

В.В. Зберовский, к.т.н.,
А.В. Пазыныч инж.,
Ю.Е. Поляков, инж.,
(ИГТМ)

А.А. Потапенко инж.,
А.А. Ангеловский, инж.
(ОАО "Краснодонуголь")

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОИМУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПО ГАЗОВОМУ ФАКТОРУ В ЗАБОЯХ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Наведено результати досліджень з оцінки ефективності гідроімпульсної дії за газовим фактором при проведенні підготовчих виробок комбайнами в умовах викидонезбезпечного пласта i_3^1 гор. 915 м ш/у "Суходільське-Східне" ВАТ "Краснодонвугілля".

THE EFFECTIVENESS ASSESSMENT OF HYDRO-PULSE INFLUENCE BY GAS FACTOR IN TUNNEL CUTTING

The results of research and evaluation of hydro-pulse influence to the gas factors for the development workings combines in a blowout formation i_3^1 915 m level m/m "Sukhodolsk - Eastern" JSC Krasnodonugol.

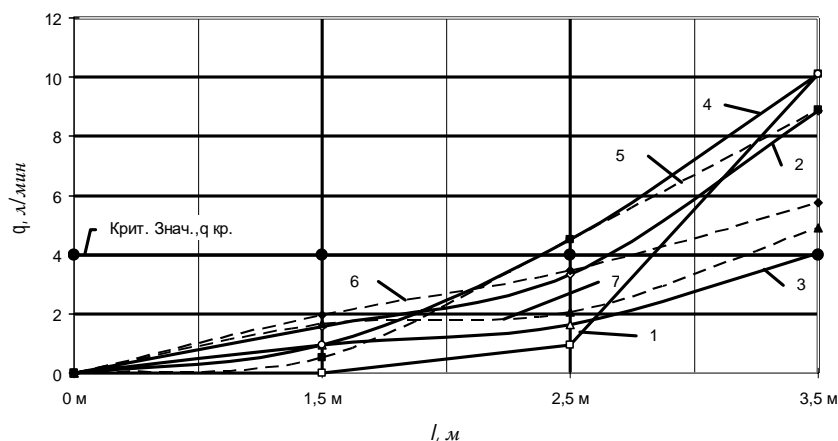
До настоящего времени наиболее надежным способом оценки и контроля эффективности мероприятий по предотвращению газодинамических явлений в забоях подготовительных выработок является определение величины зоны разгрузки призабойной части пласта по динамике начальной скорости газоразделения или по параметрам акустического сигнала (АПСС) [1]. Основные результаты исследований эффективности гидроимпульсного воздействия на угольный пласт при проведении подготовительных выработок комбайнами изложены в работе [2]. В данной работе приведены результаты исследований зоны разгрузки призабойной части пласта, полученные при проведении горно-экспериментальных работ на выбросоопасном пласте i_3^1 гор. 915 м шахтоуправления «Суходольское-Восточное» ОАО «Краснодонуголь».

В соответствии с методикой проведения горно-экспериментальных работ по гидроимпульсному воздействию на первом этапе работ были выполнены исследования начальной скорости газоразделения при текущем прогнозе выбросоопасности и определения величины зоны разгрузки призабойной части пласта до начала проведения горно-экспериментальных работ. Результаты исследований газоразделения при текущем прогнозе приведены в таблице 1.

Анализ результатов приведенных в таблице показывает, что при проведении выработки регистрируются как неопасные, так и опасные зоны, в которых начальная скорость газоразделения превышает критическое значение 4л/мин. Характер изменения начальной скорости газоразделения по глубине шпура в опасных зонах приведен на рисунке 1.

