

УДК 622.831.322:622.831.325

Гаврилов В.И., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.
(ИГТМ НАН України)

СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДЕГАЗАЦИИ КРУТЫХ ГАЗОНАСЫЩЕННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Гаврилов В.І., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
(ИГТМ НАН України)

СПОСІБ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ДЕГАЗАЦІЇ КРУТИХ ГАЗОНАСИЧЕНИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ

Gavrylov V.I., Ph.D. (Tech.), Senior Researcher
(IGTM NAS of Ukraine)

METHOD FOR INTENSIFYING DEGASSING OF THE GASSY STEEP COAL SEAMS

Аннотация. В настоящей статье приведены результаты промышленных испытаний способа интенсификации дегазации угольного пласта l_7^B -«Пугачевка» в нижней части потолкоуступной лавы №65-1146 м гидродинамическим воздействием. Установлено, что периодические динамические пригрузки крутых газонасыщенных угольных пластов, осуществляемые при нагнетании рабочей жидкости в скважину под давлением 4-6 МПа с последующим его сбросом до 0-2 МПа при выпуске газоугольной пульпы в конце каждого цикла, инициируют процессы десорбции газа в угольном массиве на площади, ограниченной эффективным радиусом гидродинамического воздействия $R_{эф}$. Анализ полученных результатов показал, что при воздействии на угольный пласт в количестве 25-29 циклов интенсивность выделения метана из пласта увеличивается в 1,25-3,75 раза на площади радиусом 20-30 м, при этом извлекается свыше 40 тыс м³ газа до момента подхода очистного забоя к обработанной зоне.

Ключевые слова: крутой пласт, газоносность, технологические скважины, гидродинамическое воздействие, интенсификация дегазации, радиус эффективного воздействия.

Введение. В настоящее время в Центральном районе Донбасса разрабатываются крутые угольные пласты в сложных горно-геологических условиях. Важнейшими факторами, осложняющими ведение горных работ, являются высокое горное давление и газоносность угольных пластов, склонность к газодинамическим явлениям и низкая устойчивость боковых пород, повышенная температура рудничной атмосферы и массива и др.

При отработке угольных пластов, склонных к газодинамическим явлениям (ГДЯ), потолкоуступными забоями в ряде случаев наблюдаются различные проявления их газодинамической активности, существенно снижающие нагрузку на очистной забой. Причины этого могут быть различны: отсутствие наработки (подработки) пласта или она неэффективна, ведение горных работ в зоне ПГД или отсутствие дегазационных мероприятий. Осложняющими факторами, способствующими возникновению ГДЯ, являются зоны повышенного горного давления от очистных работ на соседних пластах (краевые части отработанных пластов, целики), а также геологические нарушения [1-5].

В комплексе методов решения задач по снижению негативного влияния таких факторов основное место занимают процессы воздействия на угольные пласты, позволяющие изменить их состояние и за счёт этого предотвратить ГДЯ при ведении горных работ.

Вместе с тем эффективность применяемых способов и средств воздействия на массив все ещё недостаточна, о чём говорят данные о техногенных авариях [6]. Так, для условий ряда шахт при высоких нагрузках на очистной забой требуется применение пластовой дегазации с эффективностью не менее 0,2, которая явно недостаточна для разработки пластов с газовыделением $5 \text{ м}^3/\text{мин}$ и более [7]. Это обусловлено ограниченным временем на дегазацию угольного пласта из подземных выработок, связанным в ряде случаев с недостаточным опережением фронта очистных работ подготовительными работами и низкой эффективностью дегазации низкопроницаемого, неразгруженного от горного давления угольного пласта, связанной с отсутствием активных воздействий на массив угля для повышения его природной проницаемости.

