

## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОТИВОВЫБРОСНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

*С.П. Минеев, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины  
В.И. Король, Теруправление Госгорпромнадзора по Донецкой области, Украина  
А.А. Рубинский, Институт геотехнической механики им. Н.С.Полякова НАН Украины*

Рассмотрены результаты экспериментальных исследований по оценке изменения газоносности угольного массива и ее связь с концентрацией метана в исходящей струе воздуха в процессе выполнения противовыбросных мероприятий при ведении горных работ и при выемке угля. Установлено, что выполнение локальных противовыбросных мероприятий сопровождается значительным увеличением концентрации метана в исходящей из забоя струе воздуха. Величина и динамика концентрации метана достаточно полно характеризуют факт и продолжительность выполнения противовыбросного мероприятия.

Контроль за выполнением противовыбросных мероприятий, как правило, осуществляется техническим надзором периодически путем визуального ознакомления с состоянием обрабатываемого забоя. При таком контроле неизбежны значительные нарушения в технологии выполнения противовыбросного мероприятия и соответственно не всегда обеспечивается достаточная надежность применяемого способа и безопасность дальнейших горных работ. Кроме того, имеют место значительные потери рабочего времени, уходящие на посещения и осмотр работы забоя лицами надзора. Одной из методик оценки эффективности выполнения конкретного противовыбросного мероприятия в забое выработки является известный способ по количеству выделяющегося из пласта газа, оцениваемого по изменению концентрации метана в исходящей струе воздуха и величине снижения газоносности пачек нарушенного угля [1 -5]. Вместе с этим, эффективные и надежные критерии оценки снижения выбросоопасности по изменению газоносности отсутствуют. Поэтому в данной работе авторы попытались рассмотреть и обобщить результаты экспериментальных исследований по изменению концентрации метана в исходящей струе воздуха в процессе выполнения противовыбросных мероприятий при ведении горных работ.

Известно, что как региональные, так и локальные противовыбросные мероприятия в основном направлены на разгрузку (снижение напряженного состояния) и дегазацию (снижение газоносности) угольного пласта, а также изменение физико-механических свойств угля и вмещающих пород. Поэтому, процессы выполнения противовыбросных мероприятий сопровождаются повышением концентрации метана в выработке во время и некоторое время после их выполнения, которая может регистрироваться, например, системой АКМ. Исходя из известных закономерностей распределения газоносности угольного пласта в его призабойной части место расположения максимально возможной естественной газоносности может находиться на различных расстояниях от кромки угольного забоя вглубь массива и составлять от нескольких сантиметров до нескольких кратностей мощности пласта. Особенно наглядно такая разница может проявиться в очистных забоях по сравнению с подготовительными, а также в неопасных по внезапным выбросам участкам выбросоопасного пласта по сравнению с неопасными. Как считается, факт повышения (изменения) концентрации метана должен проявиться в случаях выполнения мероприятий в действительно выбросоопасных зонах (как считается площадь которых приблизительно составляет 5-10% ) и на участках, где газоносность пласта увеличивается от остаточной до природной, т.е. в призабойной зоне угольный пласт уже частично дегазирован, но не до уровня остаточной газоносности. И если глубина выполнения противовыбросных мероприятий превышает зону остаточной газоносности должно наблюдаться повышение концентрации метана в забое выработки.

Для исследования распределения количества газа, содержащегося в призабойной части угольных пластов, были проведены специальные исследования путем поинтервальных измерений газоносности. Газоносность пласта на каждом метровом интервале скважины определялась с помощью известного устройства УГБ [6, 7] и вычислялась по формуле:

$$X = X_o + \frac{1}{A_{ум}} \left( V - \frac{I_1 + I_2}{2} t_1 - I_2 t_2 \right) \frac{100}{100 - A_{ум}^c}, \quad (1)$$

где  $X_o$  - остаточная газоносность пласта, м<sup>3</sup>/т с.б.м;  $A_{ум}$  - масса выбуренного штыба, т;  $V$  - объем газа, выделившегося с метрового интервала скважины за время  $(t_1 + t_2)$ , м<sup>3</sup>/мин;  $I_1, I_2$  - фоновое газовыделение до и после бурения метрового интервала, м<sup>3</sup>/мин;  $t_1$  - продолжительность бурения метрового интервала, мин;  $t_2$  - продолжительность расштыбовки скважины и измерения фонового газовыделения  $I_2$ , мин;  $A_{ум}^c$  - зольность угля, %. Второе слагаемое правой части уравнения (1) принято обозначать термином «эффективная газоносность  $X_{эф}$ » [11].

