

инж. В.А. Нечитайло,  
инж. Е.Г. Барадулин,  
д-р техн. наук К.К. Софийский  
(ИГТМ НАН Украины),  
д-р техн. наук Д.М. Житленок  
(ГП «Дзержинскуголь»),  
канд. техн. наук П.Е. Филимонов  
(АП «Шахта им.А.Ф. Засядько»)

### **ПЕРСПЕКТИВНИЙ СПОСОБ ДОБЫЧИ МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ**

Пропонується перспективний спосіб видобутку метану і пристрій для його реалізації із вугільних родовищ шляхом використання хвильових процесів в повсталих та похилих свердловинах, що забезпечує ефективну передачу ударного та розвантажувального імпульсів на продуктивний гірничий масив і призводить до розколювання вугільного пласта, розкриттю природних та утворенню нових тріщин у ньому.

### **PERSPECTIVE METHOD OF BOOTY OF METHANE FROM COAL DEPOSITS AND DEVICE FOR HIS REALIZATION**

The perspective method of booty of methane and device is offered for his realisation from coal deposits by the use of wave processes in insurgent and sloping mining holes, that provides the effective transmission of shock and unloading impulses on a productive mountain range and results under re-mud grouting of coal layer, to opening of natural and formation of new cracks in him.

По имеющимся прогнозам мировое потребление первичной энергии к 2020 г. может возрасти более чем в 1,65 раза [1]. В связи с этим наряду с основными органическими энергоресурсами: нефтью и природным газом из традиционных источников – возрастает роль метана из угольных пластов и угленосных толщ, который является высококачественным и экологически чистым энергоносителем.

По предварительной оценке мировые ресурсы метана оцениваются в 260 трлн. м<sup>3</sup>. Наиболее значительные ресурсы сосредоточены в КНР, России, США, Австралии, ЮАР, Индии, Польше, Германии, Великобритании и Украине [2].

В Украине недостаток энергоресурсов вызвал интерес к использованию метана угольных месторождений. Из 294 шахт Донбасса за год выделяется около 2,5 млрд. м<sup>3</sup> метана. При этом используется в качестве топлива только 8% этого количества. Остальной газ выбрасывается в атмосферу [3]. Правительство Украины рассматривает первоочередные меры по организации промышленной добычи метана из угольных пластов. В Украине, как и в других странах, ведутся исследования, направленные на совершенствование технологий извлечения и использования метана. Поскольку метановыделения продолжают в значительных объемах долгое время и после ликвидации шахт, украинские ученые пытаются на основании положительного опыта таких стран, как ФРГ, Бельгия, Великобритания разработать технологии извлечения метана

из выработанных пространств закрытых и отработанных шахт для использования его в качестве источника энергии [4].

10 декабря 1997 года на третьей Конференции Сторон Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (РКИК) в Киото (Япония) был принят в качестве дополнения Киотский протокол, в котором были изложены обязательства по снижению выбросов парниковых газов по сравнению с объемом выбросов в 1990 году для каждой промышленно развитой страны в первый период выполнения обязательств 2008-2012 г.г. [5, 6].

Все страны, входящие в Киотский протокол, взяли на себя обязательства не превышать установленный для каждой страны уровень выбросов  $\text{CO}_2$  по отношению к 90-му году, в т.ч. все промышленно развитые страны к 2012 году должны сократить эмиссии выбросов в объеме 5,2 % от их общих выбросов в 1990 г.: страны ЕС – на 8 %, Япония – на 6 %, Канада – на 6 % соответственно. За Россией и Украиной закреплено право выброса парниковых газов на уровне базового 1990 г. [6].

Исходя из существующих темпов развития и направленности реструктуризации национальной экономики, до 2012 года Украина не превысит уровень выбросов 1990 года: так в 1990 году уровень выбросов парниковых газов был минимум на 30-40 % выше, чем сегодня [7].

Наиболее перспективными проектами, обеспечивающими получение наибольшего количества единиц сокращения выбросов при минимальных капитальных вложениях являются проекты создания энергетических комплексов на шахтном метане. Институтом геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины разработан вариант пилотного проекта получения и последующей реализации единиц сокращения выбросов путем создания шахтных энергетических комплексов на шести шахтах.

