

Ю.Е. Поляков, инж. I кат.
Р.Н. Наривский, мл. науч. сотр.,
В.Е. Антончик, гл. констр.,
Ю.С. Опрышко, гл. технол.,
(ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины)
И.Ф. Чугунков, асп.
(ПАО «Краснодонуголь»)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРООБРАБОТКИ КРАЕВОЙ ЧАСТИ ВЫБРОСОПАСНОГО УГОЛЬНОГО ПЛАСТА k_2^H В УСЛОВИЯХ

СП «ШАХТОУПРАВЛЕНИЕ «МОЛОДОГВАРДЕЙСКОЕ»

Наведені результати оцінки ефективності гідрообробки крайової частини викидонебезпечного вугільного пласта пласту k_2^H гор. 617 м у вибоях 34-го східного та 33-го Орловського конвеєрного ходка.

PERFORMANCE ESTIMATION OF HYDROPROCESSING ON OUTBURST REGIONAL PART OF COAL LAYER k_2^H IN CONDITIONS JV «MINE MANAGEMENT DEPARTMENT MOLODOGVARDEJSKY»

The research results of gasdynamic state of regional part of outburst coal layer k_2^H level 617 and performance estimation of hydroimpulsive influence in front of 34 east and 33 west Orlovsky conveyor cundy are presented in a following article

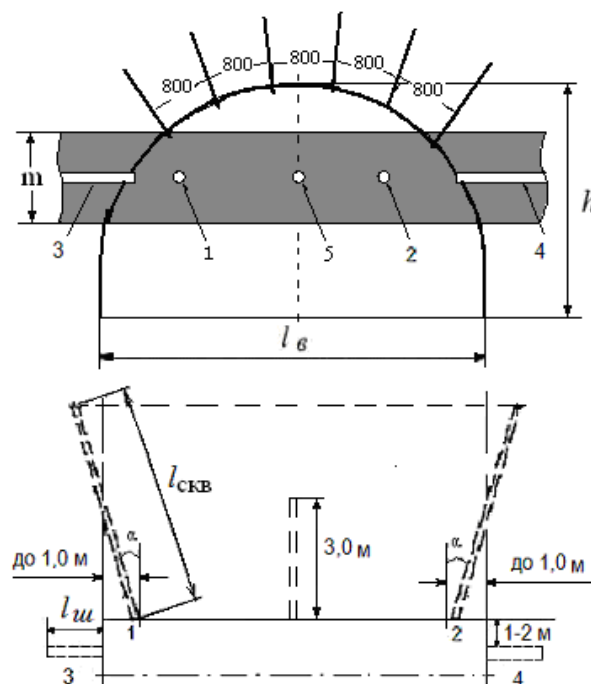
Наиболее надежным способом контроля и оценки эффективности мероприятий по предотвращению газодинамических явлений в забоях подготовительных выработок является определение величины зоны разгрузки призабойной части пласта по динамике начальной скорости газовыделения [1]. Для проведения горно-экспериментальных работ по гидроимпульсному воздействию и исследованию газодинамического состояния угольного пласта k_2^H горизонта 617 м в условиях СП «Шахтоуправление «Молодогвардейское» были определены забои 34-го и 33-го восточных Орловских конвейерных ходков, оконтуривающих 34-ю восточную орловскую лаву.

При проведении горно-экспериментальных работ предусматривалось решение следующих основных задач:

- исследование гидродинамических характеристик генератора упругих колебаний ГК-2,5: давление жидкости на входе генератора и расход жидкости;
- контроль и оценка эффективности гидроимпульсного воздействия по отношению к нормативному способу гидрорыхления угольных пластов;
- исследование газодинамического состояния краевой части угольного пласта k_2^H гор. 617 м в забое подготовительной выработки.

Горно-экспериментальные работы по гидрорыхлению пласта k_2^H были проведены в забое 33-го восточного Орловского конвейерного ходка с отметки проведения выработки ПК 72+8,0 м до отметки ПК78+6,0 м. Исследования проводились в два этапа. На первом этапе определялись параметры гидрорыхления пласта по нормативной методике при статическом режиме нагнета-

нии жидкости, а на втором – параметры гидроимпульсного рыхления. Скважины бурились по нормативной технологической схеме (рис.1) и оборудовались герметизаторами «Таурус».