Факт изменения газоносности в призабойной части пласта вследствие выполнения противовыбросных мероприятий (сам факт выполнения и эффективность его применения) может отражаться по изменению концентрации метана вблизи забоя выработки. Хотя, могут быть различные варианты. Например, автор работы [2], предлагает изучать концентрацию метана на исходящей струе вентиляционной выработки независимо от протяженности. По нашему мнению вопрос места контроля содержания метана в выработке при выполнении противовыбросных мероприятий (местоположение и количество датчиков) на исходящей струе еще требует дополнительного изучения.

В связи с тем, что из возможного множества контрольных показателей именно содержание метана в выработках определяется технически наиболее просто и точно, поэтому исследования были направлены на изучение закономерностей динамики концентрации метана в исходящей струе во время выполнения противовыбросных мероприятий. Измерения концентрации метана производили газоопределителями ШИ-10, «Спутник шахтера», «Сигнал-2» и параллельно регистрировали данные датчиков аппаратуры АКМ, записанные на диаграммную ленту стойки СПИ-1. При выполнении исследований измерительные датчики находились на исходящей струе воздуха из забоя на расстоянии не более 30 м от места выполнения мероприятия. Замеры концентрации метана производили периодически с интервалом 5 - 10 мин в течение всего времени осуществления мероприятия не менее чем в трех точках по сечению выработки. Расход воздуха также определялся периодически с интервалом 10 – 20 мин по скорости движения воздушной струи в сечении выработки в течение всего времени проведения мероприятия. Скорость движения воздуха определяли анемометром АСО-3. Кроме того, в каждом цикле наблюдений до и после выполнения мероприятия с помощью устройства УГБ и других приборов измеряли газовыделение и выход бурового штыба при поинтервальном бурении шпура для определения газоносности в призабойной зоне пласта и природной газоносности пласта согласно методики [6]. В качестве противовыбросного мероприятия было принято гидрорыхление угольного пласта. Одновременно с производством измерений концентрации газа фиксировалось время начала и окончания бурения скважин для нагнетания жидкости в угольный пласт, расход, давление и количество воды, подаваемой в скважину.

При исследовании закономерности изменения газоносности в призабойной части пласта производили поинтервальные измерения устройством УГБ. Данные измерений газоносности пласта до глубины зоны обработки противовыбросными мероприятиями приведены в табл. 1.

Характер изменения газоносности в призабойной части угольных пластов различной степени выбросоопасности, как установлено, практически идентичен. Как видно из данных, приведенных в табл. 1, газоносность в призабойной части угольного пласта на глубинах до 6 ... 8 м распределена неравномерно. Она возрастает по мере удаления от забоя вглубь массива горных пород и изменяется от величины, равной остаточной газоносности, до значений природной газоносности угольного пласта. Хотя абсолютные значения газоносности на каждом из экспериментальных участков на значительной протяженности (от 30 до 60 м) колебались, отклонения не превышали  $\pm 11\%$ , что вообще то соответствует точности самого метода, т.е. этот вопрос требует дополнительного исследования.

Удельное количество выделившегося газа составляет от 20% до 50% средней газоносности. Для каждой конкретной выработки эти значения могут быть установлены экспериментальным путем и в дальнейшем использоваться для оценки эффективности противовыбросного мероприятия с установленными параметрами, что позволит определить в дальнейшем критерий выбросоопасности (неопасности) угольного пласта по фактору газоносности. Аналогичными должны быть изменения концентрации метана в исходящей струе воздуха по сравнению с фоновыми значениями. Замеренные средние значения газоносности почти в 2 раза меньше природной газоносности пласта установленной ранее, т.е. мероприятия выполнялись в частично дегазированной призабойной части угольного пласта и глубина (длина) скважины не достигала места, где газоносность пласта близка к природной.

