

УДК 622.45

В.К. КОСТЕНКО (д-р техн. наук, проф.), **А.Б. БОКИЙ** (аспирант),
Е.В. ШЕВЧЕНКО (аспирант)
 Донецкий национальный технический университет

ПЕРСПЕКТИВА СОКРАЩЕНИЯ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ

*Установлена нелинейная зависимость между нагрузкой на очистной забой и выделением метана в очистную выработку. Предложен перспективный способ сокращения эмиссии парниковых газов, сочетающий максимальный темп выемки угля и улавливание метана из транспортируемой горной массы.
 очистной забой, метановыделение, парниковые газы*

Постановка проблемы. При подземной разработке угольных месторождений парниковые газы поступают в атмосферу несколькими путями. Основная их часть содержится в выдаваемых нагору потоках воздуха, горной массы и воды, значительное количество забирают системы дегазации, частично газы проникают на поверхность через толщу подработанных пород.

Основными донорами газообразных флюидов в вентиляционные потоки являются очистные выработки и выработанное пространство. При этом в выработанные пространства газоносных шахт поступает до 85...80% газов с высоким содержанием углеводородов, преимущественно метана. В настоящее время вопросы каптажа из выработанного пространства и утилизации метановоздушных смесей довольно эффективно решаются с помощью скважинной поверхностной и подземной дегазации, газоотсоса по трубопроводам, оставляемым в погашаемой части выработок, и отвода по неподдерживаемым выработкам. Проблема использования вентиляционных потоков, вследствие низкого содержания метана и значительных их объемов, составляющих в минуту десятки тысяч кубических метров, в настоящее время не решена. Значительная масса выделяющегося в выработки метана выносится с вентиляционными потоками в атмосферу, резко усиливая парниковый эффект в окрестностях угольных шахт.

Цель статьи. Авторами была поставлена задача исследования особенностей выделения метана в очистные горные выработки для обоснования возможных способов сокращения выноса парниковых газов в атмосферу с вентиляционными воздушными потоками.

Материалы и обсуждение. В качестве объекта исследований были приняты очистные выработки шахты им. А.Ф.Засядько на пластах l_1 и m_3 . Газоносность угольных пластов на шахте составляет от 19 до 23 м³/т. Общие запасы газа в месторождении оцениваются величиной 17,6 млрд. м³, при этом в угольных пластах сосредоточено 3,9, пластах-спутниках 0,8, песчаниках- 12,9 млрд. м³. Горно-геологические и горнотехнические условия отработки указанных пластов представлены в табл.1.

Таблица 1 – Условия отработки пластов m_3 и l_1 на шахте им. А.Ф. Засядько

Лава, пласт	Длина лавы, м	Мощность пласта, м	Длина столба, м	Система разр.	Крепль, ком-байн	Схема проветривания	Проектные показатели			
							Расход воздуха м ³ /мин	Дебит СН ₄ в лаву м ³ /мин	Эффективность дегазац. %	Производительность, т/сут
16-я вост. m_3	265	1,6	1670	Столбовая	ЗКД-90, 1ГШ68	1-М-Н-В-ВТ	1700	12,3	60	2270
						1-К-Н-В-ПТ	1600	11	83	2350
12-я вост. l_1	242	1,97	1860	То же	То же	1-М-Н-В-ВТ	2000	16,7	70	2900
						1-К-Н-В-ПТ	1800	6,8	90	3665
9-я зап. l_1	230	1,9	2000	То же	То же	2-В-Н-В-ПТ	2570	17,5	72	4110
						1-К-Н-В-ВТ	2200	13	83	3500

Вследствие изменения условий разработки, трудности поддержания подготовительных выработок в выработанном пространстве и по иным причинам на шахте приходилось периодически изменять схемы проветривания выемочных участков. В качестве иллюстрации приведены использованные варианты проветривания некоторых участков на пластах m_3 и l_1 (табл.2, рис.1).

Таблица 2 – Варианты схем проветривания, применявшиеся для проветривания некоторых выемочных участков

Название лавы*, пласт	Тип схемы проветривания		
	1-М-Н-в-вт	2-В-Н-пт	1-К-Н-в-вт
14-W, m_3	+	+	+
15-W, m_3	+	+	+
9-W, l_1	-	+	+
15-O, l_1	+	+	+

* W – западная; O – восточная

Следует напомнить, что в соответствии с нормативным документом [1] обозначения схем расшифровываются следующим образом:

- *разбавление вредностей*: 1- последовательное по источникам поступления, 2- частичное по источникам поступления;
- *движение исходящей струи*: В – на выработанное пространство, М – на массив угля, К – комбинированное;
- *проветривание очистных выработок*: Н – независимое;
- *направление движения воздуха в очистных забоях*: в – восходящее;
- *взаимное направление свежей и исходящей струй*: вт – возвратноточное, пт – прямоточное.