Параметры:

1, 2 – технологические скважины;
 3, 4, 5 – контрольные шпуры;
 $f = 1,1 \dots 1,3$ – коэффициент крепости угля;
 $l_{\text{скв}}$ – длина скважины, м;
 $l_{\text{шп}}$ – длина шпура, м;
 α – угол доворота оси скважины на массив;
 $h_{\text{в}} = 3,56$ м – высота выработки;
 $l_{\text{в}} = 5,2$ м – ширина выработки;
 $m = 1,32$ м – мощность пласта;
 $\gamma_{\text{у}} = 1,47$ т/м³ – удельный вес угля;
 $H = 720$ м – глубина залегания.

Рис. 1 – Технологическая схема гидрорыхления угольного пласта k_2^H гор. 617 м

В соответствии с расчетом параметров гидрорыхления по нормативной методике были установлены следующие их численные значения:

- количество воды Q , м³, нагнетаемой в одну скважину, 1,49 м³,
- давление воды, нагнетаемой в скважину, исходя из условия [1] $P_{\text{н}} \geq (0,75 \dots 1,0) \gamma_{\text{п}} H$, принято $P_{\text{н}} \geq 14,0$ МПа.

Согласно методике описанной в статье [2] для придельного состоянии угольного пласта при высоконапорном нагнетании жидкости, было определено значение давления жидкости на входе генератора. Которое при значении угла внутреннего трения угля $\rho = 36^\circ$ составило $P = 12,96$ МПа. Учитывая, что расчетное давление гидроразрыва пласта, согласно [1] $P_{\text{н}} \geq 0,75 \gamma_{\text{п}} H$ равно 14,0 МПа, диапазон рабочего давления для гидроимпульсного рыхления составляет $13,0 \text{ МПа} \leq P \leq 14,0 \text{ МПа}$.

Опытные нагнетания жидкости по нормативной методике были начаты на отметке ПК72+8. Для определения параметров гидрорыхления проведено четыре цикла. При этом было пройдено 21 метр выработки (табл. 1). Далее, с отметки ПК76+8, выполнено два цикла нагнетания жидкости в режиме периодически срывной кавитации. При этом было пройдено 18 метров выработки.

Результаты исследований параметров гидрообработки краевой части пласта k_2^H гор. 617м в забое 33-го восточного Орловского конвейерного хода при статическом и импульсном режимах нагнетания приведены в таблице 1.

Сопоставление результатов инструментальных измерений основных параметров нормативного способа гидрорыхления и гидроимпульсного воздействия на пласт k_2^H гор. 617 м в забое 33-го Орловского конвейерного ходка приведено в таблице 2.

Таблица 1 - Последовательность и результаты гидрорыхления пласта k_2^H гор. 617 м в забое 33-го восточного Орловского конвейерного ходка

Режим нагнетания, отметка проведения работ	№ скважины	Время нагнетания ч:мин:с	Давление нагнетания P_n , МПа		Количество закачанной воды в скважину Q , м ³
			максимальное $P_{n. max}$	конечное $P_{n. k}$	
статический ПК72+8 (14.01.11)	1	00:37:13	16,0	12,0	1,48
	2	00:26:20	15,0	10,0	1,04
статический ПК74+0 (18.01.11)	1	00:27:10	18,0	9,0	1,08
	2	00:21:00	14,0	9,0	0,80
статический ПК74+4 (20.01.11)	1	00:35:00	16,0	11,0	1,40
	2	00:24:36	17,0	12,0	0,96
статический ПК74+9 (22.01.11)	1	00:30:46	17,0	12,0	1,20
	2	00:25:00	14,0	10,0	1,00
импульсный ПК76+8 (25.01.11)	1	00:15:00	14,0	14,0	0,60
	2	00:11:00	14,0	14,0	0,44
импульсный ПК78+6 (1.02.11)	1	00:16:30	14,0	14,0	0,66
	2	00:10:00	14,0	14,0	0,40

Таблица 2 - Сопоставление параметров гидрорыхления пласта k_2^H гор. 617 м в забое 33-го Орловского конвейерного ходка

