

В.И. Гаврилов, к.т.н.; А.П. Петух, к.т.н.;
Е.Г. Бардулин; В.В. Власенко, асп.
(ИГТМ НАН Украины);
Д.М. Житленок, д.т.н.; О.В. Московский, асп.
(ГП «Дзержинскуголь»);
А.С. Пригунов, д.т.н.
(ГВУЗ «НГУ»)

**ДЕГАЗАЦИЯ И СНИЖЕНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ
АКТИВНОСТИ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ПОТОЛКОУСТУПНОЙ ЛАВЫ
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ**

Розроблено спосіб комплексної профілактичної обробки напружених газонасичених вугільних пластів гідродинамічною дією скрізь свердловини з підземних виробок. Відпрацьовано елементи дегазації і зниження газодинамічної активності викидонебезпечного масиву

**DEGASSING AND DROP OF GASDYNAMIC
ACTIVITY OF UPPER PART OF OVERHEAD WALL
BY HYDRODYNAMIC METHOD**

Developed method of complex preventive processing of intense gas saturated and outburstprone coal layers before its baring and during processing by hydrodynamic method through holes drilled from underground mines. Elaborated elements of degassing and drop of gas dynamic activity of outburst prone mass

Увеличение глубины ведения горных работ по добыче угля приводит к ухудшению горно-геологических условий массива горных пород. Связанное с увеличением глубины разработки повышение газовыделения в горные выработки и газодинамической активности угольных пластов ставят вопрос не только об обеспечении содержания метана в рудничной атмосфере в пределах допустимых норм, но и снижение газодинамической активности угольных пластов. Отсутствие достаточно эффективных способов решения этого вопроса приводит к снижению нагрузки на очистные забои, частым остановкам работ, в том числе и по газовому фактору, значительным потерям времени на нормализацию газового режима и снижению безопасности ведения горных работ [1]. В настоящее время этот вопрос решается, в основном, пассивным методом путем увеличения количества воздуха, подаваемого для проветривания участка или шахты, или снижением нагрузки на очистной забой и активным методом путем сохранения количества подаваемого воздуха на прежнем уровне, но одновременно уменьшением газовыделения с помощью предварительной дегазации.

При переходе горных работ на нижние горизонты даже при нормативных способах предварительной дегазации приходится увеличивать количество подаваемого воздуха [2]. Это увеличение в некоторых случаях получается настолько большим, что для продвижения воздуха по выработкам шахты требуется либо увеличивать сечение выработок, либо значительно повышать производительность главных вентиляционных установок. При разработке пластов, склонных к самовозгоранию, повышение депрессии приводит к возникновению

большого числа подземных пожаров. Кроме того, увеличение скорости движения воздуха по выработкам приводит к большей запыленности шахтного воздуха, что в свою очередь, усложняет проведение мер по ликвидации этого явления. Поэтому более перспективным выглядит активный способ предварительной дегазации и снижения газодинамической активности угольного пласта.

Одним из возможных способов решения этого вопроса является дегазация угольного пласта и снижение его газодинамической активности путем применения гидродинамического воздействия через скважины, пробуренные из подготовительных выработок. В результате проведения гидродинамического воздействия на пласт происходит перераспределение сил горного давления в горном массиве, повышается трещиноватость угля и его газопроницаемость. Выделяющаяся при проведении ГДВ и после него часть метана через технологические скважины выпускается в подготовительную выработку, а часть дегазируется по мере ведения выемочных работ, что позволяет существенно снизить его приток в очистной забой. Эффективность способа подтверждается положительными результатами его применения для предотвращения газодинамических явлений при вскрытии крутых угольных пластов, для дегазации и снижения газодинамических явлений в нижней части щитовых лав, а также для интенсификации дегазации пологих угольных пластов [3, 4].

Целью исследований является повышение эффективности дегазации и снижение газодинамической активности верхней части газонасыщенного угольного пласта потолкоуступной лавы гидродинамическим воздействием.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих основных задач:

- 1) разработать схемы и параметры заложения технологических скважин;
- 2) установить параметры гидродинамического воздействия, обеспечивающие наиболее эффективную предварительную дегазацию и снижение газодинамической активности обрабатываемой части угольного пласта;
- 3) установить численные значения элементов дегазации и снижения газодинамической активности верхней части угольного пласта, склонного к газодинамическим явлениям.

