

УДК622.831.322:622.831.325

**Д.М. Житленок**, докт. техн. наук, ст. науч. сотр.  
(ГП «Дзержинскуголь»)

**В.И. Гаврилов**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,

**А.П. Петух**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,

**В.В. Власенко**, аспирант  
(ИГТМ НАН Украины)

**А.В. Пищев**, магистр  
(МакНИИ)

### **ПРОВЕДЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СБЛИЖЕННЫЕ ВЫБРОСООПАСНЫЕ УГОЛЬНЫЕ ПЛАСТЫ ПЕРЕД ИХ ПЕРЕСЕЧЕНИЕМ**

**Д.М. Житльонок**, докт. техн. наук, ст. науч. співр.  
(ДП «Дзержинськвугілля»)

**В.І. Гаврилов**, канд. техн. наук, ст. науч. співр.,

**О.П. Петух**, канд. техн. наук, ст. науч. співр.,

**В.В. Власенко**, аспірант  
(ІГТМ НАН України)

**О.В. Піщев**, магістр  
(МакНДІ)

### **ПРОВЕДЕННЯ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ ДІЇ НА ЗБЛИЖЕНІ ВИКИДОНЕБЕЗПЕЧНІ ВУГІЛЬНІ ПЛАСТИ ПЕРЕД ЇХ ПЕРЕТИНОМ**

**D.M. Zhytlnok**, D.Sc. (Tech.), Senior Researcher  
(SE «Dzerzhynskvugillia»)

**V.I. Gavrylov**, Ph.D. (Tech.), Senior Researcher,

**A.P. Petukh**, Ph.D. (Tech.), Senior Researcher,

**V.V. Vlasenko**, Doctoral Student  
(IGTM NAS of Ukraine)

**A.V. Pishchev A.V.**, Master of Science  
(MakSRI)

### **CONDUCTING OF HYDRODYNAMIC IMPACT ON THE LOCATED NEAR OUTBURST COAL SEAMS BEFORE THEIR CROSSING**

**Аннотация.** Впервые получены результаты горно-экспериментальных работ по предотвращению внезапных выбросов угля и газа из сближенных угольных пластов  $k_3$ -«Дерезовка»,  $k_3^6$ -«Дерезовка-верхняя» и  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» гидродинамическим воздействием на них перед их пересечением квершлагом. Квершлаг пересекает пласт под углом  $50^\circ$  с дальнейшим уменьшением угла подхода вплоть до заезда на пласт  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя».

© Д.М. Житленок, В.И. Гаврилов, А.П. Петух, В.В. Власенко, А.В. Пищев, 2013

Этот факт, а также небольшие расстояния между пластами  $k_3$ -«Дерезовка» и  $k_3^6$ -«Дерезовка-верхняя» (1,7 м) и  $k_3^6$ -«Дерезовка-верхняя» и  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» (4,3 м) обусловили необходимость разработки схемы заложения технологических скважин, обеспечивающую разгрузку пластов. Гидродинамическую обработку угольного массива производили через технологические скважины, пробуренные из забоя блокового квершлага. Установлены параметры гидродинамического воздействия на угольные пласты перед их пересечением с выполнением критериев эффективности.

**Ключевые слова:** угольный массив, внезапные выбросы, гидродинамическое воздействие, сближенные пласты, технологические скважины.

При подготовке новых горизонтов на угольных шахтах, разрабатывающих крутые угольные пласты, склонные к газодинамическим явлениям (ГДЯ), предусматривается комплекс мер по их предотвращению и обеспечению безопасных условий труда [1].

Выполнение мероприятий по вскрытию таких пластов осуществляется различными нормативными способами: бурением дренажных скважин, возведением каркасной крепи, гидрорыхлением угольного массива, гидровывыванием угля, гидродинамическим воздействием на пласт. Из всех способов вскрытия опасных и угрожаемых пластов чаще всего в проектах предлагается применение металлической каркасной крепи и бурение дренажных скважин [2].

Вскрытие выбросоопасных угольных пластов  $k_3$ -«Дерезовка»,  $k_3^6$ -«Дерезовка-верхняя» и  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» на гор. 1026 м без применения гидродинамического воздействия сопровождалось газодинамическими явлениями.

С другой стороны, горно-экспериментальные работы по отработке параметров гидродинамического воздействия на угольные пласты перед их вскрытием и промышленная проверка разработанного способа производилась при подходе вскрывающей выработки к пласту под прямым углом и, как правило, при вскрытии одиночных пластов. Пересечение угольных пластов  $k_3$ -«Дерезовка»,  $k_3^6$ -«Дерезовка-верхняя» и  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» на гор. 1146 м осуществлялась квершлагом ІВПШ-133, подходящим к пласту  $k_3$ -«Дерезовка» под углом  $50^0$ , с дальнейшим уменьшением угла подхода вплоть до заезда на пласт  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя». В связи с этим применение обычных симметричных схем бурения технологических скважин нецелесообразно, а при вскрытии пласта  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» и невозможно. Кроме того, небольшие расстояния между пластами  $k_3$ -«Дерезовка» и  $k_3^6$ -«Дерезовка-верхняя» (1,7 м) и  $k_3^6$ -«Дерезовка-верхняя» и  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» (4,3 м) также усложняют схему расположения технологических скважин.

