пород в очистной забой не удается снизить до безопасной концентрации. Основной причиной, снижающей эффективность дегазации выработанного пространства, на наш взгляд, является отсутствие увязки параметров дегазационных процессов с параметрами сдвижения пород кровли [1, 2].

Цель данной работы – исследование влияния сдвижения пород кровли на газовыделение из выработанного пространства.

Для достижения цели в работе решаются следующие задачи:

- анализ выделения метана из дегазационных скважин в пределах выемочных полей лав;
- исследование интенсивности газовыделения в периоды обрушений кровли;
- изучение влияния перераспределения напряжений в породном массиве на газовыделение из пластов-спутников до и после первичной и вторичных посадок кровли.

Еще в 70-х годах прошлого столетия было установлено, что газовыделение на добычном участке зависит от изменения напряженного состояния обрабатываемой толщи пород, попадающих в зону влияния очистных работ. В результате ведения очистных работ происходят разгрузка и смещения породных слоев, залегающих в кровле пласта. Изменение напряженного состояния близлежащего пласта (рис. 1) начинается впереди очистного забоя [3], зона сжатия распространяется в сторону выработанного пространства ($A-B$).

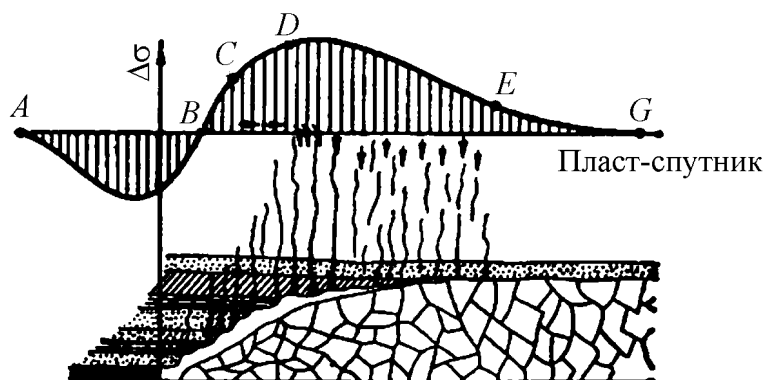


Рис. 1. Распределение изменения напряженного состояния пласта-

В зоне начальной разгрузки ($B-C$) метановыделение в выработанное пространство может не происходить (спутник значительно удален от разрабатываемого пласта) и десорбированный метан переместится по пласту-спутнику к месту раскрытия трещин (D).

Таким образом, метан поступает из пластов-спутников, находящихся на значительном расстоянии от разрабатываемого пласта, в обрушенные породы выработанного пространства. Метановыделение происходит на определенном отрезке выработанного пространства ($D-E$).

Современная статистика газовыделения по очистным забоям шахты «Красноармейская-Западная №1» за период 2006–2009 гг. позволяет достаточно четко разделить интенсивность выделения метана до и после первичной посадки кровли.

На рис. 2 показано изменение выхода метана за трое суток до и трое суток после первичной посадки. Как видим, до первичной посадки наблюдается увеличение дебита метана, связанного с повышением трещиноватости в породном массиве перед первичной посадкой. После первичной посадки основной кровли наблюдается рост дебита метана, что связано с обрушением основной кровли.

На рис. 3,а,б представлено изменение выделения метана из дегазационных скважин, пробуренных под углом наклона 45 и 75° соответственно, в зависимости от расстояния до очистного забоя. Из общего числа показаний выделяются два графика дебита метана до первичной посадки основной кровли и после. До первичной посадки кровли выделение метана происходит равномерно и не превышает 0,6 м³/мин. Отмечается незначительное увеличение выхода метана при приближении скважин к очистному забою. После первичной посадки кровли повышение выхода метана отмечается в скважинах, находящихся на расстоянии около 50 м от очистного забоя. Максимальная величина газовыделения растет до 1,2 м³/мин.

