

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАССОЛА NaCl НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ РЕЗИНЫ ЭЛАСТОМЕРА ВИНТОВОГО ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ

**В.В. Антипов, А.В. Епихин**

*Научный руководитель – старший преподаватель А.В. Епихин*

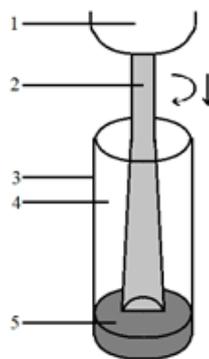
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Винтовой забойный двигатель (ВЗД) - машина объемного (гидростатического) действия. Основными элементами конструкции являются: двигательная секция, шпиндельная секция, регулятор угла. Винтовой забойный двигатель применяется для бурения скважин различной глубины, в том числе для наклонно-направленного и горизонтального бурения. Поэтому с момента внедрения ВЗД ученые искали способы увеличения эффективности его работы. Эти поиски вылились во множество изобретений и технических решений как для отдельных элементов винтового забойного двигателя, так и для всей конструкции в целом.

Актуальность работы заключается в том, что ВЗД обладает большим диапазоном характеристик и относительно простой конструкцией. Данные свойства позволяют использовать его в достаточном широком диапазоне условий бурения и капитального ремонта скважин. При этом одной из значимых проблем ВЗД можно назвать интенсивный износ эластомера статора двигателя. Данный элемент выполняется из резины и быстро выходит из строя при повышенных температурах, а также под воздействием агрессивной среды бурового раствора.

Цель работы: повысить срок службы эластомера статора ВЗД за счет его модификации методом выдержки в рассоле при заданной температуре.

Для изучения влияния рассола образцы разрушались с помощью установки, которая представлена на рисунке 1. Данная установка представляет собой сверлильный редукторный станок, в патроне которого (1) закреплена цилиндрическая лопатка с шлицевым торцом (2). Лопатка вращается в стакане (3), который выполнен в виде полового цилиндра. На дне стакана закреплён образец исследуемой резины (5). Разрушение происходит при создании осевого усилия и вращательного момента. Износ образца выполняется в различных средах (4): вода, дизельное топливо (ДТ), масло ВМГЗ, воздух.



**Рисунок 1. Схема установки для разрушения образцов резины: 1 – патрон сверлильной установки; 2 – металлическая лопатка; 3 – стакан; 4 – среда разрушения; 5 – образец резины**

При анализе начальных данных, которые были получены по предшествующим исследованиям на кафедре бурения скважин ТПУ, было установлено, что образцы резины ИРП-1226, применяющейся для изготовления эластомеров, разрушаются, в среднем, за 30-40 секунд в растворах ДТ, ВМГЗ, воды. Методика экспериментов состояла в разрушении образцов с помощью сверлильного станка с частотой оборотов 180 об/мин и при осевой нагрузке – 2 кг. В рамках исследования было решено установить влияние выдержки образцов в рассолах в течение длительного времени, поскольку возникла гипотеза, что проникая в резину, рассол кристаллизуется из-за интенсивного испарения воды, армирует ее и тем самым повышает износостойкость.

Образцы резины погружали в водный раствор соли NaCl с концентрацией 300 гр/л. Первая партия выдерживалась при температуре 80 градусов Цельсия 5 суток, вторая – 10 суток, третья – 15 суток, четвертая – 20 суток. Далее образцы каждой партии по 3 штуки подвергались износу в таких средах как ДТ, ВМГЗ, вода. До и после выдержки в растворе соли образцы взвешивались, измерялись их диаметр и толщина.

