

## Секция 5 БИОИНДИКАЦИЯ ТЕХНОГЕНЕЗА

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТИПА БУРОВОГО РАСТВОРА НА ЭЛАСТОМЕР ВИНТОВОГО ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ИМИТАЦИИ МЕХАНИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПАРЫ «РОТОР-СТАТОР»

**В.В. Барцайкин, А.В. Епихин**

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

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

Одним из условий использования современного породоразрушающего инструмента является применение мощных и надежных забойных двигателей, которые могут обеспечить частоту вращения вала в диапазоне 100-400 об/мин. Этому условию отвечает многозаходный винтовой забойный двигатель (ВЗД), который в настоящее время занял одну из лидирующих позиций в строительстве нефтяных и газовых скважин, а также при их капитальном ремонте. В различных регионах России ВЗД обеспечивают от 50 до 75% объемов бурения [1, 3].

Но, не смотря на все преимущества, у конструкции ВЗД есть проблемные области, которые ограничивают широту его применения. Одним из них является – малая реальная наработка двигателя, которая составляет до 250 часов относительно расчетной в 400-500 часов. Это происходит вследствие разрушения резиновой обкладки статора, которое провоцирует снижение энергетических характеристик двигателя и нередко его полный выход из строя. Таким образом, увеличивается объем спускоподъемных операций, а, следовательно, себестоимость метра строительства скважины.

Повышение эффективности и долговечности ВЗД с момента их создания и массового внедрения в буровой отрасли рассматривается в работах по следующим направлениям: оптимизация геометрии рабочих органов; применение новых материалов и покрытий для статора и ротора; изменение конструкции статора; разработка прогрессивных технологий изготовления [1-2]. Но наш взгляд работа над изменением характеристик и параметров рабочих органов двигателя является не единственным актуальным направлением исследований. Это обусловлено тем, что причиной ускоренного износа эластомера может быть не только результат механического взаимодействия пары «статор-ротор», но и среда бурового раствора, который приводит ВЗД в движение. Известно, что особенно интенсивный износ эластомеров ВЗД происходит в среде растворов на углеводородной основе [2-3]. Учитывая высокий уровень требований к экологичности буровых растворов в настоящий момент, вопрос разработки альтернативных углеводородным рецептур промывочных жидкостей становится особенно актуальным.

Целью настоящей работы поставлена разработка методики проведения стендовых испытаний механического воздействия на эластомер (имитация работы рабочей пары ВЗД) в присутствии различных сред буровых растворов.

В качестве объекта исследования рассматривается: взаимодействие ротора с эластомером (резиновой обкладкой) статора ВЗД в присутствии различных типов буровых растворов. Предметом исследования выбрана резина ИРП-1226, из которой изготавливаются обкладки статора ВЗД.

Экспериментальный стенд разработан на базе вертикального сверлильного станка. Для этого изготовлен дополнительный модуль нагружения образцов резины, который представляет собой металлический стакан со съемной нижней крышкой,

позволяющей размещать и жестко закреплять образцы резины в стакане (рис. 1). Вторым элементом модуля нагружения выступает металлический стержень (рис. 2) с круглой плоской площадкой на одном из концов, которая выполнена размером, соответствующим внутреннему диаметру стакана с учетом зазора 1 мм, и в процессе эксперимента оказывает механическое воздействие на образец эластомера. Конструкция стакана и металлического стержня позволяет при их установке на вертикальный сверлильный станок обеспечить циклическое вращательное механическое воздействие на образец резины, которое частично имитирует взаимодействие пары «ротор-статор» ВЗД.



Рисунок 1 – Металлический стакан-зажим образцов резины эластомера



Рисунок 2 – Элемент передачи механической нагрузки на образец

Образцы для экспериментов изготавливались из резины ИРП-1226 с геометрическими размерами, позволяющими производить их установку в стакан-зажим.