Исходя из вышеизложенного целью данной работы является разработка схем заложения технологических скважин и контрольных шпуров, а также установление параметров гидродинамического воздействия, обеспечивающих дегазацию и снижение выбросоопасности сближенных угольных пластов  $k_3$ -«Дерезовка»,  $k_3^6$ -«Дерезовка-верхняя» и  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» гидродинами-

ческим воздействием перед их пересечением забоем квершлага ІВПШ-133 в условиях гор. 1146 м ОП «Шахта им. Ф.Э. Дзержинского».

Поставленная цель была достигнута решением следующих задач:

- разработать схемы заложения технологических скважин и контрольных шпуров для выполнения гидродинамического воздействия перед пересечением угольных пластов  $k_3$ -«Дерезовка»,  $k_3^6$ -«Дерезовка-верхняя» и  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» на гор. 1146 м;

- установить параметры гидродинамического воздействия, обеспечивающие эффективную дегазацию и снижение выбросоопасности обрабатываемой части угольного пласта;

Объектом исследования являются процессы, происходящие в массиве горных пород, при гидродинамическом воздействии на него через технологические скважины, пробуренные через породы кровли на угольный пласт.

Квершлаг ІВПШ-133 гор. 1146 м проводится по пустым породам с ІВПШ гор. 1146 м по маркшейдерскому направлению сечением: в проходке  $S_{пр}=12,3 \text{ м}^2$ , в свету  $S_{св}=9,8 \text{ м}^2$ . Подход к пластам осуществляется со стороны кровли. Пересечение пластов квершлагом осуществлялось в направлении показанном на рис. 1.

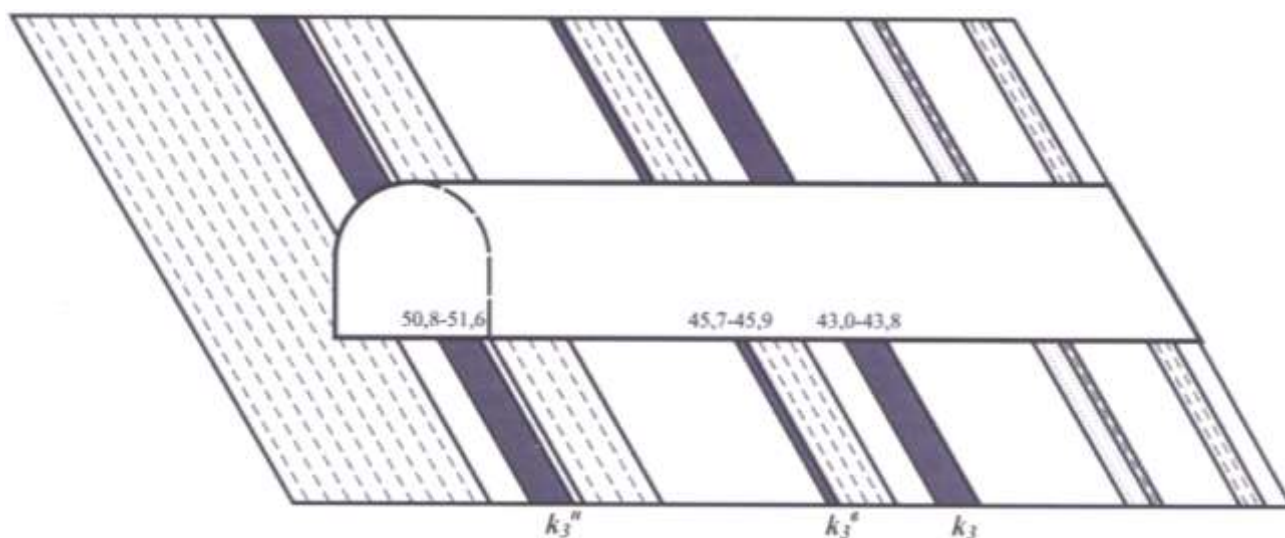


Рисунок 1 – Геологический разрез по квершлагу

Подготовку пласта  $k_3$ -«Дерезовка» к гидродинамическому воздействию осуществляли следующим образом. Забой квершлага ІВПШ-133 гор. 1146 м был остановлен на расстоянии 5,5 м до пласта  $k_3$ -«Дерезовка» по оси выработки. При этом левый нижний угол квершлага находился в 3 м по нормали от пласта  $k_3$  (рис. 2).

Для контроля эффективности гидродинамического воздействия на угольный пласт  $k_3$  были пробурены четыре контрольных шпура КШ1-КШ4 диаметром 42-45 мм за 4-х метровый контур выработки. В шпуры помещали медную трубку, затем их герметизировали, а на выступающий конец трубки устанавливали манометры. Параметры заложения контрольных шпуров приведены в табл. 1.

По манометрам установившееся пластовое давление газа имело следующие величины: в КШ1 – 2,4 МПа, КШ2 – 2,1 МПа, КШ3 – 2,2 МПа и КШ4 – 2,3 МПа.