Результаты проведения первой серии опытов с образцами, которые подверглись выдержке 10 суток представлены в таблице 1. Образцы 10 – 12 разрушались в среде ДТ, 13 – 15 разрушались в ВМГЗ, 17 – 19 – в воде. В первой серии опытов производился подбор осевой нагрузки, так как 2 кг не хватало для того, чтобы инициировать процесс износа. При создании осевой нагрузки 8 кг был совершен переход на редукторный станок,

поскольку сверлильные станки с ременной передачей не смогли создать требуемый для разрушения образцов крутящий момент. Хотя даже четырёхкратное увеличение нагрузки слабо способствовало разрушению образцов. При разрушении образцов с выдержкой 15, 20 суток было замечено хрупкое разрушение. В общей сложности было разрушено 80 образцов, что достаточно для статистической обработки результатов исследований.

**Таблица 1**

**Результаты проведения экспериментов с образцами, подвергшимися выдержке в рассоле NaCl с концентрацией 300 гр/л в течение 10 суток при температуре 80°С**

№ обр	240 часов							Нагрузк, кг.	Разрушение
	масса до, г.	диаметр до, мм.	толщина до, мм.	масса после, г.	диаметр после, мм.	толщина после, мм.	время разрушения, с.		
10	18	41	11	18,2	41,9	11,5	600	2	Не разрушен
11	17,6	41	10	17,8	40,8	10,8	380	6	Наполовину
12	18,8	40,7	11,8	19,2	41	12,3	180	8	Наполовину
13	18,6	40,5	11,5	19	40,6	12,3	600	2	Не разрушен
14	18,8	41,5	11,7	19	42	12,4	160	8	Наполовину
15	18,2	41,5	10,5	18,4	42	11,1	600	8	Наполовину
16	19	41	11,7	19,4	41	12,3	600	2	Не разрушен
17	18,2	41	10,9	18,6	41,3	11,4	360	8	Наполовину
18	19,4	41,5	11,9	19,6	40,7	12,4	300	8	Разрушен

Анализируя данные, полученные в результате проведения экспериментов, можно сделать следующие выводы:

- выдержка образцов резины в растворе соли позволяет значительно повысить износостойкость и имеет границы эффективности;
- при длительной выдержке наблюдается хрупкое разрушение образцов, но всё же время износа больше, чем при отсутствии выдержки;
- есть гипотеза, что образцы резины «армируются» минералами соли;
- старт разрушения наступает в результате термической деструкции резины (после предварительного прогрева образца за счет сил трения);
- не установлено явного влияния различных дисперсионных сред на скорость разрушения;

В результате проведённых исследований намечены следующие цели развития для получения более широкого представления о физико-химических процессах, происходящих с резиной в реальных условиях, а также для увеличения износостойкости данной резины:

- уточнение наиболее эффективного времени выдержки образцов в рассоле;
- проведение опытов с рассолами различных солей и варьированием их концентрации;
- продолжение экспериментальных исследований с реальными системами буровых растворов;
- апробация технологии упрочнения на реальных ВЗД.

#### Литература

1. Епихин А. В. и др. Исследование влияния дизельного топлива на резину эластомера винтового забойного двигателя в температурном интервале 25-90°С //Экспозиция Нефть Газ. – 2016. – №. 6. – С. 68-70.
2. Фёдоров А. В., Ушаков Л. А., Епихин А. В. Разработка экспериментального стенда для имитации износа эластомера ротором винтового забойного двигателя в присутствии дизельного топлива //Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика МА Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора МИ Кучина, Томск, 3-7 апреля 2017 г. Т. 2.— Томск, 2017. – 2017. – Т. 2. – С. 543-545.
3. Антипов В. В., Кухаренко Е. И. Классификация направлений модернизации винтового забойного двигателя //Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика МА Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора МИ Кучина, Томск, 3-7 апреля 2017 г. Т. 2.—Томск, 2017. – 2017. – Т. 2. – С. 454-455.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ В ГОРНОМ МАССИВЕ

**Д.А. Балашов**

Научный руководитель – инженер Д.В. Коношонкин

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

Стабильность ствола скважины при бурении должна быть точно оценена, а траектория скважины - спроектирована таким образом, чтобы процесс бурения был максимально безопасным ввиду обрушения стенок ствола. Например, при достижении целевой глубины скважина пересекает породы с различными механическими