Режим гидрорыхления	Параметры гидрорыхления (среднее значение)			
	давление нагнетания, МПа	время нагнетания, мин.	объем жидкости, м ³	удельный расход жидкости, л/т
статический	17,0	56,8	2,24	30,03
импульсный	14,0	26,4	1,05	14,05
Снижение на:		53,5%	53,1%	53,2%

Анализ результатов исследований гидрообработки краевой части пласта (табл. 1) и сопоставления параметров нормативного способа гидрорыхления и гидроимпульсного воздействия (табл.2) показывают, что применение гидроимпульсного воздействия позволяет вести гидрообработку угольного пласта при более низких давлениях, которые не превышают давление гидроразрыва пласта. При этом временные затраты и расход жидкости снижаются более чем на 50 %.

Одновременно с проведением работ по гидрорыхлению проводился контроль газодинамического состояния краевой части пласта k_2^H и содержания CH_4 в забое выработки при разрушении угля комбайном.

Таблица 3 - Результаты исследований газодинамического состояния угольного пласта k_2^H гор. 617 м в забое 34-го восточного орловского конвейерного ходка

Пикет, дата, смена проведения работ	номер шпура (скважины)	Газодинамические свойства пласта					Прогноз
		Начальная скорость газовыделения, л/мин (текущий прогноз/зона разгрузки)					
		1,0 м	1,5 м	2,0 м	2,5 м	3,0/3,5м	
Текущий прогноз по газодинамике пл. k_2^H , гор. 617м в забое 34-го восточного Орловского ходка со сбойкой на восток							
ПК 33+8 24.02.10	1 2		1,04 1,12		0,86 1,04	/0,46 /0,61	неопасно
ПК 37+0 5.03.10	1 2		1,04 1,06		0,90 1,04	/0,46 /0,64	
ПК 37+8 6.03.10	1 2		1,04 1,16		0,90 1,16	/0,46 /0,61	-//-
ПК 41+0 15.03.10	1 2		0,90 0,61		0,46 0,44	/0,23 /0,23	-//-
ПК 41+2 15.03.10	1 2		0,76 0,61		0,61 0,46	/0,21 /0,26	-//-
ПК 41+4 15.03.10	1 2		0,90 0,76		0,61 0,46	/0,23 /0,23	-//-
ПК 41+6 15.03.10	1 2		0,66 0,52		0,52 0,52	/0,26 /0,26	-//-
ПК 41+8 15.03.10	1 2		0,76 0,61		0,46 0,23	/0,23 /0,23	-//-
Текущий прогноз по газодинамике пл. k_2^H , гор. 617 м в забое 34-го восточного Орловского ходка со сбойкой на запад							
ПК 25+0 1.03.10	1 2		0,90 1,04		0,90 0,92	/0,46 /0,61	неопасно
ПК 25+2 1.03.10	1 2		1,04 1,16		0,90 1,04	/0,61 /0,60	
ПК 25+4 1.03.10	1 2		1,04 1,04		0,98 1,04	/0,62 /0,61	-//-
ПК 25+6 1.03.10	1 2		0,25 0,25		0,25 0,25	/0,25 /0,25	-//-
ПК 25+8 1.03.10	1 2		0,25 0,25		0,25 0,25	/0,25 /0,25	-//-
ПК 29+0 11.03.10	1 2		0,62 0,78		0,46 0,62	/0,23 /0,23	-//-
ПК 29+2 11.03.10	1 2		0,78 0,91		0,62 0,78	/0,23 /0,23	-//-
1	2	3	4	5	6	7	8
ПК 29+4 11.03.10	1 2		1,26 0,86		1,10 0,66	/0,68 /0,66	-//-
ПК 29+6 11.03.10	1 2		1,36 0,66		1,10 0,26	/0,80 /0,26	-//-

В забое 34-го восточного орловского конвейерного ходка (табл.3) были проведены исследования газодинамического состояния угольного пласта в его краевой части. Результаты исследований начальной скорости газовыделения из контрольных шпуров позволили определить величину зоны разгрузки угольного пласта при скорости проведения выработки комбайном от 3-х до 4-х метров в сутки (рис.2).