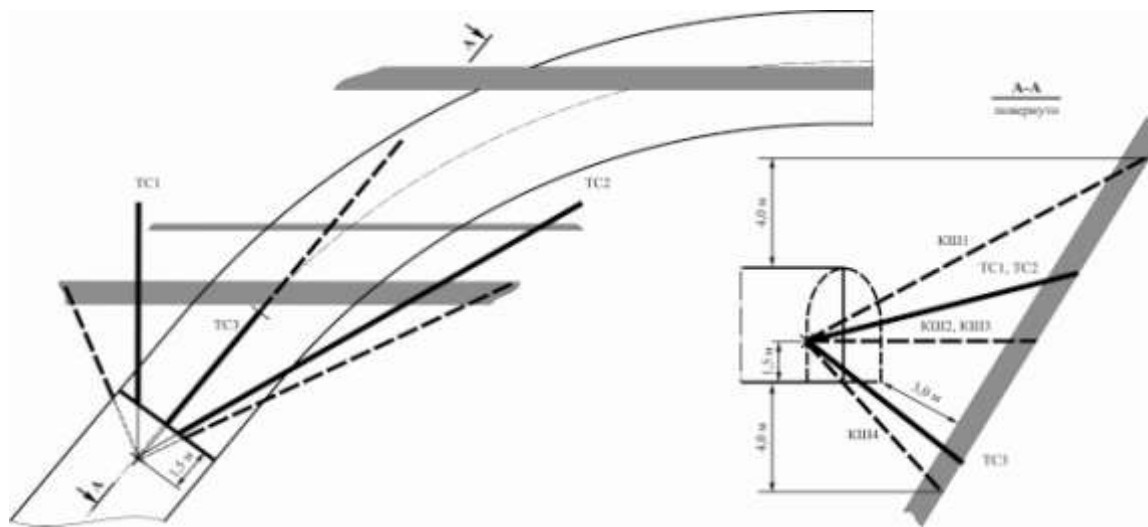


Рисунок 2 - Схема расположения контрольных шпуров КШ1-КШ4 и технологических скважин ТС1-ТС3

Таблица 1 – Параметры заложения контрольных шпуров КШ1-КШ4

№	Угол бурения, град.		Длина, м		
	горизонтальный	вертикальный	по породе	по углю	общая
КШ1	0	30	13,0	1,4	14,4
КШ2	-60	0	4,5	0,9	5,4
КШ3	26	0	12,7	1,6	14,3
КШ4	0	-51	7,2	1,5	8,7

После стабилизации пластового давления газа в соответствии с «Правилами...» [3] и учитывая мощность пластов и площадь воздействия на ПК5+2 м из забоя блокового квершлага 1ВПШ-131 гор. 1146 м были пробурены три технологические скважины диаметром 76 мм с последующим разбуриванием до диаметра 100 мм. Породную часть скважин под обсадные трубы разбуривали до диаметра 150 мм. Обсадная труба входила в угольный пласт на 0,1 м.

Скважины бурили при установке станка НКР-100 по оси выработки на расстоянии 1,5 м от забоя и на высоте 1,5 м от почвы.

Параметры заложения технологических скважин, пробуренных на угольный пласт  $k_3$ -«Дерезовка» приведены в табл. 2.

Диаметр обсадных труб – 114 мм. Затрубное пространство тампонируют песчано-цементным раствором в соотношении 2:1. Длина выступающей в выработку обсадной трубы с фланцем – 0,5 м.

Таблица 2 – Параметры заложения технологических скважин ТС1-ТС3

№	Угол бурения, град.		Длина, м		
	горизонтальный	вертикальный	по породе	по углю	Общая
ТС1	-38	15	6,6	0,7	7,3
ТС2	21	15	14,1	1,7	15,8
ТС3	0	-40	6,8	1,2	9,0

Крепление обсадного става в скважине на время набора прочности раствором осуществлялось клиновыми анкерами.

После схватывания раствора через четверо суток на выступающий из скважин конец трубы с фланцем устанавливали устройство гидродинамического воздействия (УВГ) и производили монтаж оборудования. УВГ подсоединяли к двум насосам, один служил для создания давления рабочей жидкости в скважине, а другой – для управления процессом воздействия.

После монтажа производили проверку герметичности узлов созданием давления рабочей жидкости в скважине до 7 МПа. При отсутствии утечек жидкости забой считали подготовленным к гидродинамическому воздействию.

Управление процессом гидродинамического воздействия производили дистанционно с пульта, расположенного на расстоянии 30 м от технологической скважины. Циклы воздействия повторяли до снижения пластового давления газа в контрольных шпурах до величин  $\leq 1,0$  МПа. В конце воздействий производили замер количества извлеченного угля из скважины.

01.04.2013 г. было осуществлено гидродинамическое воздействие через ТС1. Первый цикл воздействия произведен в 9 ч 03 мин, последний – в 13 ч 40 мин. В технологическую скважину нагнетали техническую воду под давлением  $P_n = 4-5$  МПа, затем открывали задвижку высокого давления УВГ и производили его сброс до 0 МПа с выпуском газоводоугольной пульпы из скважины. За это время было произведено 28 циклов воздействия, по окончании которых манометрами были зафиксированы следующие значения величин пластового давления газа: в КШ1 – 0,21 МПа, в КШ2 – 0,19 МПа, в КШ3 – 0,25 МПа и в КШ4 – 0,27. Концентрация метана в забое квершлага в процессе гидродинамического воздействия (ГДВ) не превышала 1 %, на исходящей струе воздуха – 0,5 %. Из скважины было извлечено 8,2 т угля.

Так как, при производстве гидродинамического воздействия на угольный пласт  $k_3$ -«Дерезовка» через ТС1 пластовое давление газа за четырех метровом контуром квершлага снизилось по всем манометрам до величин меньших 1,0 МПа было принято решение не производить гидродинамическое воздействие через ТС2 и ТС3.

Подход, пересечение и отход от пласта  $k_3$ -«Дерезовка» был осуществлен без признаков проявления газодинамических явлений.

