

Таким образом, за 5 месяцев работы скважин по состоянию на 09.09.2012 года из техногенного коллектора извлечено около 0,5 млн м<sup>3</sup> «чистого» метана. Дебит скважин был от 0,14 до 1,38 м<sup>3</sup>/мин, а содержание метана в каптируемом газе было в пределах 25–100 %. Такие показатели позволили обеспечить работу котельной для обогрева воздухоподающего ствола в течение зимнего периода, когда на шахте работы по добыче угля не велись. На следующем этапе работы планируется поиск техногенных коллекторов метана как на площадях отработанных полей, так и в толще подработанных пород – в интервале разгрузки.

**Выводы.** Во-первых, промышленные эксперименты свидетельствуют о наличии метана в техногенных коллекторах, сформировавшихся в результате взаимодействия природных и техногенных факторов после отработки шахтных полей. Во-вторых, показана возможность извлечения метана техногенных коллекторов отработанных полей угольных шахт подземными скважинами с показателями, позволяющими его использование в хозяйственных целях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегазація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації: СОУ 10.1.00174088.001:2004 / О.І. Касімов, В.М. Кочерга, В.О. Маркін [та ін.]. – Чинний від 2005-01-01. – К: Мінпаливенерго України, 2005. – 169 с.
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – К.: Основа, 1994. – 312 с.
3. Техногенні скупчення метану у порушеному вуглепородному масиві. Методика прогнозування зон підвищеної газонасиченості та визначення їх параметрів. Стандарт Мінвуглепрому України: СОУ 10.1.05411357.007:2007/ А.Ф. Булат, Д.П. Гуня, А.П. Клець [та ін.]. – Видання офіційне. – Введ. 24.10.07, № 469. – К., 2007. – 14 с.

**УДК 622.8(088.8)**

канд.техн.наук П.Е. Филимонов,  
докт.техн.наук Б.В. Бокий,  
канд. техн. наук В.В. Чередникова  
(ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько»);  
докт.техн.наук К.К. Софийский,  
канд.техн.наук Д.П. Силин,  
инженер Р.А. Агаев,  
(ИГТМ НАН Украины);  
канд.техн.наук И.С. Швец,  
(ИИПТ НАН Украины)

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ПНЕВМОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Розглянуто проблеми й перспективи виділення метану через поверхневі дегазаційні свердловини. Викладено результати експериментальних робіт на ПАО «Шахта ім. О.Ф. Засядька» при застосуванні пневмогідродинамічної, пневмодинамічної, електророзрядної дії на гірській масив. Визначено умови розколювання присвердловинної зони і тривалого стійкого газовиділення через поверхневі дегазаційні свердловини з вуглепородного масиву.

## **RAISE OF EFFICIENCY OF SUPERFICIAL METHANE DRAINAGE BOREHOLES WITH APPLICATION OF PNEUMOHYDRODYNAMIC AND ELECTRODISCHARGE AFFECTINGS**

Problems and prospects of methane emission through surface degaseous holes are considered. The results of experimental works on «Mine named after A.F. Zasyad'ko» about application of the pneumohydrodynamic, pneumodynamic and electrodischarge action on the underworking and ununderworking arrays are expounded. The conditions of mud injection of around hole area and continuous stable gas emission through surface degaseous holes from coal rock array are defined.

Планом реализации «Национальной энергетической программы Украины» предполагает расширение сферы применения альтернативных энергетических ресурсов. Кабинет Министров Украины принял Постановление № 143 от 27 сентября 2000 г. «О мерах развития промышленной добычи метана из угольных месторождений Донбасса, которым утвердил Государственную программу развития минерально-сырьевой базы Украины на период до 2016 года. В мае 2009 года был принят закон «О газе (метане) угольных месторождений», в котором предусмотрены мероприятия по стимулированию субъектов хозяйственной деятельности в сфере геологического изучения, добычи и использования газа (метана) угольных месторождений путем освобождения от налогообложения прибыли, полученной от хозяйственной деятельности до 1 января 2020 года. Поэтому наличие законодательной и нормативной базы благоприятно для инвестиций, подготовке кадров ведущейся в Национальном горном университете, третий выпуск которых состоялся в 2012 году, должно положительно повлиять на улучшение промышленной добычи метана в Украине.

Известно, что к перспективным территориям для добычи метана отнесены 12 геолого-промышленных районов площадью 16 тыс. км<sup>2</sup>, которые примыкают к Кальмус-Торецкой и Бахмутской котловинам. Геологи подсчитали, что прогнозные ресурсы только свободного газа в количестве 150 млрд м<sup>3</sup> связаны с мощными региональными песчаниками, 52% которого находится в интервале глубин 700-1200 м [1].