Результаты определения влияния противовыбросных мероприятий на газодинамическое состояние призабойной части угольного пласта приведены в табл. 2. Как видно из приведенных в ней данных, выполнение противовыбросных мероприятий существенно повлияло на газодинамическое состояние призабойной части угольного пласта (рис. 1). В результате выполнения противовыбросного мероприятия газоносность в призабойной части угольного пласта значительно снизилось на участке от линии забоя до глубины 6 м, т.е. на такую глубину оказали влияние противовыбросные мероприятия.

Исследование газовыделения в горные выработки при гидрорыхлении угольного пласта. Изменение содержания метана в исходящей из очистной выработки струе воздуха при гидрорыхлении наблюдения производились во 2-й восточной лаве пл.  $h_{10}$  шахты им. 60-летия Советской Украины, 5-й восточной лаве пл.  $h_6$  шахты им. А.А. Скочинского, а также в уступной части 6-й лавы пл.  $k_7$  шахты «Углегорская».

Таблица 1 – Данные о газоносности призабойной части различных по степени выбороопасности пластов

Шахта, пласт, гори- зонт	Место измерений	Эффективная газоносность, $X_{эф}$ , м <sup>3</sup> /т с.б.м.									Остаточная газоносность пласта, $X_o$ , м <sup>3</sup> /т с.б.м.	Газоносность пласта, $X$ , м <sup>3</sup> /т с.б.м.
		Интервал бурения, м										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Откаточный штрек «Юнком», Мазур, 596 м, опасный	ИК-156+2 м	0,0	0,7	1,4	2,6	4,5	-	-	-	7,0		
	156+6 м	0,0	1,1	2,2	2,2	3,0	4,5	-	-	7,0		
	156+8 м	0,0	0,7	1,7	1,5	4,5	5,3	-	-	7,0		
	158+6 м	0,0	0,9	2,8	4,2	5,6	5,1	4,9	2,9	8,2		
	159+4 м	0,0	0,3	1,5	3,3	5,0	5,8	6,1	-	8,7		
Гезенк «Юнком», Девятка, 716 м, опасный	19 м	1,9	4,2	4,5	4,5	-	-	-	7,6	13,0		
	30 м	5,0	10,0	10,0	10,2	10,5	-	-	4,9	15,1		
	52 м	2,6	3,0	9,0	9,5	12,1	-	-	3,1	15,6		
	72 м	5,2	7,7	9,6	8,6	9,2	-	-	6,0	16,0		
Вентиляционный штрек «Юнком», Песчанка, 596 м, неопасный	ИК-256+4 м	1,0	1,0	2,0	1,9	2,0	2,1	-	5,0	7,4		
	256+18 м	0,0	0,6	1,2	1,9	2,0	-	-	5,0	7,3		
	257+10 м	0,0	0,7	1,7	2,1	2,1	2,9	-	5,0	8,3		
	257+18 м	0,0	0,1	1,7	1,2	2,1	2,4	-	5,0	7,8		

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вентиляционный ходок Им. Бажанова, Макеевский, 1012 м, опасный		10,8	10,1	12,0	10,0	14,0	-	-	2,0	16,0
		11,0	9,6	11,1	10,5	10,3	-	-	2,9	13,2
		10,6	11,5	10,4	9,6	-	-	-	4,3	13,9
		11,1	13,3	13,2	10,6	13,5	-	-	2,3	15,8
Откаточный штрек «Юнком», Соленый, 716 м, угрожаемый	ИК-358+2 м	0,0	0,1	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8		6,7
	358+14 м	0,0	0,1	0,4	0,3	0,5	0,8	0,9		6,8
	358+18 м	0,0	0,2	0,3	0,5	0,4	0,7	0,8	5,9	6,7
	359+10 м	0,0	0,3	0,3	0,5	0,6	0,9	-		6,8
	359+14 м	0,0	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	1,1		7,0

Таблица 2 – Значения средней газоносности в призабойной части пласта ( $\bar{X}_{cp}$ ) до и после выполнения противовыбросных мероприятий и удельного количества выделившегося газа