Таблица 1 – Результаты текущего прогноза выбросоопасности пласта i_3^1 в забое 24-го Восточного конвейерного штрека

Пикет	№ шпура	Начальная скорость газовыделения						Опасность по прогнозу
		1,5 м		2,5 м		3,5 м		
		№ капилл.	q, л	№ капилл.	q, л	№ капилл.	q, л	
ПК 3+6	№ 1	1	0	1	0,52	1	0,86	не опасно
	№ 2	1	0	1	0,69	1	0,96	
ПК 3+9	№ 1	1	0	1	0	1	1,4	не опасно
	№ 2	1	0	1	1,06	1	1,5	
ПК 4+1	№ 1	2	4,06	2	4,52	1	1,3	опасно
	№ 2	1	0	1	0,96	3	10,11	
ПК 4+5	№ 1	1	1,4	2	2,6	2	5,0	опасно
	№ 2	1	1,57	2	3,32	2	8,86	
ПК 6+9,5	№ 1	1	0,96	2	3,32	3	8,0	опасно
	№ 2	1	0,96	1	1,64	2	4,04	
ПК 7+6	№ 1	1	0,69	2	5,84	2	9,52	опасно
	№ 2	1	0,96	2	4,52	3	10,11	
ПК 8+0	№ 1	1	1,16	1	1,90	2	2,6	не опасно
	№ 2	1	1,76	1	2,10	2	3,32	
ПК 9+0,5	№ 1	1	0,69	2	5,0	2	7,48	опасно
	№ 2	1	0,52	2	4,52	2	8,88	
ПК 9+6	№ 1	1	0,26	2	2,60	2	2,60	не опасно
	№ 2	1	0,0	1	1,40	1	1,50	
ПК 9+8	№ 1	1	0,16	2	1,60	2	2,80	не опасно
	№ 2	1	0,0	1	1,80	1	1,90	
ПК 11+1	№ 1	1	1,8	2	2,9	2	4,69	опасно
	№ 2	1	1,97	2	3,48	2	5,76	
ПК 11+3	№ 1	1	0,18	2	1,30	2	2,60	не опасно
	№ 2	1	0,0	1	1,40	1	2,30	
ПК 13+0	№ 1	1	1,0	1	1,8	2	4,38	опасно
	№ 2	1	1,66	1	2,06	2	4,89	



1 - 7 – кривые изменения динамики газовыделения; $q_{кр.}$ – критическое значение начальной скорости газовыделения

Рис.1 - Изменение начальной скорости газовыделения q по глубине шпура l при текущем прогнозе выбросоопасности

По мере проведения выработки комбайном проводилось исследование зоны разгрузки краевой части пласта. Результаты измерений начальной скорости газовыделения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты определения величины зоны разгрузки пласта i_3^1 в забое 24-го Восточного конвейерного штрека

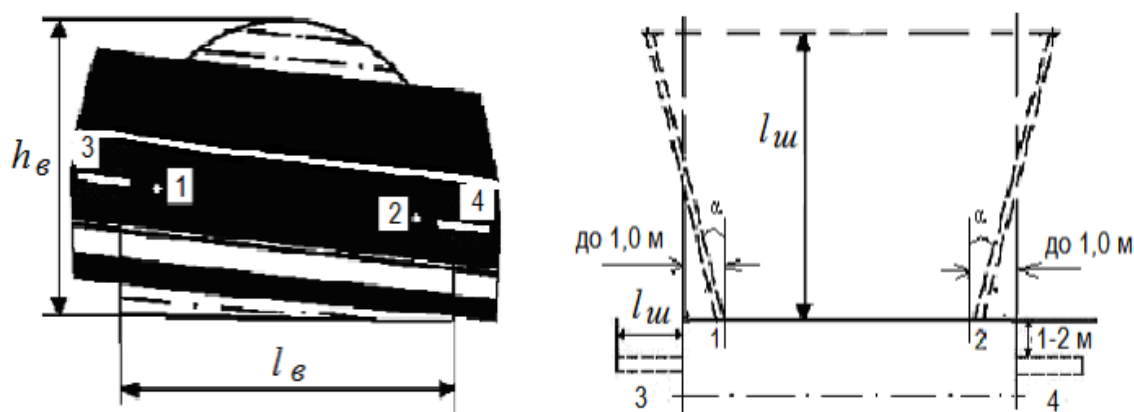
№ Шпура	Глубина шпура, м					Зона разгрузки, м	Зона выемки, м	Поведение пласта при бурении
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0			
	скорость газовыделения, л/мин							
1	0,26	0,26	0,96	3,32	4,52	3,5	2,2	спокойно
2	0,0	0,26	0,69	2,6	4,04	3,5	2,2	—
1	0,0	0,0	0,26	0,52	0,69	3,5	2,2	—
2	0,0	0,0	0,52	0,86	1,18	3,5	2,2	—
1	0,25	0,25	0,52	1,06	0,25	3,0	1,7	—
2	0,0	0,25	0,88	0,96	0,25	3,0	1,7	—
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,65	>3,5	2,7	—
2	0,0	0,0	0,0	0,25	0,25	>3,5	2,7	—
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,25	>3,5	2,7	—
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,25	>3,5	2,7	—
1	0,0	0,98	1,18	5,0	7,16	3,5	2,2	—
2	0,0	1,4	4,52	5,42	6,58	3,5	2,2	—
1	0,0	0,91	1,26	3,59	5,4	3,5	2,2	—
2	0,0	0,45	1,33	1,66	2,8	3,5	2,2	—
1	0,86	1,5	1,83	2,6	4,52	3,5	2,2	—
2	0,86	1,3	1,9	2,16	3,33	3,5	2,2	—
1	0,86	1,06	1,64	2,04	3,32	3,5	2,2	—
2	1,06	1,5	1,9	2,6	4,04	3,5	2,2	—
1	0,26	1,76	2,6	6,65	8,06	3,5	2,2	—
2	25	—	—	—	—		опасно	опасно
1	0	17,67	25	н/о	н/о	0	опасно	
2	0	н/о	н/о	н/о	н/о	0	опасно	
1	1,50	2,10	4,04	0,26	—	2,5	1,2	спокойно
2	1,06	1,90	3,32	4,52	2,60	3,0	1,7	спокойно

