

показателем.

2. Затраты сухого цемента уменьшились более чем в 2 раза при безрайзерном бурении, что помогает сильно сократить экономические затраты.

3. Металлоемкость при традиционном бурении больше в 1.5 раза, что говорит о увеличении стоимости метра проходки. Также для большего количества обсадных колонн необходимо большее пространство на буровой и соответственно выше класс буровой установки.

Представленная технология бурения успешно прошла промышленные испытания и в настоящее время эффективно используется нефтяными компаниями.

Практический опыт показал ряд существенных преимуществ применения безрайзерного метода при строительстве глубоководной скважины:

- бурение скважин на больших глубинах моря;
- сокращение затрат времени на строительство;
- уменьшение размера и веса райзера;
- упрощение конструкции скважины;
- уменьшение срока эксплуатации буровой платформы;
- сэкономить значительные материальные средства;
- улучшить качество проводимых работ;
- повысить промышленную и экологическую безопасность.

Многие трудности, с которыми приходится сталкиваться при использовании данной технологии, аналогичны тем, с которыми сталкиваются компании при внедрении любой новой технологии. Несмотря на то, что бурение с двойным градиентом была успешно разработана и протестирована на практике, основной задачей инженеров является доработка и совершенствование компонентов системы с целью повышения эффективности ее применения в глубоководном бурении.

Технология бурения с двойным градиентом давления в каждом случае ее использования должна быть адаптирована по следующим параметрам: глубина воды, температура воды над и под линией уровня дна моря, потери давления в системе, пластовое давление, метеоусловия, а также ряд других параметров.

Ожидается, что данная технология перейдет в разряд традиционных и станет одним из многочисленных инструментов бурового инженера для решения задач связанных со строительством скважин. Осталось решить проблемы пуска-наладки основных компонентов, организовать тренинги, и преодолеть предвзятость и опасения, ассоциирующиеся с любой новой технологией стремящийся получить доступ к рынку.

#### **Литература**

1. Галабурда В.К. Морские буровые установки. Крепление морских глубоких нефтяных и газовых скважин - Мурманск: издательство МГТУ, 2003.
2. Пейн М., Миллер Р., Эрпелдинг П. Новое в проектировании глубоководных скважин с высоким давлением и температурами /перевел В.Иванов // Нефтегазовые технологии. - 2005.-№ 11.- С.11-17.
3. Леонов Е.Г., Симонянц С.Л. Совершенствование процесса углубления скважины/ Москва, 2014.
4. Байрашевский И.В., Марков А.А. Современные наукоемкие технологии.

#### **РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИМИТАЦИИ ИЗНОСА ЭЛАСТОМЕРА РОТОРОМ ВИНТОВОГО ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ В ПРИСУТСТВИИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

**А.В. Фёдоров, Л.А. Ушаков, А.В. Епихин**

*Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

На сегодняшний день нефтегазовые скважины бурятся различными по типу передачи вращения долоту методами – с обеспечением энергии долоту непосредственно с устья (роторное бурение) и с преобразованием энергии бурового раствора в механическую энергию ротора, приводящего в движение вал, вращающий породоразрушающий инструмент (турбинное бурение, использование турбобура, винтового забойного двигателя). Выбор метода обуславливается задачами и условиями бурения. Для наклонно-направленного бурения, разбуривания цементных мостов, песчаных пробок наибольшее распространение получил винтовой забойный двигатель (ВЗД). Несмотря на широкое применение и эффективность работы ВЗД, сегодня существенным образом стоит вопрос увеличения срока службы его рабочей пары – статора и ротора-винта, а именно обкладки статора, называемой эластомером. В результате многочасового воздействия трения ротора, эластомер подвергается деформированию, тем самым нарушается герметизация статора-ротора (натяг), что приводит к снижению коэффициента полезного действия ВЗД, падению вращающего момента, сокращению срока службы ВЗД и, как следствие, к увеличению количества спускоподъемных операций (СПО) [1].

Степень износа эластомера определяется многочисленными факторами: видом материала эластомера статора и типом металла ротора, их свойствами, типом и параметрами бурового раствора, определяющим его агрессивность, установившейся температурой в среде [1, 2].

В зависимости от условий бурения и соответствующей работы ВЗД необходимо обеспечить оптимальные

условия для максимального срока службы эластомера. На основе изученной проблематики в статье исследуется влияние бурового раствора на параметры эластомера при имитации взаимодействия пары «ротор-статор» на экспериментальном стенде (рис. 1). В качестве образца использовалась марка резиновой смеси повышенной износостойкости ИРП-1226, из материала которой вырезались две заготовки заданных размеров – для исследования их параметров в водном буровом растворе, затем растворе на основе дизельного топлива. Ежедневно с помощью штангенциркуля и электронных весов определялись параметры эластомера – длина, ширина, толщина, масса.

Результатом взаимодействия ротора со статором в среде дизельного топлива является шлиф от срезанной резины на образце. Поэтому измерялись толщина образца в срезанной части, а также наименьшая и наибольшая ширина шлифа (рис. 3).