Предметом исследования по проведению работ по дегазации верхней части потолкоуступной лавы гидродинамическим воздействием являлся горный массив потолкоуступной лавы, отрабатывающей угольный пласт l_7^6 – «Пугачевка – восток» шахты им. Ф.Э. Дзержинского, и вентиляционная выработка, проводимая для его подготовки.

Мощность пласта: геологическая – $0,86 \div 1,10$ м, полезная – $0,82 \div 0,98$ м, вынимаемая – $1,02 \div 1,44$ м, угол падения пласта 58° .

Угольный пласт l_7^6 – Пугачевка на всем протяжении выемочного поля выдержан по мощности и строению, состоит из одной пачки угля, в которой выделяются слои разной степени нарушенности. Верхний слой мощностью $0,25 \div 0,30$ м представлен углем полублестящим, слоистой текстуры, с включением линз сернистого колчедана, трещиноватый, трещины разнонаправленные, крепость средняя, I - II типа нарушенности. Ниже – уголь полублестящий до по-

луматового, состоит из отдельных линз с отполированной поверхностью, слоистость отсутствует, слабый, склонный к высыпанию, мощность слоя $0,02 \div 0,08$ м, тип нарушения III. Нижний слой мощностью $0,55 \div 0,60$ м – уголь полублестящий, слоистой текстуры, с включением линз сернистого колчедана, трещиноватый, средней крепости, I - II типа нарушения.

Наличие углисто-глинистого сланца в кровле значительно снижает сцепление пласта с боковыми породами и может происходить самопроизвольное обрушение угля из нависающего массива.

Гипсометрия пласта спокойная. Природная газоносность $19 \div 21$ м³/т с.б.м., выход летучих веществ $29,4 \div 33,4$ %. Крепость угля $f = 0,8 \div 1,0$, объемный вес $1,3 \div 1,4$ м³/т.

Пласт l_7^6 опасный по внезапным выбросам угля и газа, опасный по обрушению угля, опасный по взрывчатости угольной пыли, к самовозгоранию не склонен, по горным ударам не опасен.

Вышележащий горизонт отработан на полевой откаточный штрек с оставлением межэтажного целика $6 \div 7$ м. Пласт l_7^6 надработан ранее отработанным пластом m_3 .

Ведение горных работ осложнено наличием ЗПГД 3 категории опасности от пласта l_5 - Солёный. Зона распространяется с 42 по 106 м по падению, считая от вентиляционного штрека.

Лава-этаж с потолкоуступной формой забоя с диагональными уступами и выемкой угля отбойными молотками.

Система разработки – сплошная, отработка выемочного участка прямым ходом:

- по вентиляционному горизонту 1026 м на проводимый полевой вентиляционный штрек с последующим группированием на задний главный квершлаг;
- по откаточному горизонту 1146 м – на проводимый полевой штрек с последующим группированием на задний главный квершлаг;
- вышележащий горизонт отработан.

Способ управления горным давлением - удержание на кострах с разделением лавы на предельные пролеты.

Охрана вентиляционного штрека осуществляется угольными целиками размером $6 \times 4,5$ м и бутовой полосой, откаточный штрек – полевой.

Организация работ при отработке участка - две смены по добыче угля, одна ремонтно - подготовительная и одна ремонтно - профилактическая.

Вентиляционный и откаточный штреки проводились полевыми на расстоянии не менее 3 и 5 м соответственно (по нормали) в почве пласта.

Для дегазации верхней части угольного пласта с полевого вентиляционного штрека на пикете ПК36+8 была пробурена технологическая скважина №1 длиной 4,2 м (рис. 1).

Породная часть скважины на длину 3,2 м была разбурена до диаметра

150 мм под обсадные трубы и загерметизирована. Герметизация произведена цементно-песчаным раствором в соотношении Ц:В:П = 1:1:2.

