

УДК 622.324

## Об опыте применения пены для бурения скважин дегазационных скважин

Зыбинский П. В., Горшков Ю. Т.

ООО «Экометан», Донецк, Украина

Поступила в редакцию 01.03.11, принята к печати 18.03.11

### Аннотация

Приводятся достоинства метода бурения скважин с применением в качестве очистного агента пены. Описывается оборудование, технология применения и полученные результаты, обосновывающие целесообразность использования этой технологии для бурения дегазационных скважин.

Ключевые слова: бурение, пена, оборудование, технология.

Увеличение собственной добычи газа в Украине обуславливает необходимость освоения добычи метана угольных месторождений. Развитие этого направления связано, прежде всего, со значительными объемами буровых работ, что потребует соответствующего роста эффективности буровых работ.

Опыт бурения скважин для целей добычи метана в США, Австралии, Канаде и ряде других стран показал, что наиболее эффективным способом бурения таких скважин является ударно-вращательный с использованием погружных пневмоударников. При этом затраты времени на сооружения скважины глубиной 800 м составляет 6-7 дней, а средняя механическая скорость бурения достигает 15-25 см/мин. Внедрение этой технологии в Украине возможно в целом ряде регионов отвечающих определенным горно-геологическим условиям и прежде всего отсутствием водоносных горизонтов с суммарным дебитом свыше 2-3 м<sup>3</sup> в час. Кроме этого, ограничивающим фактором для применения пневмоударников является то, что при вскрытии скважиной угленосной толщи с высокой газоносностью, как по углю, так и по вмещающим породам при отсутствии репрессии возникает высокая вероятность образования взрывоопасной газовоздушной смеси, что подтверждается неоднократными случаями возгорания буровых установок.

Не менее эффективным и высокопроизводительным методом бурения является технология проходки скважин с применением в качестве промывочного агента пены. Пена находит быстрорастущее применение как новая и весьма перспективная разновидность промывочных агентов при бурении скважин различного назначения. Важнейшими достоинствами пены является малый расход воды, высокая транспортирующая и удерживающая способность, отсутствие потерь циркуляции в поглощающих горизонтах за счет прочности структуры, смазывающее действие, высокая охлаждающая способность в силу эффекта испарительного охлаждения, высокие механические скорости за счет снижения гидростатического давления на забой и эффективной очистки его от шлама, возможность регулирования в широких пределах плотности, что значительно снижает вероятность кальматации при вскрытии продуктивных горизонтов с низким пластовым давлением. Все эти достоинства обусловили применение пены в различных областях, часто отличающихся особыми горно-геологическими или климатическими условиями.

Значительный объем исследований, проведенных рядом авторов и организаций, позволяет предварительно подобрать рецептуру пенного раствора применительно к конкретным условиям бурения скважины, определить необходимое оборудование и технологию работ [1, 2].

Первые опытно-производственные работы по использованию пены в качестве очистного агента при бурении технических скважин диаметром от 190,5 мм и больше с глубинами до 1200м были начаты ООО «ЭКОМЕТАН» в 2006 году после приобретения гидравлической самоходной буровой установки G-75 (Рис. 1) и высокопроизводительного компрессора «Ingersoll Rand».

В отличие от применяемой в практике работ буровой установки А-50 и ей аналогичных, буровая установка **G-75** имеет целый ряд преимуществ обусловленных конструктивными особенностями:

- минимальные затраты времени на монтаж-демонтаж (3-5 часов);
- достаточная мощность и грузоподъемность применительно к поставленным целям;
- легкость в управлении, возможность варьирования режимными параметрами бурения в широких пределах;
- возможность применения различных способов бурения (вращательный, ударно-вращательный) и промывки скважины (промывочными жидкостями, пеной, воздухом);
- механизация спуско-подъемных и вспомогательных операций;
- сокращенное количество персонала для работы на буровой установке;



Рис.1. Буровая установка G-75.

Сложность внедрения технологии бурения на пене в условиях Донецкого бассейна заключается в том, что осадочный комплекс по всему региону неоднороден, сложный по горно-геологическому строению, имеет большое количество водоносных и поглощающих горизонтов, тектонических нарушений и неустойчивых пород, склонных к обводнению и обрушению стенок скважины. Поэтому на первоначальном этапе были проведены работы по предварительной проработке технологии бурения с пеной на Южно-Донбасском участке Марьинского района Донецкой области на глубинах до 400 м. В качестве дисперсной фазы использовался сжатый воздух от винтового компрессора «Ingersoll Rand» производительностью 25,5 м<sup>3</sup>/мин и давлением до 25 кг/см<sup>2</sup>. В качестве дисперсионной среды техническая вода с pH≥7, пенообразователь - сульфенол российского производства и в качестве стабилизатора -КМЦ -500. Работы проводились на скважинах № 3Э и № 4Э:

Скважина № 3Э. – 21.07.2006года.