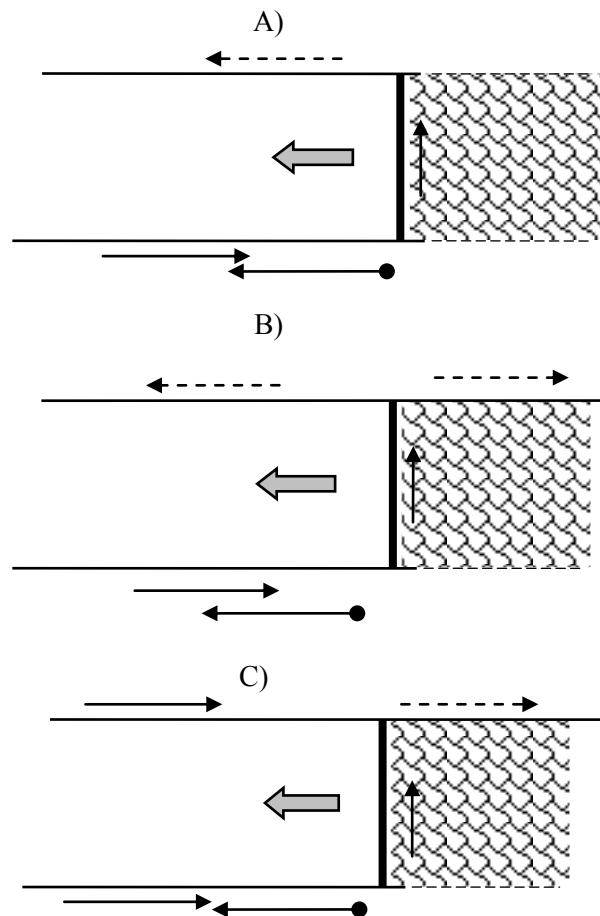


Рисунок 1 – Схемы проветривания выемочных участков: А) 2-В-Н-в-пт, В) 1-К-Н-в-вт, С) 1-М-Н-в-вт

Принимая во внимание крайне нестабильный режим работы выемочных участков, связанный с различного рода остановками работ по техническим, организационным и другим причинам, к анализу принимали среднесуточные в течение месяца показатели добычи угля (A , тыс.т/сут). Это позволяло, с одной стороны, нивелировать остановки и рывки в работе очистного забоя, с другой – обеспечить надежность и достоверность показателей в течение сравнительно небольшого промежутка времени. Таким же образом подходили к оценке выделения газа в очистную выработку (I , м³/мин) и расхода воздуха на вентиляционном участке (Q , тыс. м³/мин). Использовали среднесуточные в течение месяца показатели содержания метана в «окне» лавы. Для решения экологических проблем такой подход к оценке количества поступающих в вентиляционную сеть парниковых газов представляется вполне приемлемым.

В качестве иллюстрации исходных данных приведены табличные и графические показатели работы 9-й западной лавы по пласту l_1 (табл.3, рис.2).

Анализ оценки взаимосвязи нагрузок на принятые к анализу очистные забои и соответствующих им выделений метана в лаву (табл.4.) позволил сделать несколько следующих выводов.

Таблица 3 – Технические показатели работы 9-й западной лавы пласта l_1 в 2001-2002 годах

Схема проветривания	1-К-Н-в-вт								2-В-Н-в-пт						
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Месяц, п	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
A , тыс.т/сут	2,1	2,9	2,8	2,85	2,5	3,35	3,0	3,6	3,8	3,65	3,35	3,0	3,5	2,7	
I , м ³ /мин	8,0	19,0	18,0	19,0	22,0	24,0	25,0	19,0	13,0	17,0	9,0	6,0	7,0	6,0	6,0
Q , тыс.м ³ /мин	1,7	2,35	2,3	2,35	2,65	2,4	2,45	2,65	2,65	2,4	1,0	1,1	1,15	1,2	1,2

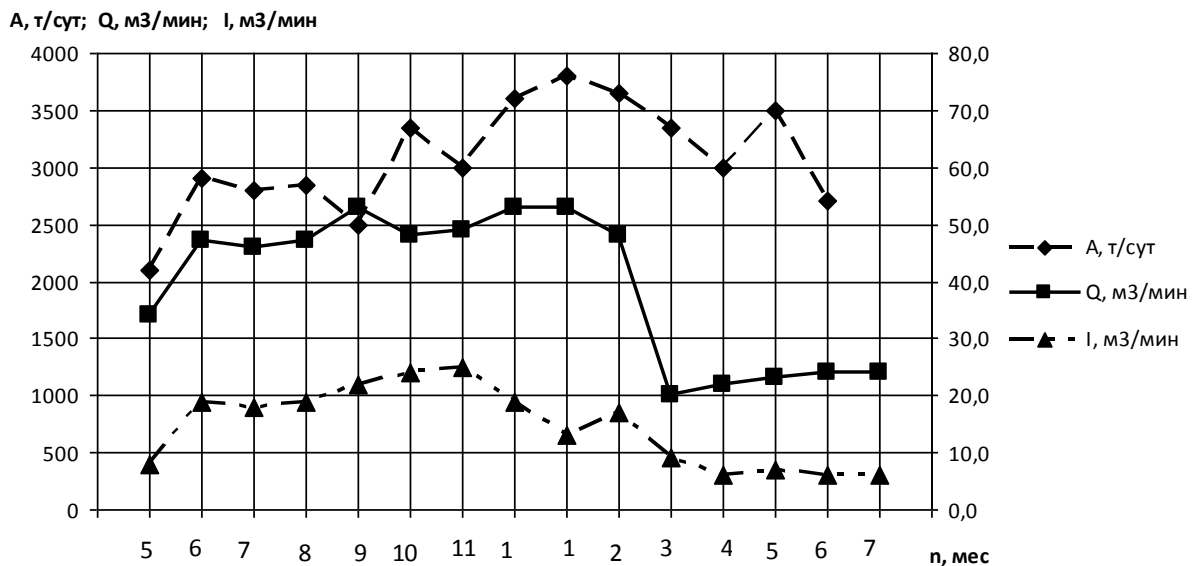


Рисунок 2 – Динамика показателей работы 9-й западной лавы пласта l_1

В 75% выборок установлена надежная связь между производительностью и метановыделением, при этом коэффициент тесноты связи составлял от 0,67 до 0,98, что для шахтных наблюдений является очень высоким результатом. Оценка статистических показателей экспериментальных данных подтвердила достаточное качество полученных данных и свидетельствует о хорошем уровне методологии эксперимента.