Наблюдения за изменением величины концентрации метана в исходящей струе воздуха по квершлагу 1ВПШ-131 при производстве горных работ по ГДВ на угольный пласт  $k_3$ -«Дерезовка» и до его пересечения проводили с первого

марта 2013 г. по 30.04.2013 г. Они служили исходными данными для расчета фактического количества извлеченного газа из пласта и коэффициента дегазации обработанного массива.

Объем фактически вышедшего газа из обработанной зоны определяли из выражения

$$V_{\phi} = 0,01Q_u (C_{cp.c} - C_{cp.c.\phi})N, \quad (1)$$

где  $Q_u$  - количество воздуха на исходящей струе участка, м<sup>3</sup>/сут;  $C_{cp.c}$  - средне-суточная концентрация метана в исходящей струе квершлага после ГДВ и до вскрытия, %;  $C_{cp.c.\phi}$  - фоновая среднесуточная концентрация метана в исходящей струе квершлага до ГДВ, %;  $N$  – количество расчетных суток, сут.

Коэффициент дегазации определяли из выражения:

$$K_o = \frac{V_{\phi}}{V_p} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $V_{\phi}$  - объем фактически вышедшего газа из обработанной зоны угольного пласта, м<sup>3</sup>;  $V_p$  – расчетный объем газа в обрабатываемой зоне угольного пласта, м<sup>3</sup>.

Расчетный объем газа в обрабатываемой зоне угольного пласта определяли из выражения:

$$V_p = S_3 \cdot m \cdot \gamma \cdot \chi, \quad (3)$$

где  $S_3$  – площадь обработанной зоны, м<sup>2</sup>;  $\chi$  - природная газоносность угольного пласта, м<sup>3</sup>/т с.б.м.

Площадь обработанной зоны определяли из выражения:

$$S_3 = \pi R_y^2, \quad (4)$$

Коэффициент интенсификации газовыделения определяется из выражения:

$$k_u = \frac{C_{cp.c}}{C_{cp.c.\phi}} \quad (5)$$

По количеству извлеченного из скважин угля и необходимому по производственным условиям радиусу дезинтегрированного угля вокруг квершлага, в соответствии с [4], определяли статистический геотехнологический коэффициент влияния гидродинамического воздействия на разгрузку угольного пласта по формуле

$$k_c = \frac{M_u}{M_s} \quad (6)$$

где  $M_u$  – количество извлеченного угля из скважины, т;  $M_3$  – количество угля в обрабатываемой зоне, т.

Количество угля в обрабатываемой зоне определяли по формуле

$$M_3 = \pi R_y m \gamma, \quad (7)$$

где  $R_y$  – необходимый радиус зоны обработки, м;  $m$  – мощность пласта, м;  $\gamma$  – объемный вес угля, т/м<sup>3</sup>.

Анализ наблюдений за среднесуточной концентрацией метана в исходящей струе воздуха из квершлага показал, что за этот период из угольного массива выделилось свыше 5842 м<sup>3</sup> метана, угольный пласт дегазирован на площади свыше 706 м<sup>2</sup>, радиус эффективного влияния скважины по выходу газа составил 15 м, а коэффициент дегазации обработанной зоны –  $k_d = 0,45$ .

Показатели среднесуточной концентрации метана в исходящей струе воздуха из участка представлены табл. 3.

Анализ таблицы показывает, что среднесуточная концентрация метана в исходящей струе воздуха блокового квершлага резко увеличилась с 16 марта после окончания бурения технологических скважин, следовательно, концентрацию метана с 01.03.13 г. по 15.03.13 г. можно считать фоновой и ее средняя концентрация составила 0,07 %. Повышенное газовыделение с участка продолжалось до 01.05.13 г., а с 01.05.13 г. оно снизилось в 2 раза. По объему выхода газа из обработанной зоны радиус влияния технологической скважины составил 15 м.

Результаты гидродинамической обработки угольного пласта  $k_3$ -«Дерезовка» представлены в табл. 4.

По данным геолого-разведочного бурения скважин из забоя квершлага 1ВПШ-131 было установлено, что в месте пересечения квершлагом угольного пласта  $k_3^6$ -«Дерезовка-верхняя» находится углистый сланец мощностью 0,15 м, в связи с чем он был вскрыт в режиме сотрясательного взрывания. После пересечения  $k_3^6$ -«Дерезовка-верхняя» 18.05 и 19.05.2013 г. был осуществлен подход к пласту  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя». Забой квершлага был остановлен на расстоянии 3 м по нормали к пласту  $k_3^H$ .

Подготовка к вскрытию угольного пласта  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» осуществлялась аналогично, что и для пласта  $k_3$ -«Дерезовка». 22.05-23.05.13 г. были пробурены на пласт  $k_3^H$  три контрольных шпура, в них были установлены манометры, а шпуры были загерметизированы. По манометрам установившееся пластовое давление газа соответствовало величинам в: КШ9 – 2,4 МПа, КШ10 – 2,0 МПа и КШ11 – 2,3 МПа.

28.05-29.05.13 г. из забоя блокового квершлага 1ВПШ-131 гор. 1146 м были пробурены, обсажены и загерметизированы три технологические скважины согласно схеме, приведенной на рис. 3.