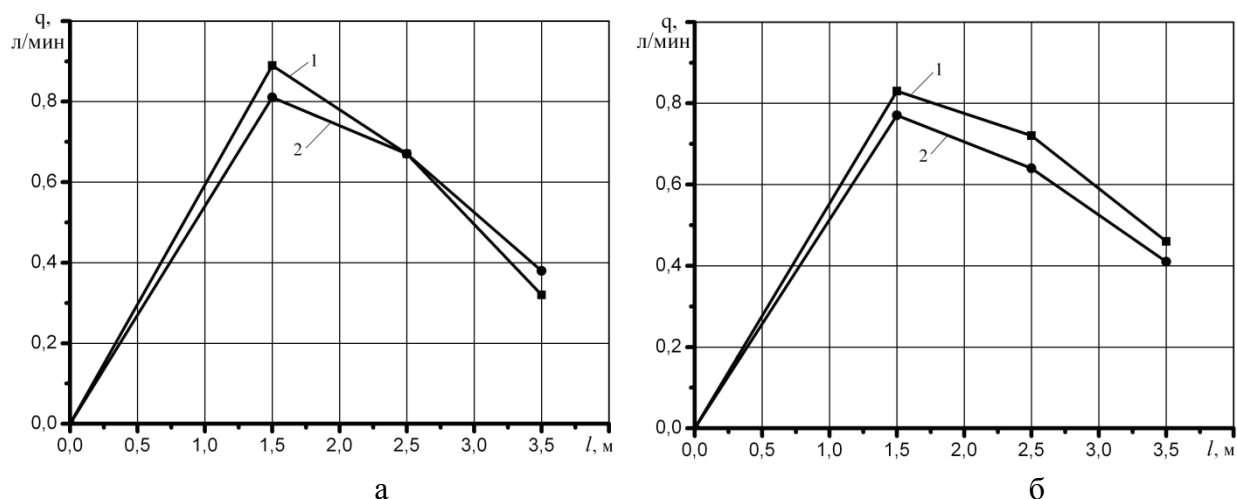


Рис. 2 – Контроль зоны разгрузки пласта k_2^H в забое 34-го восточного Орловского конвейерного ходка: а – сбойка на запад; б – сбойка на восток. Кривая 1 – контрольный шпур №1, кривая 2 – контрольный шпур №2

В забое 33-го восточного орловского конвейерного ходка был проведен комплекс исследований газодинамического состояния краевой части пласта k_2^H , который включал в себя исследования начальной скорости газовыделения из контрольных шпуров до проведения мероприятий и в процессе мероприятий. Результаты этих исследований приведены в таблице 4.

На основании исследований газодинамического состояния пласта k_2^H (рис. 2, 3), проведенных в выработках до гидрообработки установлено, что при скорости проведения выработки 2...4 метра в сутки величина зоны разгрузки составляет от 1,5 м до 2,5 м.

На рисунке 4 показаны результаты исследований зоны разгрузки краевой части пласта при проведении работ по гидрорыхлению пласта в забое 33-го Орловского конвейерного ходка.

Анализ результатов проведенных исследований газодинамического состояния пласта k_2^H в его краевой части (рис. 2, 3, 4) позволяет отметить следующее. Величина зоны разгрузки краевой части пласта до гидрорыхления составляет от 1,5 м до 2,5 м. После гидрорыхления более 3,0 м, при этом до глубины 1,0 м газовыделения в контрольных шпурах не наблюдается.

Подобным образом были проанализированы результаты измерений, полученные в забое 33-го Орловского конвейерного ходка (табл.4) и построены графики (рис. 3).

В процессе проведения мероприятий в забое 33-го восточного орловского конвейерного ходка так же были выполнены исследования содержания CH_4 в

атмосфере выработки. Результаты приведены в таблице 5.

Кроме исследований начальной скорости газовыделения из контрольных шпуров были проведены исследования содержания CH_4 в забоях выработок. В качестве примера на рисунке 5 приведены результаты исследований содержания метана в забое 33-го Орловского конвейерного ходка.

Кроме исследований начальной скорости газовыделения из контрольных шпуров были проведены исследования содержания CH_4 в забоях выработок. В качестве примера на рисунке 5 приведены результаты исследований содержания метана в забое 33-го Орловского конвейерного ходка.

Увеличение общего газовыделения в атмосферу выработки (рис. 5) свидетельствует об увеличении газоотдачи и повышении эффективности дегазации краевой части пласта.