В целом для Донбасса следует сказать, что наиболее высокими показателями открытой пористости и проницаемости до 500 мД характеризуются коллекторы первого типа в ряде участков Северного и Северо-Восточного Донбасса. Поэтому в процессе бурения поверхностных дегазационных скважин (ПДС), указанных зон скважинами глубиной до 1500-1800 м, связано с сильным поглощением бурового раствора в продуктивные горизонты, чему способствует и пластовое давление газа, которое в условиях Донбасса, обычно ниже гидростатического. В связи с чем, происходит глубокое проникновение буровых растворов на большое расстояние от ствола скважины, что приводит к её кольматации. Поэтому установление алгоритма пневмогидродинамического воздействия (ПГДВ) в ПДС позволит разработать способ добычи метана угольных месторождений.

Для построения математической модели рассмотрим уравнения движения и неразрывности потока жидкости, и уравнение смещений неразрывной твердой фазы [2-4].

$$\frac{dP}{dx_i} = \frac{\mu}{k} m(w_i - u_i); \quad (1)$$

$$\frac{dm}{dt} + \frac{d}{dx_i} mw_i = 0; \quad (2)$$

где  $\mu$  - динамическая вязкость жидкости, Па·с;  $k$  - проницаемость, мД;  $w_i$  - средняя (истинная) скорость движения жидкости, м/с;  $u_i$  - компонента скорости движения твердой фазы, м/с;  $m$  - пористость, %.

Исследуя эти уравнения и рассматривая фильтрацию капельной жидкости с относительно небольшим перепадом давлений, получено уравнение нелинейно-упругого режима фильтрации в сильно сцементированной пористой среде:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = x \frac{\partial}{\partial x_i} \left\{ 1 + a \left( P - P_o \right) \frac{\partial P}{\partial x_i} \right\}; \quad (3)$$

где  $x = \frac{k_o}{\mu_o (a_p + a_m)}$  коэффициент пьезопроводности,  $\frac{Мд}{Па \cdot с}$

$$a = a_k + a_p - a_\mu; \quad (4)$$

где  $a_k, a_m, a_\mu, a_p$  - соответственно коэффициенты изменения проницаемости, пористости, вязкости и плотности.

Решение подобных задач производится с помощью метода конечных разностей. Уравнения в частных производных заменяются системой алгебраических уравнений (уравнений в конечных разностях), и решение этой системы дает приближенные значения искомой функции в дискретных точках области с известной точностью [2].

Время фильтрации определяется следующим образом. Приняв  $L$ , можно рассчитать нормирующую величину по времени  $t_o$ :

$$t_o = \frac{\mu_o m L^2}{k_o P_c}; \quad (5)$$

где  $P_c$  - давление сброса, МПа.

Граница фильтрующей жидкости достигает точки  $x^* = 1 (x=L)$  за 50 шагов по времени.

Шаг выбран следующим образом:

по пространству  $\Delta x^* = 0,1$ ; по времени  $\Delta t^* = \frac{1}{6} \cdot 10^{-2}$ .

Учитывая размерности величин, получаем время ПГДВ:

$$T = \frac{10^3}{432} \cdot \frac{\mu_o mL^2}{k_o P_c}, \text{ час}; \quad (6)$$

а также давление сброса

$$P_c = \frac{\mu_o mL^2}{k_o t_o}, \text{ МПа}. \quad (7)$$

Управление сбросом давления в ПДС осуществляется таким образом, чтобы столб жидкости не опускался ниже продуктивного горизонта. Сброс давления во времени должен производиться либо ступенчато, либо с высоким показателем выполаживания экспоненты, а периоды ступенчатого сброса рассчитываются в соответствии с выведенными формулами (рис.1).

На основании теоретических исследований процесса гидродинамического воздействия (ГДВ) [1] установлены основные параметры ПГДВ (табл. 1) и разработан алгоритм управления процессом воздействия, что позволяет сформулировать способ ПГДВ. Сущность способа заключается в следующем, с земной поверхности бурится ПДС таким образом, чтобы забой скважины находился от пласта на расстоянии равном его пяти мощностям (пример  $m_3$  шахты им. А.Ф. Засядько).

