

УДК 622.411.33

Н.И. Антощенко (д-р техн. наук, проф.),

Ю.В. Бубунец (инж.),

М.В. Филатьев (инж., асп.)

Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, Украина

ВЛИЯНИЕ НАДРАБОТКИ НА ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕ ПРИ ВЕДЕНИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ НА АНТРАЦИТОВЫХ ПЛАСТАХ

Проведено исследование зависимости газовой выделенности от добычи угля соответственно в ненадработанных и надработанных зонах. Установлена и статистически подтверждена разная степень влияния уровня добычи угля на метановыделение в горные выработки и дегазационные скважины в этих зонах.

Ключевые слова: газовой выделение, ненадработанная зона, надработанная зона, уровень добычи угля, горные выработки, дегазационные скважины.

Изменение уровня метановыделения в выработки выемочных участков при отработке газоносных угольных пластов существенно влияет на безопасность ведения горных работ. Учитывая произошедшие в недавнем прошлом аварии, связанные со взрывами метановоздушных смесей в угольных шахтах и их негативные последствия, изучение вопросов, направленных на безопасное ведение очистных работ, является актуальным.

Известно, что предварительная надработка разрабатываемого газоносного угольного пласта приводит к существенному снижению метановыделения в горные выработки [1]. Количественная оценка изменения газовой выделенности при ведении очистных работ в ненадработанных и надработанных зонах до настоящего времени не производилась. Целью исследования является установление количественных соотношений газовой выделенности при ведении очистных работ в указанных зонах.

Одним из главных факторов, кроме надработки, влияющим на изменение газовой выделенности, является уровень добычи угля на выемочном участке [2]. Установлено [3], что зависимость газовой выделенности из подрабатываемых угольных пластов и пород от до-

бычи угля наиболее полно проявляется при рассмотрении среднемесячных показателей. Такая ситуация обусловлена существенно большей длительностью процессов сдвижения подрабатываемых пород и десорбции газа из сближенных пластов по сравнению с продолжительностью изменения газовыделения непосредственно в рабочем пространстве лавы при выполнении технологических операций по отбойке угля.

Идея состоит в статистической обработке среднемесячных экспериментальных данных, полученных в одних горно-геологических условиях, и сравнении результатов зависимости газовыделения от добычи угля соответственно в ненадработанных и надработанных зонах.