Установлен зональный характер связи между производительностью забоев и метановыделением. Для диапазона суточной производительности менее 2500...3500 тонн наблюдали увеличение выделения метана с ростом нагрузки на очистной забой (рис. 3). Интервал дебита газа изменялся от 4...8 м³/сут, при производительности 200...1500 т/сут, до, соответственно, 8...18 м³/мин, при добыче 1200...3500 т/сут.

При уровне добычи более 2500...3500 т/сут наблюдали снижение выделения метана при увеличении производительности (рис.4). Дебит газа уменьшался от 15...13 м³/мин при производительности лав 2400...3000 т/сут до 5...7 м³/мин при 2800...4000 т/сут соответственно. Сокращение выделения метана в очистную выработку достигало 50% и более.

В том случае, когда производительность очистного забоя варьировалась в диапазоне, включающем как зону малой производительности (до 3500 т/сут), так и большой, тренд статистики вполне удовлетворительно отображала парабола, обращенная ветвями вниз (рис.5,а). При этом экстремум находился в диапазоне производительности 3100...3200 т/сут, а максимальное выделение метана достигало 22...25 м³/мин.

Обобщение полученных результатов позволило сделать предположение о том, что для каждого горно-геологических и горнотехнических условий разработки угольных пластов существует определенная закономерность выделения метана в очистную горную выработку.

Таблица 4 – Оценка связи между производительностью очистного забоя и метановыделением в лаву

Название лавы*	Диапазон производительности лавы, тыс.т/сут	Связь между метановыделением (I, м ³ /мин) и добычей (A, т/сут)	Коэффициент тесноты связи	Характер изменения (I) с ростом добычи
Пласт l ₁ , схема проветривания 2-В-Н-в-пт				
9-я W	1,0...2,0	$I = 0,0086A - 3,7658$	R2 = 0,9841	Рост
10-я W	2,5...4,0	$I = -0,007A + 32,241$	R2 = 0,9394	Снижение
11-я О	3,0...4,0	$I = -0,0107A + 48,292$	R2 = 0,9134	Снижение
12-я О	1,8...2,9	$I = 0,0067A - 2,4172$	R2 = 0,8695	Рост
Пласт l ₁ , схема проветривания 1-К-Н-в-вт				
9-я W	2,0...4,0	$I = -1E-05A^2 + 0,0889A - 114,14$	R2 = 0,716	Снижение
10-я W	0,5...3,5	$I = 0,0036A + 4,9307$	R2 = 0,8574	Рост
Пласт l ₁ , схема проветривания 1-М-Н-в-вт				
10-я О	2,4...2,9	$I = -0,0095A + 35,344$	R2 = 0,6694	Снижение
11-я О	2,0...4,0	$I = -1E-06A^2 + 0,0082A + 0,0405$	R2 = 0,1796	нет связи
12-я О	1,3...3,9	$I = -3E-06A^2 + 0,0135A + 1,2523$	R2 = 0,5445	нет связи
Пласт m ₃ схема проветривания 1-К-Н-в-вт				
14-я W	0,5...2,5	$I = 0,0022A + 7,0435$	R2 = 0,7065	Рост
15-я W	1,8...2,8	$I = -0,0052A + 22,403$	R2 = 0,5533	нет связи
15-я О	0,2...1,2	$I = 0,0035A + 3,0531$	R2 = 0,7481	Рост
Пласт m ₃ схема проветривания 1-М-Н-в-вт				
16-я W	1,8...3,3	$I = 0,0007A + 7,6392$	R2 = 0,0718	нет связи
16-я О	1,6...2,2	$I = -0,0059A + 24,05$	R2 = 0,0996	нет связи
Пласт m ₃ схема проветривания 1-К-Н-в-вт				
16-я О	0,5...2,5	$I = -3E-06A^2 + 0,0106A - 0,3642$	R2 = 0,8874	Рост - Снижение

Примечание: * О – восточная, W – западная; ** - использовали несколько вариантов схемы проветривания

Она заключается в том, что при относительно малой интенсивности углевыемки увеличение нагрузки на очистной забой приводит к росту выделения газов в лаву. Такая тенденция сохраняется до определенного уровня, зависящего, по нашему мнению, от конкретных горно-геологических и горнотехнических условий разработки угольного пласта. Дальнейшее увеличение производительности очистного забоя сопровождается снижением метановыделения в лаву.

Подтверждением данного утверждения являются полученные независимо от авторов данные МГТУ [2] по выделению метана в очистную выработку российской шахты «Котинская» ОАО

«СУЭК-Кузбасс», обрабатывавшей мощный пласт каменного угля (рис.5,б). Наилучшие показатели для данной статистики имел тренд, представляющий собою параболу, обращенную ветвями вниз.

Подобный механизм метановыделения в очистную выработку можно объяснить следующим образом. В полость выработки свободный метан поступает из пласта, пород кровли и почвы, отбитого угля, а также из выработанного пространства.