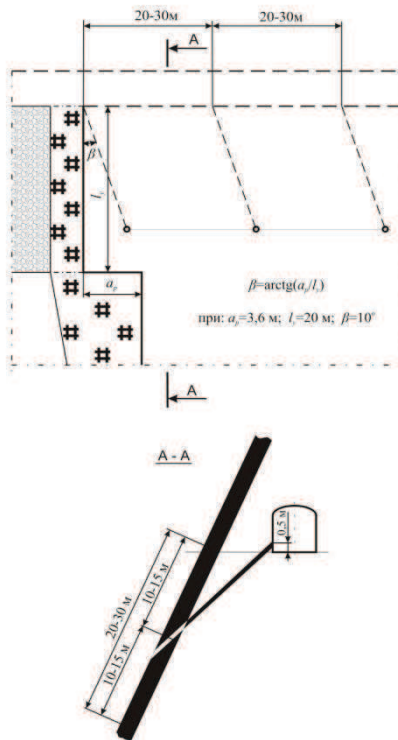
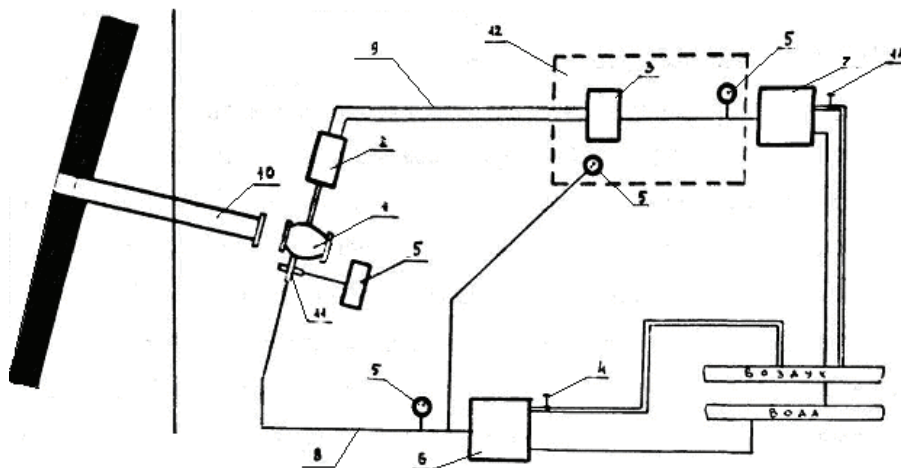


Рис. 1 - Расположение скважины №1 для гидродинамического воздействия на ПК 36+8

При проведении горно-экспериментальных работ оборудование было расположено по схеме, приведенной на рис. 2.

После проверки скважины на герметизацию было произведено 11 циклов гидродинамического воздействия.



1 – задвижка; 2 – гидроцилиндр с пружинным механизмом; 3 – гидрораспределитель (Эра); 4 – вентили; 5 – манометры; 6, 7 – насосные установки; 8 – высоконапорные шланги для воды; 9 – высоконапорные шланги для масла; 10 – обсадная труба; 11 – крестовина; 12 – дистанционный пульт управления

Рис. 2. – Схема расположения оборудования, приборов и высоконапорной арматуры

Работы по гидродинамическому воздействию на угольный пласт через сква-

жины осуществлялись в следующей последовательности: закрывалась задвижка УГВ и насосной установкой в технологической скважине создавалось давление 2÷7 МПа, затем производился его сброс за 0,1÷1,0 с и осуществлялся выпуск угля с водой и газом. Во время гидродинамического воздействия велись замеры расхода воды и состояния газовой обстановки в выработке.

Наблюдения за концентрацией метана в исходящей струе воздуха и суточной добычей по лаве проводились с первого по 16 ноября 2010 г. (табл. 1, табл. 2, табл. 3).

Таблица 1 – Изменение среднесуточной концентрации метана в исходящей струе воздуха из участка за 16 дней ноября 2010 г., %

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Среднее
С _{ср.с.} , %	0,18	0,23	0,20	0,22	0,21	0,21	0,20	0,21	0,22	0,14	0,18	0,22	0,22	0,23	0,24	0,18	0,216
С _{ср.с.ф.} , %																	0,155

Таблица 2 – Расчетные показатели гидродинамической обработки

Среднемесячная суточная концентрация метана в исходящей струе участка С _{ф.с.} , %	0,215
Фоновая среднесуточная концентрация метана в исходящей струе участка С _{ф.ср.с.}	0,155
Объем выхода газа из обработанной зоны, V _г , м ³	8676
Расчетный объем газа в обрабатываемой зоне, V _р , м ³	19285
Площадь обработки S _о , м ²	706
Масса угля в обрабатываемой зоне, т	920
Расчетная масса извлечения угля из обрабатываемой зоны	0,9
Фактическая масса извлеченного угля их	-
Радиус обработки, R _ф , м	15
Коэффициент дегазации обрабатываемой зоны	0,45

Таблица 3 - Показатели суточной добычи угля из лавы №65

Месяц	Ноябрь																
	Дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Суточная добыча, т	158	156	193	143	155	177	156	149	149	169	154	153	181	144	154	154	
Средняя																	165

Анализ таблицы 1 показывает, что после бурения технологической скважины и гидродинамической обработки верхней части угольного пласта, склонного к газодинамическим явлениям, среднесуточная концентрация метана в исходящей струе воздуха увеличилась и составила 0,216 %.