Долото ø 215,9 мм.

Бурение осуществлялось с глубины 183 м до 411 м. с первоначальным водопритоком по скважине 5,5 м<sup>3</sup>/час, а с глубины 292 м водоприток составил 7,2 м<sup>3</sup>/час. Пробурено 228 м. Средняя механическая скорость составила 9,5 м/час. Из-за большого притока воды пена была не

стабильна и периодически переходила в аэрированную жидкость. Стабилизация пены регулировалась количеством сжатого воздуха подаваемого в скважину и регулированием концентрации пенообразователя в пенообразующем растворе.

Общее время чистого бурения с учетом наращиваний составило 24 часа. Пробурено 228 м. Скважина № 4Э. – 24.10.2006 года.

Учитывая полученные результаты, для исключения водопритока из основных водоносных горизонтов было принято решение на последующей скважине № 4Э перекрыть неоген-палеогеновые отложения и высоконапорные горизонты верхнего карбона технической колонной. Бурение на пене осуществлялось с глубины 298 м до 448 м. Пробурено 150 м за 13 час 45 мин. Средняя механическая скорость составила 10,9 м/час. Дальнейшее бурение было прекращено из-за невозможности компрессора продавить водяные пробки образующиеся после наращивания инструмента. Стабилизация пены регулировалась количеством сжатого воздуха подаваемого в скважину и регулированием концентрации пенообразователя в пенообразующем растворе. Для улучшения выносной способности пены повышали плотность пены путем добавления бентонитового порошка в раствор. Кроме того, бентонитовый порошок в растворе с КМЦ повышал устойчивость стенок скважины от обрушения.

При бурении на обеих скважинах соотношение жидкой и газообразной фаз изменялось от 1:700 до 1:1200. Бурение проводилось в породах IV–VII категории по буримости, в качестве породоразрушающего инструмента использовалось долото ИСМ 215,9.

Дальнейшие работы по внедрению пены в качестве очистного агента продолжились в 2007 году на поле шахты «Красноармейская Западная №1. Бурение осуществлялось долотом 295,3 СЗ-ГАУ после крепления скважины кондуктором  $\varnothing$  324 мм с глубины 138 м до 309 м. Нагрузка на забой не превышала 10 т. Соотношение жидкой и газообразной фаз изменялось от 1:800 до 1:1000. В связи с большим водопритоком в скважины бурение осуществлялось аэрированной жидкостью с кратковременным образованием пены и низкой механической скоростью бурения. Так в интервале 183–251 м средняя скорость составила 8,5 м/час, а в интервале 138–183 при бурении в породах 6 категории – 7,6 м/час. В связи с тем, что работы проводились в зимний период времени, возникли проблемы с приготовлением пенообразующей жидкости в полевых условиях. Было принято решение продолжить бурение с промывкой аэрированными буровыми растворами.

В 2009 году с применением промывки пеной были пробурены 2 технические скважины глубиной 430 м конечным диаметром 215,9 мм на Новоконстантиновском месторождении урановых руд. Средняя категория пород по буримости X–XI (граниты). Затраты времени на сооружение скважины №1 составили 60 суток, включая строительные-монтажные работы. Графиком работ предусматривалось выполнить работы по сооружению скважины за 93 суток. Затраты времени на сооружение скважины №2 составили 36 суток.

Перед началом работ были проведены исследования по определению оптимальной концентрации в местной воде пенообразователя – сульфанола германского производства и стабилизатора – КМЦ фирмы «POLOFIX HV»(Польша) для получения пены необходимого качества.

Скважина №1:

Бурение пеной в интервале 45–92 м осуществлялось шарошечным долотом 295,3СЗ-ГАУ. Механическая скорость бурения составляла от 2 м/час по гранитам до – 12,0 м/час в перемежающихся породах. При пересечении пласта каолина в интервале 50 м скорость возросла до 24 м/час.

Бурение пеной в интервале 92–430 м осуществлялось шарошечным долотом 215,9СЗ-ГАУ по гранитам X–XI категории. Механическая скорость бурения составила от 1,5 до 3,4 м/час.

Скважина №2:

Бурение пеной в интервале 53–92 м осуществлялось шарошечным долотом 295,3СЗ-ГАУ. Механическая скорость бурения по трещиноватым гранитам была до 12,0 м/час.

Бурение пеной в интервале 92–423,0 м осуществлялось шарошечным долотом 215,9СЗ-ГАУ. Механическая скорость бурения по гранитам X–XI категории буримости была 3,2–3,8 м/час, проходка на долота составляла от 69 до 136 метров.