Шахта, пласт, выработка	Средняя газоносность $\bar{X}_{cp}$ , м <sup>3</sup> /т с.б.м.		Удельное количество выделившегося газа, $X_{в.уд}$ , м <sup>3</sup> /т с.б.м.	Природная газоносность пласта $X$ , м <sup>3</sup> /т с.б.м.
	до мероприятия	после мероприятия		
Красногвардейская, $l_1$ , вент. штрек –,,–	10,94	7,52	3,42	21
	11,65	8,23		
	8,32	6,62		
–,,– «Чайкино», $m_3$ , 3 сев. вент. штрек –,,–	8,14	5,51	2,63	15
	7,13	4,74		
	7,29	4,94		
	7,50	5,02		
им. К.М. Поченкова, $l_1$ , зап. конвейерн. штрек –,,–	9,14	6,47	2,67	20
	10,16	7,13		
	7,66	5,81		
–,,– им. В.М.Бажанова, $m_3$ , вент. штрек –,,– –,,–	10,77	5,78	4,99	17
	11,35	5,97		
	11,22	6,08		
	10,69	6,43		
	10,54	5,25		

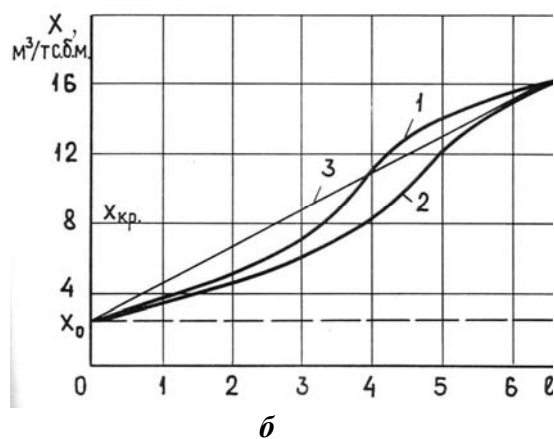
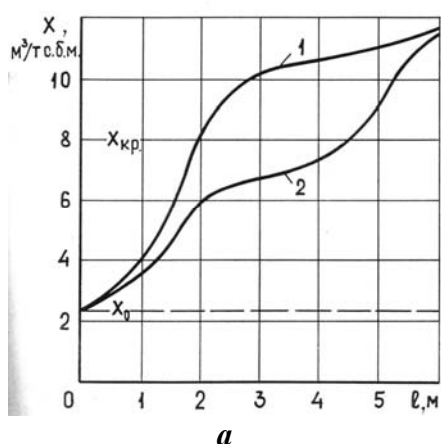


Рисунок 1 – Распределение газоносности  $X$  в призабойной части пласта  $m_3$  до (1) и после (2) выполнения противовыбросных мероприятий в вентиляционных штреках на шахтах им. В.М. Бажанова (а) и «Красногвардейская» (б):  $l$  - глубина измерительной скважины

На пологих угольных пластах в очистных выработках обработка пласта в одну смену осуществлялась на участке не более, чем пяти смежных скважин, причем допускалось нагнетание воды через одну скважину. А в уступной лаве в течение одной смены обработка велась на участке только одной скважины. Длина скважины и глубина герметизации соответственно составляли: 7 и 5 м; 8 и 6 м; количество воды, закачиваемой в одну скважину: 1,5 м<sup>3</sup>; 2,8 – 3,2 м<sup>3</sup> и 1,5 – 1,9 м<sup>3</sup>. Давление воды составляло 19 – 22 МПа.

Концентрацию метана измеряли газоопределителем ШИ-10 на расстоянии не более 3 м от места выполнения гидрорыхления и одновременно аппаратурой АКМ с записью на диаграммную ленту. Датчики аппаратуры АКМ располагались в 20 – 30 м от «окна» лавы на вентиляционном штреке. Характер изменения концентрации метана в исходящих струях воздуха при выполнении противовыбросных мероприятий приведен на рис. 2.

