

**ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ
В ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЕ БУРОВОГО РАСТВОРА НА ЭЛАСТОМЕР
ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕГО**

П.И. Коровкин

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Проанализировав тенденции развития техники, используемой для строительства нефтегазовых скважин, можно убедиться в том, что в настоящее время одним из основных приводов породоразрушающих инструментов являются винтовые забойные двигатели (ВЗД). Их широкое применение можно объяснить улучшением конструкции долот с повышенной моментоемкостью, развитием технологии бурения, а также эксплуатационными характеристиками этих двигателей. Среди эксплуатационных характеристик ВЗД отмечают оптимальные кинематические характеристики, обеспечивающие эффективность работы долот, минимальные габариты, позволяющие применять ВЗД при наклонно-направленном бурении, а также простота ремонта и сборки ВЗД. Объемы бурения с применением ВЗД в настоящее время по большинству нефтегазодобывающих районов России составляет 30-50% [1].

Однако, согласно данным ООО «Газпром Бурение» и «КСА Deutag», в год происходит до 12 аварий с ВЗД, приводящих к долгим восстановительным работам на скважине или же полной ее ликвидации. При этом примерно 50% от всех отказов было связано именно с износом рабочих органов, представляющих собой пару трения резина-металл (стальной ротор – резинометаллический статор). Срок эксплуатации ВЗД составляет от 90 до 235 часов [2].

Резинометаллический статор ВЗД является элементом, лимитирующим работоспособность двигателя. Одной из основных причин отказов статора является разрушение резиновой обкладки. Она работает в неблагоприятных скважинных условиях и находится под воздействием абразивных механических примесей, газа, растворов химических реагентов, высокой температуры и давления, поэтому к материалам обкладок предъявляются повышенные требования. Для их изготовления применяются эластомеры, в состав которых входят более 20 ингредиентов. В России для изготовления резиновых обойм в основном используют бутадиен-нитрильный синтетический каучук (СКН). Применение других марок (например, фторкаучуков (СКФ) и полиуретанов (СКУ)) ограничивается более сложной и дорогостоящей технологией изготовления. Производство фторкаучуков и резин на их основе достаточно трудоемкий и высокотехнологичный процесс, поэтому их себестоимость весьма высока [3].

Конкретные составы резин для изготовления обкладок подбирают с учетом свойств и температуры рабочей жидкости (бурового раствора), содержания в ней различных механических примесей и их абразивности, наличия агрессивных компонентов, значений давления нагнетания и др.

В ВЗД в основном в качестве эластомера используют резину ИРП - 1226 (повышенной износостойкости, маслостойкая). Постоянные лабораторные исследования по влиянию буровых растворов и условий эксплуатации на статор, подкрепленные полевыми испытаниями, показали необходимость усовершенствования как материалов, так и технологий по изготовлению статоров ВЗД.

В настоящее время влияние концентрации твердой фазы в буровом растворе на износ эластомеров ВЗД не изучено в достаточной степени. Поэтому оценка влияния данного фактора на состояние эластомера является актуальным научным направлением. Данная работа посвящена отработке методики лабораторных экспериментов по оценке влияния концентрации твердой фазы в дисперсионной среде бурового раствора на состояние эластомера при имитации механического воздействия на него.

В исследованиях рассматривались две дисперсионные среды бурового раствора – дизельное топливо и соляной раствор. Выбор обусловлен опытом предыдущих исследований, в которых зафиксированы следующие зависимости: в дизельном топливе шло размягчение резины ИРП-1226, а в соляном растворе образец, наоборот, образец становился менее упругим, наблюдалось его твердение. Образцы изготавливались в форме цилиндров диаметром до 43 мм и толщиной до 11,5 мм. Условия износа создавались в специальном цилиндрическом стакане, конструкция которого позволяет зафиксировать неподвижно образец (см. рис. 1). После установки и фиксации образца стакане наполнялся дисперсионной средой бурового раствора. Абразивное воздействие на образец создавалось с помощью специального инструмента с плоским профилем круглого сечения диаметром 36 мм (см. рис. 2). В качестве привода экспериментального стенда был использован вертикальный сверлильный станок. Частота вращения была постоянной для всех экспериментов и равна 180 об/минуту. Нагрузка на инструмент создавалась с помощью навески грузов на штурвал станка и составляла 4 кг. В качестве абразивного реагента использовалась навеска песка в массовом отношении 1, 3, 5, 7 и 10% от массы дисперсионной среды. Длительность эксперимента составляла 5 минут.

