

ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ ШАХТНОГО МЕТАНА ЧЕРЕЗ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СКВАЖИНЫ

Е.А. Воробьев¹, Д.В. Шустова¹, К.К. Софийский², Д.П. Силин²
1-АДИ ГВУЗ «ДонНТУ», 2-ИГТМ НАНУ

Розглянуто вплив на навколишнє середовище виділення шахтного метану. Застосування шахтного метану в енергетичній промисловості, що дозволить поліпшити економічний стан країни. Обґрунтована технологічна схема активізації видобутку метану з пробурених, з поверхні, вертикальних свердловин на вугільні пласти, із застосуванням пневмогідролічного методу.

Топливо-энергетический комплекс Украины испытывает острый дефицит в газообразных энергоносителях, обусловленный ограниченностью их запасов и существенным отставанием объемов добычи от объемов потребления. Если в год нам необходимо 86 млрд м³ газа, то за счет собственной добычи мы имеем 18 млрд м³.

Вместе с тем, Украина обладает огромными запасами твердого топлива - угля, разведанные запасы которого составляют 46,5 млрд т, а общие ресурсы - 117,5 млрд т. Каждая тонна угля в зависимости от марочного состава содержит от г 5 до 40 м³ метана. На шахтах общие ресурсы метана в угле 1,2 трлн м³, а с учетом газа и в породах, эта цифра достигает 25 трлн м³. Однако, представляя один из самых перспективных потенциальных источников энергии, метан сегодня является только источником постоянной опасности для шахтеров, а также одним из крупнейших загрязнителей окружающей среды.

Масштабная разработка и применение угольного метана могут внести важный вклад в обеспечение энергетической и экономической безопасности Украины. В результате закупок природного газа в России и странах СНГ возникает отрицательный торговый баланс на сумму свыше 2 млрд дол.

Использование шахтного метана дает серьезные экологические преимущества. В Украине каптирование (улавливание и утилизация) шахтного метана может существенно сократить объемы его выделение в атмосферу угольными предприятиями. В 2004 г. в результате работы угольных предприятий выделилось 1221 млн.м³ метана. Из этого объема около 357 млн м³ (29%) каптированного системами дегазации шахт и лишь 179 млн м³ было использовано. Таким образом, около 1042 млн. м³ метана выброшено в атмосферу.

Реализация проектов по добыче шахтного метана в Украине позволит сократить его выбросы в атмосферу угольными предприятиями.

Добыча шахтного метана также дает возможность существенно сократить число аварий, травм и несчастных случаев в угольной промышленности Украины. Причинами гибели горняков являются внезапные выбросы угля и газа, вызванные высокой газоносностью угля и пород, или взрывы в результате повышения концентрации метана в атмосфере выработок. Дегазация угольных пластов к началу горных работ и использование современных систем подземной дегазации способны значительно снизить аварийность и уровень смертельного травматизма на шахтах. Кроме того, удаление метана из выработок увеличит производительность работы и снизит себестоимость угля, поскольку уменьшится время простоев оборудования.

Выполнение этих условий даст для Украины возможность в широком масштабе использовать нетрадиционные энергоресурсы: метан угольных пластов и газ малых месторождений, что позволит снизить напряженность топливно-энергетического комплекса.

Обзор способов воздействия на углепородный массив с целью добычи метана показал, что наиболее эффективными и безопасными являются гидродинамические способы. К их числу относятся гидроразрыв, гидрорасчленение, кавитация и другие.

К средствам для осуществления пневмогидродинамического воздействия на угленосную толщу пород через скважину с целью интенсификации притока газа относится следующее оборудование (рис. 1): масляный насос 50НР-32 для управления устройством гидродинамического воздействия, компрессор УКС-400, насоснокомпрессорные трубы (НКТ) и устройство гидродинамического воздействия (УВГ).

Наличие высокопроизводительного компрессора высокого давления УКС-400 обеспечивает компенсацию незначительных утечек воздуха из системы (до 1,5 м³/мин) и достижение необходимого значения давления сжатого воздуха.

