

УДК: 622.276: 622.24

## БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ С НИЗКИМ УДЕЛЬНЫМ ВЕСОМ ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ЗОН С ИНТЕНСИВНЫМ ПОГЛОЩЕНИЕМ

Б.Б. Дашижапов<sup>1</sup>

Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В статье рассматривается применение буровых растворов с низким удельным весом для прохождения осложненных зон с поглощением бурового раствора. Приведены типы буровых растворов, применяемые в условиях аномально-низких пластовых давлений.

*Ключевые слова:* буровой раствор; газожидкостные смеси; пены; аэрированные жидкости; афроны; жидкие азоты.

## DRILLING FLUID WITH LOW SPECIFIC GRAVITY FOR PASSING ZONES OF INTENSE ABSORPTION

B. Dashizhapov

Irkutsk National Research Technical University,  
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074

The article discusses the use of drilling mud with low bulk density to penetrate difficult zones with drilling mud loss. The author provides the types of drilling fluids used at abnormally low reservoir pressure.

*Keywords:* drilling fluid; gas-liquid mixture; foam; aerated liquid; aphrons; liquid nitrogen.

Бурение скважин в разрушенных и трещиноватых скальных породах осложнено кавернообразованием, связанным с разрушением стенок скважин и значительными интенсивности поглощениями промывочной жидкости.

Данные осложнения можно предотвратить применением в качестве циркулирующей среды газожидкостных смесей (ГЖС). ГЖС являются дисперсными системами, состоящими из двух компонентов: газообразного и жидкого. В качестве газообразного, в основном, используется воздух, а жидкий компонент, как правило, представляет собой смесь воды и различных химических реагентов (поверхностно-активные вещества, ингибиторы, стабилизаторы и др.).

Все ГЖС можно разделить на два основных вида:

- пены – ячеисто-пленочные многокомпонентные дисперсные системы, с плотностью 0,03-0,12 г/см<sup>3</sup>;
- аэрированные жидкости – многокомпонентные низкоконцентрированные дисперсные системы, с плотность 0,12-0,7 г/см<sup>3</sup>.

Из перечисленных двух видов ГЖС наибольший интерес вызывают пены, объединяющие положительные качества аэрированных жидкостей и обладающие рядом преимуществ. Применение пен позволяет полностью сохранить естественные коллекторские свойства горных пород, их проницаемость, обеспечивая тем самым получение максимально возможных водопритоков, сокращение сроков освоения скважин, предупреждение возможных пропусков небольших водоносных горизонтов.

Для бурения с пенами применяются стандартные серийно выпускаемые буровые установки, оборудование и инструмент. Приготовление пены, подача её в скважину и гашение на выходе из скважины для повторного использования (работа по замкнутому циклу) проводятся с помощью специализированной установки – модуля пенообразующего передвижного (МПП) [1]. Непрерывный замкнутый процесс циркуляции пены исключает попадание ее в окружающую среду, что очень важно с точки зрения экологии.

В связи с высокой стоимостью и использованием дополнительного оборудования, невозможностью использования при бурении на больших глубинах, так как пены на глубине более 2300м разрушаются под собственным весом, были разработаны технологии бескомпрессорной аэрации буровых растворов.

При существующих технологиях бурения в толще мерзлых пород возникают осложнения, связанные с использованием при строительстве скважин буровых растворов с высокими рабочими температурами, которые оказывают свое неблагоприятное воздействие на криолитовый поверхностный

<sup>1</sup> Дашижапов Бэлик Бальжинмаевич, аспирант, e-mail: [beliq5@mail.ru](mailto:beliq5@mail.ru)

Dashizhapov Balik, a postgraduate student, e-mail: [beliq5@mail.ru](mailto:beliq5@mail.ru)

слой. Основным способом предотвращения осложнений при бурении в мерзлых породах является сохранение отрицательной температуры стенок скважины.

Хорошим решением указанных проблем является бурение скважин при помощи жидкого азота в качестве рабочего агента [2]. В свободном виде азот является главной составной частью воздуха: 78,1 % по объему, 75,6 % по массе. Для получения жидкого азота необходимо понизить температуру газообразного азота ниже критической  $t_{кр} = 149,9^{\circ}\text{C}$ , при давлении  $P_{кр} = 3,9$  МПа. Азот безвреден для окружающей среды и инертен по отношению к воде, нефти и газу. Он самый дешевый из всех газов, а жидкий азот дешевле бурового раствора как минимум в 5 раз.