Обработка результатов эксперимента представлена в виде графиков на рис. 3-4. Отмечено, что в каждом из случаев масса образца увеличивается. Это обусловлено тем, что под воздействием профиля инструмента частицы пелла внедряются в образец. Не смотря на то, что после визуального осмотра образцов было отмечено наличие истирания его по плоскости работы инструмента, при такой постановке эксперимента наблюдается по большей части «армирование» приповерхностной зоны образца мелкодисперсным песком. Оно впоследствии тормозит процесс абразивного воздействия по двум причинам: уменьшается содержание абразива (песка) в растворе, происходит переизмельчение оставшегося песка на границе профиля инструмента и «армированной» части образца. Другими словами, происходит взаимодействие не по принципу «металл – песок в дисперсионной

среде – резина», а по принципу «металл – песок в дисперсионной среде – песок в приповерхностном слое резины». При прочих равных условиях для образца в дизельном топливе получен больший прирост массы. Это обусловлено тем, что он размягчается в данной среде, становится более приемистым для песка и сам набухает под воздействием дизельного топлива.



Рис. 1. Цилиндрический стакан для исследований:
1 – стакан, 2 – крышка-зажим



Рис. 2. Инструмент с плоским профилем для создания абразивного воздействия на образец

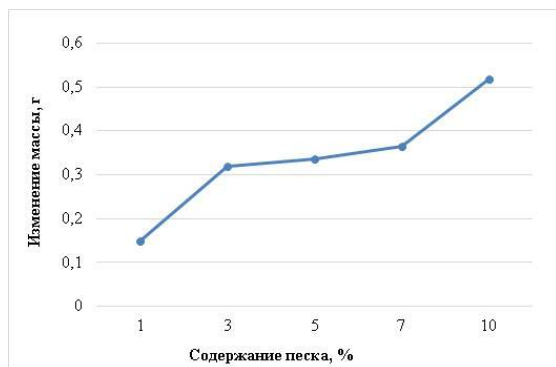


Рис. 3. Зависимости изменения массы образца от концентрации содержания твердой фазы в дизельном топливе

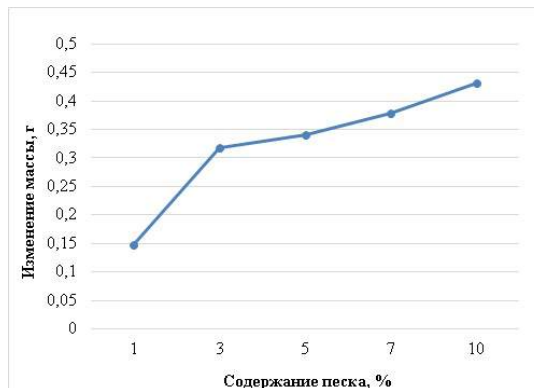


Рис. 4. Зависимости изменения массы образца от концентрации содержания твердой фазы в соляном растворе

Не смотря на полученные зависимости, определено, что методика эксперимента не позволяет в полной мере оценить износ образца под воздействием абразива в дисперсионной среде. Не исключено, что в процессе работы реального ВЗД также наблюдается «армирование» статора твердой фазой, находящейся в буровом растворе, что может стать в дальнейшем причиной дополнительного износа рабочей пары. В следующих исследованиях планируется провести повторный эксперимент с применением инструмента с режущим профилем, что позволит симитировать процесс износа эластомера в присутствии абразива в дисперсионной среде в ускоренном режиме.

Работа выполнена при поддержке Фонда РФФИ (проект №16-38-00701 мол_a).

Литература

1. Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д., Гноевых А.Н. Винтовые забойные двигатели. М.: Недра. 1999. С. 374.
2. Кочнев А.М., Голдобин В.Б. Разработка гаммы винтовых забойных двигателей и результаты их применения при бурении и капитальном ремонте скважин / Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. М.: ВНИИОЭНГ, 1992. – № 6-7. – С. 2-6.
3. Тимашев Э.О., Ямалиев В.У. Анализ причин разрушения эластомеров обойм винтовых насосов // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2005. №2. URL: http://ogbus.ru/authors/Timashev/Timashev_1.pdf
4. Балденко, Д.Ф. Новая серия ВЗД для горизонтального бурения / Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. М.: ВНИИОЭНГ. – 1995. – № 10-11. – С. 23-25.
5. Балденко, Д.Ф., Балденко Ф.Д., Шмидт А.П. Винтовые забойные двигатели: Новые конструкции и способы управления / М.: Нефтяное хозяйство. –1997. – № 1. – С. 13-17.
6. Коротчаев Ю.А., Бобров М.Г., Трапезников С.Г. и др. Новое поколение винтовых забойных двигателей Пермского филиала ВНИИБТ // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. М.: ВНИИОЭНГ, 2003. – № 9. – С. 7-11.