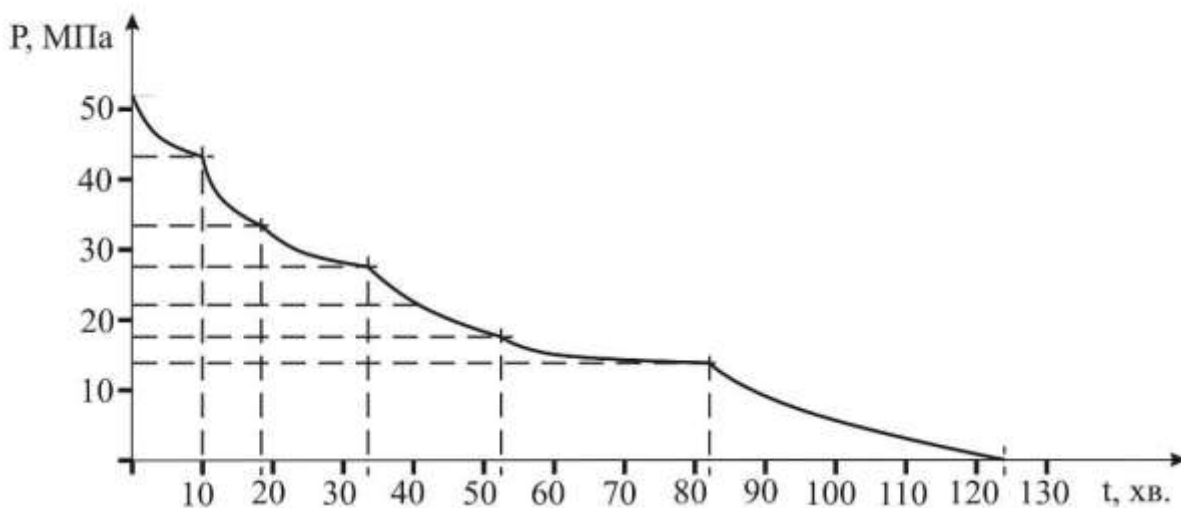


Рис. 1 - Зависимость сброса давления в ПДС от времени

По всей длине скважина обсаживается металлическими трубами с тампонажом затрубного пространства до зоны перфорации. На участке продуктивных горизонтов создается перфорация обсадных труб. ПДС заполняется водой на 30 м выше продуктивного горизонта. Устье скважины оборудуется устройствами ПГДВ. Компрессором создается в ПДС расчётное

давление и осуществляется сброс его во времени не превышающем 45 мин., т.е. производятся знакопеременные нагрузки на закольматированный фильтрационный объём. В результате чего происходит активный вынос кольматационных материалов в ПДС, что способствует эффективному соединению прискважинного фильтрационного объёма с фильтрационным объёмом подрабатываемого массива [1].

Таблица 1 - Параметры ПГДВ на углепородный массив.

№ циклов	$P_{НАГН}$ , МПа	$P_{СБР.}$ , МПа	$\Delta P$ , МПа	Время обратной фильтрации, с	Коэффициент проницаемости, $m^2 k \cdot 10^{14}$	Скорость обратной фильтрации м/с $V \cdot 10^3$	Длина обратной фильтрации м
1	5,00	4,50	0,5	85	23,0	11,75	1,00
2	4,50	4,00	0,5	80	25,0	12,50	1,00
3	4,00	3,40	0,6	80	20,8	12,48	1,00
4	3,40	3,00	0,4	79	31,6	12,64	1,00
5	4,55	4,05	0,5	70	28,6	14,30	1,00
6	4,05	3,50	0,55	63	31,8	15,90	1,00
7	5,00	4,40	0,6	64	35,7	21,42	1,37
8	4,40	4,00	0,4	62	40,2	16,08	0,99
9	4,00	3,50	0,5	44	45,6	22,80	1,03
10	5,50	5,00	0,5	44	49,1	24,55	1,06
11	5,00	4,40	0,6	44	56,4	33,84	1,49
12	4,40	3,80	0,6	36	69,7	41,82	1,50