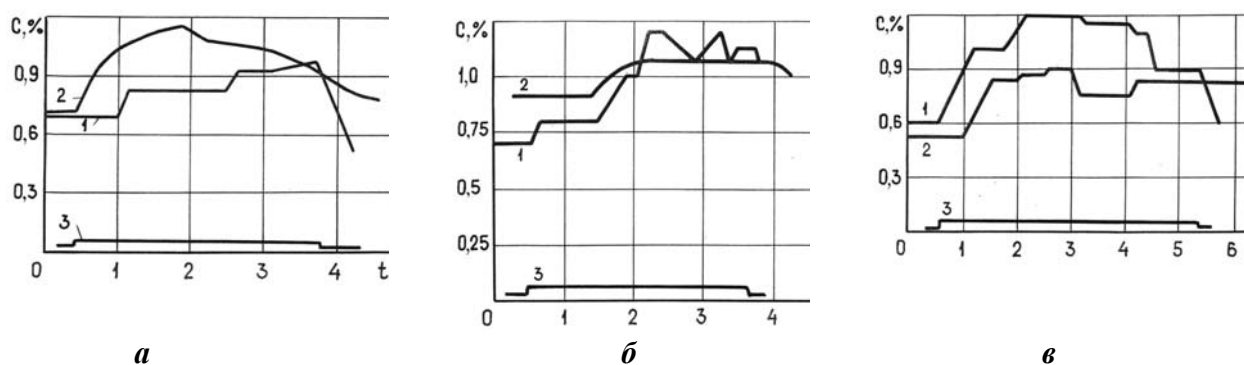


Рисунок 2 – Изменение концентрации метана  $C$  во времени  $t$  в исходящей струе воздуха при гидрорыхлении угольного массива в забоях при расходе воздуха  $Q = 723 \text{ м}^3/\text{мин}$ : а - 2-ой восточной лавы пл.  $h_{10}$  шахты им. 60-летия Советской Украины; б - 5-ой восточной лавы пл.  $h'_6$  шахты им. А.А. Скочинского; в - лавы пл.  $k_7$  шахты «Углегорская»; 1 – результаты измерений газоопределителем; 2 – данные аппаратуры АКМ; 3 – отметки времени гидрорыхления

Как видно при гидрорыхлении концентрация метана в исходящей из очистной выработки струе воздуха увеличивалась в 1,2 – 2,4 раза по сравнению с фоновой, а количество выделившегося газа в результате обработки пласта для каждого забоя, соответственно, составляло  $107 - 247 \text{ м}^3$ ,  $150 - 723 \text{ м}^3$  и  $160 - 363 \text{ м}^3$ .

В подготовительных выработках наблюдения проводились в 5-ом западном конвейерном штреке пл.  $l_1$  шахты им. А.Ф. Засядько [5, 8], западном вентиляционном ходке шахты им. Бажанова, откаточном штреке пл.  $h_3$  шахты «Углегорская», вентиляционном штреке пл.  $l_1$  шахты «Красногвардейская», 3-ем северном вентиляционном штреке пл.  $m_3$  шахты «Чайкино» и западном конвейерном штреке пл.  $l_1$  шахты им. К.И. Поченкова.

Нагнетание воды в подготовительном забое осуществлялось через две скважины, длиной 6, 7 и 8 м каждая и глубиной герметизации 4, 5 и 6 м соответственно. Количество закачиваемой воды на один забой за один цикл нагнетания составляло  $2,5 - 6,2 \text{ м}^3$ , давление 19 – 30 МПа. Измерения концентрации метана и расхода воздуха, подаваемого в забой подготовительной выработки, производились на расстоянии 20 – 30 м от забоя датчиками аппаратуры АКМ с записью на диаграммную ленту. Характер и результаты изменения концентрации метана в исходящей струе воздуха представлены на рис. 3. Абсолютные значения концентрации метана при гидрорыхлении в подготовительных выработках увеличивались в 1,4 – 6,2 раза по сравнению с фоновой, а количество выделившегося газа в результате выполнения гидрорыхления для каждого забоя соответственно составляло  $36 - 82 \text{ м}^3$ ;  $59 - 300 \text{ м}^3$ ;  $56 - 95 \text{ м}^3$ ;  $58 - 119 \text{ м}^3$ ;  $30 - 59 \text{ м}^3$ ;  $132 - 201 \text{ м}^3$ .