Из связанного состояния, в котором он находится в горном массиве, газ переходит в свободное при вызванных влиянием очистных работ деформациях практически любого вида: растяжении, сжатии, изгибе, кручении т.п [3]. Из геомеханики известно, что преобладающая часть деформаций осадочных горных пород вблизи контура горной выработки реализуется в виде трещин. Основным побудителем миграции высвободившихся газов в угольном веществе является диффузия, обусловленная разностью концентраций или давлений газов внутри и вне монолитного угольного элемента.

Интенсивность процесса высвобождения газа из угольных блоков определяется их размерами. Разрушение угольного пласта на глубоких горизонтах, где уголь находится в предельном напряженном состоянии, начинается на границе области влияния очистной выработки на окружающий горный массив.

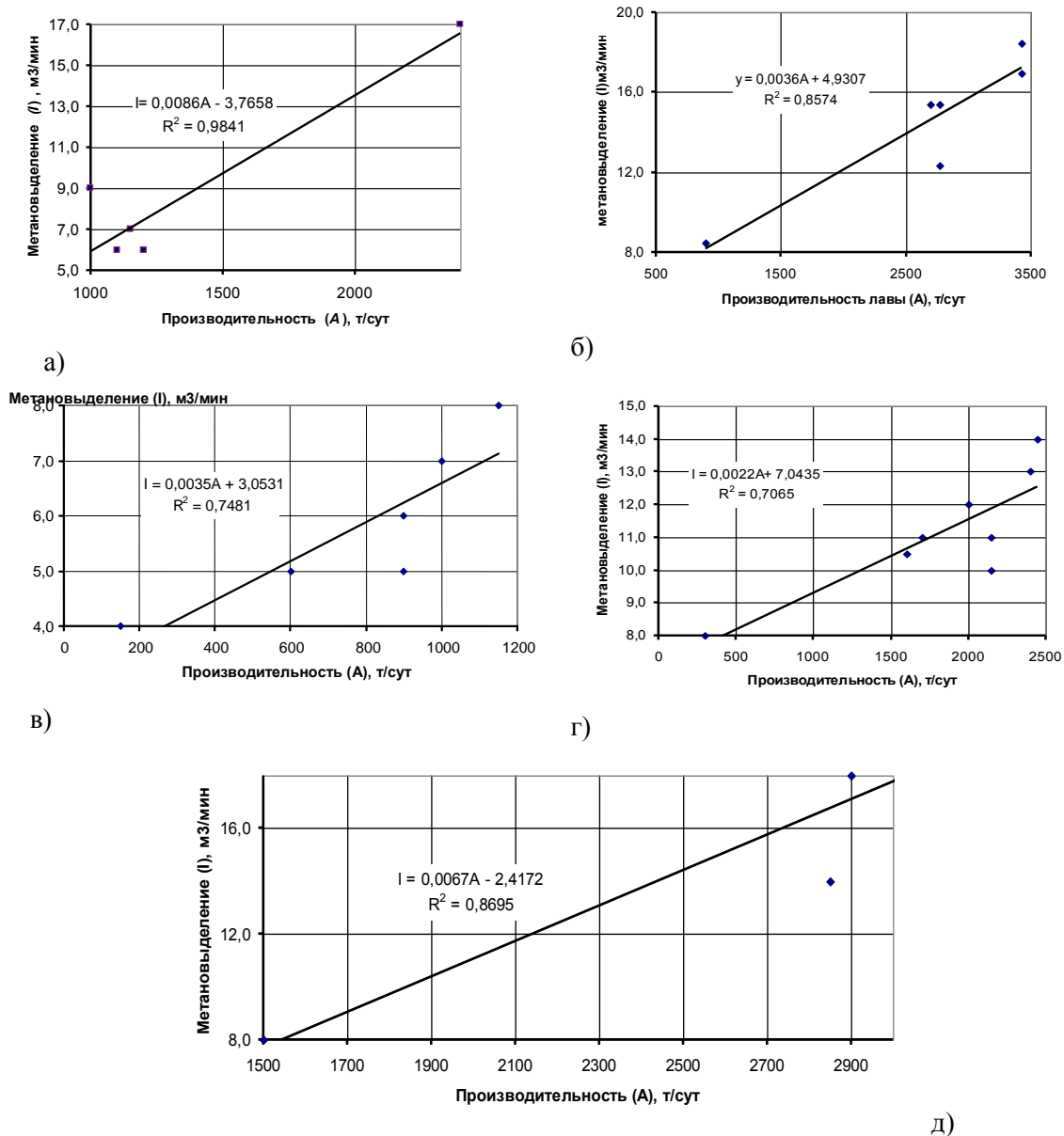


Рисунок 3 – Метановыделение (I) в очистные выработки при производительности менее $A=2500 \dots 3500 \text{ т}/\text{сут}$: а) 9-я западная, пласта l_1 ; б) 10-я западная, пласта l_1 ; в) 15-я западная, пласта m_3 ; г) 14-я западная, пласта m_3 ; д) 12-я восточная, пласта l_1

Однако в силу малой пористости в полостях быстро реализуется высокое давление свободного газа и диффузия замедляется. Активизируется диффузионный процесс только при снижении давления вследствие либо разгрузки массива с увеличением пористости, либо вследствие оттока газа в выработки. Поэтому увеличение скорости движения лавы выше некоторого конкретного для каждого шахтопласта уровня приводит к сокращению объемов выделившегося путем диффузии газа и повышению метаносности призабойной части пласта к моменту отбойки угля от забоя (рис. 6).

