

[9].

Обзор особенностей заканчивания скважин на морских месторождениях позволяет сделать вывод о том, что наблюдаются повышенные требования к качеству, герметичности и безопасности конструкции скважины. Это обусловлено высокой стоимостью строительства скважин на морских месторождениях, их тяжелыми условиями работы и экологическими рисками.

Литература

1. Богоявленский В.И. Перспективы и проблемы освоения месторождений нефти и газа шельфа Арктики // Бурение и Нефть. - 2012. - №11. - с. 5-8.
2. Особенности и проблемы бурения на море [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://info-neft.ru>. (дата обращения: 24.01.2017).
3. Ахмеджанов Т.К. Освоение шельфовых месторождений: учебное пособие / Т.К. Ахмеджанов, А.С. Ыскак – Алматы: КазНТУ, 2008. – 259 с.
4. Особенности бурения морских скважин. Подводное устьевое оборудование. Морской стояк. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://info-neft.ru>. (дата обращения 24.01.2017).
5. Морское бурение [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru>. (дата обращения: 24.01.2017).
6. Оборудование морских скважин, их освоение и ремонт [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://life-prog.ru>. (дата обращения: 25.01.2017).
7. Новейшие перспективные разработки: технология монодиаметра / Шваков А/ [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.oilcapital.ru>. (дата обращения: 24.01.2017).
8. Технологии освоения шельфовых месторождений газа и нефти [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://biofile.ru>. (дата обращения: 23.01.2017).
9. Краткая история развития бурения [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://леуза.рф>. (дата обращения: 24.01.2017).

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛАСТОМЕРА ВИНТОВОГО ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ К МЕХАНИЧЕСКОМУ ИЗНОСУ

Д.К. Шульга, А.В. Епихин

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день применение винтового забойного двигателя (ВЗД) особенно эффективно при бурении наклонно-направленных скважин. Его использование, по сравнению с ротором и турбобуром обеспечивает повышение технико-экономических показателей бурения за счёт увеличения скорости бурения, снижения энергозатрат, сокращения количества аварий с бурильной колонной. Винтовые забойные двигатели относятся к машинам объёмного действия. Это означает, что промывочная жидкость, поступающая в двигатель от насосов, проворачивает ротор относительно статора под действием неуравновешенных сил. Зубья статора и ротора, находясь в непрерывном контакте, образуют замыкающиеся на длине шага статора герметичные рабочие камеры. Рабочая жидкость, поступающая на вход двигателя от буровых насосов, может пройти к долоту только в том случае, если ротор проворачивается внутри обкладки статора, обкатываясь по его зубьям под действием неуравновешенных гидравлических сил. При этом совершает планетарное движение: ось ротора обращается вокруг оси статора против часовой стрелки (переносное движение), а сам ротор поворачивается вокруг собственной оси по часовой стрелке (относительное движение) [1].

В процессе конструирования винтовых забойных двигателей изучались возможности использования в качестве материала обкладки статора различных полимеров, однако эластомер оказался практически единственным материалом, отвечающим как условиям эксплуатации, так и технологии изготовления. Эластомер как технический материал отличается высокими эластичными свойствами, которые присущи каучуку - главному исходному компоненту резиновых композиций. При нормальной температуре эластомер находится в высокоэластичном состоянии, и его эластичные свойства сохраняются в широком диапазоне температур. Однако в процессе эксплуатации винтового забойного двигателя разогрев эластомера, который происходит вследствие многократных циклических деформаций зубьев обкладки статора, является одной из главных причин разрушения резины. Для образцов ИРП-1226 экспериментально установлено, что при повышении температуры эластомера вследствие самонагрева и забойных условий, происходит уменьшение статического модуля упругости на 25% при температуре 77 °С. В то же время происходит снижение усталостной выносливости, что ведет к сокращению моторесурса двигателя при циклических нагрузках. Это объясняется влиянием температуры на структурные изменения в резине. При температуре самонагрева выше 165 °С начинается деструкция эластомера ИРП-1226, которая сопровождается интенсивным газовыделением [2].