Техническая характеристика УВГ:

- максимальный расход газонасыщенной пульпы, м ³ /с	0,6;
- максимальное давление в ставе, МПа	10,0;
- максимальное давление в гидроцилиндре, МПа	10,0;
- рабочее давление в гидроцилиндре, МПа	5,0;
- время полного открывания клинового затвора задвижки высокого давления, с	не более 0,5;

- масса устройства (без пульта управления и соединительных рукавов), кг. 185;
- габаритные размеры, м 1,8x0,4x0,4;
- масса пульта дистанционного управления, кг 50;
- рабочая жидкость в гидроцилиндре масло;
- наработка на отказ, цикл 600;
- условный проход задвижки высокого давления, мм 100.

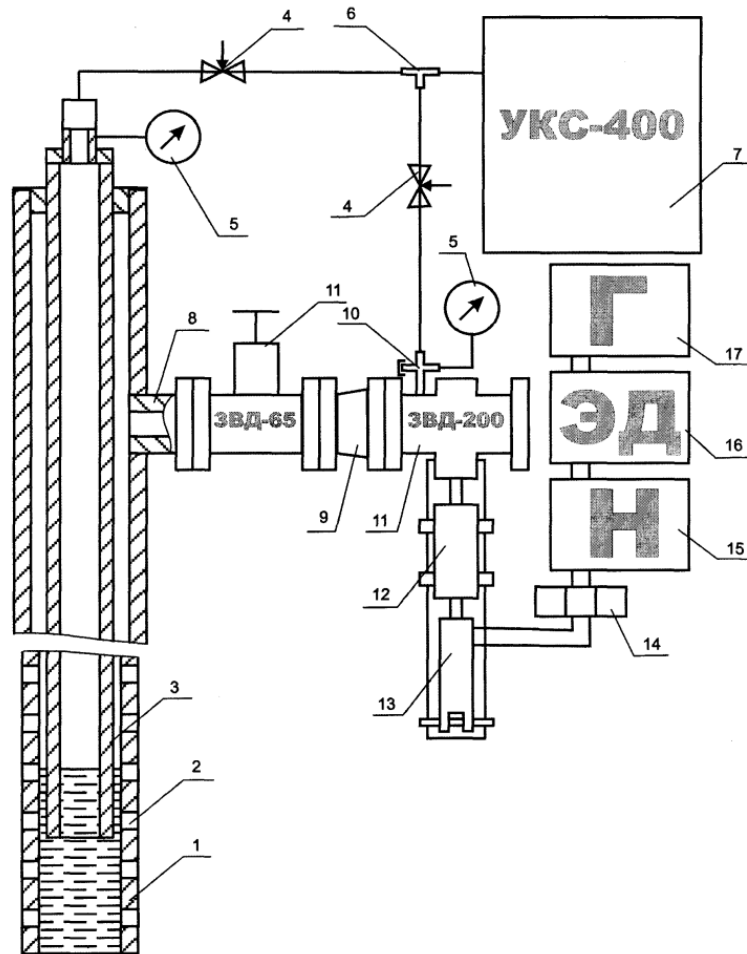


Рис.1. - Принципиальная схема расположения оборудования при выполнении пневмогидродинамического воздействия

1 - обсадные трубы; 2 - перфорационные отверстия; 3 - НКТ, 4 - вентиль; 5 - манометр; 6 - тройник; 7 - компрессор; 8 - патрубок; 9 - переходник; 10 - тройник; 11 - задвижка высокого давления; 12 - пружинный механизм; 13 - гидроцилиндр; 14 - гидрораспределитель; 15 - насос; 16 - электродвигатель; 17 - генератор

Знакопеременное движение на границе «вода-массив» создается посредством действия сжатого воздуха на столб воды, заполняющей

перфорированную часть скважины. Для этой цели используется то же устройство УВГ, что и для гидродинамического воздействия.

При пневмогидродинамическом воздействии подъем давления в межтрубном пространстве скважины и насосно-компрессорных трубах (НКТ) осуществляется путем нагнетания воздуха компрессором 7, а сброс давления открытием скважины с помощью устройства гидродинамического воздействия (УВГ).

УВГ состоит из следующих составных частей: задвижки ЗВД-200-11; пружинного механизма - 12; гидроцилиндра - 13; пульта дистанционного управления - 14. Подаваемый компрессором сжатый воздух создает в скважине давление, необходимое для проникновения воды в прискважинную зону. Во-время этой операции выпускное отверстие задвижки 11 закрыто, а шток с клиновым затвором полностью сдвинут в сторону задвижки. Давление сжатого воздуха в скважине выдерживается в течение времени, необходимого для фильтрации воды в массив на заданную глубину, после чего гидрораспределитель ПДУ переводится в положение, при котором шток гидроцилиндра перемещается и сжимает пружину 12, при этом клин задвижки 11 остается неподвижным за счет работы сил трения покоя. По мере движения штока, свободный ход тяги пружинного механизма выбирается и происходит перемещение корпуса пружинного механизма, приводящее к преодолению пружины сил трения покоя между клином и корпусом задвижки, при этом выпускное отверстие задвижки полностью открывается.