При бурении с использованием жидкого азота условия работы долота улучшаются, при этом происходит промораживание стенок скважины, что предотвращает их обвал и прихваты инструмента.

Эта технология позволяет избежать промежуточного цементирования и в некоторых случаях допускает проводку скважины за один спуск-подъем.

Особенность размыва породы жидким азотом на забое обусловлена воздействием, так называемого температурного удара, при котором различные частицы породы и жидкость в пласте при мгновенном промерзании непропорционально меняют свой объем, вследствие чего происходит множество микроразрывов в призабойной зоне скважины.

При работе с помощью жидкого азота создается надежная фильтрационная корка, которая впоследствии самоликвидируется, и сохраняется проницаемость продуктивного пласта. Жидкий азот инертен к пластовым средам и включениям, поддержание стабильности его свойств не требует дополнительных реагентов.

Применение жидкого азота при бурении скважин в качестве рабочего агента способствует:

- уменьшению стоимости основных фондов, расходных материалов и трудозатрат;
- сокращению сроков строительства скважин;
- снижению вредного воздействия на окружающую среду;
- повышению комфортабельности работ;
- возможности выполнения большинства операций в автоматическом режиме;
- повышению эффективности работ в осложненных условиях и на вечномерзлых грунтах.

При освоении скважин, содержащих сероводород, в условиях малопроницаемых коллекторов и низких пластовых давлений в зоне влияния подземного горения и в других случаях, где существующие методы освоения малоэффективны и не обеспечивают взрывобезопасности работ, а также при освоении скважин в суровых климатических условиях при температуре окружающего воздуха -  $30^{\circ}\text{C}$  и  $50^{\circ}\text{C}$  целесообразно применение азотных газификационных установок типа АГУ-8К (рис. 1).



**Рис. 1. Автомобильная газификационная установка АГУ-8К**

Технология вызова притока нефти и газа из пласта с использованием передвижных азотных газификационных установок типа заключается в том, что газообразный азот или газированная им жидкость нагнетаются в скважину и замещают находящуюся в ней жидкость (буровой раствор, воду или нефть). Регулируя среднюю плотность закачиваемой в скважину системы, и используя упругие свойства газа, по мере их выпуска из скважины можно снизить противодавление на пласт в необходимых пределах.

Область применения различных азотсодержащих циркуляционных флюидов для вызова притока нефти и газа из пласта зависит от геолого-технических и других условий освоения скважин.

Для создания глубоких депрессий на пласт, вплоть до осушения глубоких скважин (если это допустимо), при плавном темпе снижения забойного давления целесообразно комбинированное применение азотсодержащих систем - последовательной в один и более циклов промывки скважин газированной азотом жидкостью, которая, при необходимости, может быть вытеснена из скважины азотом.

Азотную обработку призабойной зоны пласта применяют для интенсификации притока нефти и газа. Применение азота улучшает условия освоения скважин и очистку призабойной зоны пласта после обработки и повышает безопасность работ.

Технология азотных обработок пласта с использованием установок типа АГУ-8К заключается в том, что в призабойную зону продуктивного пласта через перфорационные отверстия нагнетаются последовательно порции сжатого газообразного азота, которые продавливаются в пласт водой, нефтью или газированной азотом жидкостью.

В связи с высокой активностью азотной смеси и практически полной ее нейтрализацией еще в процессе фильтрации в призабойной зоне нет необходимости в выдерживании на реагирование. Поэтому сразу после окончания продавливания приступают к освоению скважины, плавно снижая устьевое давление с целью удаления продуктов реакции из пласта и создания необходимой депрессии для вызова притока из скважины (рис. 2).

Подаваемый в пласт газ обеспечивает более глубокий охват призабойной зоны и заполнение части порового пространства коллектора нереагирующим и незакупоривающим агентом – азотом.



**Рис. 2. Азотная установка ТГА-5/101 на шасси КАМАЗ-43118 производительность 5 м<sup>3</sup>/мин, давление 100 атм, чистота азота 90 %**

Операция по азотному воздействию на пласт повышает начальную производительность скважин вследствие увеличения проницаемости призабойной зоны.