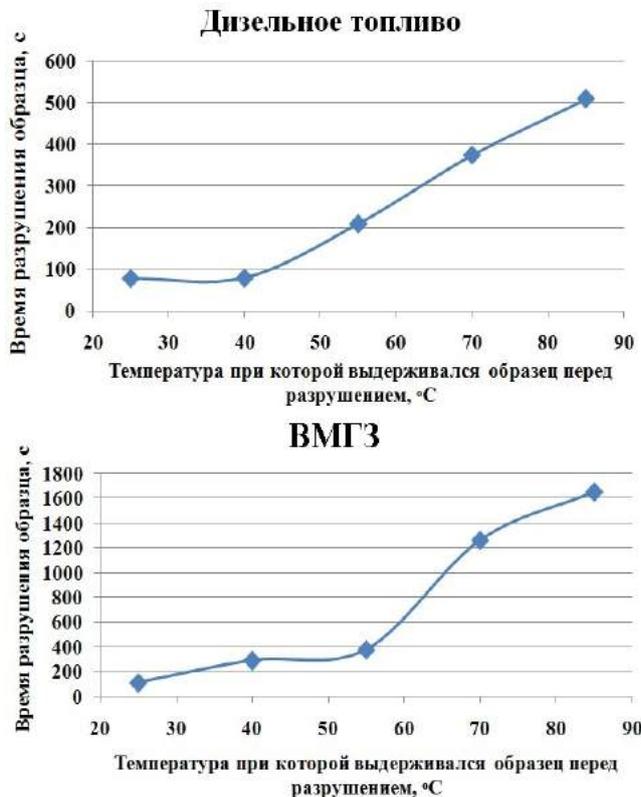
Эластомерные изделия, так же как и большинство других материалов, работают в определенной среде. Даже та среда, которую считают привычной для живых организмов (воздух, атмосферные воздействия) не является инертной для эластомеров. Поэтому стойкость эластомеров к воздействию агрессивных сред является одним из главных показателей. Большинство эластомеров способны «впитывать» в себя газы и легкие агрессивные жидкости. Эти свойства характеризуются величиной набухания эластомеров в определенных средах, которое оценивается в

процентном изменении объема или массы. При отрицательных значениях этих величин следует говорить об экстракции или вымывании ряда веществ из эластомера чаще всего пластификатора [2]. Набухание эластомеров в растворителях зависит от их растворимости и может вызвать необратимые изменения механических свойств эластомера, таких как прочность и упругость за счет ослабления межмолекулярных связей. Долговечность резин уменьшается тем значительнее, чем больше они набухают. Кроме того, набухание обкладки статора приводит к снижению коэффициента полезного действия винтового забойного двигателя за счет образования чрезмерно большого диаметрального натяга рабочей пары. Для работы двигателя потребуется создание большего момента, что в совокупности с падением упругости резины, приведет к быстрому разрушению эластомера [3]. При воздействии статических нагрузок на набухший эластомер происходит его более быстрый износ из-за снижения упругости и прочности. Также набухание негативно сказывается на устойчивости к циклическим нагрузкам вследствие снижения усталостной выносливости резины.

Эксплуатационные характеристики винтовых забойных двигателей во многом определяются техническим состоянием эластомера - упругости и прочности. Снижение упругости, возникающее в результате вымывания пластификатора при воздействии агрессивной среды или набухания обкладки статора, приводит к ускоренному износу резины. В то же время снижение упругости обкладки статора усложняет выполнение одной из ее функций - радиальной опоры, воспринимающей гидравлические и инерционные нагрузки винтовой пары, тем самым снижается нагрузочная способность двигателя. Вымывание пластификатора из резины зачастую приводит к значительному снижению ее объема, будет наблюдаться увеличение зазоров между винтом и обкладкой статора, что приведет к снижению объемного коэффициента полезного действия ВЗД.

Изучение условий эксплуатации рабочей пары показывает, что она работает в весьма сложных условиях, поэтому при разработке ВЗД выбор эластомера для обкладки статора является одним из наиболее важных вопросов. Многие годы для изготовления статоров отечественных винтовых забойных двигателей используется маслостойкая резиновая смесь ИРП-1226 повышенной износостойкости. Однако сейчас ИРП-1226 стала терять свою актуальность в связи с рядом причин [4]: низкая усталостная выносливость и морозостойкость; недостаточное время подвулканизации и высокая вязкость не позволяют ее качественно использовать в связи с возникшей потребностью увеличения длины рабочих органов винтового забойного двигателя; низкая устойчивость под воздействием высоких температур и при работе в агрессивных средах современных буровых растворах, в особенности на углеводородной основе.

Следует отметить, что разработка новых эластомеров проводится недостаточно продуктивно [4], поэтому наиболее практичными на данный момент направлениями повышения ресурса забойных двигателей являются разработка присадок к буровым растворам, либо актуальных рецептур буровых растворов, позволяющих снизить агрессивное воздействие среды на эластомер.