Экспериментальные работы по ПГДВ на пласт  $m_3$  осуществлялись на поле ПАО «Шахты им. А.Ф. Засядько через» ПДС МТ-336, МТ-338 (подработанные лавой) Щ-1355, МС-598, 1185Д, 1186Д и ЗД-4 (неподработанные лавой) (табл. 2). Из скважин МТ-336 и МТ-338 газовыделение началось сразу после воздействия и в течение 2-3 месяцев достигло максимального дебита. Дебит скважин соответственно составил 10,2 тыс. м<sup>3</sup> и 21,4 тыс. м<sup>3</sup> в сутки. Воздействие через ПДС Щ-1355, расположенную на неподработанном массиве, сразу не дало результата. Экспериментальные работы были повторены, когда очистной забой находился в 100 м от забоя ПДС и только через 2 месяца, когда очистной забой пересек забой ПДС, без дополнительных мероприятий, началось газовыделение. То же явление наблюдалось и на ПДС МС-598, 1185Д, 1186Д и ЗД-4, где ПГДВ проводилось соответственно за 2 года, за 3 месяца, за 2 месяца и за месяц до пересечения скважин очистными забоями. При этом установлено, что независимо от времени проведения ПГДВ газовыделение из ПДС начинается при приближении к ним очистных забоев на расстоянии до 30 м и после подработки массива на расстоянии от ПДС до 50 м. Дебит скважин соответственно составил 7,1; 24,5; 17,15; 32,4 и 24 тыс. м<sup>3</sup> в сутки. Время сброса давления на каждой ступени составило 10-18 мин. Все 7 ПДС были подключены к шахтному газопроводу.

Таблица 2 – Результаты работы ПДС после ПГДВ, пробуренных на массив, подрабатываемый выработками по пласту  $m_3$  (на 01.05.2012 г)

№ п/п	№ скважин	Глубина, м	Добыто метана, млн м <sup>3</sup>	Средне-суточный дебит, тыс м <sup>3</sup>	Кол-во работы, суток	Примечание
1	МТ-336	1267	21,66 0,62	10,20 1,170	2123 529	Работу начала 06.10.04 г. Отключена с 01.08.10 г. подключена с 19.11.2010 г. Газовыделение продолжается
2	МТ-338	1268	55,26	21,40	2582	Работу начала 03.04.05 г. Газовыделение продолжается
3	Щ-1355	1330	11,89	7,10	1674	Работу начала 01.10.07 г. Газовыделение продолжается
4	МС-598	1341	35,45	24,50	1447	Работу начала 14.05.08 г. Газовыделение продолжается
5	1185Д	1356	12,21	17,15	712	Работу начала 18.06.09 г. Отключена с 01.06.11 г. Подключена 24.09.11 г. Газовыделение продолжается
6	1186Д (ЗД-1)	1290	1,59 0,82	32,40 1,50	49 545	Работу начала 23.08.10 г. Отключена с 11.10.10 г. Подключена 03.11.10 г. Газовыделение продолжается
7	ЗД-4	1302	0,89	24	37	Работу начала 25.03.12 г. Газовыделение продолжается

В случае, когда ПГДВ осуществлялся на неподработанный горный массив и в результате прохождения лавы, и как следствие посадки основной кровли, скважины могут быть отрезаны. Дебит таких скважин, как правило, отсутствует, или значительно падает. Возможность применения ПГДВ невозможно, по причине невыполнения условия, что необходим уровень воды, который должен быть выше на 30 м от уровня перфорации. Это связано с тем, что из-за нарушения целостности призабойного и затрубного пространства скважины невозможно поддерживать необходимый уровень воды в ПДС. Поэтому было принято решение о применении пневмодинамического воздействия (ПДВ).

Особенностью ПДВ на пористый, водогазонасыщенный угольный пласт является повышение фазовой проницаемости пласта для газа, независимо от режима внедрения воздуха в пласт, а также снижение сорбционной способности угля для метана за счет его нагрева теплым воздухом и вследствие химического реагирования кислорода воздуха с поверхностью пор и трещин [5].

Таким образом, для проверки вышесказанного было проведено воздействие на две ПДС на участке ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько».

Скважина Д-5 пробурена до глубины 1353 м, зона перфорации составляет 360 м. После прекращения выделения метана, скважина была отключена от системы газопровода. Для восстановления выделения метана, было принято решение о применении ПДВ. Было произведено 10 циклов. При которых, в скважину закачивался воздух и давление достигало отметки 5-7 МПа. Затем производился резкий сброс давления. В результате, концентрация метана в скважине после воздействия составила 8 %.

Скважина 1186-Д пробурена до глубины 1290 м, зона перфорации составляет 350 м. Газовыделение с концентрацией 28,8-36,0 тыс м<sup>3</sup>/сут. при 100 % концентрации метана из скважины 1186-Д продолжалось до 10.10.2010 г. при этом лава удалилась от нее на 110 м. С 11.10.2010 г. дебит из скважины упал до нуля. После обрушения основной кровли и удалении лавы, от дегазационной скважины на 200 м при ее нулевом дебите было проведено 3 цикла ПДВ. В скважину нагнетался воздух до давления равного 5-7 МПа. В результате получили, что при первых циклах воздействия концентрация метана составила 4-6%, а максимальное давление в затрубном пространстве достигло 5,8 МПа. На вторые сутки после ПДВ концентрация метана в скважине достигла устойчивого значения равное 6 %, а в насосно-компрессорной трубе даже превысило 6 %. На следующие сутки после ПДВ концентрация метана в скважине составила 100%, а 02.11.2010 г. суточный дебит метана из скважины достиг 1,5 тыс м<sup>3</sup>. С 03.11.2010 г. скважина была подключена к системе газопроводов ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько».