Таблица 4 - Результаты исследований газодинамических свойств угольного пласта k_2^H гор. 617 м в забое 33-го восточного Орловского конвейерного ходка

Пикет, дата	Номер шпура (скважины)	Начальная скорость газовыделения, л/мин					Зона разгрузки
		1,0 м	1,5 м	2,0 м	2,5 м	3,0/3,5 м	
1	2	3	4	5	6	7	8
Текущий прогноз по газодинамике							
ПК 47+1 22.11.10 (4 см)	1		0,86		1,39	/1,46	неопасно
	2		0,50		1,98	/1,20	
ПК 47+5 23.11.10 (1 см)	1		1,50		2,70	/1,25	неопасно
	2		1,38		3,04	/2,08	
Текущий прогноз и контроль зоны разгрузки по газодинамике							
ПК 53+2 06.12.10 (4 см)	1		1,25		1,96	/1,12	неопасно
	2		1,08		1,62	/1,35	
ПК 53+6 06.12.10 (1 см)	1	0,50	1,25	1,52	1,96	1,12/	3,0
	2	0,50	1,08	1,38	1,62	1,35/	
	3	0,26	0,60	0,90	1,44	1,08/	
	4	0,24	0,50	0,76	1,20	1,36/	
ПК 65+7 17.12.10 (4 см)	1		0,25		1,38	/0,90	неопасно
	2		0,25		1,77	/1,20	
ПК 66+1 29.12.10 (1 см)	1	0,0	0,48	1,00	1,23	1,36/	>3,0
	2	0,0	0,24	0,62	0,88	1,08/	
	3	0,0	0,0	0,25	0,20	0,96/	
	4	0,0	0,0	0,25	0,36	0,64/	
При проведении мероприятий							

Продолжение табл.4

1	2	3	4	5	6	7	8
ПК 72+8 14.01.11 (1 см)	1	0,0	0,50	1,82	1,02	1,12/	2,5
	2	0,0	0,62	1,76	1,28	1,24/	
	3	0,0	0,25	0,68	0,72	0,77/	
	4	0,0	0,25	0,86	0,93	0,93/	
контрольный шпур 5		0,0	0,53	0,82	0,97	0,97	>3,0
ПК 73+6 17.01.11 (4 см)	1		0,0		0,50	/1,20	неопасно
	2		0,58		0,66	/0,50	
ПК 74+0 18.01.11 (1 см)	1	0,0	0,28	0,50	1,12	1,38/	>3,0
	2	0,0	0,36	0,62	1,36	1,76/	
	3	0,0	0,0	0,25	0,38	0,48/	
	4	0,0	0,0	0,25	0,93	0,68/	
контрольный шпур 5		0,0	0,0	0,27	0,43	0,54	>3,0
ПК 74+2 19.01.11 (4 см)	1		0,54		0,54	/0,86	неопасно
	2		сл.		0,96	/0,96	
ПК 74+4 20.01.11 (1 см)	1	0,0	0,25	0,50	1,04	1,38/	>3,0
	2	0,0	0,50	1,12	1,35	2,70/	
	3	0,0	0,0	0,36	0,62	1,12/	
	4	0,0	0,0	0,48	0,25	1,35/	
контрольный шпур 5		0,0	0,25	0,50	0,50	0,65	>3,0
ПК 74+8 21.01.11 (4 см)	1		0,0		сл.	/1,40	неопасно
	2		0,0		сл.	/0,62	
ПК 74+9 22.01.11 (1 см)	1	0,0	0,93	1,25	1,94	1,38/	3,0
	2	0,0	1,12	1,68	2,70	1,90/	
	3	0,0	0,25	0,60	0,62	0,35/	
	4	0,0	0,25	0,50	0,96	0,50/	
контрольный шпур 5		0,0	0,27	0,43	0,54	0,86	>3,0
ПК 76+4 24.01.11 (4 см)	1		0,0		0,35	/1,26	неопасно
	2		0,0		0,50	/1,86	
ПК 76+8 25.01.11 (1 см)	1	0,0	0,25	1,38	1,94	1,97/	>3,0
	2	0,0	0,25	1,12	1,17	1,36/	
	3	0,0	сл.	0,35	0,96	0,96/	
	4	0,0	сл.	0,50	0,62	0,50/	
контрольный шпур 5		0,0	0,54	0,54	0,54	0,54	>3,0
ПК 78+2 31.01.11 (4 см)	1		0,0		сл.	/1,40	неопасно
	2		0,0		сл.	/0,62	
ПК 78+6 01.02.11 (1 см)	1	0,0	0,18	0,65	1,18	1,46/	>3,0
	2	0,0	0,26	0,82	1,26	1,67/	
	3	0,0	0,0	0,25	0,48	0,48/	
	4	0,0	0,0	0,25	0,83	0,98/	
1	2	3	4	5	6	7	8
контрольный шпур 5		0,0	0,0	0,0	0,0	0,27	>3,0
ПК 79+8 03.02.11 (1 см)	1		0,0		0,0	0,0	неопасно
	2		0,0		0,0	0,0	
05.02.11	сбойка выработки						