Дренаживание газа из призабойной области угольного пласта и горных пород происходит, в основном, в виде фильтрации по трещинам. Количество выделяющегося выработку газа определяется размером трещиноватой области, от границ которой он успеет поступить к поверхности выработки, и преобладающего направления трещин в этой области, а также коэффициентом фильтрации, показывающим на какое расстояние за единицу времени проникает флюид, и градиентом газового давления между границей области и поверхностью выработки.

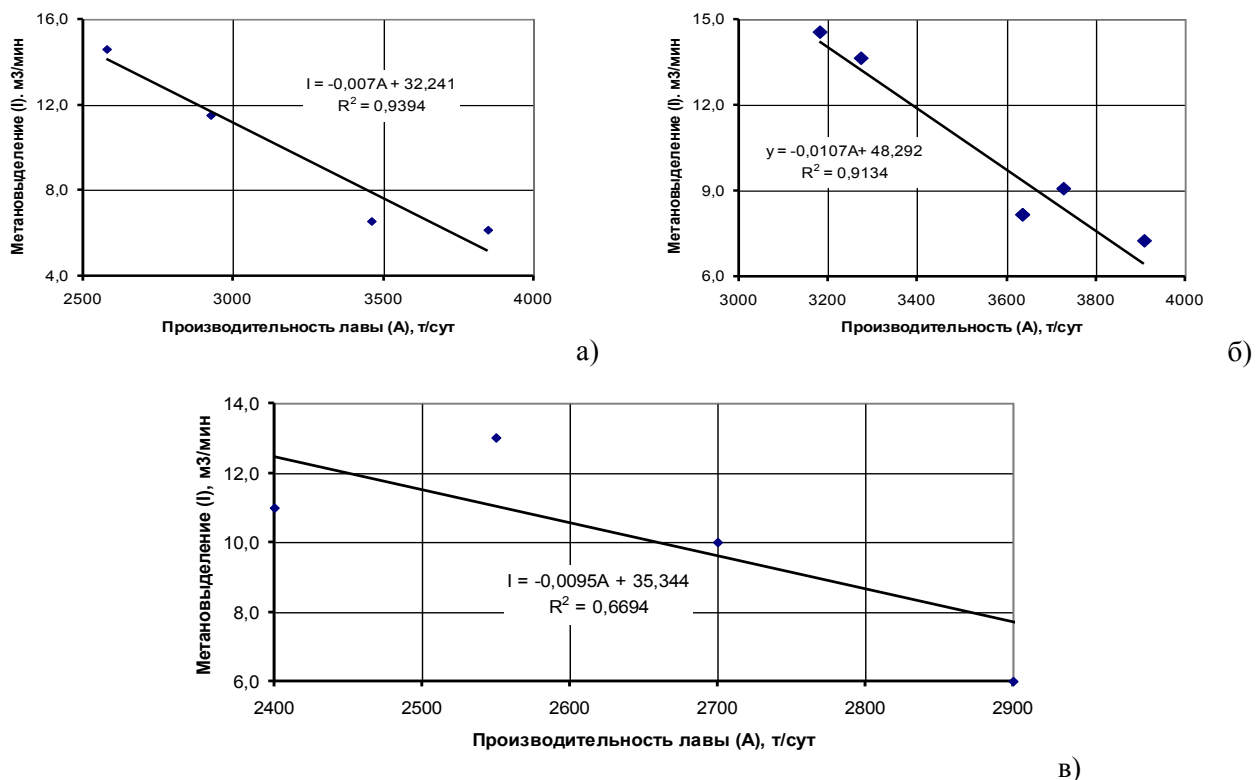


Рисунок 4 – Метановыделение (I) в очистные выработки пласта l_1 при производительности лав более $A=2400...3500$ т/сут: а) 10-я западная; б) 11-я восточная; в) 10-я восточная;

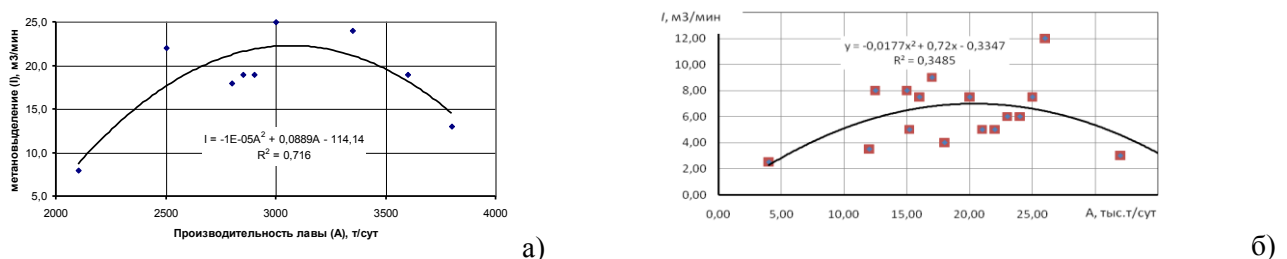


Рисунок 5 – Связь между метановыделением (I) и производительностью (A): а- 9-я западная лава пласта l_1 при схеме проветривания 1-К-Н-в-вт; б - лава №5203 шахты «Котинская»

С удалением от контура выработки количество и ширина трещин горного давления постепенно уменьшаются до фонового состояния, характерного для нетронутого горными работами массива. Породность среды определяется количеством трещин и шириной их раскрытия. В частях пласта, где ширина раскрытия трещин невелика, а их количество значительно, например, в зоне

опорного давления, существенное значение могут иметь эффузивные процессы [4], что определяет замедленную миграцию газов.