Добыто и утилизировано, за весь период работы скважин, более 140 млн. м<sup>3</sup> метана.

Метод ГДВ применяется при технологии сооружении ПДС на ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько», как способ декольматации скважин.

Предложены способ и средства заблаговременной дегазации неразгруженного угольного пласта с применением ударно-разрушительного воздействия на продуктивный горизонт [6,7]

Основные элементы способа и средства ПГДВ защищены патентами Украины [6-13].

Экспериментальные работы показали, что в результате применения ПГДВ и ПДВ происходит полная декольматация прискважинной зоны, образование устойчивой фильтрационной системы соединенной с фильтрационной системой в выработанном пространстве и способной транспортировать газ из массива за пределы скважины независимо от того как давно производилось воздействие. Кроме того, представляется целесообразным перейти на стадию промышленных испытаний способов ПГДВ и ПДВ, для чего необходимо разработать методику промышленных испытаний и первую редакцию стандарта предприятия.

Следует сказать, что на ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько» совместно с шахтой, Институтом импульсных процессов и технологий НАН Украины и ИГТМ НАН Украины производились работы по интенсификации угольного пласта через ПДС с применением электроразрядного воздействия.

Испытания проводились на неподработанном массиве горных пород.

В процессе проведения испытаний подлежали регистрации следующие показатели:

- частота следования импульсов;
- количество импульсов;
- количество выделившегося газа;
- время выполнения работ.

Сущность способа электроразрядного воздействия на углегазонасыщенную породу заключается в следующем. В дегазационную скважину диаметром не менее 127 мм, заполненную водой, к месту воздействия опускается электроразрядное устройство с помощью геофизического подъемника на каротажном кабель-тросе типа КГ-3 (60×90, 70×150). После этого осуществляется подача напряжения 30 кВ к паре электродов. Частота подачи импульсов  $f = 0,2$  Гц. В результате у стенки обсадной трубы создается давление от 20 до 40 МПа и скважинная жидкость проникает со скоростью  $v \approx 150$  м/с в перфорационные отверстия, а затем в пористую газонасыщенную среду, что приводит к декольматации природных пор и трещин в скважине. За счет перепада давления  $\Delta P = 5$  МПа волна сжатия трансформируется в волну сжатия-растяжения, и возникают напряжения, превышающие предел прочности среды на растяжение. Такое многократное импульсное воздействие, изменяющееся попеременно по величине и направлению, приводит к образованию в массиве сети трещин и увеличению объема газа за счёт его перехода в рабочей зоне из сорбированного в свободное состояние. В зависимости от коллекторских свойств среды необходимое количество импульсов находится в пределах от 100 до 300 имп./м (при пористости более 5 % - 100 имп./м, менее 5 % - 300 имп./м) [14].

Электроразрядное воздействие осуществляется в технологической скважине при постоянном перемещении устройства с минимальной скоростью. С целью предотвращения внезапного выброса метана устье скважины перекрывается задвижкой высокого давления.

Механизм способа электроразрядного воздействия на пористые газонасыщенные среды можно сформулировать следующим образом. При электроразрядном воздействии возникает совокупность сложных взаимосвязанных процессов, заключающихся в том, что волны сжатия, циклически нагружая пористую среду и многократно отражаясь, трансформируются в волны сжатия-растяжения. Это создает условия для декольматации сети трещин и микротрещин, после чего происходит разрушение углепородного массива в прискважинной зоне и вынос кольматационного материала в скважину, образование новой сети трещин и микротрещин и интенсифицируется выход газа в зоне воздействия.

Алгоритм электроразрядного воздействия на призабойную зону следующий:



- волны сжатия разрушают отложения в зоне перфорационных отверстий и фильтров;
- волны сжатия, многократно отражаясь, трансформируются в волны сжатия-растяжения, развивают и образуют трещинные каналы;
- перепады давления при импульсном воздействии изменяются попеременно по величине и направлению, в результате чего жидкость перемещается из застойных зон и каналов в зоны активного дренирования;
- воздействие жидкости на угольный пласт в фильтрационном режиме приводит к более глубокой дегазации в прискважинной зоне и выносу части его в виде пульпы.