Во время эксперимента изменялась нагрузка на образец эластомера в диапазоне от 2 до 14 кг с шагом в 2 кг, которая обеспечивалась за счет навески грузов в систему подачи осевой нагрузки сверлильного станка. Вторым изменяемым параметром было время эксперимента: 1, 5, 10 и 15 минут. Но при нагрузках свыше 6 кг и длительности эксперимента более 5 минут стали наблюдаться прихваты инструмента образцов («прилипание»). В связи с этим для грузов более 6 кг было скорректировано время проведения эксперимента: 1, 2, 3 и 5 минут. При дальнейшем увеличении массы грузов также наблюдались прихваты, но они не носили регулярный характер. Поэтому проводились дополнительные повторные эксперименты, а моменты прихватов фиксировались в журнале исследований. Частота вращения шпинделя станка оставалась неизменной на протяжении всей серии экспериментов. Стендовые исследования проводились в присутствии технической воды в качестве промывочной жидкости.

В экспериментах производилась регистрация следующих параметров: масса образца до и после эксперимента, деформация образца сразу после эксперимента и через 24 часа, визуальные особенности экспериментов. Как показали исследования – изменение массы образца в ходе экспериментов незначительны (при использовании технической воды), следовательно, данные по этому показателю в дальнейшем не рассматривались.

В ходе обработки результатов исследований были отмечены следующие моменты. При массе груза равной 2 кг визуальных изменений образца не происходило. При массе 4 кг нагрелся стакан-зажим (что наблюдалось и далее при

повышении массы груза и увеличении длительности эксперимента) и через сутки присутствовала остаточная деформация образца, равная 1,25 мм. Как было сказано выше, при нагрузках выше 6 кг стали происходить регулярные прихваты инструмента, что стало причиной незначительной корректировки времени эксперимента. Не смотря, на уменьшение времени взаимодействия образца и инструмента деформация стала более выраженной. Так, при массе груза 6 кг в одном из экспериментов был получен деформированный по периферии образец с выдавленным наружу центром (рисунок 3), причем остаточная деформация через сутки составила 1,5 мм. Остаточная деформация, в дальнейшем, при увеличении нагрузки на образец возрастала и для экспериментов с грузом в 14 кг составила уже 2,57 мм.



Рисунок 3 – Образец ИРП-1226 после эксперимента с массой груза 6 кг

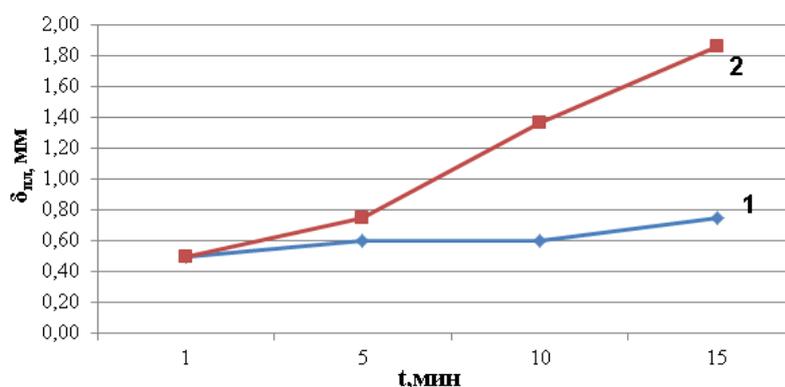


Рисунок 4 – Зависимость деформации образца после проведения эксперимента от времени нагружения образца, при нагрузке: 1 – 2 кг, 2 – 4 кг.