Сопоставление скорости проведения выработки и результатов исследований динамики газовыделения, приведенных в таблицах 1 и 2, показало, что при скорости проведения выработки до 3,0 м в сутки состояние пласта оценивается как не опасное, зона разгрузки краевой части пласта составляет около 3,5 м. Это позволяет вести безопасное извлечение угля комбайном на глубину от 2,2 м до 2,7 м.

При увеличении скорости проведения выработки до 4,0 м в сутки и более, состояние пласта резко изменяется и характеризуется показанием опасно. Зона безопасной выемки угля снижается до 1,2 ... 1,7 м, а в некоторых случаях зона разгрузки практически отсутствует или составляет не более 1,5 м. Это приводит к применению буровзрывных работ в режиме сотрясательного взрывания. В результате средняя скорость проведения выработок снижается

до 70 м/мес. при требуемой не менее 120 м /мес.

На втором этапе, в соответствии с методикой проведения горно-экспериментальных работ по гидроимпульсному воздействию, были выполнены исследования начальной скорости газовыделения при нормативном способе гидрорыхления (статическое нагнетание жидкости) и при импульсном нагнетании с применением кавитационного генератора импульсов давления жидкости. Исследование динамики газовыделения и величины зоны разгрузки осуществлялось при бурении шпуров для нагнетания жидкости до глубины 3,0 м, после чего осуществлялось их добуривание на требуемую глубину (рис.2). Шпуры (скважины) оборудовались герметизаторами типа «Таурус», после чего проводилось профилактическое мероприятие.



1, 2 – нагнетательные шпуры; 1-4 – контрольные шпуры; $l_{ш}$ – длина шпура, м; h_e, l_e – высота и ширина выработки, м; α – угол доворота оси шпура на массив
Рис. 2 – Технологическая схема проведения горно-экспериментальных работ

На участке проведения горно-экспериментальных исследование крепление выработки осуществлялось арочной крепью и смешанным анкерно-рамным креплением. Это позволили расширить область исследований, провести дополнительный сопоставительный анализ динамики газовыделения и определить влияние анкерного крепления на состояние призабойной части пласта. Проведение работ по гидроимпульсному воздействию осуществлялось в условиях рамно-анкерного крепления под контролем системы АПСС по методике МакНИИ. Результаты инструментальных измерений приведены в таблице 3.