В результате анализа полученных значений подтверждается предположение об износе эластомера в агрессивных средах: относительное изменение толщины образца за весь период изнашивания в водном растворе составило 3,57%, а в растворе на основе дизельного топлива – 4,75%.

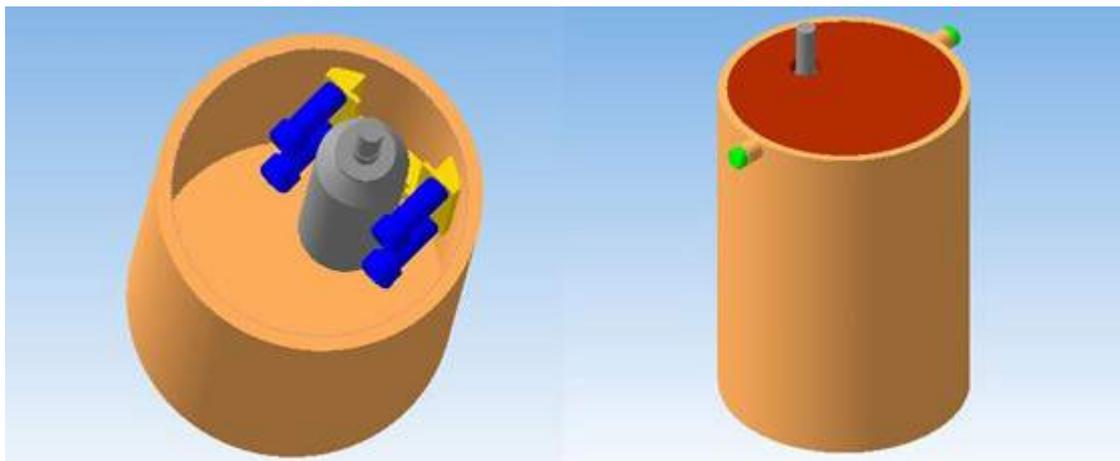


Рис. 1. Модель винтового забойного двигателя: установленный ротор с упором для эластомера, прижимаемый четырьмя винтами (слева) и корпус модели в закрытом варианте (справа)

При этом важно отметить, что агрессивность интенсивно проявляется на ранних этапах эксперимента. При первом измерении (первые 6 часов работы ВЗД) относительное изменение толщины образца в растворе на основе дизельного топлива составило 2,76%, а в водном растворе – 0,87%. Это говорит о возможности преждевременного выхода из строя ВЗД при использовании бурового раствора на основе дизельного топлива. Аналогичные выводы сделаны для динамики изменения размеров шлифа – за первые 6 часов изнашивания наблюдается стремительное увеличение его размеров, а затем медленное затухание, представляющее снижение прироста максимального диаметра и образование его целостной полуцилиндрической формы ( $d_{\min} \rightarrow d_{\max}$ ). Помимо механического износа эластомера в присутствии агрессивной среды возникает угроза выноса пластификатора из материала эластомера, что является одним из основных факторов его набухания. Частичное изменение таких параметров как длина  $l$  и ширина  $b$  связаны с упругими свойствами эластомера – по мере образования шлифа образец подвергался касательным напряжениям и частично изгибался относительно оси, параллельной оси ротора.

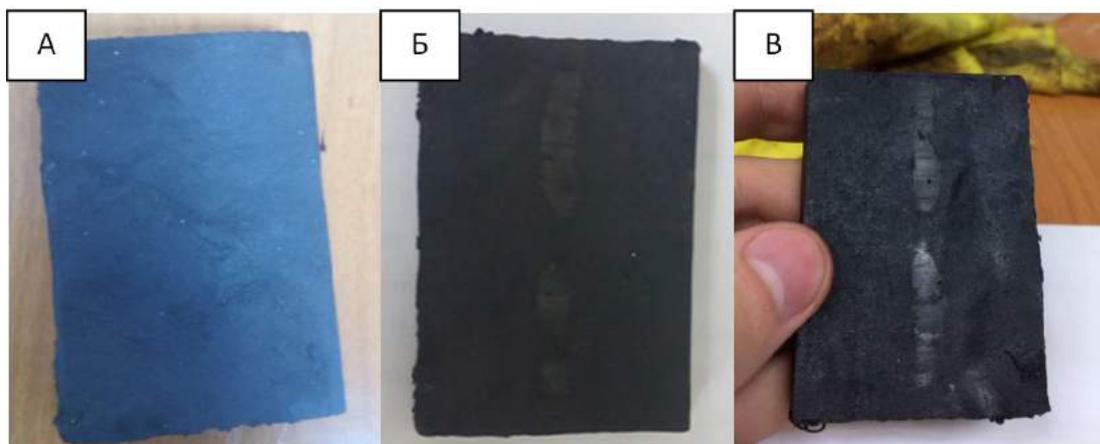


Рис. 2. Последовательность износа эластомера при водном буровом растворе: А – начальный, Б – промежуточный, В – конечный этапы