Основная часть. В 2010-2014 гг., в соответствии с «Методикой проведения приемочных (промышленных) испытаний способа дегазации и снижения газодинамической активности угольных пластов в нижней части потолкоуступной лавы гидродинамическим воздействием», Протоколом заседания НТС ГП «Дзержинскуголь», «Порядком отработки угольных пластов, склонных к газодинамическим явлениям, на шахте имени Ф.Э. Дзержинского государственного предприятия «Дзержинскуголь», «Проектом на проведение приемочных (промышленных) работ по дегазации и снижению выбросоопасности угольного пласта 1⁷^В-«Пугачевка»-восток гор. 1146 м в нижней части молотковой лавы №65 гидродинамическим воздействием через скважины» ИГТМ НАН Украины выполнены комплексные исследования и разработан способ интенсификации дегазации напряженных газонасыщенных угольных пластов в нижней части потолкоуступных лав, проведены его промышленные испытания и разработана первая редакция отраслевого стандарта СОУ-П «Правила ведения гидродинамического воздействия для дегазации и снижения газодинамической активности угольных пластов в нижней части потолкоуступных забоев».

Целью испытаний являлась оценка эффективности применения способа интенсификации дегазации и снижения газодинамической активности угольного пласта в нижней части потолкоуступной лавы гидродинамическим воздействием и разработка элементов технологии способа.

Для достижения поставленной цели были решены следующие основные задачи:

- разработать схемы и параметры заложения технологических скважин;
- определить элементы технологии гидродинамического воздействия, обеспечивающие эффективную интенсификацию дегазации обрабатываемой части угольного пласта;
- разработать критерий эффективности способа интенсификации дегазации и снижения газодинамической активности пласта в нижней части лавы с потол-

коуступной формой забоя гидродинамическим воздействием;

- оценить эффективность технологии интенсификации дегазации и снижения газодинамической активности угольного пласта в нижней части потолкоуступной лавы гидродинамическим воздействием;

- выполнить анализ и обобщение результатов испытаний;

- выполнить корректировку параметров технологии;

- составить и утвердить акт и протокол по результатам приемочных испытаний;

- разработать и утвердить окончательную редакцию «Правил ведения гидродинамического воздействия для дегазации и снижения газодинамической активности угольного пласта в нижней части потолкоуступной лавы».

В соответствии с «Методикой проведения приемочных (промышленных) испытаний...» суммарная длина подвигания очистного забоя по обработанным зонам должна составлять не менее 140 м.

На ОП «Шахта им. Ф.Э. Дзержинского» для реализации гидродинамического воздействия на пласт l_7^B -«Пугачевка» в нижней части потолкоуступной лавы №65-1146 м из полевого откаточного штрека бурились 3 пары технологических скважин, по две на каждом пикете с различным расстоянием между точками входа забоев скважин в угольный пласт и на различном расстоянии друг от друга (рис. 1).

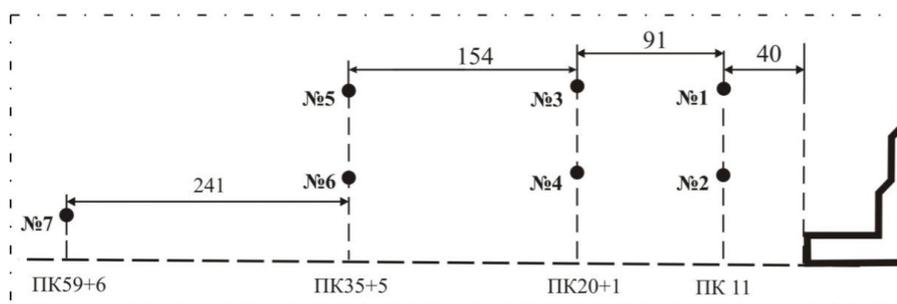


Рисунок 1 - Схема расположения технологических скважин в полевого откаточного штреке горизонта 1146 м

Гидродинамическое воздействие через скважины осуществлялось последовательно в направлении движения лавы.

21.08.09 г.-22.08.09 г. на ПК11 из полевого откаточного штрека была пробурена восстающая технологическая скважина №1 длиной 18 м с выходом на пласт под углом 104° .