Электроразрядное воздействие осуществляется электроразрядным устройством типа «Скиф». Принцип действия устройства «Скиф» основан на генерировании с помощью электрического разряда (рис. 2) в жидкости циклических волн сжатия пульсирующей парогазовой полости, под действием которой повышается пористость и проницаемость пород в призабойной зоне. Устройство «Скиф» содержит наземную и погружную часть (диаметр погружной части 102 мм), соединенных между собой геофизическим кабелем (КГ-3 60×90, КГ-3 70×150) и соединительной головкой с резьбой (М55×2). Вес погружной части устройства с тремя конденсаторами не более 200 кг. Запасаемая энергия ёмкостного накопителя равна 1 кДж при рабочем напряжении 30 кВ, частота следования разрядных импульсов 0,2 Гц. С помощью геофизического подъёмника погружная часть устройства опускается в скважину (предварительно заполненную жидкостью) на заданную глубину. Глубина погружения контролируется специальной станцией (типа АКС-65).

Основные элементы технологии электроразрядного воздействия и средства для его осуществления защищены патентами Украины и апробированы на месторождениях Украины, России, Казахстана, Китая и других стран.

Технология реализуется через вертикальные скважины, пробуренные с поверхности Земли, обсаженные стальными трубами с затампонированным затрубным пространством.

После достижения погружной части устройства «Скиф» заданной глубины, наземная часть устройства подключается к сети 380 В (3 фазы+земля+ноль), 50 Гц. Потребляемая мощность до 2 кВт.

Количество разрядных импульсов, необходимых для обработки одного погонного метра ствола, составляет от 100 до 300 разрядов. В процессе обработки погружная часть перемещалась по скважине.

Данный способ характеризуется нижеприведенными параметрами и при проведении испытаний должны быть соблюдены нижеприведенные технические требования:

- давление сжатия на стенки обсадной трубы, МПа, не менее, 24,5;
- частота следования импульсов, Гц, не более 0,2;
- номинальное зарядное напряжение накопителя, кВ, не более 30;

- номинальная запасаемая энергия, кДж, не более 1,0;
- номинальная ёмкость блока накопителей из двух конденсаторов, мкФ 2,4;
- диаметр скважины, мм, не менее 127
- диаметр устройства, мм, не более 102;
- проницаемость угольного пласта, м<sup>2</sup>, не менее 10<sup>-14</sup>;
- вязкость рабочей жидкости, Па·с, не менее 10<sup>-2</sup>.

Местом проведения экспериментальных работ выбрана скважина ЗГ–1, пробуренная на поле шахты им. А.Ф. Засядько. Бурение скважины начато 02.10 и закончено 31.12.10. Забой скважины находится на глубине 3250 м. Скважина обсажена до глубины 2135 м.

Колонна обсадных труб зацементирована на интервале до первой зоны перфорации.

Колонна обсадных труб имеет 4 интервала перфорирования по 50 м.

Угол искривления скважины до глубины 2500 м находится в пределах 4°.

Водопоглощение отсутствует.

В процессе проведения испытаний производился непрерывный хронометраж технологических операций, выполнялись замеры газовыделения из скважины, величина напряжений, частота следования импульсов, количество импульсов и т.д.

Оценка эффективности способа и надежности работы оборудования проводилась на основании результатов обработки скважины.

В ходе испытаний была выполнена обработка двух горизонтов поверхностной дегазационной скважины ЗГ-1: от 2416 до 2422 м и от 2389 до 2398 м.

Обработка горизонта от 2416 до 2422 м электроразрядным устройством продолжалась в течении 2,5 часа.