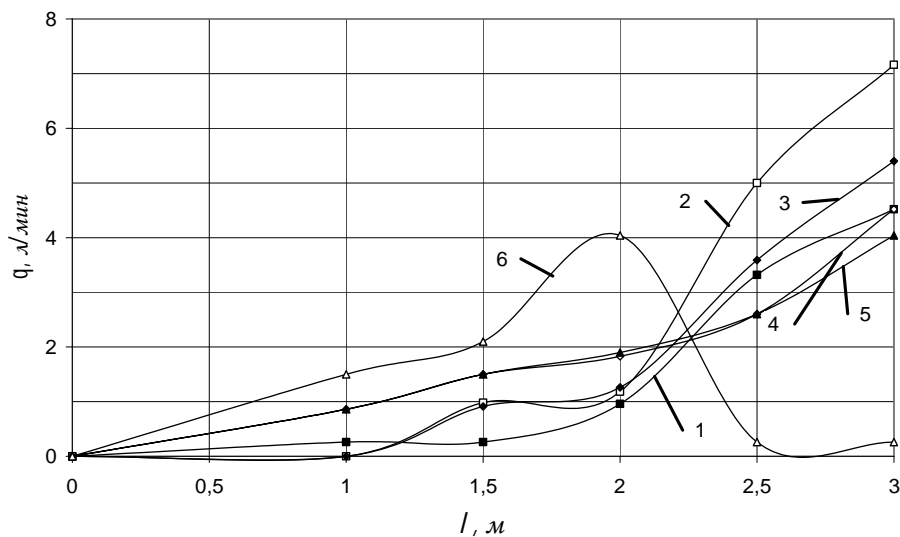
Таблица 3 – Результаты определения величины зоны разгрузки пласта i_3^1 в забое 24-го Восточного конвейерного штрека при гидрорыхлении

№ Шпура	Глубина шпура, м					Зона разгрузки, м	Зона выемки, м	Поведение пласта при бурении
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0			
При гидрорыхлении пласта (арочная крепь)								
1	0,0	0,0	0,86	0,0	0,0	>3,5	2,2	спокойно
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	>3,5	2,2	спокойно

1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	>3,5	2,2	спокойно
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	>3,5	2,2	—
1	следы	1,36	1,16	4,69	0,25	>3,5	2,2	спокойно
2	0,64	0,25	5,76	0,75	2,90	>3,5	2,2	спокойно
1	2,16	2,16	4,04	5,00	5,34	3,5	2,2	спокойно
2	0,69	0,86	2,04	4,04	12,22	3,5	2,2	спокойно
При гидорыхлении пласта (анкерно-рамное крепление)								
1	следы	1,4	4,52	8,5	9,25	3,5	2,2	спокойно
2	0,0	0,26	0,86	1,4	1,64	3,5	2,2	спокойно
1	1,4	4,52	4,04	4,52	4,0	2,0	АПСС	- // -
2	0,26	1,06	1,5	следы	1,18	2,5	АПСС	- // -
1	5,8	6,2	5,84	1,18	0,96	2,0	АПСС	- // -
2	2,6	3,32	6,86	7,48	12,22	3,5	АПСС	- // -
1	3,32	5,0	4,0	3,32	2,6	2,0	АПСС	- // -
2	2,6	4,04	6,20	7,16	7,48	3,5	АПСС	- // -
1	1,83	1,57	7,16	0,26	0,69	2,0	АПСС	- // -
2	0,96	6,56	5,84	4,04	1,3	1,5	АПСС	- // -
1	следы	0,26	1,64	5,64	следы	2,5	АПСС	- // -
2	0,26	следы	1,9	4,04	следы	2,5	АПСС	- // -
1	1,18	3,32	3,32	1,3	2,6	2,0	АПСС	- // -
2	0,69	1,76	2,60	1,30	5,0	2,0	АПСС	- // -
1	следы	1,18	3,32	12,22	17,87	3,5	АПСС	- // -
2	0,26	0,52	0,52	1,5	следы	2,5	АПСС	- // -
1	1,3	2,6	3,32	5,0	8,32	3,5	АПСС	- // -
2	следы	1,3	2,60	1,06	0,89	2,5	АПСС	- // -
1	3,38	3,38	4,54	6,62	0,25	2,5	АПСС	- // -
2	2,7	4,06	6,04	6,52	0,82	2,5	АПСС	- // -
1	0,96	1,06	1,30	0,52	следы	2,0	АПСС	- // -
2	1,06	0,0	следы	следы	0,0	2,0	АПСС	- // -
1	1,18	1,18	следы	следы	0,26	1,5	АПСС	- // -
2	1,06	2,04	1,50	1,06	0,52	1,5	АПСС	- // -
1	2,6	1,5	0,9	следы	0,0	1,5	АПСС	- // -
2	1,3	4,04	3,36	0,26	следы	2,0	АПСС	- // -
1	2,12	6,0	следы	следы	8,3	2,0	АПСС	- // -
2	0,0	6,86	следы	следы	0,96	2,0	АПСС	- // -
1	следы	1,38	8,0	следы	4,47	2,5	АПСС	- // -
2	следы	1,08	1,08	0,96	1,29	2,5	АПСС	- // -
1	0,0	2,0	1,9	следы	0,6	2,0	АПСС	- // -
2	2,26	следы	следы	0,0	1,0	1,0	АПСС	- // -
1	0,3	6,86	3,43	следы	следы	1,5	АПСС	- // -
2	1,08	4,12	1,37	следы	следы	1,5	АПСС	- // -
Гидроимпульсное воздействие (анкерно-рамное крепление)								
1	0,96	1,08	следы	0,0	следы	1,5	АПСС	- // -