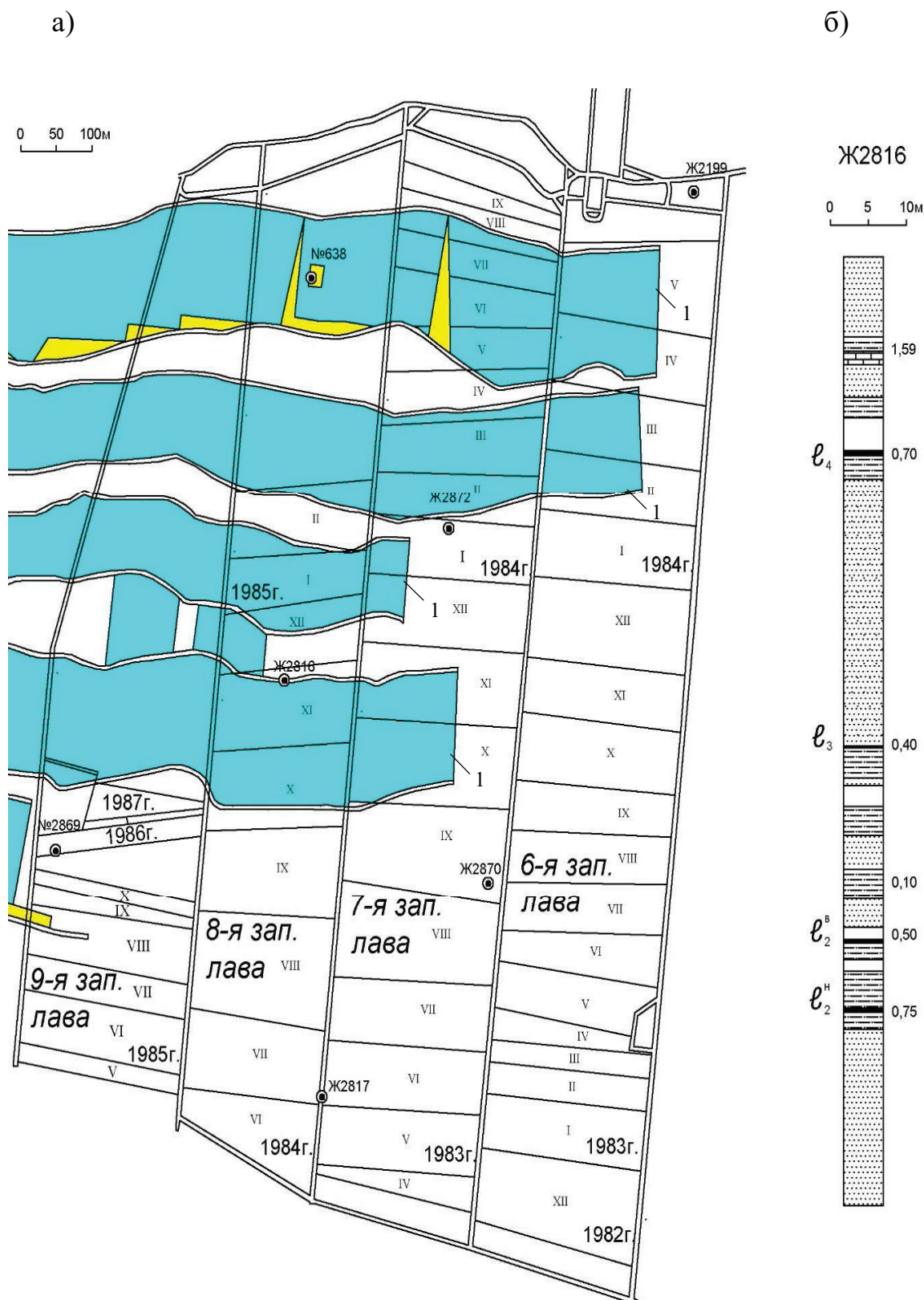
К анализу привлекли результаты наблюдений, проведенных при отработке 6-й, 7-й, 8-й и 9-й западных лав пласта l_2^6 шахтой им. газеты «Известия» ГП «Донбассантрацит». Мощность антрацитового пласта составляла 0,9 м, длины лав находились в пределах 200-240 м, которые обрабатывались столбами по восстанью, угол падения пласта был около 5° . Среднемесячная добыча угля за период отработки лав изменялась от нуля до 1525 т/сут. В начальный период эксплуатация всех выемочных участков происходила в ненадработанной зоне, а затем отработка 6-й, 7-й и 8-й западных лав велась в зонах надработки пластом l_4 , расположенным в кровле на расстоянии 71 м (рис. 1).

Газовыделение происходило, в основном, из выработанных пространств действующих и остановленных очистных забоев. Их доля в общем газовом балансе крыла шахтного поля достигала 90 % и более. На всех участках применялась дегазация подрабатываемых пластов скважинами, пробуренными навстречу очистному забою, которые оставались подключенными к газопроводу после прохода очистного забоя. На период первичной осадки основной кровли заблаговременно бурились скважины над разрезной выработкой. Измерение расходов газа в вентиляционных струях и дегазационных скважинах производили общепринятыми способами (согласно нормативным документам) с периодичностью 1-5 суток на протяжении трех лет. Добыча угля фиксировалась каждые сутки.

Все лавы примыкали с одной стороны к выработанным пространствам ранее отработанных участков, а со второй к массиву угля (рис. 2). Наличие выработанных пространств ранее отработанных лав обуславливало дополнительный приток газа за счет активизации сдвижения пород. Места поступления метана в участковые выработки зависели от направления утечек воздуха через выработанные пространства эксплуатируемых и ранее отработанных лав. Например, исходя из взаимного расположения горных выработок с вентиляционными струями свежего и отработанного воздуха, практически весь дополнительный приток газа из выработанных пространств отработанных лав происходил в исходящую струю 6-й западной лавы. В пункте 1 (см. рис. 2а) фиксировалось суммарное газовыделение из выработанных пространств эксплуатируемой 6-й и отработанной 5-й западных лав. В выработки же 7-й западной лавы газовыделение из ранее отработанных участков, согласно принятой схемы проветривания не происходило. По этой причине, в период совместной отработки спаренных 6-й и 7-й западных лав, в пункте 2 производились замеры газа, поступающего только из выработанного пространства эксплуатируемой лавы.