Давление в скважине падает, соответственно происходит обратная фильтрация жидкости из массива под действием градиента давления. Движущаяся жидкость выталкивает кольматационные пробки и отмывает каналы и трещины прискважинной зоны, обеспечивая свободный выход газа из массива в скважину.

По окончании процесса обратной фильтрации шток гидрораспределителем переводится в положение, при котором задвижка закрывается и вся система возвращается в первоначальное положение.

Время открывания выпускного отверстия задвижки не превышающее 0,5 с, позволяет, создать на границе «вода-массив» градиент давления, необходимый для эффективной очистки прискважинной зоны от кольматации.

Испытания проводились на шахте им. А.Ф. Засядько. Динамика газовыделения из экспериментальной скважины в первый месяц ее работы представлена на рис. 2. К концу месяца дебит скважины составлял 2540 м³/сут.

В скважине за период ее работы признаков кольтматации не наблюдалось. Скважина была подключена к системе газопроводов шахты снабжающем потребителей: миниэлектростанцию КРЭС, заправку автомобилей и шахтную котельную.

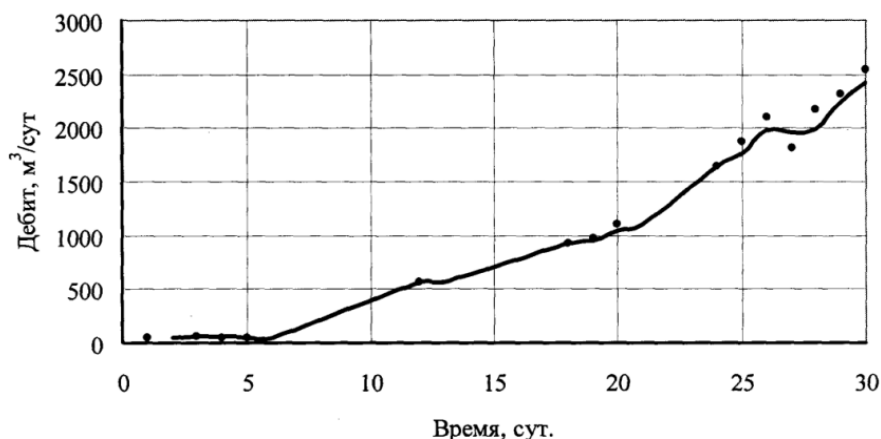


Рис.2 – Динамика начального газовыделения из скважины

Эксплуатация средств потребления газа требует специальных условий, поэтому качество и давление газа диктуется потребителем. Однако, замеры параметров выделяющихся газов, выполненные во время профилактических отключений скважины от газопровода, показывают, что дебит достигает $100000\text{ м}^3/\text{сут}$, а давление газа в скважине повышается до 7 атм.

Выводы

- из описанных в печати способов наиболее эффективным является гидродинамическое воздействие, основанное на применении знакопеременных нагрузок на массив, создаваемых подачей и сбросом воды; способ разработан ИГТМ НАН Украины и успешно применяется с 1982 года для дегазации газонасыщенных пластов подземными скважинами;

- добыча шахтного метана через скважины, пробуренные с поверхности, предполагает ряд технологических особенностей, усложняющих применение гидродинамического воздействия, в этом случае наиболее эффективным является пневмогидродинамический способ;

- пневмогидродинамическое воздействие предполагает замену верхней части столба воды в скважине сжатым воздухом, что позволяет повысить градиент давления на границе «вода-массив»;

- экспериментальные работы по пневмогидродинамическому воздействию на ПДС показали его высокую эффективность как способа раскольматации прискважинной зоны, полного удаления из

неё глинистых частиц и создания устойчивых фильтрационных каналов между скважиной и газонасыщенным массивом, способных работать длительное время;

- эффективность пневмогидродинамического воздействия как мероприятия по раскольматации прискважинной зоны и эффективность очистки прискваженной зоны не зависит от положения очистного забоя относительно забоя скважины.