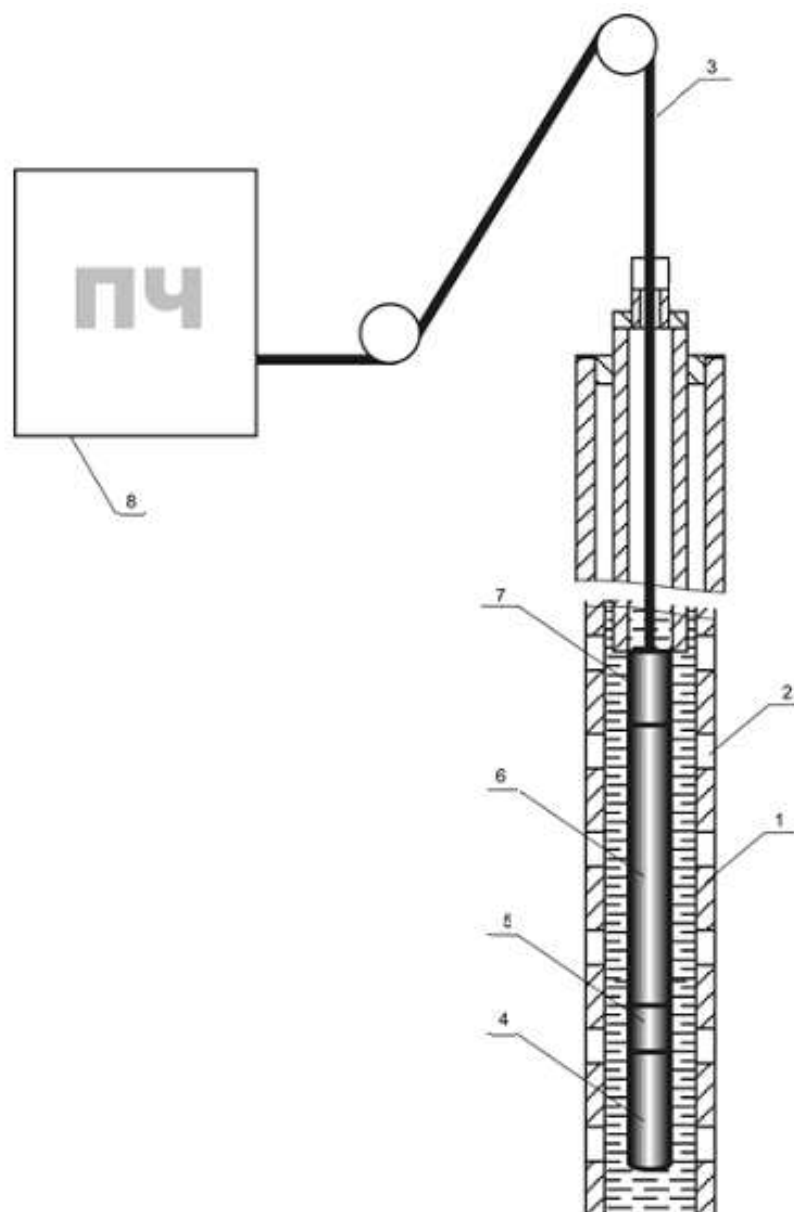
Обработка горизонта от 2389 до 2398 м выполнялась последовательно за первой обработкой электроразрядным устройством (без выключения устройства и его подъема из скважины) и продолжалась в течении 3,5 часов.

После обработки горизонтов газовыделение зафиксировано не было.

Не выявлено притока газа на этих горизонтах и до обработки скважины после перфорирования обсадной трубы с помощью зарядов «Коннекс 3 3/8».

К сожалению, кривые газонасыщенности пород не определялись геофизической службой шахты и, по видимому, эти горизонты породы (очень слабопроницаемые к тому же) не содержали газа.

Работы на других горизонтах скважины не проводились в связи с началом газовыделения (5000 м<sup>3</sup>/сут.) непосредственно после перфорирования трубы на глубине 1804 метра.



1 – обсадная колонна; 2 – перфорационные отверстия; 3 – геофизический кабель; 4 – электродная система; 5 – разрядник; 6 – емкостные накопители; 7 – зарядный блок; 8 – преобразователь частоты.

Рис. 2 – Схема обвязки устья скважины и расположения оборудования

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Применение пневмогидродинамического воздействия на угленосный массив через поверхностные дегазационные скважины для добычи метана угольных месторождений / П.Е. Филимонов, Б.В. Бокий, В.В. Чередников, И.А. Ефремов, К.К. Софийский // Сб. научн. трудов.: «Геотехническая механика». – Днепропетровск, 2010. – № 87. – С. 34-41.
2. Чередников В.В. Теоретическое обоснование алгоритма управления процессом гидродинамического воздействия на газонасыщенный пористый массив в условиях шахты им. А.Ф. Засядько / В.В. Чередников, К.К. Софийский // Сб. научн. тр.: «Геотехнологии и управление производством XXI века»: материалы II Международной научно-практической конференции (2-3 окт. 2007 г.). – Донецк, 2007. – С. 46-51.
3. Дегазация угольных пластов для промышленного использования шахтного метана / В.В. Чередников, Е.А. Воробьев, К.К. Софийский, Д.П. Силин, А.П. Петух, Э.И. Мучник // Сб. научн. тр.: Луганского национального аграрного университета. – Луганск: „Елтон-2”, 2008. – № 81. – С. 292-298.
4. Установление закономерностей процесса пневмодинамического воздействия / К.К. Софийский,

П.Е. Филимонов, Р.А. Агаев // Сб. научн. трудов.: «Геотехническая механика». – Днепропетровск, 2010. – № 89. – С. 3-9.