26.08.09 г породная часть скважины длиной 8 м была разбурена до диаметра 150 мм под обсадные трубы, обсажена и загерметизирована. Обсадку скважины производили трубами диаметром 114 мм. Общая длина труб става обсадки составила 7,5 м. Выход кондуктора из скважины - 0,7 м.

23.08.09 г.-24.08.09 г. на этом же пикете была пробурена восстающая технологическая скважина №2 длиной 38,2 м под углом 115° к горизонту. 26.08.09 г. скважина была разбурена до диаметра 150 мм, обсажена металлическими тру-

бами диаметром 114 мм и загерметизирована.

Общая длина труб става обсадки составила 7,7 м. Выход кондуктора из скважины - 0,5 м. Концентрация метана в 3-4 м за скважиной не превышала 0,23 % по датчику ППИ шахтной службы АГК.

Гидродинамическое воздействие на угольный пласт l_7^B первоначально осуществлялось через технологическую скважину №1.

01.09.09 г. в 9 ч 45 мин был осуществлен первый цикл гидродинамического воздействия. Подготовительные циклы производились с давлением нагнетания рабочей жидкости в скважину $P_n=4,5-5,0$ МПа и остаточным давлением в скважине после открытия задвижки равным $P_{ост}=0$ МПа. Время набора давления в скважине составляло в среднем 3-5 мин. Выход угля из скважины начался с 7 цикла и продолжался до конца гидродинамического воздействия. Всего было произведено 19 циклов. За это время из скважины было извлечено 3 т угля.

После окончания воздействия датчиком ППИ зафиксирована концентрация метана в исходящей струе воздуха 0,25 %.

Радиус эффективного влияния скважины №1 по количеству извлеченного угля, рассчитанный по [8], составил

$$R_0 = \sqrt{\frac{M_{изв}}{2 \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot m \cdot \gamma}} = \sqrt{\frac{3}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 1,1 \cdot 1,4}} = 17,6 \cdot \text{м},$$

где $M_{изв}$ - количество извлеченного угля из скважины, т; m - мощность угольного пласта, м; γ - объемный вес угля, т/м³.

02.09.2009 г. в 6 ч 03 мин через скважину №2 был произведен первый цикл гидродинамического воздействия на угольный пласт с давлением нагнетания жидкости $P_n=3,0$ МПа и остаточным давлением после сброса равным $P_{ост}=0$ МПа. Последующие циклы производили с $P_n=5,0$ МПа. Остаточное давление после сброса оставалось прежним. Выход угля из скважины начался со 2 цикла и продолжался до окончания воздействия. Время набора рабочего давления в скважине не превышало 9-10 мин. После 10 цикла в 7 ч 32 мин воздействие было прекращено до 8 ч 20 мин в связи с перегревом насоса. Концентрация метана в воздушной струе за скважиной №2 достигла 0,37 %.

После перерыва в 8 ч 20 мин было сделано еще 5 циклов воздействия с теми же параметрами, после чего работы по гидродинамическому воздействию на пласт были приостановлены на 2 ч 25 мин (с 9 ч 55 мин до 12 ч 20 мин) по причине перегрева насоса. Время набора давления жидкости в скважине увеличилось до 17-18 мин. Концентрация метана в воздушной струе во время воздействия находилась в пределах (0,36-0,38) %.

За период с 12 ч 35 мин по 15 ч 16 мин было произведено еще 9 циклов гидродинамического воздействия с давлением нагнетания $P_n=6,0-7,0$ МПа и его сбросом до 0. Концентрация метана вблизи скважины во время воздействия достигла 1,09 %. За все время воздействия из скважины было извлечено 4 т угля. Радиус эффективного влияния скважины №2 составил

$$R_0 = \sqrt{\frac{4}{2 \cdot 10^{-2} \cdot 3,14 \cdot 1,1 \cdot 1,4}} = 20,3 \text{ м.}$$

За период работы добычного участка с 01.08.09 г. и до начала бурения технологической скважины №1 21.08.09 г среднесуточное выделение метана составляло 380 м³/сут. В связи со значительными колебаниями величины суточной добычи угля и выделения метана из угля анализ результатов интенсификации дегазации гидродинамическим воздействием проводился по удельной величине газовыделения, приходящаяся на тонну добытого угля (рис. 2).