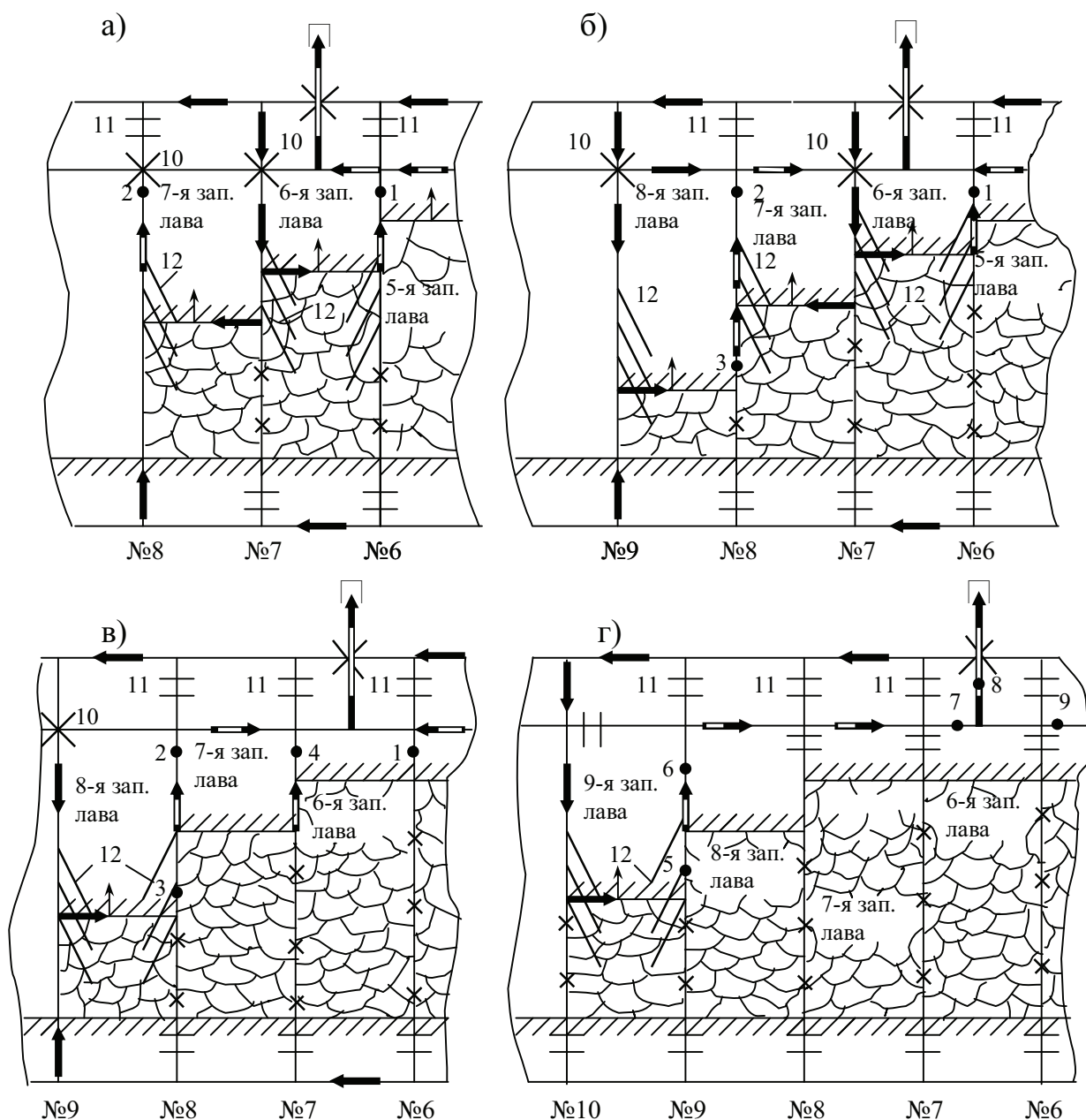
При формировании статистических выборок газовыделения, учитывая влияние утечек воздуха через выработанные пространства на места поступления газа в горные выработки, рассматривали схемы проветривания каждого выемочного участка и их изменения, связанные с вводом в эксплуатацию новых лав или окончанием очистных работ. Изменения схем проветривания во времени и количества лав в работе приведены в таблице 1.