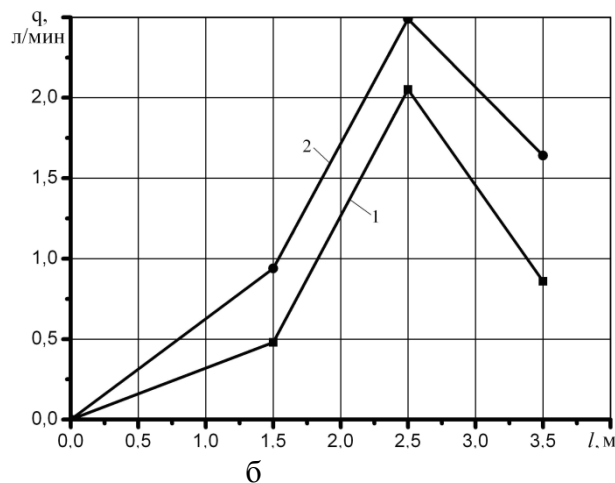
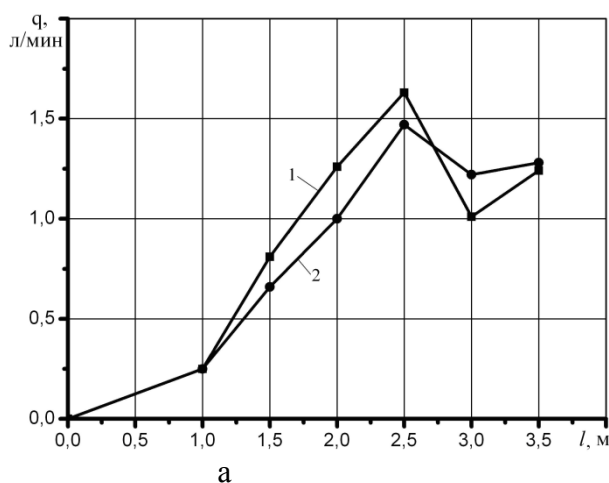


Рис. 3 – Изменение начальной скорости газовыделения из пласта k_2^H гор. 617 м в забое 33-го восточного Орловского конвейерного хода: а – по текущему прогнозу; б – по контролю зоны разгрузки. Кривая 1 – до гидровоздействия, кривая 2 – после гидровоздействия

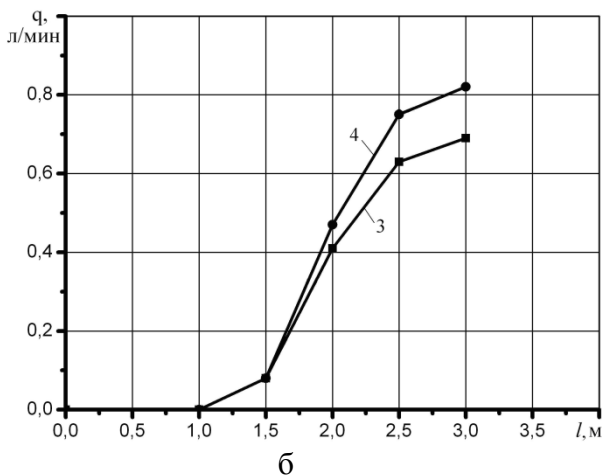
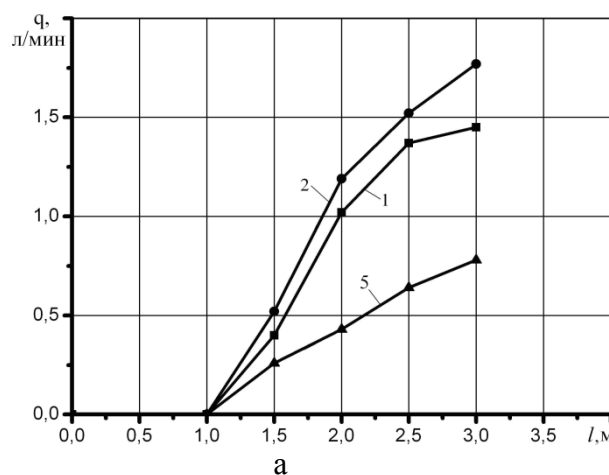