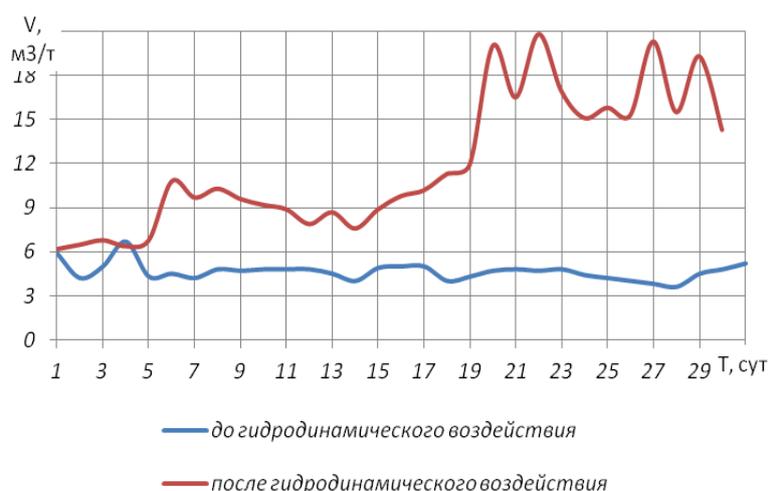


Рисунок 2 - Изменение удельного объема газовыделения из 1 т угля до и после проведения ГДВ

Из рис. 2 видно, что бурение технологических скважин №1 и №2 не внесло существенных изменений в процесс дегазации угольного пласта. После проведения гидродинамического воздействия через скважину №1 и через скважину №2 газовыделение из угольного пласта происходило в 2,4-3,3 раза интенсивнее, чем до ГДВ.

В течение ноября месяца скачкообразное изменение коэффициента интенсификации дегазации объясняется самоорганизацией сложной системы взаимодействия горного давления, природной газоносности и горно-геологических факторов, которые изменяются в пространстве и во времени [9].

По результатам проведенных исследований были определены радиус дезинтегрированного угля вокруг технологических скважин, площадь обработанного массива, величина извлеченного газа из обработанной зоны, коэффициенты дегазации и интенсификации дегазации.

Радиус эффективного влияния технологических скважин по совокупности извлеченного угля составил

$$R_0 = \sqrt{\frac{7}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 1,1 \cdot 1,4}} = 26,9 \text{ м.}$$

Площадь обработанного массива двумя технологическими скважинами составила

$$S = \pi R_0^2 + 2R_0 l_{mc} = 3,14 \cdot 26,9^2 + 2 \cdot 26,9 \cdot 21,2 = 3412,7 \text{ м}^2,$$

где l_{mc} - расстояние между забоями технологических скважин на входе в угольный пласт, м.

Количество вышедшего метана из обработанной зоны в течение сентября месяца составило

$$V_{изв} = 0,01Q(C_{ср.с} - C_{ф}) = 0,01 \cdot 475200(0,4 - 0,1)30 = 42768 \text{ м}^3,$$

где Q - количество воздуха, подаваемого в очистной забой, м³/сут; $C_{ср.с}$ - среднесуточная концентрация метана в исходящей струе воздуха с добычного участка, %; $C_{ф}$ - фоновая среднесуточная концентрация метана в исходящей струе воздуха с добычного участка, %.

Коэффициент дегазации обработанной зоны

$$k_{\partial} = \frac{V_{изв}}{V_{г}} = \frac{42768}{84089} = 0,51$$

где $V_{изв}$ - объем извлеченного газа, м³; $V_{г}$ - расчетное количество газа в обрабатываемом массиве, м³; $V_{г} = S \cdot m \cdot \gamma \cdot \chi$, м³; χ - природная газоносность угольного пласта, м³/т.