На основании данных этой таблицы и выкопировки с плана горных работ (см. рис. 1) произвели сортировку экспериментальных данных о газовыделении в выработки и дегазационные скважины при работе лав в ненадработанных и надработанных зонах. В обоих случаях учитывали газовыделение из выработанных пространств ранее отработанных лав, вызванное активизацией сдвижения подработанных пород. Для определения количества газа выделяющегося при этих процессах, в ряде случаев измерения производили за пределами выработок эксплуатируемых участков



1 – зоны выемки пласта I₄ шахтой «Краснокутская».

Рис. 1. Выкопировка с плана горных работ по пласту I₂ шахты им. газеты «Известия» (а) и геологический разрез (б)



а) 6-й и 7-й западных спаренных лав; б) 6-й, 7-й и 8-й западных лав; в) 8-й западной лавы; г) 9-й западной лавы;

← - свежая вентиляционная струя воздуха;

⇨ - исходящая вентиляционная струя отработанного воздуха;

↑ - направление подвигания забоев;

1 9 - номера пунктов замеров газовыделения в горных выработках;

10 - кроссинг;

11 - вентиляционные двери;

12 - дегазационные скважины;

№6 №10 - номера уклонов соответственно с 6-го по 10-й.

Рис. 2. Схемы проветривания выемочных участков при отработке пласта l^6_2 на шахте имени газеты "Известия"

Таблица 1

Сведения о совместной работе лав и схемах проветривания выемочных участков при отработке пласта I_2^6 на шахте имени газеты “Известия”

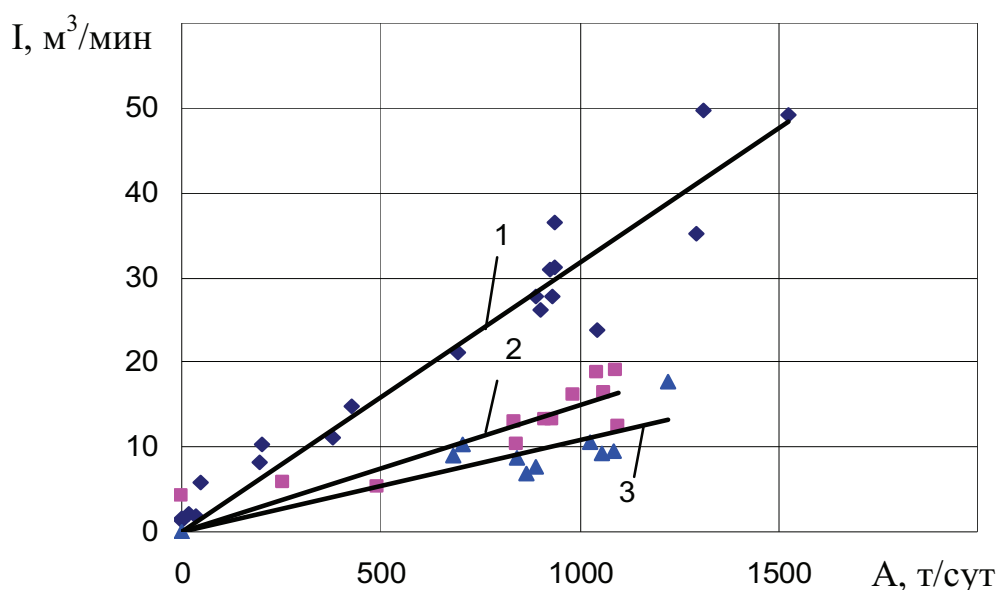
Период наблюдений	Лавы, находящиеся в эксплуатации при проведении экспериментов	Схема проветривания согласно рисунку 2	Примечание
01.09.1983 ÷ 17.04.1984	6-я и 7-я западные	а)	Газовыделение при активизации сдвижения пород вызвано работой спаренных 6-й и 7-й западных лав
18.04.1984 ÷ 30.06.1984	6-я, 7-я и 8-я западные	б)	Газовыделение при активизации сдвижения пород вызвано работой 8-й западной лавы
01.07.1984 ÷ 28.08.1984	7 и 8 западные	б)	то же
29.08.1984 ÷ 03.09.1984	8 западная	в)	то же
04.09.1984 ÷ 24.09.1984	7 и 8 западные	б)	то же
25.09.1984 ÷ 30.04.1985	8 западная	в)	то же
03.05.1985 ÷ 14.05.1985	9 западная	г)	8-й уклон открыт, 7-й уклон закрыт
15.05.1985 ÷ 19.06.1985	то же	г)	7-й и 8-й уклоны открыты
20.06.1985 ÷ 27.06.1985	то же	г)	7-й уклон открыт, 8-й уклон закрыт
28.06.1985 ÷ 30.06.1986	то же	г)	7-й и 8-й уклоны закрыты