Технология предусматривает газификацию на скважине жидкости, приготовление и нагнетание в скважину газообразного азота для вызова притока флюида из пласта и азотную обработку призабойной зоны. Также обеспечивает взрывобезопасность проведения работ по освоению скважин и улучшает технико-экономические показатели азотного воздействия на призабойную зону пласта, особенно в условиях слабопроницаемых пород и сравнительно низких пластовых давлений.

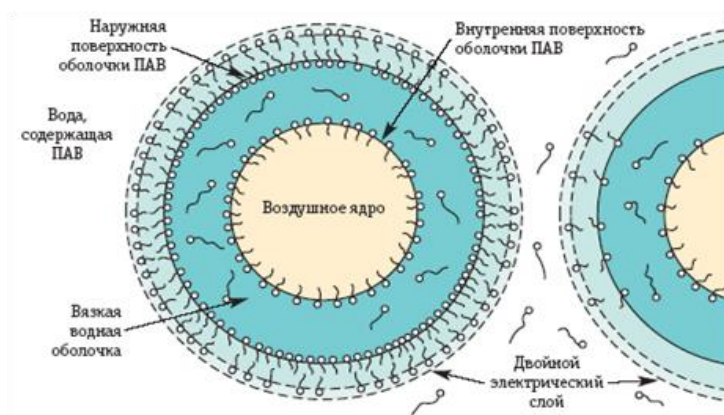
Газированными азотом системами наиболее целесообразно освоение скважин глубиной 2000–5000 м. Азотная обработка призабойной зоны может быть совмещена с вызовом притока нефти и газа из пласта. Продуктивный (перспективный) пласт при этом должен быть представлен устойчивыми породами [3].

Так же одним из перспективных способов вскрытия истощенных горизонтов является применение буровых растворов на основе афронов (рис. 3–4).

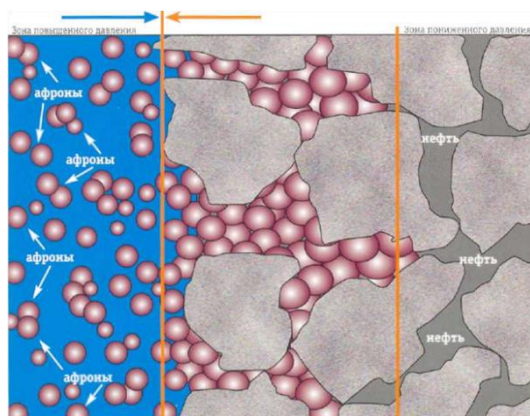
Афроны – это включенные в состав бурового раствора микроскопические пузырьки воздуха коллоидного размера, защищенные двухслойной оболочкой поверхностно-активных веществ (ПАВ) с прослойкой загущенной полимерами воды. Газовое ядро афронов находится под избыточным давлением, препятствующем их сжатию и схлопыванию под действием внешнего давления, а наружная поверхность афрона имеет гидрофобный характер. Обладая широким спектром размеров и высокой упругостью, афроны способны коагулировать практически любые продуктивные или поглощающие пласты от низкопроницаемых глинизированных песчаников до трещиноватых известняков проницаемостью до нескольких десятков дарси.

В отличие от аэрированных растворов для приготовления афронов не требуется использование компрессоров высокого давления или другого дорогостоящего оборудования.

Эта новейшая саморегулирующаяся система радикально уменьшает риск повреждения коллекторских свойств пласта, позволяя извлечь из него те запасы нефти, которые до этого рассматривались как недоступные. Главным отличием афронов от обычных пен является то, что они окружены двухслойными оболочками с промежуточным слоем воды, в то время как оболочка пузырька воздуха в обычной пене состоит из одного мономолекулярного слоя ПАВ.



**Рис. 3. Схема афрона**



**Рис. 4. Строение афронов**

Вследствие малого размера и специфического строения афроны обладают (по сравнению с пузырьками пен) высокой механической прочностью и стабильностью.

При проникновении в поровое пространство пузырьки расширяются и образуют структуру без коалесценции и разрушения отдельных пузырьков.

#### **Библиографический список**

1. Патент Российской Федерации на полезную модель № 50579 «Буровая установка» от 30.06.2005 г. / В.В. Медведев, В.В. Болтаев, М.А. Кабаченко, В.С. Осадчий.
2. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://msd.com.ua>
3. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://neftandgaz.ru>