Таблица 3 - Среднесуточная концентрация метана в исходящей струе воздуха квершлага 1ВПШ-131

Числа месяца	Март	Апрель	Май
1	2	3	4
1	0,04	0,10	0,06
2	0,05	0,10	0,06
3	0,05	0,08	0,05
4	0,05	0,08	0,05
5	0,07	0,08	0,06
6	0,08	0,08	0,05
7	0,08	0,09	0,04
8	0,09	0,08	0,05
9	0,09	0,09	0,05
10	0,09	0,09	0,04
11	0,09	0,09	0,04
12	0,09	0,08	0,04
13	0,09	0,09	0,04
14	0,08	0,08	-
15	0,08	0,10	-
16	0,17	0,11	-
17	0,17	0,11	-
18	0,17	0,12	-
19	0,17	0,12	-
20	0,21	0,12	-
21	0,22	0,13	-
22	0,20	0,12	-
23	0,20	0,12	-
24	0,20	0,11	-
25	0,20	0,11	-
26	0,20	0,12	-
27	0,21	0,12	-
28	0,20	0,11	-
29	0,19	0,12	-
30	0,19	0,12	-
31	0,19	-	-
$C_{ср.ф.}, \%$	0,07	0,10	0,05
$C_{ср.с}, \%$	0,19		



Таблица 4 - Результаты гидродинамической обработки угольного пласта  $k_3$ -«Дерезовка»

Наименование	Дни месяца	Март		Апрель	Май
		15	16	30	13
Среднемесячная суточная концентрация метана на исходящей струе выработки $C_{ср.с.}$ , %		0,07	0,19	0,10	0,05
Среднесуточная фоновая концентрация метана на исходящей струе участка $C_{ср.с.ф.}$ , %		0,07			
Разность среднесуточных концентраций метана на исходящей струе выработки $\Delta C = C_{ср.с.} - C_{ср.с.ф.}$ , %		0	0,12	0,03	-0,02
Количество воздуха на исходящей струе участка $Q_u$ , м <sup>3</sup> /сут		211680			
Объем выхода газа из обработанной зоны $V_{\phi}$ , м <sup>3</sup>		0	5842		
Радиус зоны обработки по выходу газа $R_z$ , м		15			
Радиус зоны обработки по извлеченному углю $R_y$ , м		11,5			
Расчетный объем газа в обрабатываемой зоне $V_p$ , м <sup>3</sup>		12858			
Масса угля в обрабатываемой зоне $M_y$ , т		643			
Масса извлеченного угля из обрабатываемой зоны $M_u$ , т		8,2			
Коэффициент дегазации обработанной зоны $k_d$		0,45			
Коэффициент интенсификации дегазации $k_u$		2,07			

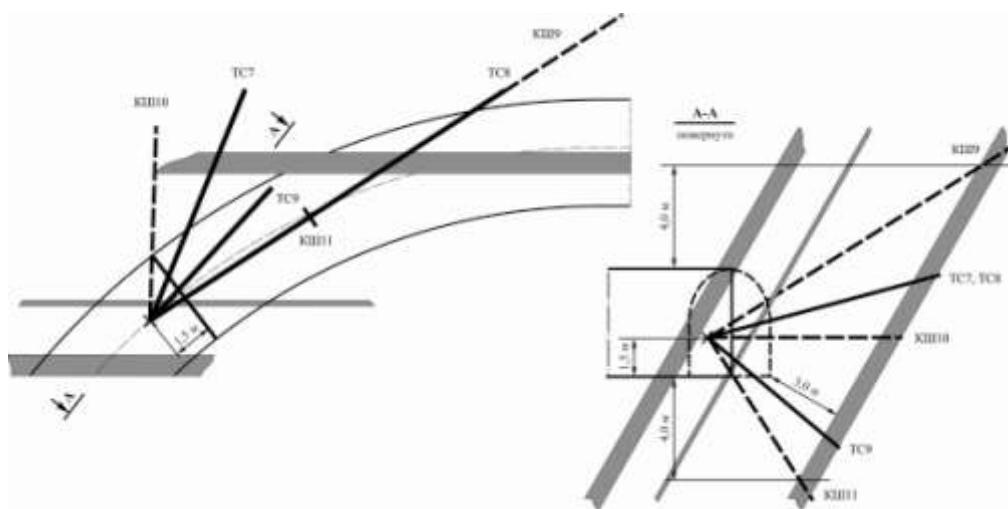


Рисунок 3 - Схема расположения контрольных шпуров КШ9-КШ11 и технологических скважин ТС7-ТС9

Параметры заложения технологических скважин приведены в табл. 5.

Таблица 5 - Параметры заложения технологических скважин ТС7-ТС9

№	Угол бурения, град.		Длина, м		
	горизонтальный	вертикальный	по породе	по углю	общая
ТС7	-31	15	6,7	1,1	7,8
ТС8	4	15	12,8	1,6	14,4
ТС9	-11	-40	5,1	0,9	6,0

03.06-04.06.13 г. через технологическую скважину ТС8 было осуществлено гидродинамическое воздействие. Первый цикл воздействий был произведен 03.06.13 г в 12 ч 48 мин, последний - 04.06.13 г. в 14 ч 15 мин. Через технологическую скважину ТС8 нагнеталась техническая вода под давлением  $P_n = 5,0-6,5$  МПа, затем открыванием задвижки высокого давления производился его сброс до 0 МПа с выпуском газоводоугольной пульпы из скважины. За это время было произведено 36 циклов воздействия, по окончании которых манометрами были зафиксированы следующие значения величин пластового давления газа: в КШ9 – 0,4 МПа, в КШ10 – 0,38 МПа и в КШ11 – 0,29. Концентрация метана в забое квершлага в процессе ГДВ не превышала 1,5 %, на исходящей струе воздуха – 1,0 %. Из скважины было извлечено 8,5 т угля.