(см. рис. 2в и 2г). К обработке не привлекались данные, полученные в начальные периоды эксплуатации лав, связанные с отходом очистных забоев от разрезных выработок и формированием газового баланса выемочных участков.

Из выборки исключены также результаты наблюдений, полученные после остановки очистных забоев с высокой добычей (около 500 т/сут) в предыдущий период эксплуатации лав. Это обусловлено тем, что большей нагрузке соответствует более высокий уровень газовыделения после прекращения очистных работ. При отсутствии добычи газовыделение зависит только от затухающих процессов десорбции газа из угля и пород, которое в

конечном итоге стремится к нулю. По этой причине, изучая влияние надработки пластов, целесообразно рассматривать зависимости газовыделения от добычи угля, проходящие через начало координат.

Методика отбора экспериментальных данных, учитывающая степень развития очистных работ, схемы проветривания выемочных участков, направление утечек воздуха через выработанные пространства отработанных лав и затухание процессов газовыделения во времени при отсутствии добычи угля позволила оценить влияние надработки на изменение газовыделения в горные выработки (рис. 3) и дегазационные скважины (рис. 4).

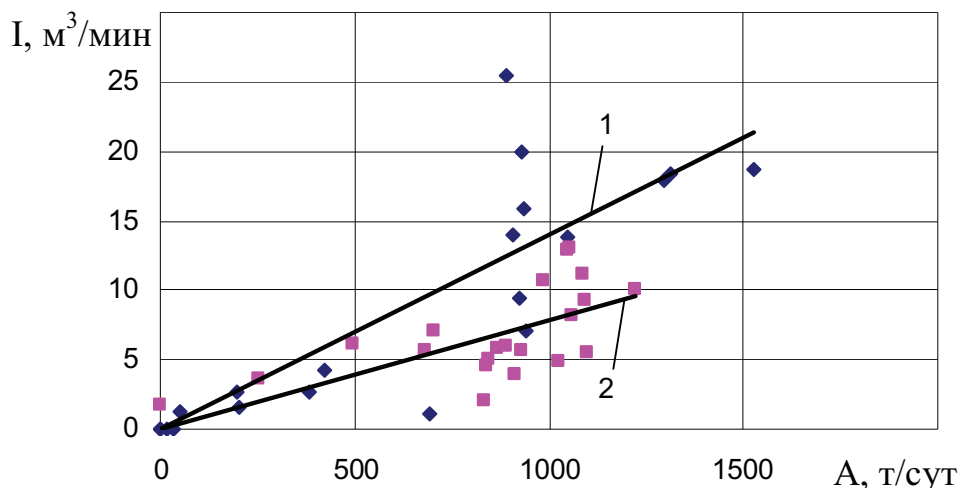


1, 2, 3 – осредняющие прямые газовыделения в выработки соответственно при эксплуатации 6-й, 8-й, 9-й лав в ненадработанных зонах, 6-й, 8-й, лав в надработанных зонах, 7-й лавы в надработанной зоне;

◆■▲ – экспериментальные данные, полученные соответственно в ненадработанных зонах (6-я, 8-я и 9-я лавы), надработанных зонах (6-я и 8-я лавы) и надработанной зоне (7-я лава).