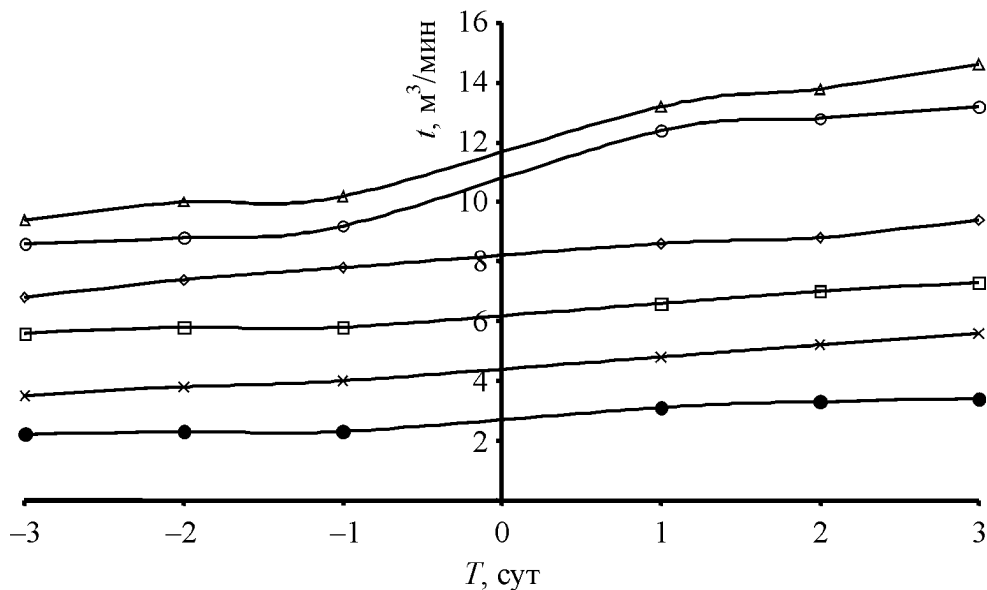


Рис. 2. Изменение выхода метана из дегазационных скважин до и после первичной посадки в лавах шахты «Красноармейская-Западная №1»: ● – 1-я северная лава центральной панели блока №8, □ – 5-я северная лава бремсберга блока №5, ○ – 5-я южная лава центральной панели блока №8, × – 5-я южная лава блока №2, ◇ – 4-я южная лава центральной панели блока №8, Δ – 8-я южная лава блока №2

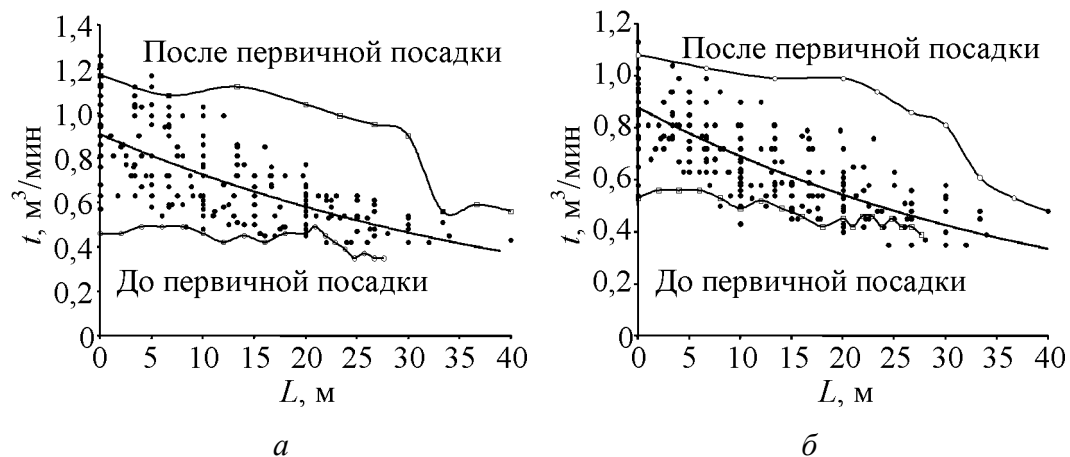


Рис. 3. Изменения дебита метана из скважин в зависимости от расстояния до очистного забоя: а – угол наклона скважин 45°, б – 75°

Статистическая обработка максимальных и минимальных значений газо-выделения позволяет установить зависимость:

$$I = I_{\max} e^{-kx}, \quad (1)$$

где I_{\max} – максимальный дебит метана, который извлекается при достижении очистным забоем устья скважины, м³/мин; k – коэффициент, зависящий от степени нарушенности пород кровли; x – расстояние от очистного забоя до устья скважины, м.