Так как при производстве гидродинамического воздействия на угольный пласт через ТС8 пластовое давление газа по всем манометрам снизилось до величин меньших 1,0 МПа гидродинамическое воздействие через ТС7 и ТС9 не производилось. Подход к пласту  $k_3^H$  осуществлялся 07.07, 08.07, 11.07 и 13.07 без признаков проявления газодинамических явлений. Обнажение пласта произошло 15.07.13 г.

Наблюдения за изменением величины концентрации метана в исходящей струе воздуха по квершлагу 1ВПШ-131 при производстве горных работ по ГДВ на угольный пласт  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» и до его обнажения проводили с первого мая 2013 г. по 15.07.2013 г.

Анализ наблюдений за среднесуточной концентрацией метана в исходящей струе воздуха из квершлага показал, что за этот период из угольного массива выделилось свыше 21613 м<sup>3</sup> метана, угольный пласт дегазирован на площади свыше 1962 м<sup>2</sup>, радиус эффективного влияния скважины по выходу газа составил 25 м, а коэффициент дегазации обработанной зоны -  $k_d = 0,45$ .

Показатели среднесуточной концентрации метана в исходящей струе воздуха из участка представлены табл. 6.

Анализ таблицы показывает, что среднесуточная концентрация метана в исходящей струе воздуха блокового квершлага резко увеличилась с 28 мая после окончания бурения технологических скважин, следовательно, концентрацию метана с 01.05.13 г. по 27.05.13 г. можно считать фоновой и ее средняя концентрация составила 0,04 %. Повышенное газовыделение с участка продолжалось до конца месяца. По объему выхода газа из обработанной зоны радиус влияния технологической скважины составил 25 м.

Результаты гидродинамической обработки угольного пласта  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» представлены в табл. 7.

Таблица 6 - Среднесуточная концентрация метана в исходящей струе воздуха квершлага 1ВППШ-131

Числа месяца	Май	Июнь	Июль
1	2	3	4
1	0,06	0,15	0,29
2	0,06	0,18	0,27
3	0,05	0,34	0,27
4	0,05	0,72	0,28
5	0,06	0,37	0,29
6	0,05	0,73	0,26
7	0,04	0,84	0,26
8	0,05	0,76	0,26
9	0,05	0,35	0,27
10	0,04	0,09	0,28
11	0,04	0,09	0,27
12	0,04	0,08	0,26
13	0,04	0,09	0,26
14	0,04	0,10	0,27
15	0,04	0,11	0,28
16	0,04	0,11	0,38
17	0,04	0,11	0,43
18	0,04	0,11	0,28
19	0,04	0,11	0,23
20	0,04	0,11	0,19
21	0,05	0,12	0,18
22	0,04	0,18	0,18
23	0,04	0,20	0,19
24	0,04	0,21	0,18
25	0,04	0,21	0,19
26	0,04	0,24	-
27	0,04	0,25	-
28	0,06	0,25	-
29	0,08	0,27	-
30	0,08	0,28	-
31	0,08	-	-
$C_{ср.ф.}, \%$	0,04	0,26	0,27
$C_{ср.с}, \%$	0,08		

Статистические геотехнологические коэффициенты влияния гидродинамического воздействия на разгрузку пласта оказались равными:

- при гидродинамическом воздействии на пласт  $k_3$  – «Дерезовка»

$$k_c = \frac{8,2}{3,14 \cdot 11,5^2 \cdot 0,7 \cdot 1,4} = 0,02$$

- при гидродинамическом воздействии на пласт  $k_3^H$  – «Дерезовка-нижняя»

Таблица 7 - Результаты гидродинамической обработки угольного пласта  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя»

Наименование	Дни месяца	Май		Июнь	Июль
		27	4	30	15
Среднемесячная суточная концентрация метана на исходящей струе выработки $C_{ср.с.}$ , %		0,04	0,08	0,26	0,27
Среднесуточная фоновая концентрация метана на исходящей струе участка $C_{ср.с.ф.}$ , %		0,04			
Разность средне суточных концентраций метана на исходящей струе выработки $\Delta C = C_{ср.с.} - C_{ср.с.ф.}$ , %.		0	0,04	0,22	0,23
Количество воздуха на исходящей струе участка $Q_u$ , м <sup>3</sup> /сут		211680			
Объем выхода газа из обработанной зоны $V_\phi$ , м <sup>3</sup>		0	339	13971	7303
		21613			
Радиус зоны обработки по выходу газа $R_z$ , м		25			
Радиус зоны обработки по извлеченному углю $R_v$ , м		11,4			
Расчетный объем газа в обрабатываемой зоне $V_p$ , м <sup>3</sup>		48081			
Масса угля в обрабатываемой зоне $M_v$ , т		1923			
Масса извлеченного угля из обрабатываемой зоны $M_u$ , т		8,5			
Коэффициент дегазации обработанной зоны $k_d$		0,45			
Коэффициент интенсификации дегазации $k_u$		5,75			

$$k_c = \frac{8,5}{3,14 \cdot 11,5^2 \cdot 0,7 \cdot 1,4} = 0,021$$

Результаты впервые проведенных горно-экспериментальных работ по предотвращению внезапных выбросов угля и газа из сближенных угольных пластов  $k_3$ -«Дерезовка»,  $k_3^6$ -«Дерезовка-верхняя» и  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» гидродинамическим воздействием на них перед их пересечением квершлагом под углом  $50^0$  позволили сделать следующие выводы:

1. Новизна работы заключается в том, что впервые проведено гидродинамическое воздействие на сближенные выбросоопасные угольные пласты через одну технологическую скважину, пробуренную под углом к их простиранию, с выполнением критериев эффективности.