Рис. 4 – Результаты контроля газодинамики при гидрорыхлении пласта в забое 33-го восточного Орловского конвейерного хода: кривые 1 – 5 измерения в контрольных шпурах: а – по ходу выработки; б – в бока выработки.

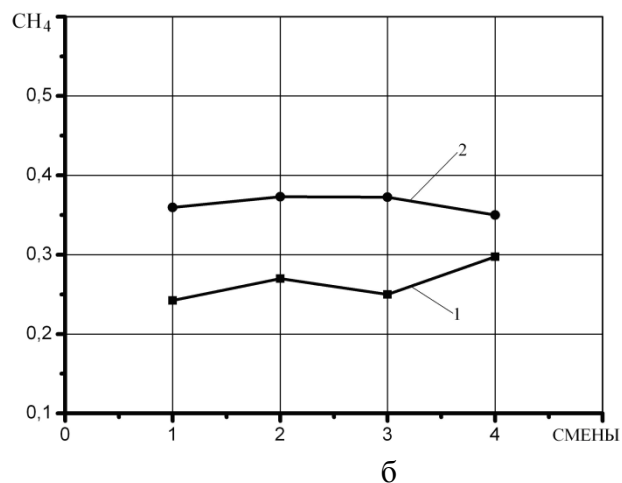
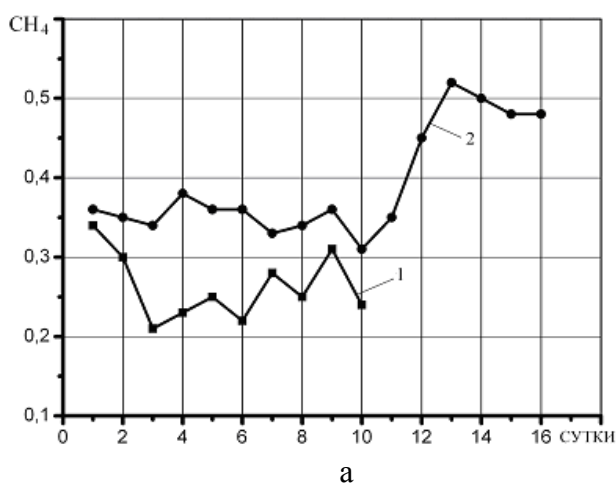


Рис. 5 – Среднее значение содержания CH_4 в забое выработки: а – среднесуточное, б – посменное. Кривая 1 – до гидровоздействия, кривая 2 – после гидровоздействия.

Таблица 5 - Результаты контроля CH_4 в забое 33-го восточного Орловского конвейерного ходка