Создание шахтных энергетических комплексов для утилизации метана является одним из важнейших мероприятий по разнообразию деятельности угольных шахт, которое позволяет поднять уровень безопасности процесса добычи, увеличить рентабельность процесса добычи угля, обеспечить энергетическую независимость шахт.

Опыт реализации проекта по созданию и успешное функционирование шахтного энергокомплекса на шахте им. А.Ф. Засядько показывает высокую эффективность подобных проектов и возможность функционирования подобных энергокомплексов на других шахтах в условиях Украины.

Согласно последним исследованиям, проведенным на шахте им. А.Ф. Засядько из песчаников, залегающих в кровле пласта  $m_3$ , поступает более 70 % метана. [8]. Следовательно, постановка работ по добыче метана должна предусматривать извлечение газа из обоих источников, как из углей так и пород.

ИГТМ НАН Украины разработан способ ударно-разгрузочного воздействия на продуктивный горизонт [9] и устройство для его осуществления [10].

В основу изобретения поставлена задача по созданию способа ударно - разгрузочного действия на продуктивный горный массив, в котором, за счет

заполнения восстающей скважины жидкостным энергоносителем, а наклонной – жидкостным и газообразным энергоносителем и созданием ударного и разгрузочного импульсов в скважине достигается эффективная раскольматация прискважинной зоны с выносом штыба из скважины и возрастанием трещинообразования в горном массиве, обеспечивается интенсификация притока флюида в скважину и сокращение времени на ее ремонт.

Поставленная задача решается тем, что в способе, который включает заполнение скважины энергоносителем, создание высокого давления энергоносителя и генерацию в скважине ударного и разгрузочного импульсов, восстающие скважины заполняют жидкостным энергоносителем, наклонные скважины заполняют жидкостным энергоносителем по продуктивный горизонт, а выше – газообразным, ударный импульс в скважине создают “мгновенным” открытием задвижки подачи импульса, которая соединяет аккумулятор высокого давления энергоносителя с пространством скважины, а импульс разгрузки – „мгновенным” открытием задвижки, которая соединяет пространство скважины с атмосферой, генерацию ударного импульса и импульса разгрузки создают через интервал времени открытого положения каждой из задвижек, который равняется  $t=l_1/c_1+l_2/c_2+\dots+l_n/c_n$ , где:  $l_1, l_2\dots l_n$  - интервалы заполнения скважины энергоносителями 1,2...n, м;  $c_1, c_2\dots c_n$  - скорость распространения ударной и разгрузочной волн по энергоносителям 1,2 ... n, м/сек.

Заполнение жидкостным энергоносителем восстающих скважин, а наклонных скважин - жидкостным энергоносителем только продуктивного горизонта, а выше – газообразным, обеспечивает эффективную передачу ударного и разгрузочного импульсов на продуктивный горный массив, которые приводят к раскольматации прискважинной зоны массива, раскрытию естественных и образованию новых трещин в нем.

Генерация ударного импульса и импульса разгрузки осуществляется с интервалом времени открытого положения каждой из задвижек

$$t = l_1 / c_1 + l_2 / c_2 + \dots l_n / c_n,$$

где  $l_1, l_2\dots l_n$  - интервалы заполнения скважины энергоносителями 1,2...n, м;

$c_1, c_2 \dots c_n$  – скорость распространения ударной волны и волны разгрузки по энергоносителям 1,2 ... n, м/сек., обеспечивает эффективное действие ударного и разгрузочного импульсов на продуктивный горный массив.

В основу изобретения устройства для осуществления ударно-разгрузочного воздействия на горный массив положено использование насоса и гидравлического аккумулятора высокого давления, компрессора и пневматического аккумулятора высокого давления, системы управления ударного и разгрузочного импульсов на продуктивный горный массив для возрастания трещинообразования в массиве горных пород и интенсификации

притока метана в скважину, за счет чего обеспечивается широкое применение устройства в различных горногеологических и горно-технических условиях добычи полезных ископаемых.

Поставленная задача решается тем, что в устройстве для выполнения способа ударно-разгрузочного воздействия на горный массив, включающем скважину с обсадной колонной труб и устьевую арматуру, в устьевую арматуру дополнительно устанавливают гидравлический насос или компрессор высокого давления, гидравлический или пневматический аккумулятор высокого давления, две быстродействующие задвижки высокого давления, привод которых выполнен в виде гидроцилиндра или соленоида двойного действия, масляного насоса или электропусковой аппаратуры, а система управления ими в виде - гидравлического или электрического пульта.