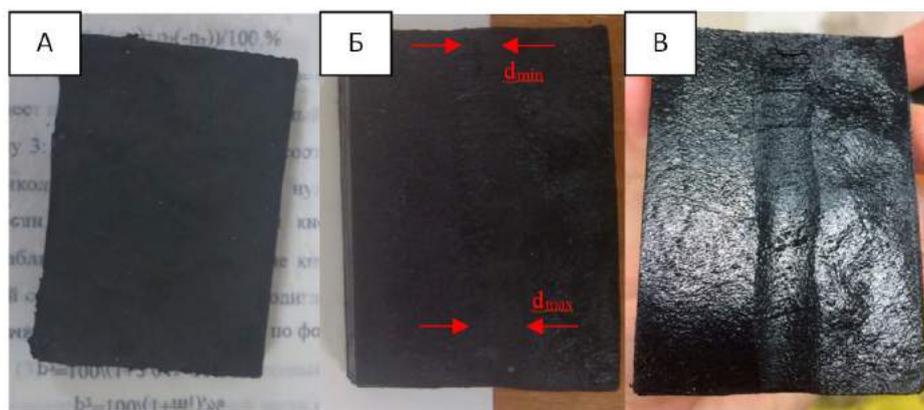


Рис. 3. Последовательность износа эластомера при дизельном буровом растворе:  
А – начальный, Б – промежуточный, В – конечный этапы

Резина ИРП-1226 представляет собой маслостойкую резиновую смесь повышенной износостойкости, с температурными интервалом работоспособности от - 20 до + 100 °С. Ее условная прочность составляет 9,8 МПа, относительное удлинение при разрыве 125%, твердость 65-95 ед. Шор А. Дизельная среда проявила свою агрессивность, так как материал ИРП-1226 не является вулканизированным. В результате происходит растворение пластификатора резины, что приводит к снижению упругости образца. При длительной работе ВЗД повышается температура бурового раствора, следовательно, эластомера. В результате раствор может заполнять поры эластомера, что ведет к его набуханию и уменьшению зазора между ротором и статором. Для дальнейшей работы ВЗД потребуется создать больший крутящий момент, что в совокупности со снижением упругости приведет к ускоренному износу образца. [3]

По результатам исследований были сделаны нижеследующие выводы. Тестовый эксперимент в водной среде показал – интенсивного износа эластомера не происходит, что позволяет использовать полученные результаты, как реперные для других типов буровых растворов. Также подтверждено интенсивное влияние дизельного топлива, как дисперсной среды, на параметры эластомера. Имеется предположение, что если приблизить условия к забойным, то температурный фактор будет способствовать ускорению процесса износа эластомера.

*Работа выполнена при поддержке Фонда РФФИ (проект №16-38-00701 мол\_а).*

#### Литература

1. Попов А.Н. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: учебник для вузов / А. Н. Попов [и др.]; под ред. А. И. Спивака. – Москва: Недра, 2003. – 509 с.: ил.
2. Балденко Д.Ф. Одновинтовые гидравлические машины в 2 т.: / Д. Ф. Балденко, Ф. Д. Балденко, А. Н. Гноевых. // Информационно-рекламный центр газовой промышленности. — М.: Газпром , 2005-2007. — 488 с.: ил. — Библиогр.: с. 474-483.
3. Епихин А.В. Исследование влияния дизельного топлива на резину эластомера винтового забойного двигателя в температурном интервале 25–90 °С / А.В. Епихин, В.В. Мельников, А.А. Бер, К.М. Минаев // Экспозиция Нефть Газ. – Набережные Челны, 2016. № 6 (52). С. 68-70.

### ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ НА УГЛЕВОДОРОДНОЙ ОСНОВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭМУЛЬГАТОРА ЭМ-4

А.Д. Фензель

Научный руководитель доцент К.М. Минаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Вопрос сохранения потенциальной продуктивности скважины на сегодня является одной из самых актуальных задач нефтегазовой отрасли. В связи с разработкой месторождений со сложно-построенными залежами и низкопроницаемыми продуктивными пластами, принципиальное значение получили вопросы наращивания дебита скважин за счет качественного вскрытия продуктивных пластов. Буровой раствор на углеводородной основе (РУО) не оказывает отрицательного влияния на свойства коллекторов нефти и газа, тому же, он обладает хорошими смазочными свойствами, снижая износ бурильных руд и долот [1]. Именно поэтому такой тип промывочной жидкости предлагается использовать в качестве альтернативы водным системам для бурения скважин в осложненных условиях на территории Западной Сибири.

Раствор на углеводородной основе представляет из себя эмульсионную систему, состоящую из водной фазы и углеводородной фазы, стабильность данной системы обеспечивают эмульгаторы, которые являются ПАВ. Присутствие в эмульсии поверхностно-активного эмульгатора приводит к снижению межфазного натяжения на