Коэффициент интенсификации дегазации

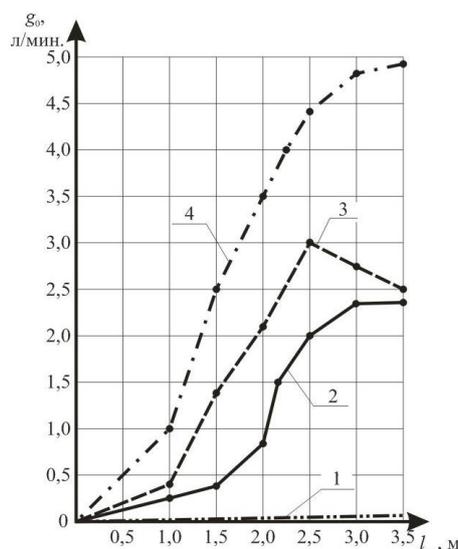
$$k_{и} = \frac{V_{ср.с}}{V_{ф}} = \frac{1425,6}{380} = 3,75$$

где $V_{ср.с}$ - среднесуточный объем газа, выделившегося после ГДВ, м³; $V_{ф}$ - фоновый среднесуточный объем газа, выделившийся до производства ГДВ, м³.

Замеры концентрации метана датчиком ППИ службы АГК в исходящей струе воздуха с пересчетом на объемы газовыделения показали, что при работе забоя в обработанной зоне объемы среднесуточного газовыделения стабилизировались и составили порядка 1638 м³/сут, что в 4,3 раза больше, чем до воздействия.

Эффективность проведенных мероприятий проверялась в забое нижнего просека и в нижних уступах №1, №2 и №3 нормативным способом по динамике начальной скорости газовыделения. Результаты измерений представлены на рис. 3.

Анализ графиков 1-4 показывает, что зона дегазации угольного массива в результате гидродинамического воздействия распространилась по простиранию



1 – нижний просек; 2 – уступ №1; 3 – уступ №2; 4 – уступ №3
Рисунок 3 - Распределение начальной скорости газовыделения по длине шпуров в призабойной части лавы

на 20-22 м, по восстанію на 25-30 м. При веденні горних робіт в цій зоні порушень кровлі в формі її підвищеної тріщинуватості або вивалів обнаружено не було. Отработка угольного пласта проходила без признаков газодинамических явлений. Аналогічні дослідження були проведені і на других пикетах.

Результати гідродинамічного впливу приведені в табл. 1.

Таблица 1 - Результаты гидродинамического воздействия на нижнюю часть молотковой лавы №65-1146 м

№ скв.	К-во циклов	Масса выбранного угля, т	Общая масса угля по кусту, т	Объем извлеченного газа, м ³	Радиус зоны влияния скважины R ₀ , м	Коэффициент дегазации k _д	Коэффициент интенсификации дегазации k _и
1	19	3,0	7,0	42768	26,9	0,51	3,75
2	24	4,0					
3	29	4,0	9,0	56306	24,0	0,60	1,70
4	18	5,0					
5	22	3,5	6,0	20876	20,0	0,49	1,25
6	14	2,5					
7	25	9,0	9,0	58975	30,0	0,45	2,30

Виконані дослідження свідчать про достатньо інтенсивне руйнування угольного пласта і розвитку деформацій в результаті гідродина-

мического воздействия, что снизило газодинамическую активность угольного пласта в зоне воздействия и позволило интенсифицировать дегазацию угольного пласта в среднем в 2,3 раза до начала очистных работ в обработанной зоне. Участки угольного пласта были дегазированы с коэффициентом дегазации не ниже 0,45.

Выводы.

1. Разработанный способ интенсификации дегазации и снижения газодинамической активности угольных пластов, склонных к ГДЯ, в нижней части потолкоуступных лав гидродинамическим воздействием прошел промышленные испытания на ОП «Шахта им. Ф.Э. Дзержинского» ГП «Дзержинскуголь».