2. Установлены параметры гидродинамического воздействия через скважину, пробуренную через породы кровли под углом  $50^0$  к линии простирания пласта:

- количество технологических скважин, шт. 1;
- давление нагнетания рабочей жидкости, МПа 4-5;
- остаточное давление после сброса, МПа 0;
- количество циклов, цикл. 28-36;
- продолжительность цикла, мин 8-10;
- коэффициент эффективности дегазации  $k_d \geq 0,45$ .

3. Установлен для данных условий критерий эффективности гидродинамического воздействия по количеству извлеченного из скважины угля  $k_c \geq 0,02$ .

4. Радиусы обработанных гидродинамическим воздействием зон угольных пластов  $k_3$ -«Дерезовка» и  $k_3^H$ -«Дерезовка-нижняя» по выходу газа в месте пересечения квершлагом были равны 15 м и 25 м соответственно.

5. Вскрытия указанных угольных пластов впервые происходили без признаков проявления газодинамических явлений.

6. Затраты времени на подготовку участка к гидродинамическому воздействию, его проведение и демонтаж оборудования не превышали 3 сут.

7. Технологические скважины надежно герметизируются песчано-цементным раствором в соотношении 1:2 и обеспечивают необходимую производительность.

8. Изготовленное оборудование для гидродинамического воздействия работало удовлетворительно и безаварийно.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большинский, М.И. Газодинамические явления в шахтах / М.И. Большинский, Б.А. Лысиков, А.А. Каплюхин. – Севастополь: Вебер, 2003. – 284 с.

2. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по выбросам угля, породы и газа: НПАОП 10.0-5.25-89 / Под ред. А.А.Манжула. – М.: Министерство угольной промышленности СССР, 1989. – 192 с. – (Нормативно-правовой акт по охране труда).

3. Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ: СОУ 10.1.00174088.011:2005. – [Чинний від 2005-12-01] / О.М. Брюханов, О.В. Агафонов, А.В. Анциферов [та ін.]. – Офіц. вид. – К.: Мінвуглепром України, 2005. – 224 с. – (Нормативний документ Мінвуглепрому України. Стандарт).

4. Пат. №58316, UA, МПК E21F 7/00 (2011.01). Спосіб визначення ефективних параметрів дегазації і розвантаження вугільного пласта гідродинамічною дією / К.К. Софійський, Д.М. Житльонюк, Є.Г. Барадулін, О.В. Московський, О.П. Петух, В.І. Гаврилов, В.В. Власенко; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. – u 2010 11020; заявл. 13.09.2010; опубл. 11.04.2011; Бюл. № 7. – 6 с.: іл.

#### REFERENCES

1. Bolshinskiy, M.I., Lysikov, B.A. and Kaplyukhin A.A. (2003), *Gazodinamicheskie yavleniya v shakhtakh* [Gasdynamic phenomena in mines], Veber, Sevastopol, Ukraine.

2. USSR Ministry of Coal Industry (1989), *Instruktsiya po bezopasnomu vedeniyu gornykh rabot na plastakh, opasnykh po vybrosam uglya, porody i gaza* [Instructions for safe conducting mining operations at the seams, which outburst of coal, rock and gas], USSR Ministry of Coal Industry, Moscow, Russia.

3. Ukraine Ministry of Coal Industry (2005), *10.1.00174088.011:2005. Pravyly vedennia girnychykh robot na plastakh, skhylnykh do gazodynamichnykh yavishch* [Rules of mining on the seams, which propensity to gas dynamic phenomena], Ukraine Ministry of Coal Industry, Kiev, Ukraine.

4. Sofiyskiy, K.K., Zhitlonok, D.M., Baradulin, E.H., Moskovskiy, O.V., Petukh, O.P., Havrylov, V.I., Vlasenko, V.V., M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics under NAS of Ukraine (2011), *Sposib vyznachennia efektyvnykh parametriv degazatsii i rozvantazhennia vugilnogo plasta gidrodynamichnoiu dieiu* [The method for determining the effective parameters of degassing and unloading seam hydrodynamic impact], State Register of Patents of Ukraine, Kyiv, UA, № 58316.

#### Об авторах

**Житленок Дмитрий Моисеевич**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, генеральный директор ГП «Дзержинскуголь», г. Дзержинск, Украина, e-mail: ro@du.donbass.com.

**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), г. Днепропетровск, Украина, e-mail: gawrilov.slawick@yandex.ru.

**Петух Александр Петрович**, 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), г. Днепропетровск, Украина, e-mail: igtm16@yandex.ru.

**Власенко Василий Викторович**, аспирант, инженер 1 категории отдела проблем технологии подземной разработки угольных месторождений, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины (ИГТМ НАН Украины), г. Днепропетровск, Украина, e-mail: igtm16@yandex.ru.

**Пищев Александр Валентинович**, заведующий сектором МакНИИ, Государственный Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности (МакНИИ), г. Макеевка, Украина.

#### About the author

**Zhytlnok Dmytro Musiiovich**, D.Sc. (Tech.), Senior Researcher, General Director of SE «Dzerzhynskvugillia», Dzerzhinsk, Ukraine, e-mail: po@du.donbass.com.

**Gavrylov Vyacheslav Ivanovich**, Ph.D. (tech.), Senior Researcher, Senior Researcher of Department of Underground Coal Mining Technology, M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics under NAS of Ukraine (IGTM NAS of Ukraine), Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: gawrilov.slawick@yandex.ru.