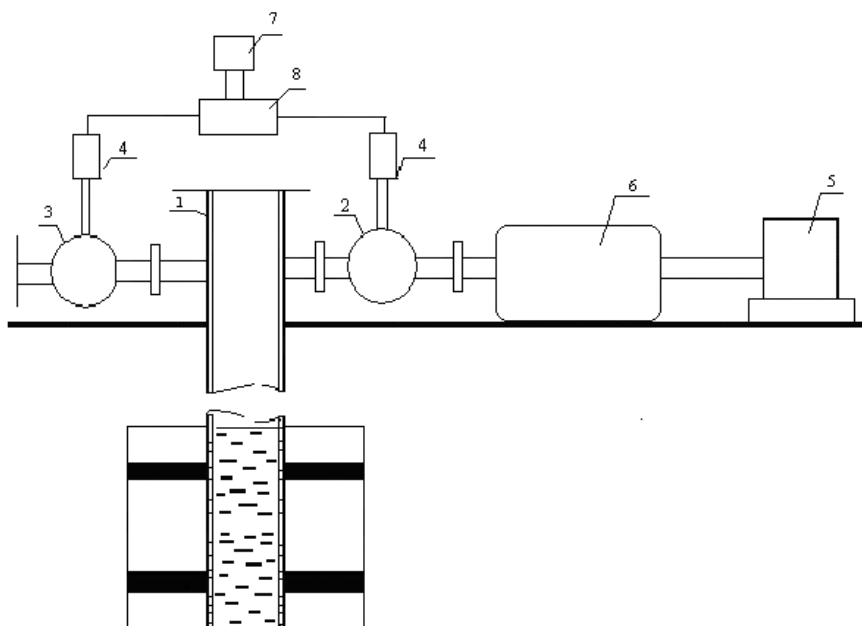
Использование в устройстве при восстающих скважинах насоса и гидравлического аккумулятора высокого давления, а при наклонных скважинах - компрессора и пневматического аккумулятора высокого давления, а также быстродействующих задвижек высокого давления обеспечивает эффективную работу устройства с жидкостью, содержащей твердые частицы, создание ударного и разгрузочного импульсов энергоносителя в скважине.

Состав системы управления быстродействующими задвижками с масляным насосом, гидравлическим цилиндром двойного действия и гидравлическим пультом управления или соленоидом двойного действия и электрическим пультом управления позволяет использовать устройство в различных горногеологических и горно-технических условиях добычи полезных ископаемых.

Способ ударно - разгрузочного действия на продуктивный горный массив (рис.) осуществляют следующим образом.

К обсадной трубе 1 монтируют задвижки 2 и 3, которые оснащают гидроцилиндрами или соленоидами 4, насосной установкой или компрессором 5, жидкостным или пневматическим аккумулятором высокого давления 6, гидравлическим масляным насосом или электропусковой аппаратурой 7 и гидравлическим или электрическим пультом управления 8.

Ударно - разгрузочное действие на продуктивный горный массив осуществляют путем создания высокого давления подачей жидкости насосом или сжатого газа компрессором 5 к жидкостному или пневматическому аккумулятору высокого давления 6 при закрытых задвижках 2, 3 и последующего сброса высокого давления из аккумулятора 6 "мгновенным" открытием задвижки 2 гидравлическим масляным насосом 7 посредством гидравлического пульта управления 8 при закрытой задвижке 3, а через интервал времени прохода ударной волны по скважине к продуктивному горному массиву, закрытием задвижки 2 и открытием задвижки 3 гидравлическим масляным насосом 7 посредством гидравлического пульта управления 8. Цикл ударно - разгрузочного действия повторяют до тех пор, пока не будет достигнуто заданного эффекта интенсификации притока флюида в скважину и по ремонту скважины.