Рис. 3. Изменение газовыделения в горные выработки пласта l_2^6 на шахте имени газеты “Известия”

В инженерной и исследовательской практике связь считают сильной, если выборочный коэффициент корреляции $|r| > 0,7$ и функциональной при $|r| > 0,9$. Величина r определена достоверно, если его значимость $t_r > 3,0$ [4]. Это позволяет утверждать, что



1, 2 – осредняющие прямые газовыделения в дегазационные скважины соответственно 6-й, 8-й и 9-й лав в ненадработанных зонах и 6-й, 7-й, и 8-й лав в надработанных зонах;

◆ ■ – экспериментальные данные, полученные соответственно в ненадработанных зонах (6-я, 8-я и 9-я лавы), надработанных зонах (6-я, 7-я и 8-я лавы).

Рис. 4. Изменение газовыделения в дегазационные скважины пласта l_2^b на шахте имени газеты “Известия”

газовыделение в ненадработанных и надработанных зонах изменялось прямопропорционально среднемесячной нагрузке каждого очистного забоя. Снижение газовыделения в надработанных зонах, при установленном прямопропорциональном виде зависимостей газовыделения от добычи угля, характеризуется соотношением коэффициентов регрессии, определенным для каждой из рассматриваемых зон. В ненадработанных зонах эмпирический коэффициент регрессии в уравнении (1), описывающей газовыделение в горные выработки при работе 6-й, 8-й и 9-й западных лав равен 0,0327, а в надработанных зонах для 6-й и 8-й лав значение рассматриваемого параметра составляло 0,0154 (см. табл. 2).

Это свидетельствует, что предварительная отработка пласта l_4 удаленного от пласта l_2^b на 71 м привела к снижению газовыделения в выработки последнего в 2,1 раза. Почти в три раза произошло снижение газовыделения в исходящую вентиляционную струю воздуха 7-й западной лавы (см. рис. 3 и табл. 2). Исходя из схемы проветривания этого выемочного участка (см. рис. 2б)

можно предположить, что зависимость (4) характеризует газовыделение только из выработанного пространства эксплуатируемой лавы. Более существенное снижение газовыделения в выработки 7-й западной лавы обусловлено отсутствием газовыделения из выработанных пространств ранее отработанных лав.

Таблица 2

Результаты статистической обработки экспериментальных данных газовыделения в выработки и дегазационные скважины при эксплуатации 6-й, 7-й, 8-й и 9-й западных лав на пласте l^6 шахтой им. газеты «Известия»

Лавы	Газовыделение	Ведение очистных работ в не-надработанных зонах				Ведение очистных работ в надработанных зонах			
		Количество данных	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции	Значимость коэффициента корреляции	Количество данных	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции	Значимость коэффициента корреляции
6-я, 8-я, 9-я	В выработки	20	$I = 0,0327A(1)$	0,966	15,9	-	-	-	-
	В скважины	20	$I = 0,0136A(2)$	0,852	6,9	-	-	-	-
6-я, 8-я	В выработки	-	-	-	-	12	$I = 0,0154A(3)$	0,870	5,6
7-я	В выработки	-	-	-	-	9	$I = 0,0107A(4)$	0,597	2,0
6-я, 7-я, 8-я	В скважины	-	-	-	-	21	$I = 0,0078A(5)$	0,597	3,2

Зависимость в надработанных зонах (3), установленная для 6-й и 8-й западных лав соответствует суммарному газовыделению из выработанных пространств эксплуатируемой и ранее отработанных лав. Соотношение между коэффициентами регрессии уравнений 3 и 4 (см. табл. 2) свидетельствует, что из выработанного пространства ранее отработанных лав в горные выработки поступало около одной трети от общего количества газа, выделяющегося в шахтную вентиляционную струю воздуха в надработанных зонах.

Исходя из соотношения коэффициентов регрессии уравнений 2 и 5 следует, что метановыделение в дегазационные скважины в надработанных зонах сократилось примерно в 1,7 раза.

Статистические параметры (r , t_r), характеризующие тесноту и достоверность зависимостей метановыделения в горные выработки и дегазационные скважины, существенно отличаются между собой.