Деформации в окружающей горную выработку осадочной породно-угольной среде реализуются как в пространстве, так и во времени. То есть можно выделить независимую от времени существования выработки составляющую деформаций пород, и хронологическую часть деформаций реализующихся во времени. Чем медленнее движется очистной забой, тем больше доля второй составляющей деформаций. Граница нетронутого массива (фоновое состояние) постепенно удаляется от неподвижного контура свежепроходной выработки, о чем свидетельствуют непрерывные смещения стенок выработки.

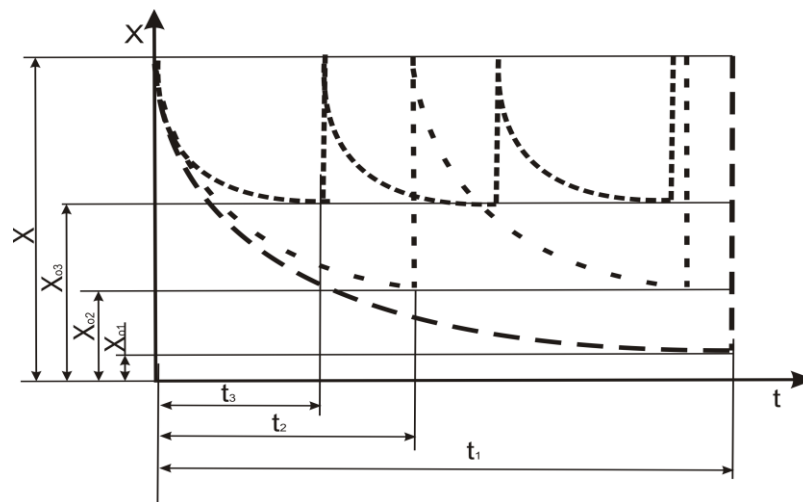


Рисунок 6 – Изменение метаноносности призабойной части пласта при увеличении темпов выемки угля: X – природная метаноносность шахтопласта; X_{01} , X_{02} , X_{03} – уровни остаточной метаноносности при интервалах между циклами выемки соответственно t_1, t_2, t_3

Экспериментально установлено, что, при равенстве прочих условий, величина деформаций на контуре выработки, в частности конвергенция почвы и кровли в лаве, существенно зависит от скорости подвигания очистного забоя. Чем выше скорость, тем меньше конвергенция, что объясняют малой величиной хронологической составляющей деформаций. Кроме того, известны качественные особенности формирования трещиноватости, которые заключаются в преобладающем развитии межслоевых трещин при повышенных скоростях подвигания очистного забоя [5]. Ориентированные нормально напластованию трещины в этих условиях сформироваться не успевают. Таким образом, с увеличением скорости более некоторого уровня, определяемого прочностными свойствами углепородного массива и силовым воздействием на него в данных горно-геологических условиях, уменьшается число трещин в пласте и вмещающих породах, а также усиливается их анизотропия. Вследствие этого следует ожидать снижения выделений метана в очистную выработку при высоких темпах подвигания очистного забоя из-за уменьшения размеров зоны дренирования газа, ухудшения условий фильтрации в ней (рис.7).

Важно учитывать, что интенсивность выделения метана в очистную выработку определяется не только геомеханическими процессами в окружающей ее массиве горных пород, но и газодинамическими. Такие показатели как метаноносность пласта и горных пород, величина газового давления в них, температура (динамическая вязкость) газа и др. – также определяют уровень поступления газов в лаву.

Еще одним источником выделения метана в очистную выработку является отбитый комбайном уголь. Содержащийся в поровом пространстве газ высвобождается вследствие разрушения структуры угля исполнительным органом комбайна. Происходит десорбция газов со свежееобнаженных угольных поверхностей и продолжается их диффузия в отделенных от пласта кусках.

Как показали выполненные ДонНТУ исследования [6], фракционный состав отбитого угля существенно зависит от скорости подачи комбайна вдоль забоя. Например, с увеличением скорости подачи комбайна типа 2К-52 от одного до шести метров в минуту с 46 до 24% сокращается содержание мелких фракций (менее 6 мм) из которых наиболее интенсивно диффундирует газ, а

содержание крупных фракции, наоборот, увеличивается с 3 до 15% (рис.8). Такая динамика сортности угля способствует сокращению метановыделения из отбитого угля в очистную выработку при интенсификации углевыемки.

Оценить количественно изменение выделения метана из отбитого угля можно на основе критерия Фурье, который характеризует соотношение между скоростью изменения термодинамических условий в окружающей среде и скоростью перестройки поля внутри рассматриваемого тела (безразмерное время). В самом общем виде число, или критерий Фурье (Fo) — один из критериев подобия нестационарных термодинамических процессов, он существенно зависит от размеров тела:

$$Fo = \frac{\alpha * \tau}{L^2} \quad (1)$$

где: α — коэффициент температуропроводности, m^2/c ;
 τ — характерное время изменения внешних условий, с;
 L — характерный размер тела, м.