1 – обсадная труба; 2, 3 – задвижка; 4 – гидроцилиндр(соленоид); 5 - насосная установка(компрессор); 6 – аккумулятор высокого давления(жидкостной или пневматический); 7 – гидравлический масляный насос(электронная пусковая аппаратура); 8 – гидравлический(электронный) пульт управления

Рис. 1 – Схема устройства для осуществления способа ударно – разгрузочного воздействия на продуктивный пласт

В условиях шахты им. Ф.Е. Дзержинского ГП “Дзержинскуголь” при проведении профилактических работ по снижению проявлений газодинамических явлений и дегазации горного массива в нижней части молотковой лавы угольного пласта  $l_7^6$  участка № 66 проведены экспериментальные работы по проверке способа и устройства на подземных восстающих скважинах.

При проведении профилактических работ на этом участке применялся нормативный способ обработки горного массива гидродинамическим действием через восстающие скважины. Но при расположении скважин в сильно трещиноватых породах герметизация скважины иногда не выдерживала длительного воздействия высокого давления жидкости при проведении гидродинамического действия и обработка массива срывалась, а радиус эффективности этого способа составлял - 5-10 метров.

Для преодоления этих недостатков было принято решение провести экспериментальные работы по проверке способа на скважинах №9 и № 10. Было смонтировано на штреке устройство, которое подключалось к обсадной трубе скважины. После этого насосом создавалось давление в гидроаккумуляторе до 7,0 МПа, после чего открывалась задвижка, которая смонтирована за гидроаккумулятором и вода с ударным эффектом по скважине, заполненной водой, поступала к угольному пласту в течение 1-2 минут при закрытой задвижке сброса давления в скважине, после чего задвижка подачи ударного импульса закрывалась, а задвижка сброса давления открывалась, чем создавался импульс разгрузки скважины и горного массива. После второго цикла действия из скважины начал выходить вместе с водой газ и уголь. Было

выполнено на каждую скважину пятнадцать циклов воздействия в течение трех часов, добыто по две тонны угля, радиус эффективности достигал 20-30 м.

В условиях шахты им. А.Ф. Засядька проведены экспериментальные работы по проверке способа и устройства на поверхностных дегазационных скважинах № Щ-1355, которая пробурена для дегазации 17 западной лавы пласта  $m_3$ , и № МС-598 – для дегазации 18 восточной лавы пласта  $m_3$ .

Интенсификация притока газа на предыдущих скважинах на шахте создавалась пневмогидродинамическим воздействием на продуктивный горный массив. Из – за больших утечек воздуха через плохую герметизацию скважины, необходимо было много времени для создания посредством компрессора высокого давления воздуха в скважине. На обработку одной скважины уходило от 2-х недель до месяца, а для создания одного цикла действия от 2 до 4 часов.

На скважинах № Щ-1355 и № МС –598 было смонтировано устройство, в составе компрессорной установки, водяного насоса, пневматического аккумулятора, двух задвижек высокого давления с соленоидами двойного действия, электропусковой аппаратуры и электрического пульта управления.

Скважину водяным насосом заполняли до производительного горизонта от забоя скважины на 300 м, а остальная полость была заполнена воздухом. Устройство задвижками подключали к обсадной трубе, компрессором сжатый воздух подавали к пневматическому аккумулятору высокого давления, в котором создавали давление до 20 МПа за 30 минут, после чего открывали задвижку, которая смонтирована за пневмоаккумулятором и сжатый воздух с ударным эффектом по скважине доходил до зеркала воды и дальше ударная волна через водяной столб воздействовала на продуктивный прискважинный интервал горного массива. Через две минуты закрывали задвижку подачи ударного импульса, а открывали задвижку сброса давления в скважине. Через две минуты задвижку сброса давления закрывали опять и создавали давление в пневмоаккумуляторе до 20 МПа. Таким образом на скважине № Щ-1355 было сделано 9 циклов, после чего из скважины начал выходить метан с концентрацией 70%. Скважину закрыли для набора давления газа, а через двое суток давление газа достигло 1,5 МПа и скважину подключили к дегазационной сети. Совокупное время на обработку скважины составило 12 рабочих часов. Скважина находилась в рабочем состоянии с 2006 года со средним дебитом 5000 м<sup>3</sup> в сутки в перерасчете на 100% метан. При обработке скважины № МС – 598 было сделано 20 циклов, а через 2 суток после набора давления до 2,3 МПа, скважину подключили к дегазационной сети и в течение года работы, и по настоящее время, средний дебит в пересчете на 100 % метан составил 17000 м<sup>3</sup> в сутки.