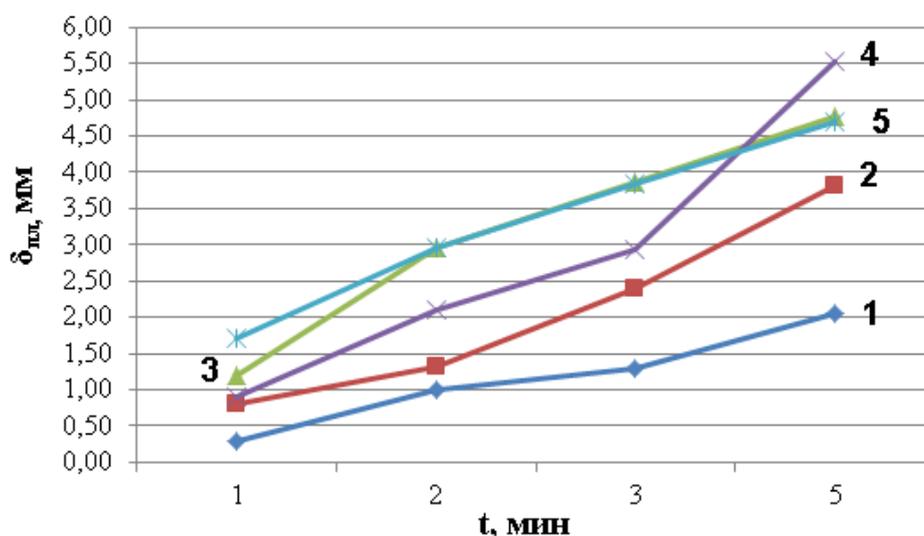


Рисунок 5 – Зависимость величины деформации образца после проведения эксперимента от времени нагружения образца, при нагрузке: 1 – 6 кг, 2 – 8 кг, 3 – 10 кг, 4 – 12 кг, 5 – 14 кг.

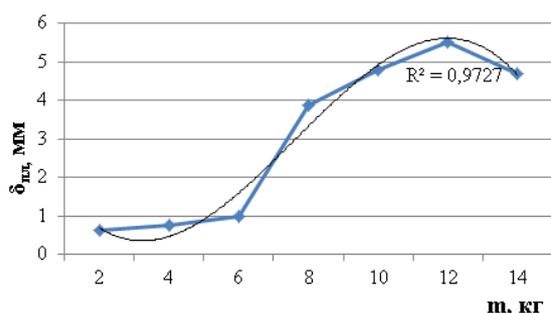


Рисунок 6 – Зависимость величины деформации после проведения эксперимента от прикладываемой нагрузки (при длительности взаимодействия – 5 минут)

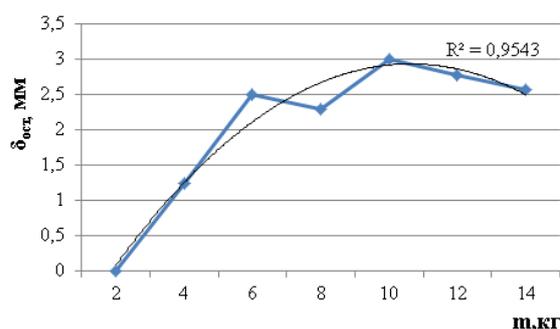


Рисунок 7 – Зависимость величины остаточной деформации от нагрузки, приложенной в эксперименте

Анализ рисунков 4-5, на которых представлена зависимость деформации образца от времени приложения нагрузки косвенно подтверждает, что при увеличении длительности работы ВЗД возрастает и скорость износа эластомера. При этом на рисунках 6-7 представлено изменение величины деформации образца в эксперименте и остаточной деформации после 24 часов, демонстрирующее, что увеличение нагрузки на эластомер не имеет прямой зависимости с его деформацией. Хотя, следует учесть, что это может быть обусловлено малой толщиной образца (10-12 мм), которая технически не позволяет достигать больших деформации.

По результатам тестовых исследований были сделаны следующие выводы. Разработан экспериментальный стенд и методика проведения исследований влияния на эластомеры ВЗД механического воздействия имитированной пары «статор-ротор» в присутствии различных сред бурового раствора. Стендовые испытания с использованием технической воды доказали наличие зависимостей между величиной нагрузки, длительности ее приложения и деформации образца ИРП-1226. В дальнейших экспериментах планируется оценить влияние различных сред бурового раствора на величину деформации образцов.

#### Литература

1. Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д., Двойников М.В. Конструкторские решения в области совершенствования рабочих органов винтовых забойных двигателей // Бурение и нефть. – 2013. – №2. – С. 44–47.
2. Симонянц С.Л. Технология бурения скважин гидравлическими забойными двигателями. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2007. 160 с.
3. Балденко Д.Ф., Коротаев Ю.А. Современное состояние и перспективы развития отечественных винтовых забойных двигателей // Бурение и нефть. 2012. – №3. – С. 3–7.
4. Фуфачев О.И., Голдобин Д.А. Новые конструкции статоров винтовых забойных двигателей производства ООО «ВНИИБТ-Буровой инструмент» // Бурение и нефть. – 2010. – №6. – С.50–55.