2	1,29	5,41	1,58	1,08	0,76	1,5	АПСС	спокойно
1	0,0	0,78	1,2	1,38	0,96	3,0	АПСС	- // -
2	1,2	1,48	4,17	0,3	следы	2,5	АПСС	- // -
1	1,69	2,12	2,33	3,43	1,37	3,0	АПСС	- // -
2	1,08	0,69	1,8	2,33	1,80	3,0	АПСС	- // -
1	следы	0,3	0,63	следы	1,29	2,5	АПСС	- // -
2	1,58	1,58	7,08	1,29	следы	2,5	АПСС	- // -
1	0,6	4,47	2,74	0,0	0,3	2,0	АПСС	- // -
2	1,2	2,4	1,37	0,6	2,33	2,0	АПСС	- // -
1	1,8	2,12	4,47	1,37	следы	2,5	АПСС	- // -
2	2,26	2,33	0,3	0,3	0,6	2,0	АПСС	- // -
1	0,0	следы	0,3	0,6	следы	3,0	АПСС	- // -
2	следы	1,58	4,82	2,12	1,29	2,5	АПСС	- // -
1	следы	4,47	1,37	следы	0,2	2,0	АПСС	- // -
2	следы	5,41	3,43	следы	0,3	2,0	АПСС	- // -
1	1,2	3,45	2,74	0,6	следы	2,0	АПСС	- // -
2	0,96	следы	следы	0,3	0,0	1,5	АПСС	- // -
1	следы	3,43	0,96	0,3	1,38	2,0	АПСС	- // -
2	следы	0,78	3,43	2,74	7,08	2,5	АПСС	- // -
1	0,3	3,43	3,43	1,37	следы	2,5	АПСС	- // -
2	2,26	1,69	0,78	1,38	0,3	1,5	АПСС	- // -
1	0,0	следы	0,3	0,78	8,0	3,0	АПСС	- // -
2	0,78	1,48	следы	1,58	следы	2,0	АПСС	- // -