Данные изменения концентрации метана в целом позволяют фиксировать факт выполнения противовыбросного мероприятия. Во всех случаях наблюдалось увеличение концентрации метана на исходящей струе воздуха. Факт разницы в абсолютных значениях можно объяснить различными точками замера в сечении выработки стационарной аппаратурой и приборами эпизодического действия. Критерии эффективного применения противовыбросных

мероприятий могут быть установлены после дополнительных исследований всех технологических процессов, происходящих в конкретном забое, режима проветривания, параметров и очередности выполнения противовыбросных мероприятий, месторасположения и количества датчиков контроля содержания метана и объема прошедшего воздуха. Результаты экспериментов показали, что выполнение локального противовыбросного мероприятия сопровождается значительным увеличением концентрации метана в исходящей из забоя струе воздуха и, соответственно, также значительным приростом газовыделения.

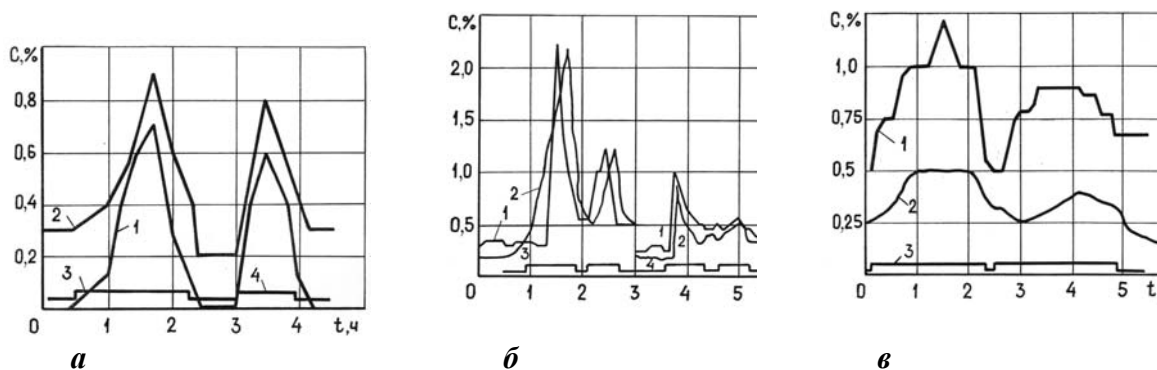


Рисунок 3 – Изменение концентрации метана  $C$  во времени  $t$  в исходящей струе воздуха при гидрорыхлении угольного массива: а- зап. конвейерный штрек пл.  $l_1$  шахты им. А.Ф. Засядько; б - зап. вентил. штрек пл.  $m_3$  шахты им. В.М. Бажанова; в - откаточный штрек пл.  $h_3$  шахты «Углегорская»; 1 – результаты измерений концентрации метана газоопределятелем; 2 – данные аппаратуры АКМ; 3 – отметки времени гидрорыхления через скв. 1; 4 – то же через скв. 2

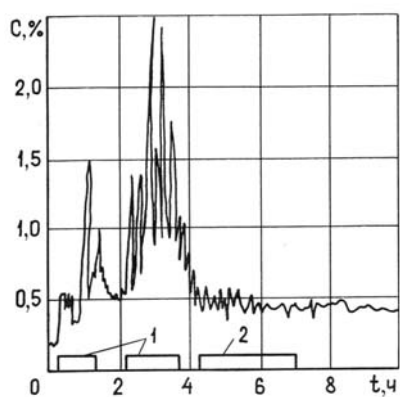


Рисунок 4 – Изменение концентрации метана  $C$  во времени  $t$  в исходящей струе воздуха при гидрорыхлении (а) и выемке угля (б) в вентиляционном штреке шахты им. В.М. Бажанова: 1 – отметки времени гидрорыхления; 2 – выемка угля

Количественно факт выполнения мероприятия (гидрорыхление) характеризуется следующим образом. Средняя за период нагнетания концентрация метана в исходящей струе воздуха превышает фоновую в 1,3 – 1,6 раза для очистных выработок и в 1,9 – 2,4 раза – для забоев подготовительных выработок. Естественно, еще более ярко выраженным является превышение максимальной за период выполнения мероприятия концентрации метана над фоновой. При гидрорыхлении в первом периоде концентрация метана относительно равномерно и быстро достигает максимума, во втором – медленно снижается до фоновой.