2. Промышленные испытания способа интенсификации дегазации и снижения газодинамической активности угольного пласта в нижней части потолкоуступной лавы гидродинамическим воздействием подтвердили его эффективность: суммарный объем газа, вышедший из обработанных зон, составил 178925 м³, радиус зон дезинтегрированного угля – 20-30 м, коэффициент дегазации – 0,45-0,60, коэффициент интенсификации дегазации пласта - 1,25-3,75. При ведении очистных работ признаков проявления газодинамических явлений не наблюдалось.

3. Установлены рациональные параметры гидродинамического воздействия на угольный пласт в нижней части потолкоуступной лавы:

- давление нагнетания жидкости, МПа 4-6;
- остаточное давление при сбросе, МПа 0-2;
- количество циклов воздействия, шт. 25-29;
- время цикла, мин 5-7;
- коэффициент дегазации не менее 0,45;
- коэффициент интенсификации дегазации 1,25-3,75.

4. Разработаны схемы и параметры заложения технологических скважин:

- по простиранию пласта бурятся кусты, состоящие из двух технологических скважин, на расстоянии 45-50 м друг от друга;

- скважины бурятся диаметром 100 мм, породная часть скважины длиной не менее 8 м разбуривается до диаметра 150 мм под обсадные металлические трубы;

- длина нижней скважины должна быть 15-20 м, верхней – 50-60 м;

- расстояние между забоями скважин в угольном пласте должно быть равно сумме двух радиусов обработки;

- угол заложения скважины (скважин) по восстанию угольного пласта определяется высотой зоны ПГД или производственной необходимостью. Длина технологической скважины (скважин) определяется перебуриванием угольного пласта на полную мощность;

5. Разработаны элементы технологии применения способа дегазации и снижения газодинамической активности угольного пласта в нижней части лавы: расстояние от забоя нижнего просека до куста технологических скважин на момент обработки массива должно составлять не менее 40 м; по длине откаточной выработки расстояние между кустами технологических скважин должно

быть равно сумме двух радиусов обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фейт, Г.Н. Влияние способов управления горным давлением на выбросоопасность угольных пластов в Центральном районе Донбасса / Г.Н. Фейт, Е.И. Гайко, А.К. Горбунов // Сб. науч. тр. ИГД им. А.А. Скочинского. - М.: ИГД, 1987. - С. 107-114.
2. Лунев, С.Г. Характер проявления выбросоопасных зон / С.Г. Лунев, А.В. Никифоров, И.В. Бабенко // Сб. науч. тр. НГУ. - Днепропетровск, 2004. - № 19. - т.3. - С. 229-234.
3. Геомеханические основы технологии разработки крутых угольных пластов Донбасса / Ю.А. Пивень [и др.]. - Донецк: ВИК, 2007. - 324 с.
4. Жмыхов, В.Н. Исследования факторов интенсификации процесса разрушения угольных пластов при гидродинамической добыче угля / В.Н. Жмыхов // Известия Донецкого горного института. - Донецк : ДонУНПГО. - 1999. - № 1. - С. 39-44.
5. Рубинский, А.А. О необходимости совершенствования текущего прогноза в зонах геологических нарушений на пологих выбросоопасных пластах / А.А. Рубинский, А.Г. Радченко, Б.Н. Недосекин // Сб. науч. тр. МакНИИ. – Макеевка, 1992. - С. 71-79.
6. Костарев, А.П. Взрывы метана и пыли на шахтах и меры по их предупреждению: Обзор / А.П. Костарев. - М.: Наука, 1989. - 48 с.
7. Сластунов, С.В. Обоснованный выбор способов дегазации при интенсивной отработке газоносных угольных пластов - ключевой вопрос обеспечения метанобезопасности угольных шахт / С.В. Сластунов, Г.П. Ермак // ГИАБ. - 2013. - № ОВ1. - С. 120-138.
8. Пат. №58316 України, МПК E21F7/00. Спосіб визначення ефективних параметрів дегазації і розвантаження вугільного пласта гідродинамічною дією / К.К. Софійський, Д.М. Житильонок, Є.Г. Барадулін, О.В. Московський, О.П. Петух, В.І. Гаврилов, В.В. Власенко (Україна). - u201011020; заявл. 13.09.2010; опубл. 11.04.2011; Пріоритет від 13.09.2010; Бюл. № 7. - 3 с.
9. Паламарчук, Т.А. Теоретические основы геофизической диагностики геомеханического состояния породного массива с учетом синергетических процессов: дис.... д-ра техн. наук : 05.15.11 ; 05.15.09 : защищена 04.10.02 : утв. 15.01.03 / Т.А. Паламарчук. - Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2002. - 385 с.