5. Установление закономерностей процесса пневмодинамического воздействия / К.К. Софийский, П.Е. Филимонов, Р.А. Агаев // Сб. научн. трудов.: «Геотехническая механика». – Днепропетровск, 2010. – № 89. – С. 3-9.

6. Пат. 44893 Украины, МКП Е 21 В 28/00, Е 21В 43/25. Способ ударно-разгрузочного воздействия на продуктивный горизонт / А.Ф. Булат, К.К Софийский, Е.Г. Барадулин, и др. (Украина). Заявл. 26.10.2009; Оpubл. 26.10.2009, Бюл. №20 . – 3с.

7. Пат. 45173 Украины, МКП Е 21 С 45/00, Е 21F 5/00. Прибор для осуществления ударно-разгруженного воздействия на продуктивный горизонт / А.Ф. Булат, К.К Софийский, Е.Г. Барадулин, и др. (Украина). Заявл. 26.10.2009; Оpubл. 26.10.2009, Бюл. №20 . – 3с.

8. Пат. 19956 Украины, МКП Е 21 С 45/ 00, Е 21 F 5/00. Прибор для гидродинамического воздействия на угольный пласт / В.А. Амелин, Е.Г. Барадулин, И.П. Демидов и др. (Украина). Заявл. 20.06.88; Оpubл. 25.12.97, Бюл. №6 (Ш ч.). – 3с.

9. Пат. 21060 А Украины, МПК Е 21 F 5/00. Способ добычи метану угольных месторождений/ А.Ф. Булат, К.К Софийский, Е.Г. Барадулин, и др. (Украина). Оpubл. 27.02.98, Бюл. №1 . - 3с.

10. Пат. 78713 Украины, МПК Е 21 В 43/26. Способ интенсификации притока флюидов / А.Ф. Булат, К.К Софийский, Е.Г. Барадулин, и др. (Украина). Оpubл. 25.04.2007, Бюл. №5 . – 3с.

11. Пат. 47577 Украины, МПК Е 21 В 43/26. Способ пневмогидродинамической обработки продуктивного горизонта скважины / А.Ф. Булат, К.К Софийский, Е.Г. Барадулин, и др. (Украина). Оpubл. 10.02.210, Бюл. №3.- 3с. .

12. Пат. 48845 Украины, МПК Е 21 В 43/00. Скважинное оборудование для пневмогидродинамической обработки продуктивного горизонта / А.Ф. Булат, К.К Софийский, Е.Г. Барадулин, и др. (Украина). Оpubл. 12.04.2010, Бюл. №7 .-3с.

13. Пат. 67748 Украины, Е 21 С 45/00. Прибор для гидродинамического воздействия на угольный пласт / Е.Г. Барадулин, Житленок А.М., К.К Софийский, и др. (Украина). Оpubл. 25.04.2007, Бюл. №5 .

14. Исследовать физико-технические аспекты электровзрывного воздействия на водозаборные и нефтяные скважины с гидростатическим давлением не более 30 МПа и температурой до 343 К: Научн.-техн. отчет / ПКБЭ НАН Украины: Руководитель И.С.Швец.- №ГР 0188.000; Инв. №645. - г. Николаев, 1990. - 208 с.

**УДК 622.324.5:553.94(477.61/62)**

Канд. геол. наук М.В. Жикаляк,  
інж. А.М. Авдєєва,  
інж. Н.В. Кравченко  
(ДРГП «Донецькгеологія»)

## **ГАЗОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЗАКРИТИХ ШАХТ ДОНБАСУ**

В условиях многолетней малоэффективной реструктуризации угольной отрасли Украины и непоследовательного закрытия многих угольных шахт Донбасса особое значение приобретает учет и комплексное использование всех имеющихся в их пределах энергетических ресурсов для принятия наиболее обоснованных и экологически щадящих технико-экономических решений. В границах закрытых шахт Донбасса подсчитано 1083,2 млрд. м<sup>3</sup> газа метана, в т.ч. потенциальных эксплуатационных запасов оценено от 220 до 380 млрд. м<sup>3</sup> газа.

## **GAS POTENTIAL OF CLOSED MINES OF DONBASS**

In the conditions of long-term ineffective restructuring of coal branch of Ukraine and inconsistent closing of many coal mines of Donbass, special importance is gained by the accounting and complex using of all power resources available in their limits for acceptance of the most reasonable and ecologically sparing technical and economic decisions. In borders of closed mines of