Режимы бурения варьировались в зависимости от свойств пород и прежде всего наличия зон трещиноватости, пересечение которых сопровождалось повышенной вибрацией бурового инструмента. Бурение осуществлялось с нагрузкой на забой от 4,0 до 7,0 тн при 75–80 оборотах/мин буровой колонны.

При бурении на обеих скважинах соотношение жидкой и газообразной фаз изменялось от 1:900 до 1:1000.

В 2010 году компанией были пробурены 2 дегазационные скважины с поверхности земли на поле СП ш/у «Суходольское Восточное» в Луганской области. Бурение с применением пен выполнялось в интервале 135–820 м диаметром 190,5 мм после крепления скважины технической колонной изолирующей водоносные горизонты.

На рис. 2 представлены данные наблюдений за процессом бурения приведенных выше скважин.

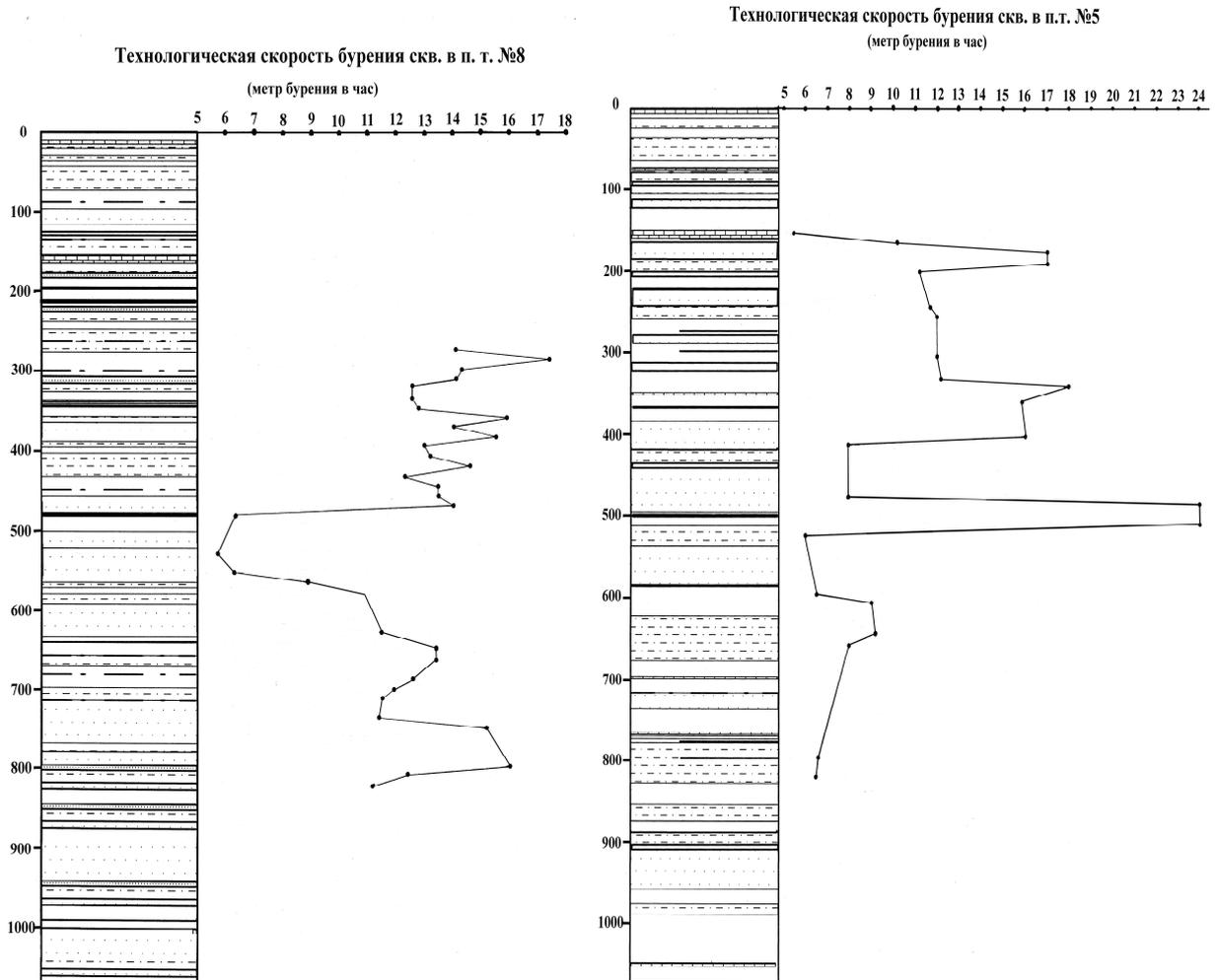


Рис. 2 График механической скорости бурения скважин с применением пены

При бурении первой скважины были использованы долота разной модификации с целью проверки их работы на данном разрезе пород:

- в интервале 135–238 м применялось долото 190,5С-ГВ, проходка на долото составило 103 м., средняя механическая скорость 11,6 м/час;
- в интервале 238–531 м, долото 190,5ТЗ-ГНУ, проходка на долото составило 456 м., средняя механическая скорость составила 11,62 м/час;
- в интервале 531–657 м. долото 190,5СЗ-ГВ, проходка на долото составило 126 м., средняя механическая скорость 7,8 м/час.
- в интервале 657–820 м, долото 190,5СЗ-ГВ, средняя механическая скорость составила 7,0 м/час.

Всего было пробурено с очисткой скважины пеной 685 м.

Бурение осуществлялось при 80–90 оборотах бурильной колонны и осевой нагрузки 3,5–5,0 тн. Недостаточный вес КНБК (компоновка низа бурильной колонны) не позволяла осуществлять осевую нагрузку соответствующую этому типу долот.

Бурение осуществлялось пеной со степенью азрации 1:800, 1:900.

В качестве пенообразователя был использован сульфолон (активный компонент 79%) производство Германия. В качестве стабилизатора КМЦ (активный компонент 58%) фирмы «POLOFIX HV» (Польша). В связи с тем, что бурение скважины осуществлялось в условиях водопротоков и пересечение зон поглощения промывочной жидкости, стабильность пены регулировалось концентрацией пенообразователя в пенообразующем растворе. В интервалах, где скорость бурения возрастала до 17 м/час и более, были проявления прерывности пены и прорыва воздуха из выходной трубы из-за большого количества выбуренного шлама в пене. Стабильность пены восстанавливалась увеличением расхода жидкости и количеством подаваемого в скважину воздуха.

При бурении второй скважины были применены те же технологии. Весь интервал бурения 685 м (135–820 м) был пробурен одним долотом фирмы «Хьюз Тулз» затраты времени составили 72 часа. Средняя механическая скорость бурения по всему интервалу составила 11,9 м/час.

В качестве стабилизатора была опробована полианионная целлюлоза PAC-R производства США.

Выполненные работы по внедрении пены в качестве очистного агента при бурении технических и дегазационных скважин позволяют сделать следующие выводы:

1. Применение пены обеспечивает высокие механические скорости проходки сравнимые со скоростями бурения пневмоударниками.
2. Область применения пены ограничивается водопритоками в скважину на уровне 3–5 м<sup>3</sup> час при превышении которого, в составе оборудования необходимо иметь бустер с давлением соответствующим гидростатическому давлению на забое скважины.
3. При прочих равных условиях механическая скорость бурения в большей степени зависит от типа породоразрушающего инструмента и в меньшей степени от типа пенообразователя. В тоже время характер влияния режимных параметров аналогично, как и при бурении с растворами.
4. За счет высокой степени очистки забоя скважины и охлаждающего эффекта при выходе пеновоздушной смеси из гидромониторных насадок, проходка на долото значительно выше (3–5 раз), чем при бурении с промывкой растворами.
5. Качество пены легко регулируется концентрацией пенообразователя, количеством подаваемого раствора или количеством подаваемого воздуха.
6. Являясь флегматизатором, пена обеспечивает более безопасные условия при бурении скважин условиях возможны газопроявлений.
7. Применение технологии бурения скважин глубиной до 1500 м с использованием в качестве очистного агента пены, обеспечивает сокращение времени строительства скважины и ее стоимость по сравнению с другими методами.

По нашему мнению, при начале работ по добыче метана угольных месторождений, когда потребуется бурение большого объема скважин за короткий период времени, в условиях Донбасса это будет основная технология позволяющая решить поставленные задачи.

### Библіографічний список

1. Яковлев А. М., Коваленко В. И. Бурение скважин на твердые полезные ископаемые. – Л.: Недра, 1987. – 128 с.
2. Кирсанов А. И., Крылов Г. А., Нефедов В. П. Пены и их использование в бурении. М., ВИЭМС, 1980. 60 с.

© Зыбинский П. В., Горшков Ю. Т., 2011.

### Анотація

Наведені переваги методу буріння свердловин з використанням очистного агента піни. Описуються обладнання, технологія використання і отримані результати, які обґрунтовують доцільність використання цієї технології для буріння дегазаційних свердловин.

Ключові слова: буріння, піна, обладнання технологія.

### Abstract

Advantages of drilling method with foam are presented. Tools and technology are described. Results show suitability of foam technology for coal-bed methane drilling.

Keywords: drilling, foam, tools, technology.