REFERENCES

1. Feyt, G.N., Gayko, E.I. and Gorbunov, A.K. (1987), «Influence of methods of control by mountain pressure on outburst of coal seams in the Central district of Donbassa», *Sbornik nauchnikh trudov IGD im. A.A. Skochinskogo*, Moscow, SU, pp. 107-114.
2. Lunev, S.G. (2004), «Character of manifestation outburst zones», *Sbornik nauchnikh trudov NGU*, no 19, pp. 229-234.
3. Piven, Yu.A. and others (2007), *Geomekhanicheskie osnovy tekhnologii razrabotki krutykh ugolnykh plastov Donbassa* [Geomechanical basis of the technology development of steep coal seams of Donbass], VIK, Donetsk, Ukraine.
4. Zhmykhov, V.N. (1999) «Researches of factors of intensification of process of destruction of coal seams at the hydrodynamic mining», *Izvestiya Donetskogo gornogo instituta*, no. 1, pp. 39-44.
5. Rubinskiy, A.A., Radchenko, A.G. and Nedosekin, B.N. (1992) «On the need to improve the current forecast in areas geological disturbances in the outburst shallow seams», *Sbornik nauchnikh trudov MakNII*, pp. 71-73.
6. Kostarev, A.P. (1989) *Vzryvy metana i pyli na shakhtakh i mery po ikh preduprezhdeniyu* [Explosions of methane and dust on mines and measure on their warning: Review], Nauka, Moscow, SU.
7. Slastunov, S.V. and Ermak G.P. (2013) «Proved choice of ways of decontamination in intensive working out gassy coal seams - a key issue of the methane coal mines», *GIAB*, no. OV1, pp. 120-138.
8. Sofiyskiy, K.K., Zhitlenok, D.M., Baradulin, E.G., Moskovskiy, O.V., Petukh, A.P., Gavrilov, V.I. and Vlasenko, V.V., Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (2011), *Sposib vyznachennya efektyvnykh parametriv degazatsii i rozvantazhennya vugilnogo plasta gidrodinamichnoyu dieyu* [Method of determination of effective parameters of degassing and unloading of coal seams hydrodynamic impact], State Register of Patents of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 58316.
9. Palamarchyk, T.A. (2003) «Theoretical bases of geophysical diagnostic geomechanical state of rock massif with the synergetic processes», Abstract of D. Sc dissertation, 05.15.11; 05.15.09, IGTM NAS of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine.

Об авторе

Гаврилов Вячеслав Иванович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник отдела проблем технологии подземной разработки угольных месторождений, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина, gawrilov.slawick@yandex.ru

About the author

Gavrylov Vyacheslav Ivanovich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Senior Researcher, Senior Research of Department of Underground Coal Mining Technology, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NAS of Ukraine), Dnepropetrovsk, Ukraine, gawrilov.slawick@yandex.ru

Анотація. В представленій статті наведено результати промислових випробувань способу інтенсифікації дегазації вугільного пласта l_7^B -«Пугачівка» в нижній частині стелеуступної лави №65-1146 м гідродинамічною дією. Встановлено, що періодичні динамічні навантаження крутих газонасичених вугільних пластів здійснюювані при нагнітанні робочої рідини в свердловину під тиском 4-6 МПа з подальшим його скиданням до 0-2 МПа при випуску газо-вугільної пульпи в кінці кожного циклу, ініціюють процеси десорбції газу у вугільному масиві на площі, обмеженій ефективним радіусом гідродинамічної дії $R_{эф}$. Аналіз отриманих результатів показав, що при дії на вугільний пласт в кількості 25-29 циклів інтенсивність виділення метану з пласта збільшується в 1,25-3,75 рази на площі радіусом 20-30 м, при цьому витягується понад 40 тис m^3 газу до моменту підходу очисного вибою до обробленої зони.