В результате проведенных работ было добыто больше 6 млн. м<sup>3</sup> метана, который использовался для заправки шахтного автотранспорта, в шахтной котельной и на когенерационных установках для выработки электрической энергии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Major GHG Emissions Savings at Moura Coal Mine. [http://www.wci.oal.com/pdf/gns/3\\_ura.pdf](http://www.wci.oal.com/pdf/gns/3_ura.pdf). 17.10.2001. Oil and Gas Journal. 1999. V.97, № 27.
2. И в шахте безопасно, и воздух чище. <http://www.mega.kemerovo.su/WEB/HTML/920.HTM>. 12.10.2000.
3. Правительство Украины утвердило первоочередные меры по промышленной добыче метана. <http://www.rbc.ru/lawnews/2000/10/03/20001003115906.shtml>. 12.10.2001.
4. Извлечение метана из угольных пластов. <http://www.oilcapital.ru/nik/regions/98/1.html> 2.10.2001.

5. Country analysis briefs. - official energy statistics from the u.s. government // <http://www.eia.doe.gov>
6. Regional indicators: european union (eu) // <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/euro.html>.
3. Енергетична стратегія України на період до 2030 року та подальшу перспективу.
7. Дмитриев А.М., Куликова Н.Н., Бодня Г.В. Проблемы газоносности угольных месторождений. М. Недра, 1982, 263 с.
8. Бокий Б.В., Касимов О.И. Перспектива извлечения метана из техногенных скоплений // Уголь Украины, 2005, №5, С. 17-21.
9. Пат. № 44893 Україна, МПК (2009) E21B 28/00 E21B 43/25 Спосіб ударно-розвантажувальної дії на продуктивний гірничий масив / А.Ф. Булат, Д.М. Житльонок, К.К. Софійський [та ін.] / Україна / u200900027; заявл. 05.01.2009; опубл. 26.10.2009; Бюл. № 20.
10. Пат. №45173 Україна, МПК (2009) E 21C 45/00 E21F 5/00 Пристрій для здійснення ударно-розвантажувальної дії на продуктивний гірничий масив / А.Ф. Булат, Д.М. Житльонок, К.К. Софійський [та ін.] / Україна / u200905718; заявл. 04.06.2009; опубл. 26.10.2009; Бюл. № 20.

## УДК 622. 243

д.т.н., проф. А.А. Кожевников, инж. В.И. Титов (НГУ)

### **БЕСШТАНГОВЫЕ ПОГРУЖНЫЕ ПОРШНЕВЫЕ НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТКАЧКИ ФЛЮИДОВ ИЗ СКВАЖИН**

У статті наведена класифікація, технічних засобів для відкачки флюїдів із вертикальних виробок, яка надає можливість їх аналізу як цілісних систем, а також синтезування нових систем на елементній базі даної класифікації.

### **RODLESS POGRUZHNYE PISTON PUMPINGS FACILITIES FOR PUMP OF FLUIDS FROM ACCESS BOREHOLES**

In of the article classification of hardwares is resulted for pump out of fluids of from the vertical mountain making, enabling their analysis as integral systems, and also synthesis of the new systems on the element base of this classification.

Опыт дегазации углей и утилизации шахтного метана в ФРГ и СНГ [1], в связи в вступлением в силу Киото-Протокола, а также стремление предотвратить рост аварий, связанных с внезапными выбросами метана и угольной пыли на угольных шахтах, часто приводящим к большим человеческим жертвам в Украине [2], свидетельствуют об актуальности проблемы. Промышленное освоение добычи газов угольных месторождений становится еще более актуальным, если учесть что общие ресурсы метана в угленосной толще Донбасса, по оценкам специалистов ИГТМ НАН Украины, на глубинах от 500 до 1800 м составляют более 12 трлн. м<sup>3</sup> [3].

Наиболее популярными путями решения обозначенной проблемы в настоящее время является бурение поверхностных дегазационных скважин (ПДС), а также целевых эксплуатационных скважин для добычи метана угольных месторождений. При бурении этих скважин нередко фонтанная добыча газа из скважины, а также нередко ситуации когда, как отмечает [3], добыча газа возможна только способом глубинно-насосной эксплуатации.

Цель данной статьи – обобщение и систематизация технических средств, используемых для глубинно-насосной эксплуатации газовых скважин с