Было решено провести исследования по изучению устойчивости резины ИРП-1226 к механическому разрушению после воздействия различных температур в дисперсионных средах, которые встречаются в рецептурах современных буровых растворов. В качестве дисперсионных сред были выбраны дизельное топливо, масло ВМГЗ, нефть, щелочной раствор, соляной растворивода. Для проведения экспериментов использовались цилиндрические образцы резины ИРП-1226 одинаковой толщины и диаметром 42-44 мм. Разрушение образцов осуществлялось вследствие создания заданной осевой нагрузки резцом в присутствии дисперсионной среды, в которой они выдерживались при определенной температуре. Результаты зависимости времени разрушения от температуры выдерживания в наиболее неблагоприятных для эластомера средах: дизельное топливо и масло ВМГЗ - приведены на рис. 1.

Рис. 1. Зависимости времени разрушения образца от температуры для дизельного топлива и масла ВМГЗ

По графикам на рис. 1 видно, что с увеличением температуры, при которой находился образец, время его разрушения тоже увеличивается. Такой результат объясняется тем, что с увеличением температуры происходит более интенсивное вымывание пластификатора. Вследствие этого, структура эластомера становится тверже, но менее упругой. Можно так же отметить, что обломки резины из-за потери упругости становятся более мелкодисперсными рис. 2, так как с увеличением температуры при выдержке в любой дисперсной среде наблюдалось нарастающее преобладание скалывающего разрушения над режущим и истирающим.

Еще одним значимым фактором определяющим скорость разрушения образца, помимо взаимодействующей среды и температуры, является действующая на него нагрузка. Во время проведения эксперимента она прикладывалась по нормали к поверхности эластомера и имела постоянное заранее установленное значение - 30 Н. В рабочей паре эластомер - ротор нагрузки во много раз превышают данное значение, поэтому в дальнейших исследованиях целесообразно исследовать влияние изменения осевой нагрузки на скорость износа образцов.

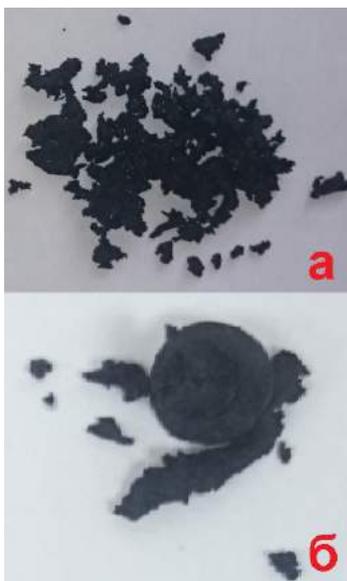


Рис. 2. Обломки разрушения эластомера после выдерживания в ВМГЗ при температуре 85 °С (а) и 25 °С (б)

В ходе исследований было оценено влияние различных температур и дисперсионных сред на устойчивость эластомера к механическому разрушению. По результатам эксперимента было выяснено, что наиболее агрессивными средами для образцов резины ИРП-1226 являются дизельное топливо и масло ВМГЗ, а температура является преобладающим фактором, влияющим на механические свойства: пластичность, упругость, эластичность и прочность. При ее увеличении наблюдается вымывание пластификатора из эластомера, с последующим снижением эластичности и упругости. В то же время по полученным графикам видно, что повышается стойкость к действию осевых нагрузок. Так же винт ротора, помимо нормали, действует на эластомер в радиальном направлении. Исходя из всего сказанного, выделяется два направления дальнейших исследований: зависимость изменения прочности эластомера от температурного фактора при увеличении осевой нагрузки; влияние температурного фактора и различных дисперсионных сред на устойчивость эластомера к радиальным нагрузкам.

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

Литература

1. Булатов А.И. Спутник буровика. - М.: Недра, 2014. - 378 с.
2. Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д., Гноевых А.Н. Винтовые гидравлические машины. Том 2. Винтовые забойные двигатели. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2007. - 470 с.
3. Епихин А.В. Мельников В.В., Минаев К.М., Бер А.А. Исследование влияния дизельного топлива на резину эластомера винтового забойного двигателя в температурном интервале 25- 90 °С// Экспозиция Нефть и Газ. - №6. - 2016. - С. 68-70.
4. Балденко Д.Ф., Коротаев Ю.А. Современное состояние и перспективы развития отечественных винтовых забойных двигателей [Электронный ресурс] // Журнал «Бурение и нефть». Режим доступа: <http://burneft.ru/archive/issues/2012-03/1>.