Ключові слова: крутий пласт, газонасиченість, технологічні свердловини, гідродинамічна дія, інтенсифікація дегазації, радіус ефективної дії.

Abstract. The article presents results of industrial testing of a method for intensifying degassing of the coal seam l_7^V - "Pugachevka" at the bottom of the stepping face №65-1146 m with the help of hydrodynamic shock. It is stated that periodic dynamic cantledges on the steep gassy coal seams when working fluid is pumped into the borehole at a pressure of 4-6 MPa with further pressure releasing up to 0-2 MPa at discharging the gas-and-coal slurry at the end of each cycle, initiate desorption of gas in the coal massif within the area bounded by effective radius R_{ef} of the hydrodynamic shock. Analysis of the results showed that when hydrodynamic shock applied to the coal seam includes 25-29 cycles intensity of methane emissions from the coal seams increases by 1,25-3,75 times in the area with radius of 20-30 m, and over 40 thousand m^3 of gas is recovered till the moment when the breakage face approaches the mined area.

Keywords: steep seam, gas content, technological borehole, hydrodynamic impact, intensification of degassing, radius of the effective action.

Стаття поступила в редакцію 25.12.2014

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук К.К. Софийским

УДК 691.32:620.193.4:539.219.3

Круковская В.В., д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,
Круковский А.П., д-р техн. наук, ст. науч. сотр.
(ИГТМ НАН Украины),

Виноградов Ю.А., студент
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОПРИТОКА В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ С АНКЕРНОЙ КРЕПЬЮ

Круковська В.В., д-р техн. наук, ст. наук. співр.,
Круковський О.П., д-р техн. наук, ст. наук. співр.
(ИГТМ НАН України),

Виноградов Ю.О., студент
(Державний ВНЗ «НГУ»)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДОПРИТОКУ В ГІРНИЧІ ВИРОБКИ З АНКЕРНИМ КРІПЛЕННЯМ

Krukovskaya V.V., D.Sc. (Tech.), Senior Researcher,
Krukovskiy A.P., D.Sc. (Tech.), Senior Researcher
(IGTM NAS of Ukraine),

Vinogradov Y.A., Student
(State HEI «NMU»)

STUDY OF WATER INFLOW IN MINE WORKINGS WITH ANCHORS

Аннотация. Район Западного Донбасса относится к одним из самых сложных по горно-геологическим условиям. В результате обводненности вмещающих пород происходит их размокание, потеря устойчивости контура выработки, обрушение приконтурных пород. Поэтому важно точно выполнить прогноз водопритока в выработку в конкретных гидрогеологических условиях и принять эффективные меры по предупреждению аварийных водопритоков.

Для исследования процесса изменения полей напряжений, проницаемости и влажности вокруг выработки с рамной и анкерной крепью в различных гидрогеологических условиях использовался метод математического моделирования. Расчетные значения водопритока в выработку с рамной и анкерной крепью подтверждены шахтными наблюдениями. Показано, что анкерная крепь сдерживает развитие трещиноватости, вследствие чего размеры области фильтрации вокруг горной выработки уменьшаются, водоприток в выработку снижается. В отдельных случаях, когда обводненные породные слои находятся на достаточном расстоянии от контура выработки, водоприток в выработку предотвращается практически полностью. Поэтому анкерная крепь может быть использована как технологическое средство снижения водопритока в горные выработки.

Ключевые слова: водоприток в горную выработку, численные методы расчета, анкерное крепление.

Район Западного Донбасса относится к одним из самых сложных по горно-геологическим условиям.