По полученным исходным данным были определены следующие элементы дегазации верхней части потолкоуступной лавы в результате гидродинамического воздействия.

Коэффициент дегазации

$$k_d = \frac{V_{\phi}}{V_p},$$

где V_ϕ - объем фактически вышедшего газа из отработанной зоны угольного пласта, м³; V_p - расчетный объем газа в обрабатываемой зоне угольного пласта, м³.

Объем фактически вышедшего газа из отработанной зоны

$$V_\phi = 0,01 \cdot Q_u (C_{cp.c} - C_{cp.c.\phi}) N,$$

где Q_u - количество воздуха на исходящей струе участка, м³/сут.; $C_{cp.c}$ - среднесуточная концентрация метана в исходящей струе участка при обработке отработанной зоны, %; $C_{cp.c.\phi}$ - фоновая концентрация метана в исходящей струе участка до подхода забоя лавы к отработанной зоне пласта и после выхода из неё, %; N - количество расчетных суток, сут.

Расчетный объем газа в обрабатываемой зоне угольного пласта

$$V_p = S_3 \cdot m \cdot \gamma \cdot \chi,$$

где S_3 - площадь отработанной зоны, м²; m - полезная мощность угольного пласта, м; $\gamma = 1,33$ т/м³ - объёмная масса угля; χ - природная газоносность угольного пласта, м³/т с.б.м.

Площадь отработанной зоны

$$S_3 = \pi R_0^2$$

где R_0 - радиус зоны обработки, м.

Радиус зоны обработки верхней части лавы

$$R_0 = \left(\frac{V_p}{\pi m \gamma \chi} \right)^{\frac{1}{2}}$$

где $V_p = \frac{V_\phi}{k_d}$ - расчётный объем газа в обрабатываемой зоне, м³; $k_d \geq 0,45$ - нормативный коэффициент дегазации.

Результаты и расчетные показатели гидродинамической обработки верхней части потолкоуступной лавы представлены в таблице 2.

Анализ результатов гидродинамической обработки верхней части потолкоуступной лавы №65, приведенных в таблице 2, показал, что:

- фактический объем газа, вышедший из отработанной зоны, составил 8679 м³;

- расчетный объем газа в обрабатываемой зоне - 19285 м³;

- коэффициент дегазации отработанной зоны равен 0,45, радиус дегазации - 15 м.

Анализ показателей суточной добычи угля из лавы (таблица 3) показал, что среднесуточный рост добычи угля при отработке обработанной скважиной №1 верхней части лавы составил 2,6 %.

По результатам проведенных исследований можно заключить следующее:

- гидродинамический способ воздействия на напряженные газонасыщенные угольные пласты является эффективным средством дегазации и снижения газодинамической активности верхней части пластов потолкоуступных лав при коэффициенте дегазации обработанного массива - 0,45;

- в результате гидродинамической обработки верхней части лавы через скважину № 1 газовыделение из пласта увеличилось на 39,3 % и продолжалось до окончания наблюдений, радиус разгруженной зоны составил 15 м;

- эффективная обработка угольного массива в верхней части лавы производится через ниспадающую скважину длиной 15÷20 м при расстоянии между технологическими скважинами по простиранию угольного пласта равном двум радиусам обработки;

- в процессе ведения добычных работ в обработанной гидродинамическим способом зоне признаков проявления газодинамических явлений не наблюдалось, суточная добыча угля из лавы увеличилась на 2,6 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толченкин Ю.А., Файнбурд Л.И., Сибилев К.В. К вопросу повышения эффективности отработки выбросоопасных угольных пластов мощностью до 2,0 м со сложными горно – геологическими условиями / Уголь. – 2009. - №3. – С. 37 – 39.

2. Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ [Текст]: СОУ 10.1.00174088.011-2005: додаток Ж. – [чинний від 2005-12-01]. –К.: Мінвуглепром України, 2005. – 224 с.

3. Софийский К.К., Мучник Э.И., Воробьев Е.А. Перспективы применения гидродинамического воздействия на угольные пласты / Уголь Украины. – 1997. - №8. – С. 36 – 37.

4. Силин Д.П. Гидродинамический способ предотвращения внезапных выбросов угля и газа при проведении подготовительных выработок // Сб. науч. тр. ИГТМ НАНУ «Геотехническая механика». – Днепропетровск. – 1998. - №9. – С. 96 – 98.