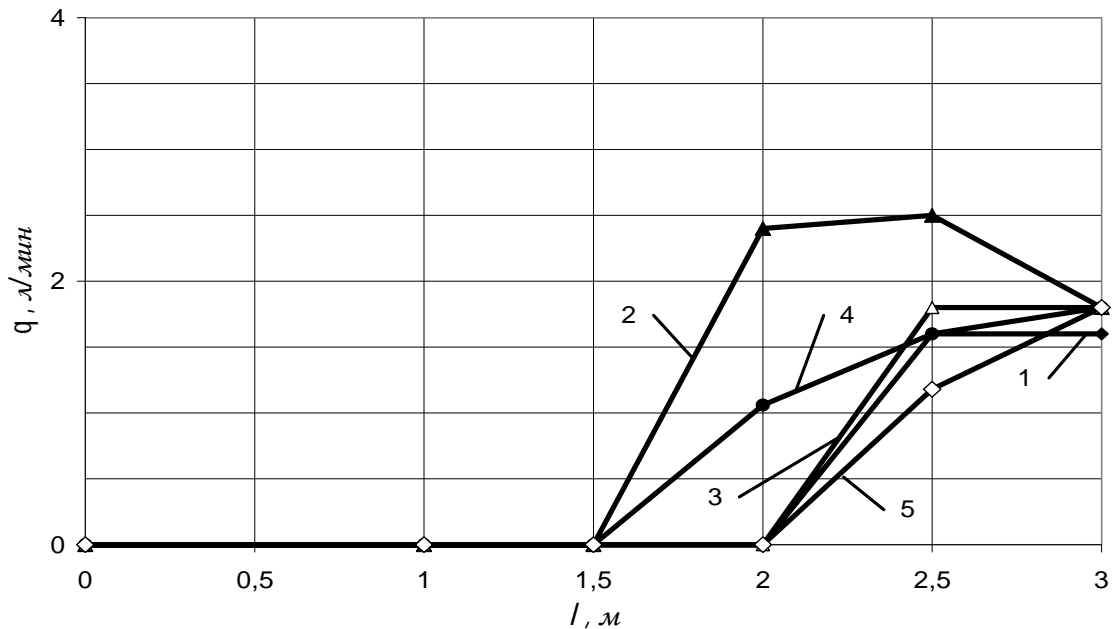
На основании полученных исследований установлены зависимости изменения начальной скорости газовыделения по глубине шпура при проведении выработки комбайном после проведения противовыбросных мероприятий. Характер изменения динамики газовыделения из контрольных шпуров приведен на рисунках 3 – 6.



1-6 – кривые изменения динамики газовыделения

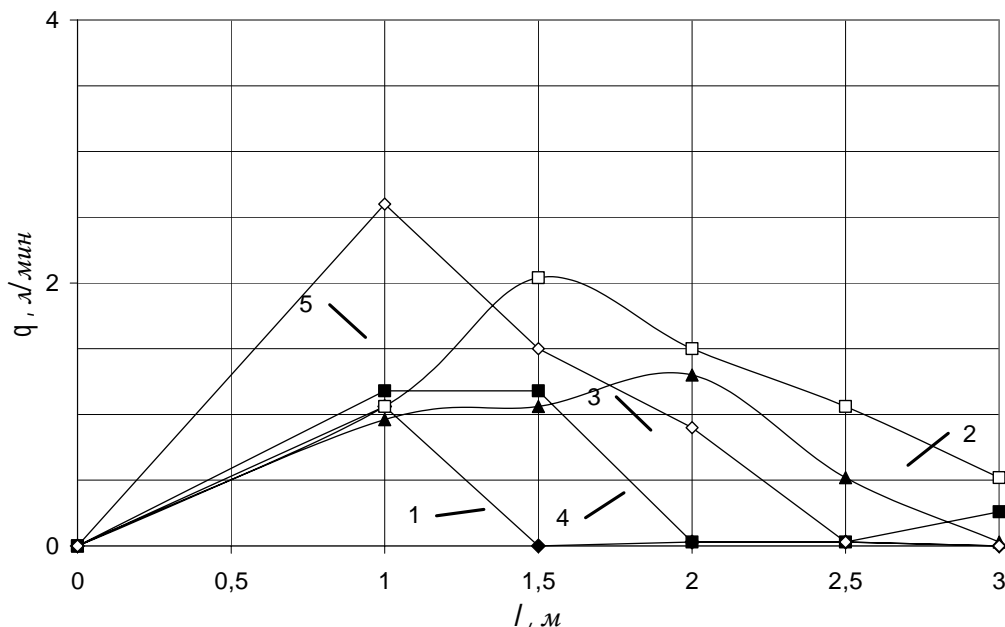
Рис. 3 – Характер изменения начальной скорости газовыделения из шпуров при прове-

дении выработки комбайном без мероприятий.