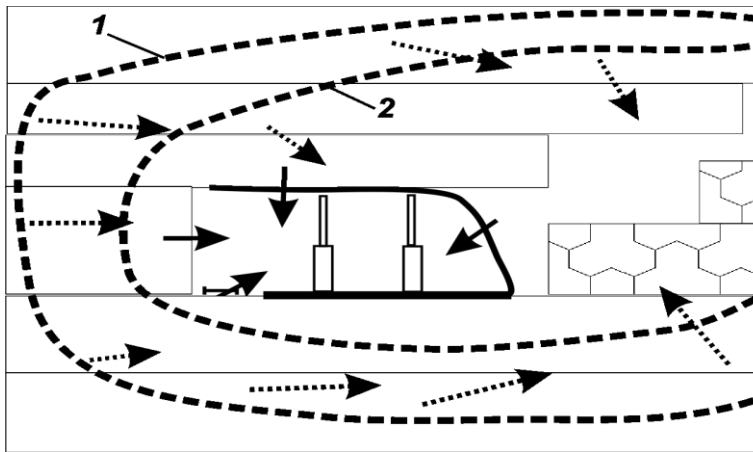


Рисунок 7 – Схема миграции метана из пласта, пород кровли и почвы: 1,2 - границы областей фильтрации при соответственно высоких и низких скоростях подвигания очистного забоя; сплошные стрелки - пути поступления метана в очистную выработку, пунктирные – направления миграции газов в породном массиве

Из выражения следует, что с увеличением размера куска угля величина Fo , а, следовательно, диффузионное выделение газа уменьшается по гиперболическому закону. Следовательно, с улучшением сортности отбитого угля, при интенсивной его отбойке исполнительным органом машины, существенно замедляется вынос метана из транспортируемой по лаве горной массы. Дальнейшее предотвращение поступления метана в выработки из доставляемой горной массы можно обеспечить применением трубчатых конвейеров или обособленным проветриванием конвейерных выработок [7].

Следующим источником поступления метана в очистную выработку является массоперенос между нею и выработанным пространством. Основным видом массообмена является турбулентная диффузия, которая зависит от скорости движения газоздушного потоков в лаве и ближайшей к ей части выработанного пространства, концентрации метана в них, плотности стенки (ограждения) разделяющей очистную выработку и выработанное пространство, типа околоштрековых сооружений и т.п. При отработке пластов I_1 и m_3 на шахте им. А.Ф.Засядько преимущественно использовали механизированные крепи типа КД, что определяло однородный характер влияния разделяющего ограждения. Скорость движения потоков зависела от параметров аэродинамического сопротивления выработки и выработанного пространства и участковой депрессии. Надежного соотношения между метановыделением в очистную выработку и расходом воздуха на участке в большинстве рассматриваемых случаев нами не установлено. Газовоздушные съемки [8], выполненные службой ВТБ шахты и ИГТМ показали, что при прямоточных схемах проветривания, с отводом исходящей струи воздуха в сторону выработанного пространства, из него поступает в очистную выработку не

более 7% метановоздушной смеси. Это противоречит существующему мнению о прямом поступлении значительных масс метана в очистную выработку из выработанного пространства [5].

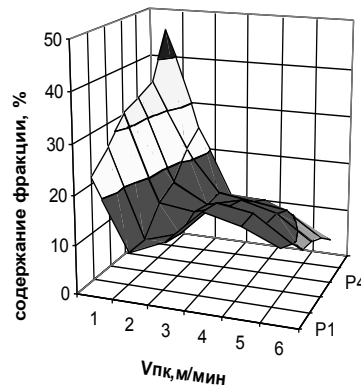


Рисунок 8 – Изменение фракционного состава (%) отбитого угля при изменении скорости подачи ($V_{пк}$) комбайна вдоль забоя: P_1 - P_6 – размер фракции, соответственно, P_1 – более 100; P_2 – 50...100; P_3 – 25...50; P_4 – 13...25; P_5 – 6...12; P_6 – менее 6мм

Наибольшее взаимодействие лавы и выработанного пространства проявляется при возвратноточном проветривании на угольный массив. Об этом же свидетельствуют низкие, сравнительно с другими схемами проветривания, статистические показатели связи между производительностью лавы и метановыделением в лаву (11-я и 12-я восточные, пласт l_1 15-я и 16-я западные, 16-я восточная, пласт m_3 , см. табл.4). Однако в подавляющем большинстве ситуаций существует техническая возможность вентиляционными и геомеханическими средствами управлять соотношением между воздушными потоками в очистном забое и примыкающем к нему выработанном пространстве. Этим сократить доступ метана из выработанного пространства в очистную выработку.

Выводы:

1. Экспериментально, на основании шахтных наблюдений, установлена нелинейная зависимость между нагрузкой на очистной забой (A) и метановыделением в очистную выработку (I) в условиях отработки пластов l_1 и m_3 на шахте им. А.Ф.Засядько. При уровне добычи в интервале $500 < A > 2500$ т/сут наблюдали увеличение метановыделения с $I=4...8$ до $11...20$ м³/мин. Дальнейший рост производительности лавы до 3500 т/сут и более приводил к уменьшению I до значений $5...15$ м³/мин.
2. Обработка экспериментальных данных подтвердила достаточное качество полученных статистик. Теснота связи между нагрузкой на очистной забой и выделением метана в очистную выработку в большинстве выборок характеризовалась коэффициентом R^2 не менее 0,7.
3. Подтверждением установленных закономерностей являются экспериментальные данные, полученные МГГУ на шахте «Котинская» в условиях отработки мощного угольного пласта, где метановыделение в очистную выработку в зависимости от нагрузки на очистной забой также описывается параболой с ветвями, направленными вниз.
4. Нелинейный характер метановыделения в очистную выработку можно объяснить совместным действием геомеханических и газодинамических факторов. При небольших скоростях подвигания забоя создаются благоприятные условия для формирования фильтрующей среды в окружающем лаву горном массиве и истечения газов в очистную выработку. Размер области дренирования максимальный, число и раскрытие трещин максимальные, они ориентированы как параллельно плоскости напластования, так и нормально к ней. Значительная часть свободного метана успевает выделяться из угольного пласта, пород почвы и кровли в полость выработки. В этих условиях увеличение темпов углевемки определяет рост метановыделения в очистную выработку. Такая динамика может существовать до определенного уровня, зависящего от соотношения реальных горно-геологических, горнотехнических и организационных условий ведения горных работ. После достижения определенного темпа отработки пласта наблюдается максимальное метановыделение. Дальнейшее увеличение скорости подвигания очистного забоя приводит к сокращению размеров области дренирования метана из-за уменьшения времени на развитие хронологических деформаций в

окружающем горную выработку массиве, что, проявляется в виде снижения конвергенции почвы и кровли. Кроме того, трещины горного давления приобретают ориентацию преимущественно вдоль напластования, что способствует перетеканию метана в выработанное пространство. В итоге, после превышения максимума скорости подвигания забоя будет происходить сокращение выделения метана в очистную выработку.

5. Дополнительное снижение метановыделения в очистную выработку можно объяснить улучшением сортности отбиваемого угля при значительном повышении нагрузки на очистной забой, что, безусловно, приводит к увеличению скорости подачи комбайна. При этом увеличивается по гиперболической зависимости продолжительность диффузии газа из кусков угля.

6. Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что одним из перспективных способов сокращения эмиссии в атмосферу парниковых газов является интенсификация углевыемки выше индивидуального для каждого шахтопласта уровня, что позволяет сократить выделение метана в очистную выработку на 50% и более. Этим обеспечивается экологический эффект существенного сокращения эмиссии парниковых газов в вентиляционные потоки и, соответственно, в атмосферу горнодобывающих регионов.

Бібліографічний список:

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт: ДНАОТ 1.1.30-6.09.93. – Офиц. издан. - К.: «Основа» 1994. – 312 с. (Нормативный документ Минуглепрома Украины. Руководство).
2. Лупий М.Г. Обоснование технологии комплексной дегазации выемочных участков при высокоинтенсивной разработке газоносных угольных пластов: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» / М.Г. Лупий; Московский гос. горн. ун-т. - Москва, 2010. – 21 с.
3. Костенко В.К. Уточнение параметров попутной дегазации угольных пластов / В.К. Костенко, А.Б. Бокий, Е.В. Шевченко // Метан: Сб. науч. тр. по матер. симпози. «Неделя горняка - 2008». Отд. вып. Горного информ.-аналит. бюлл. - М: «Мир горной книги» -2008.- С. 239-247.
4. Костенко В.К. Изменение физических свойств углегазового массива под влиянием очистных работ / В.К. Костенко, А.Б. Бокий // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. Дніпропетровськ: Ін-т Геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – 2008. - Вип. 80. – С. 90-97
5. Назімко І.В. Обґрунтування параметрів інтенсивної технології виїмки вугільних пластів на великій глибині: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.15.02 «Підземна розробка родовищ корисних копалин» / І.В. Назімко; Нац. гірнич. ун-т. - Дніпропетровськ, 2009. -18 с.
6. Афондіков М.Г. Вибір раціональних параметрів очисних комбайнів зі шнековими виконавчими органами для роботи у складних умовах по зарубаємості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.06 «Гірничі машини» / М.Г. Афондіков; Донецьк. політех. ін-т. – Донецьк, 1980. – 202 с.
7. Костенко В.К. О совершенствовании процесса дегазации углегазонасного массива / В.К.Костенко, А.Б.Бокий / Проблемы екології. - 2008. - №1-2. – С.50-55.
8. Проветривание и газовый режим шахты имени А.Ф. Засядько: состояние и пути совершенствования / [Е.Л.Звягильский, А.Ф.Булат, И.А.Ефремов. и др.]- Донецк–Днепропетровск: ИГТМ, 2003. -228с.

Надійшла до редакції 23.11.2010

В.К. Костенко, О.Б. Бокий, О.В. Шевченко

ПЕРСПЕКТИВА СКОРОЧЕННЯ ЕМІСІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ У ГІРНИЧІ ВИРОБКИ

Встановлено нелінійну залежність між навантаженням на очисний вибій і виділенням метану в очисну виробку.

Запропонований перспективний спосіб скорочення емісії парникових газів, що поєднує максимальний темп виїмки вугілля і уловлювання метану з гірської маси, що транспортується.

очисний вибій, виділення метану, парниковий газ

V. Kostenko, A. Boki, E. Shevchenko

PROSPECTS OF REDUCING GREENHOUSE GASES EMISSION IN EXCAVATIONS

We have defined a nonlinear dependence between the loading on a breakage face and methane emission into a breakage heading. A new method of reducing greenhouse gases emission (which combines the maximal rate of coal extraction and catching of methane from the transported rock mass) is offered.

breakage face, methane emission, greenhouse gas

© Костенко В.К., Бокий А.Б., Шевченко Е.В., 2010