При этом, в процессе ведения горных работ, на каждом участке повышения концентрации метана выше допустимой, согласно ПБ, все работы должны быть прекращены, люди выведены в безопасное место, электроэнергия отключена и приняты меры к восстановлению нормальной (не-



опасной) концентрации метана в забое. Т.е. процесс выполнения мероприятий прерывается, что, в свою очередь, может сказаться на его эффективности. Поэтому достаточно важной задачей при выполнении противовыбросных мероприятий остается регулирование процесса воздействия на угольный массив с целью недопущения опасных концентраций метана в забое выработки.

Для выполнения сравнительной оценки содержания метана в исходящей струе воздуха при проведении противовыбросных мероприятий и при выемке угля в подготовительных выработках использовалась методика, предложенная в работе [3]. Методика заключалась в разграничении концентрации метана в исходящей струе воздуха при различных видах выполняемых в забое работ (осуществление противовыбросных мероприятий или выемка угля). К анализу принимались максимальные значения концентрации метана при выполнении гидрорыхления ( $C_m$ ) и при выемке угля ( $C_g$ ) на экспериментальных участках подготовительных выработок, записанные на ленту аппаратуры АКМ. Было установлено, что при выполнении противовыбросных мероприятий содержание метана в исходящей струе сначала увеличивается от фонового значения до максимального, затем уменьшается до значения, близкого или равного фоновому. Возможно аналогичный характер может иметь динамика концентрации метана при выемке угля.

В дальнейшем были выполнены исследования абсолютного и относительного газовыделения из зоны обработки угольного пласта при выполнении противовыбросных мероприятий. При исследованиях, на расстоянии 30 м от места выполнения мероприятия, в исходящей струе через 5 – 10 мин проводились измерения концентрации метана и количества воздуха, подаваемого в выработку. Абсолютное газовыделение рассчитывалось по формуле [3, 10]:

$$Q_2 = \frac{\sum C_i \cdot Q_{\text{воз}} \cdot t}{100}, \text{ м}^3, \quad (2)$$

где  $C_i$  - значение концентрации метана, измеренное в процессе выполнения мероприятия, %;  $Q_{\text{воз}}$  - количество подаваемого воздуха, м<sup>3</sup>/мин;  $t$  - время, затраченное на выполнение мероприятия, мин.

Удельное метановыделение определялось по формуле:

$$Q_{2.уд} = \frac{\sum (C_i - C_0) \cdot Q_{\text{воз}} \cdot t}{100M}, \text{ м}^3/\text{т}, \quad (3)$$

где  $C_0$  - концентрация метана до выполнения мероприятия, %;  $M$  - масса угля в объеме обрабатываемой зоны.

Количественно оценить влияние мероприятия позволяет такой показатель, как удельное метановыделение, которое дает возможность определить оставшуюся газоносность пласта в месте его обработки. Как видно, из данных, приведенных при различных параметрах гидрорыхления (количество закачиваемой воды изменялось от 1,1 до 3,1 м<sup>3</sup>, давление от 18 до 23 МПа, на шахте «Углегорская»), величина удельного метановыделения изменялась от 0,51 до 4,33 м<sup>3</sup>/т, при этом изменялась и оставшаяся газоносность, по которой можно оценить факт выполнения и эффективность применяемого мероприятия.

Выполненный авторами анализ распределения газоносности в призабойной зоне угольного пласта имеет следующий характер. От забоя выработки в глубь массива газоносность плавно возрастает. На участке, равном, примерно, 1 м до глубины герметизации скважины газоносность резко возрастает. На расстоянии, равном 1 м от глубины герметизации в сторону забоя выработки, газоносность, примерно, на 30 % ниже, чем на глубине герметизации. При гидрорыхлении выемка угля производится в несколько циклов, после каждого из которых происходит дополнительная дегазация призабойной зоны угольного пласта. Поэтому, при оценке эффективности гидрорыхления, величина остаточной газоносности должна приниматься на 40% ниже средней газоносности угольного пласта после выполнения противовыбросных мероприятий. Этот факт объясняется тем, что при гидрорыхлении выемка угля