Дата	Среднее содержание CH_4 в забое выработки, %				
	1 смена	2 смена	3 смена	4 смена	Сутки
1	2	3	4	5	6
До проведения мероприятий					
24.10.10	0,34	0,32	0,33	0,36	0,34
27.10.10	0,21	0,28	0,25	0,40	0,30
30.10.10	0,22	0,24	0,18	0,18	0,21
1.11.10	0,20	0,24	0,24	0,25	0,23
При проведении мероприятий					
14.01.11	0,40	0,30	0,40	0,35	0,36
15.01.11	0,41	0,35	0,32	0,30	0,35
16.01.11	0,37	0,32	0,33	0,33	0,34
17.01.11	0,35	0,37	0,39	0,40	0,38
18.01.11	0,36	0,29	0,40	0,37	0,36
19.01.11	0,40	0,35	0,32	0,38	0,36
20.01.11	0,29	0,31	0,34	0,36	0,33
21.01.11	0,35	0,38	0,32	0,32	0,34
22.01.11	0,35	0,40	0,37	0,32	0,36
23.01.11	0,32	0,34	0,29	0,27	0,31
24.01.11	0,35	0,37	0,33	0,34	0,35
25.01.11	0,42	0,38	0,52	0,49	0,45
26.01.11	0,51	0,54	0,50	0,53	0,52
27.01.11	0,52	0,49	0,46	0,51	0,50
28.01.11	0,50	0,45	0,47	0,49	0,48
29.01.11	0,49	0,47	0,50	0,45	0,48
30.01.11	0,38	0,31	0,31	0,32	0,33
1	2	3	4	5	6
31.01.11	0,20	0,30	0,30	0,26	0,27
01.02.11	0,19	0,67	0,63	0,28	0,44
02.02.11	0,28	0,31	0,20	0,16	0,24
03.02.11	0,11	0,13	0,12	0,12	0,12
05.02.11	Сбойка выработки				

Таким образом, на основании результатов комплекса исследований, проведенных при проведении горно-экспериментальных работ в условиях СП «Шахтоуправление «Молодогвардейское» на пласте k_2^H гор. 617 м, можно сделать следующие выводы:

1. В результате гидроимпульсного воздействия на угольный пласт происходит перераспределение зоны разгрузки. Если её значение до гидрорыхления составляло от 1,5 м до 2,5 м, то после гидрорыхления более 3,0 м.

2. При гидроимпульсном рыхлении объем жидкости, закачанной в пласт и время нагнетания снижаются более чем на 50%.

3. Гидроимпульсное воздействия на угольный пласт позволяет интенсифицировать газовыделение из угольного пласта в атмосферу выработки, что свидетельствует о повышении эффективности дегазации краевой части пласта.

4. Комплекс проведенных исследований позволил установить преимущества гидроимпульсного воздействия над нормативной технологией гидрорыхления и сделать качественную оценку его эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям : утв. Минуглепром Украины. – К.: 2005. - 224 с.

2. Модель придельного состояния угольного пласта при нагнетании жидкости / В.В. Зберовский, Ю.Е. Поляков, А.В. Пазынич, А.А. Ангеловский [и др.] // Сборник научных трудов НГУ. – Днепропетровск: 2011. – № 36. том 1 – С. 194-200.

УДК 622.261.27

О.В. Рябцев, к.т.н., ст.науч.сотр.,

С.Ю. Процак, мл.науч.сотр.,

И.Ю. Аля-Брудзинский, вед. инж.

(ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины)

ОХРАНА И ПОДДЕРЖАНИЕ ВЫЕМОЧНОГО ШТРЕКА ПОЗАДИ ЛАВЫ ПРИ ПОВТОРНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Наведено результати досліджень геомеханічного стану вміщуючих порід навколо підготовчої виробки, на підставі яких розроблено комплекс практичних рекомендацій для її охорони і підтримки з метою забезпечення вентиляції, безпечного виходу людей, доставки матеріалів і устаткування. Приведено порівняння розрахункових і фактичних значень залишкової висоти виробки в умовах ВП «Шахта «Харківська» ТОВ «ДТЕК Свердловантрацит».

PROTECTION AND MAINTENANCE OF ROADWAY EXCAVATION BEHIND LAVA WHEN REUSING

The results of investigations of geomechanical state of the host rocks in the vicinity of the excavation formulation, which was developed on the basis of a set of practical recommendations for its protection and support in order to provide ventilation, safe exit of people, delivery of materials and equipment. The comparison of calculated and actual values of the residual height of formulation in conditions in LE "Mine "Kharkovskaya" LLC "DTEK Sverdlovantratsit."

На сегодняшний день уголь является единственным в Украине энергетическим сырьем, необходимыми объемами и количеством которого страна может обеспечить себя сама, не прибегая к экспорту. По прогнозам международных экспертов Европейского Союза потребление угольной продукции народным хозяйством нашей страны будет увеличиваться. К 2020 году уровень