Установлена более тесная и значимая зависимость газовыделения от добычи угля в выработки по сравнению с изменением метановыделения в скважины. В ненадработанных зонах эти зависимости (1 и 2) соответственно характеризовались параметрами $r = 0,966$, $t_r = 15,9$ и $r = 0,852$, $t_r = 6,9$. Аналогичное соотношение получено для уравнений 3 и 5 в надработанных зонах, в которых указанным зависимостям соответствовали значения $r = 0,870$, $t_r = 5,6$ и $r = 0,597$, $t_r = 3,2$.

Для получения более достоверных зависимостей метановыделения в скважины необходимо учитывать ряд дополнительных влияющих факторов. К ним относятся количество скважин, находящихся в эксплуатации, способ их охраны от разрушения, вид вентиляционной струи воздуха в горной выработке, наличие процессов активизации сдвижения подработанных пород вблизи скважин, производительность дегазационной системы и т.д. Рассмотрение указанных вопросов необходимо для обеспечения безопасных условий отработки газоносных угольных пластов.

Полученные достоверные зависимости газовыделения характерны только для одних горно-геологических условий, но проведенные исследования позволяют сделать важные для науки и практики обобщающие выводы:

- применение разных схем проветривания, отличающихся направлением утечек воздуха через выработанные пространства эксплуатируемой и отработанных лав, практически не влияет на общий уровень газовыделения из этих источников;

- предварительная надработка пластом, удаленным на 71 м от разрабатываемого привела к снижению метановыделения в 2,1 раза в горные выработки и 1,7 раза в дегазационные скважины. Это свидетельствует, что при отработке антрацитового пласта

мощностью 0,9 м существенное газовыделение может происходить из подрабатываемых пластов, удаленных на расстоянии более восьмидесятикратной мощности разрабатываемого пласта;

- экспериментально установлена и статистически подтверждена разная степень влияния уровня добычи угля на метановыделение в горные выработки и дегазационные скважины, что указывает на необходимость учитывать эту особенность при проектировании вентиляции и дегазации выемочных участков.

Список литературы

1. Антощенко Н.И. Влияние целиков угля на газовыделения при отработке сближенных пластов / Н.И. Антощенко, М.В. Павлив // Уголь. - 1988. - № 3. - С. 14 - 17.

2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт / ред. кол.: С.В. Янко [и др.] ; под ред. С.В. Янко. – Киев : Основа, 1994. – 311 с.

3. Геомеханические процессы и прогноз динамики газовыделения при ведении очистных работ в угольных шахтах / Н. И. Антощенко, В. Н. Окалелов, В. И. Павлов [и др.]. – Алчевск: Дон ГТУ – 2010 – 449 с.

4. Богатов Б.А. Математические методы в торфяном производстве / Б.А. Богатов, В.Д. Копенкин. – М. – Недра – 1991 – 240с.

Стаття надійшла до редакції 15.11.2012.

Рекомендовано до друку д-ром техн.наук С.В. Борщевським

М.І. Антощенко, Ю.В. Бубунець, М.В. Філатьєв

Донбаський державний технічний університет, м. Алчевськ, Україна

ВПЛИВ НАДРОБОТКИ НА ГАЗОВИДІЛЕННЯ ПРИ ВЕДЕННІ ОЧИСНИХ РОБІТ НА АНТРАЦИТОВИХ ПЛАСТАХ

Проведено дослідження залежності газовиділення від видобутку вугілля відповідно в ненадроблених та надроблених зонах. Встановлена та статистично підтверджена різна ступінь впливу рівня видобутку вугілля на метановиділення в гірничі виробки та дегазаційні свердловини у цих зонах.

Ключові слова: газовиділення, ненадроблена зона, надроблена зона, рівень видобутку вугілля, гірничі виробки, дегазаційні свердловини.

N.I. Antoshchenko, Yu.V. Bubunets, M.V. Filatiyev

Donbass State Technical University, Alchevsk, Ukraine

IMPACT OF OVER-WORKING ON GAS EMISSION DURING SECOND WORKING IN ANTRACITE LAYERS

The paper discusses gas emission dependence on coal extraction in under-worked and over-worked areas. We defined and statistically confirmed the vary-

ing degree of coal extraction rate influence on methane emission level in excavations and degassing wells in these areas.

Key words: gas release, over-worked zone, coal production rate, mine excavations, degassing wells.