В качестве примера процесса газовыделения на добычном участке могут служить исследования в условиях 1-й северной лавы блока 3. Согласно геологической характеристике вмещающего массива этого участка потенциально опасными источниками метановыделения являются пласты-спутники d_4^1 и d_4^2 , метановыделение из которых равно $3,6 \text{ м}^3/\text{т}$. Природная газоносность пласта d_4 составляет $11,7\text{--}20 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$, песчаника в кровле пласта – $2\text{--}6 \text{ м}^3/\text{м}^3 \text{ п.}$

В связи с высокой газообильностью вмещающих пород и пластов-спутников для достижения максимального коэффициента дегазации выработанного пространства предусматривается дегазация вышележащих пластов-спутников путем отвода метана по скважинам, пробуренным через пласты-спутники навстречу очистному забою из вентиляционной выработки.

Параметры дегазационных скважин, используемые на данном участке, представлены в таблице.

Таблица

Параметры дегазационных скважин 1-й северной лавы блока 3

Параметры	Куст скважин	
	скважина №1	скважина №2
Угол наклона к горизонту, град.	45 (35)	75
Угол разворота от оси выработки, град.	35	55
Диаметр скважины, м	93	93
Длина скважины, м	45–55	45–55
Расстояние между кустами скважин, м	20 (10)	

На рис. 4 показано газовыделение из дегазационных скважин в пределах выемочного поля 1-й северной лавы блока 3. До первичной посадки основной кровли максимальный дебит метана из дегазационной скважины не превышал $0,6 \text{ м}^3/\text{мин}$. В 80 м от разрезной печи отмечено увеличение степени трещиноватости пород и некоторый рост выделения метана. При подвигании лавы на 91 м произошло обрушение основной кровли, после чего повысилось газовыделение. Рост дебита метана из скважин наблюдался в период вторичной посадки основной кровли с последующим снижением. Колебания выделения газа метана могут быть объяснены изменением напряженного состояния в области сдвижения пород над выработанным пространством лавы.

Аналитические исследования изменения максимальных вертикальных напряжений в процессе разработки пласта, проведенные согласно методике, предложенной в работах [4, 5], показали следующее (рис. 5). Концентрация вертикальных напряжений над пластом d_4 возрастает перед первичной и вторичными посадками кровли, достигая максимума в период посадки. В пластах-спутниках наблюдается увеличение вертикальных напряжений после обрушения основной кровли. Рост вертикальных напряжений над пластами-спутниками и в газоносных породных слоях ведет к их разрушению и соответственно к выделению метана.

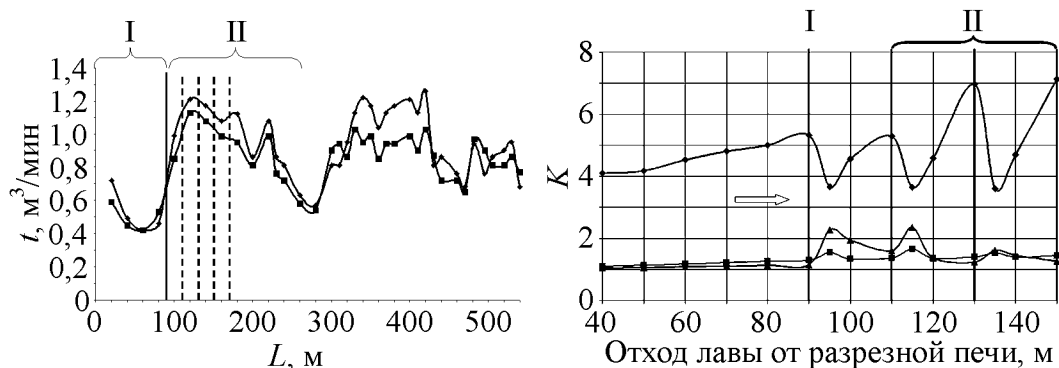


Рис. 4. Дебит метана дегазационных скважин, наклоненных под углами $\alpha = 45^\circ$ (\blacklozenge) и 75° (\blacksquare) к горизонту в выемочном поле 1-й северной лавы блока 3: I – первичная посадка основной кровли (90 м), II – периодические посадки (10–15 м)