**Petukh Oleksandr Petrovych**, Ph.D. (tech.), Senior Researcher, Senior Researcher of Department of Underground Coal Mining Technology, M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics under NAS of Ukraine (IGTM NAS of Ukraine), Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: igtm16@yandex.ru.

**Vlasenko Vasyi Victorovych**, Doctoral Student, Engineer 1st category of Department of Underground Coal Mining Technology, M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics under NAS of Ukraine (IGTM NAS of Ukraine), Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: igtm16@yandex.ru

**Pishchev Olexandr Valentynovych**, Head of Department MakRSI, Makeevskii State Scientific and Research Institute for operating safety in the mining industry (MakSRI), Makeevka, Ukraine.

**Анотація.** Вперше отримано результати гірничо-експериментальних робіт з запобігання раптових викидів вугілля і газу із зближених вугільних пластів,  $k_3$ -«Дерезовка»,  $k_3^v$ -«Дерезовка-верхня» і  $k_3^n$ -«Дерезовка-нижня» гідродинамічною дією на них перед їх перетином квершлагом. Квершлаг перетинає пласт під кутом  $50^\circ$  з подальшим зменшенням кута підходу аж до заїзду на пласт  $k_3^n$ -«Дерезовка-нижня». Цей факт, а також невеликі відстані між пластами  $k_3$ -«Дерезовка» і  $k_3^v$ -«Дерезовка-верхня» (1,7 м) та  $k_3^v$ -«Дерезовка-верхня» і  $k_3^n$ -«Дерезовка-нижня» (4,3 м) зумовили необхідність розробки схеми залягання технологічних свердловин, яка б забезпечила розвантаження пластів. Гідродинамічну обробку вугільного масиву проводили через технологічні свердловини, які були пробурені з забою блокового квершлягу. Встановлено параметри гідродинамічної дії на вугільні пласти перед їх перетином з виконанням критеріїв ефективності.

**Ключові слова:** вугільний масив, раптові викиди, гідродинамічна дія, зближені пласти, технологічні свердловини.

**Abstract.** The first time received results by mining and experimental work on the prevention of sudden coal and gas by the hydrodynamic impact on connivent coal seams  $k_3$  – «Derezovka»,  $k_3^v$  – «Derezovka-upper» and  $k_3^n$  – «Derezovka-bottom», before they are crossing crosscut. Crosscut crosses the seam at an angle of  $50^\circ$  with a further decrease the angle of approach up to call in on the seam  $k_3^n$  – «Derezovka-bottom». This fact and the small distance between the seams  $k_3$ -«Derezovka» and  $k_3^v$  – «Derezovka-upper» (1,7 m) and  $k_3^v$  – «Derezovka-upper» and  $k_3^n$  – «Derezovka-bottom» (4.3 m) resulted in the need to develop a scheme emplacement of technological holes, which providing unloading seams. Hydrodynamic impact of the coal massif produced by of technological holes drilled from the workface of the crosscut in the block. The parameters of the hydrodynamic effects on the coal seams before they crossing with the implementation the criteria of effectiveness were set.

**Keywords:** coal massif, sudden coal, located near coal seams, hydrodynamic impact, technological holes.

*Статья поступила в редакцию 22.02. 2013*

*Рекомендовано к публикации д-ром техн. наук В.Г. Шевченко*

УДК 622.411.332.001.57

**Т.В. Бунько**, д-р техн. наук, ст. научн. сотр.,  
**А.В. Боровский**, канд. техн. наук, ст. научн. сотр.  
(ИГТМ НАН Украины),  
**А.Б. Бокий**, аспирант  
(ДВУЗ «ДонНТУ»)

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭМИССИИ ШАХТНОГО МЕТАНА**

**Т.В. Бунько**, д-р техн. наук, ст. научн. сотр.,  
**А.В. Боровський**, канд. техн. наук, ст. научн. сотр.  
(ІГТМ НАН України),  
**А.Б. Бокий**, аспірант  
(ДВНЗ «ДонНТУ»)

### **РОЗРОБКА МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕМІСІЇ ШАХТНОГО МЕТАНУ**

**T.V. Bunko**, D.Sc. (Tech.), Senior Reseacher,  
**A.V. Borovsky**, Ph.D. (Tech.), Senior Researcher  
(IGTM NAS of Ukraine),  
**A.B. Bokij**, Doctoral student  
(SHEI "NMU")

### **DEVELOPMENT OF METHODS OF MATHEMATICAL DESIGN OF EMISSION OF MINE METHANE**

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы математического моделирования путей эмиссии метана из угольных пластов при функционировании шахт, ведущих добычу угля и метана. Показано, что пути эмиссии шахтного метана в атмосферу могут быть отображены сетевой структурой с сосредоточенными источниками метановыделения, а также ветвями с ламинарным законом движения газовой смеси через зоны обрушения на поверхность. Разработана сетевая газодинамическая математическая модель эмиссии шахтного метана, отличающаяся учетом различных законов движения газовой среды и усовершенствован адаптивный сетевой метод расчета ее параметров.

**Ключевые слова:** шахтный метан, экология, технологические схемы проветривания, дегазация выемочных участков, вакуумирование, воздухораспределение

Решение экологических проблем угледобычи на локальном (производственном) уровне связано с уменьшением непосредственного воздействия технологий угледобычи на компоненты природной среды: литосферу, атмосферу, гидросферу и почвы [1].