1-5 – кривые изменения динамики газовыделения

Рис. 4 – Характер изменения начальной скорости газовыделения из шпуров при гидрорыхлении в условиях арочного крепления выработки



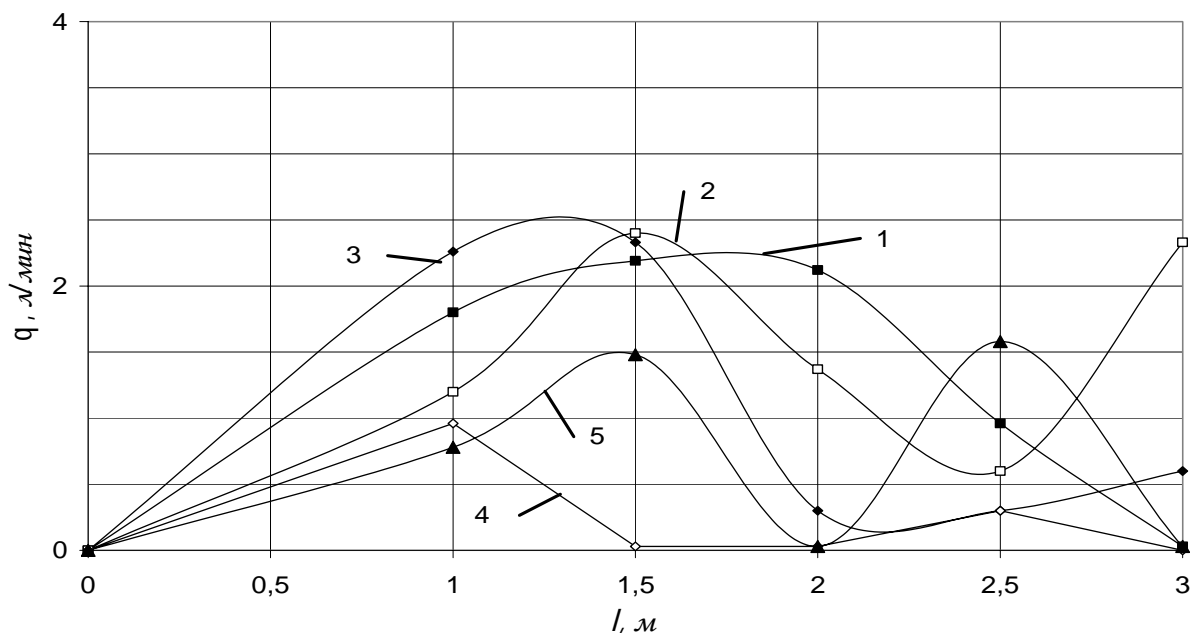
1-5 – кривые изменения динамики газовыделения

Рис. 5 – Характер изменения начальной скорости газовыделения из шпуров при гидрорыхлении в условиях рамно-анкерного крепления

Анализ приведенных в таблицах данных и установленных зависимостей изменения динамики газовыделения позволяет сделать следующие выводы.

1. При проведении выработок комбайнами со скоростью более 4 м/сут проведение профилактических мероприятий становится производственной

необходимостью.



1-5 – кривые изменения динамики газовой выделенности

Рис. 6 – Характер изменения начальной скорости газовой выделенности из шпуров при гидроимпульсном воздействии в условиях рамно-анкерного крепления

2. Применение смешанного рамно-анкерного крепления существенно влияет на состояние призабойной части пласта. Характер динамики газовой выделенности меняется. Зона пригрузки смещается в сторону забоя, снижается зона отжима и эффективности дегазации краевой части пласта с 2,0 ... 2,5 м до 0,5 ... 1,5 м. Полученные результаты требуют дополнительного исследования.

3. Характер изменения скорости газовой выделенности из угля по глубине шпура после гидроимпульсного воздействия по сравнению с нормативным способом гидрорыхления указывает на более равномерное распределение разгрузки массива по глубине, что приводит к увеличению безопасной зоны выемки угля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила ведения горных работ на пластах склонных к газодинамическим явлениям. Киев: Минуглепром Украины, 2005.-224 с.
2. Ангеловский А.А., Чугунков И.Ф., Зберовский В.В., Наривский Р.Н. Исследование параметров высоконапорного нагнетания жидкости в выбросоопасные угольные пласты при проведении подготовительных выработок // Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов. - Дн-вск: - 2008. - № 77. – С.82-91.