Рис. 5. Изменение коэффициента концентрации максимальных вертикальных напряжений K над пластом d_4 (\blacklozenge) и над пластами спутниками d_4' (\blacksquare) и d_4'' (\blacktriangle): I – первичная посадка основной кровли, II – вторичные посадки кровли

Таким образом, определение шага первичной и вторичных посадок кровли и предварительное бурение в этих местах выемочного поля дегазационных скважин поможет снизить их количество и повысить эффективность дегазации пластов-спутников и газоносных пород.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

- максимальное газовыделение в дегазационных скважинах наблюдается после первичной и вторичных посадок кровли;
- изменение дебита метана из скважины при приближении к ним очистного забоя можно описать экспоненциальной функцией $I = I_{\max}e^{-kx}$;
- после первичной посадки основной кровли газовыделение из пластов-спутников и газоносных пород увеличивается не менее чем в 2 раза;
- при выборе места заложения дегазационных скважин необходимо учитывать величину шагов первичной и периодических посадок кровли, вмещающие пласты-спутники и газоносные породы.

Применение эффективной дегазации наряду с прогрессивными схемами проветривания лав [6, 7] обеспечит безопасное достижение высоких нагрузок на очистной забой.

1. *Сергеев И.В.* Опыт интенсивной дегазации выемочных участков: Обзор / И.В. Сергеев, В.С. Забурдяев, Д.И. Бухны, Б.Е. Рудаков. – М.: ЦНИЭИуголь, 1989.
2. *Дегазация угольных шахт / Требования к способам и схемы дегазации.* – К.: Минтопэнерго, 2005. – 162 с.
3. *Абрамов Ф.А.* Аэрогазодинамика выемочного участка / Ф.А. Абрамов, Б.Е. Грецингер, В.В. Соболевский, Г.А. Шевелев. – К.: Наукова думка, 1972. – 236 с.

4. Лобков Н.И. Определение разрушающих напряжений от прогиба слоев над выработанным пространством / Н.И. Лобков, А.И. Сергиенко, Л.В. Сергиенко, В.М. Куцерубов, Е.Н. Халимендигов // Фізико-технічні проблеми горного виробництва: сб. науч. тр. / НАН Украины, Институт физики горных процессов.– 2007. – Вып. 10. – С. 119–127.
5. Лобков Н.И. Сдвигения горного массива над выработанным пространством / Н.И. Лобков, А.И. Сергиенко. – Сб. трудов конференции «Геотехнологии и охрана труда в горной промышленности», КИИ ДонНТУ. – Донецк: ООО «Норд Компьютер», 2007. – С. 6–13.
6. Ильяшов М.А. Уточнение особенностей геомеханики и закономерностей сдвижения породного массива над очистным забоем / М.А. Ильяшов, Н.И. Лобков, Е.Н. Халимендигов. – Горный информационно-аналитический бюллетень. – №8. – М.: МГГУ, 2008. – С. 20–23.
7. Зборщик М.П. Геомеханика снижения газодинамической активности пологих пластов при отработке высоконагруженных лав / М.П. Зборщик, Е.Н. Халимендигов, М.А. Ильяшов, А.В. Агафонов // Уголь Украины. – 2009. – № 8. – С.10–13.

І.І. Ключко, М.І. Лобков, О.І. Сергієнко, Л.В. Сергієнко

ВПЛИВ ЗРУШЕНЬ ПОРІД ПОКРІВЛІ НА ГАЗОВИДІЛЕННЯ З ВИРОБЛЕНОГО ПРОСТОРУ

Наведено результати дослідження зміни напружено-деформованого стану породного масиву над виробленим простором та його вплив на виділення метану у привибійний простір.

Ключові слова: пласти-супутники, очисний забій, метан, основна покрівля, первинна посадка, швидкість посування

I.I. Klochko, N.I. Lobkov, A.I. Sergienko, L.V. Sergienko

ROOF ROCK SHIFT INFLUENCE ON GAS EMISSION FROM THE MINE WASTE SPACE

Results on studying stress and strain state of the rock mass above a waste space and its effect on the methane emission into the mining space are presented.

Keywords: satellite seams, longwall, methane, basic roof, initial subsidence, face advance speed

Статья поступила в редакцию 19 января 2010 года