ведется до глубины герметизации скважины, если гидрорыхление эффективно. Последующий цикл гидрообработки ведется на участке фильтрующей части скважины, т.е. как бы на отдельных участках от груди забоя происходит двойная обработка пласта – в текущем цикле обрабатывается глубина фильтрующей части, т.е. там остаточная газоносность должна быть меньше, если гидрорыхление фактически выполнялось.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности применения в качестве одного из способов контроля безопасности и надежности выполнения противовыбросных мероприятий по изменению концентрации метана в исходящей струе воздуха. При этом установлено следующее:

1. При выполнении противовыбросных мероприятий снижается газоносность угля, а концентрация метана в струе воздуха во время выполнения противовыбросных мероприятий и при выемке угля существенно отличаются.

2. По увеличению концентрации метана, соответствующей времени выполнения противовыбросных мероприятий, в отдельных случаях можно контролировать факт их выполнения. Так, выполнение локальных противовыбросных мероприятий сопровождается значительным (в 1,5 – 6,2 раза) увеличением концентрации метана в исходящей из забоя струе воздуха.

3. Величина и динамика концентрации метана достаточно полно характеризуют факт и продолжительность выполнения противовыбросного мероприятия, а применение соответствующих датчиков позволяет автоматизировать контроль его выполнения.

4. Проведенные экспериментальные исследования подтверждают вывод о том, что газоносность пласта является одним из информативных показателей эффективности применения противовыбросных мероприятий.

#### Список литературы

1. Ольховиченко, А.Е. О прогнозе выбросоопасности угольных пластов по их эффективной газоносности / А.Е. Ольховиченко, А.И. Пантелеев, А.И. Моложан // Прогноз и предотвращение газодинамических явлений в угольных шахтах. Научные сообщения ИГД им. А.А. Скочинского. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, Вып. 209, 1982.- С.54-57.

2. Нечаев, А.В. Контроль за технологическими процессами на выбросоопасных пластах по газовыделению в выработку // А.В. Нечаев / Прогноз и предотвращение газодинамических явлений в угольных шахтах. Научные сообщения ИГД им. А.А. Скочинского. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, Вып. 209, 1982.- С. 76-81.

3. Минеев, С.П. Горные работы в сложных условиях на выбросоопасных угольных пластах / С.П. Минеев, А.А. Рубинский, О.В. Витушко, А.Г. Радченко.- Донецк: Східний видавничий дім, 2010.- 604 с.

4. Шадрин, А.В. Основы автоматизированного непрерывного ГДЯ- мониторинга на угольных шахтах Кузбасса / А.В. Шадрин, В.А. Коваленко // Вестник КузГТУ, 2001, №3. – С.28-31.

5. Ольховиченко, А.Е. О некоторых общих принципах разработки автоматизированных способов прогноза выбросоопасности угольных пластов / А.Е. Ольховиченко, В.И. Назаренко, Е.И. Верховский // Создание безопасных условий труда в угольных шахтах.- Макеевка-Донбасс: МакНИИ, 1985.- С. 97-101.

6. Методика определения природной газоносности угольных пластов действующих и строящихся шахт Донбасса. – Макеевка-Донбасс: МакНИИ, 1981. – 83 с.

7. Недашковский, И.В. Определение газоносности угольного пласта в призабойной зоне / И.В. Недашковский, А.И. Пантелеев, Н.И. Воронцов.- Уголь.- 1972, №12.- С.

8. Ткачук, С.П. Автоматизированный метод контроля эффективности противовыбросных мероприятий. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд.техн.наук. - М.: МакНИИ, 1992.- 24с.

9. Верховский, Е.И. Оценка содержания метана в атмосфере горных выработок после внезапного выброса угля и газа / Е.И. Верховский, И.Р. Венгеров // Борьба с газом, пылью и выбросами в угольных шахтах: Сб. науч. тр. / МакНИИ. – Макеевка-Донбасс, 1976. – Вып. 12. – С. 100 – 102.

10. Большинский, М.И. Для обеспечения безопасности горных работ / М.И. Большинский, С.П. Ткачук, В.С. Грязнов [и др.] // Безопасность труда в промышленности. – 1989. - № 6. – С. 29 – 31.