

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ОБРАЗЦОВ ЭЛАСТОМЕРА
ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА
ПО ИМИТАЦИИ СПУСКОПОДЪЕМНЫХ ОПЕРАЦИЙ**

Р.Э. Щербаков, А.В. Епихин

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С первых лет внедрения и по сегодняшний день винтовые забойные двигатели являются эффективным средством для бурения и ремонта нефтяных и газовых скважин, обеспечивающим получение высоких технико-экономических показателей. Конструкция двигательной секции винтового забойного двигателя определяет основные энергетические параметры двигателя, а также его ресурс и межремонтный период. При всех достоинствах, недостатком винтовых забойных двигателей является быстрый износ двигательной секции, реальная наработка двигателя составляет до 250 часов относительно расчетной в 400-500 часов [1-3].

В процессе эксплуатации винтового забойного двигателя наблюдаются различные виды износа рабочих поверхностей ротора и статора, обусловленные выбором режима работы, свойств и состава перекачиваемой жидкости. Анализ условий эксплуатации и характер изношенных деталей рабочих органов демонстрирует сочетание не одного, а нескольких видов износа. Главным образом нарушение работоспособности двигателя связано с износом эластомерной обкладки статора [2, 4-5].

Эластомеру как техническому материалу необходимо иметь низкую газо- и водонепроницаемость, химическую стойкость. Однако большинство эластомеров способны впитывать в себя газы и легкие агрессивные жидкости, что впоследствии приводит к «кессонному эффекту». Типичными изменениями, которым подвергаются эластомеры под воздействием агрессивных рабочих агентов, являются: разбухание; усадка; затвердевание; размягчение [3-5].

Кроме того, забойная температура является фактором, ограничивающим эксплуатацию двигателя. Серийные отечественные двигатели рассчитаны на длительную работу при забойной температуре до 100 °С. При повышении температуры резины ИРП-1226, используемой в большинстве отечественных двигателей, происходят необратимые изменения механических свойств эластомера, которые приводят к повышенному износу эластомерной обкладки статора, снижению рабочих характеристик и скорому выходу из строя рабочей секции винтового забойного двигателя [6-7].

Ввиду обозначенных проблем было принято решение провести экспериментальные исследования по оценке износостойкости образцов резины ИРП-1226, которые подверглись воздействию градиента температуры 25-80 °С при имитации спуска винтового забойного двигателя в скважину. 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 режущим профилем размером 2x25 мм (см. рис. 2). Выбор инструмента сделан с целью ускорения процесса эксперимента до полного износа образца. В качестве привода экспериментального стенда был использован вертикальный сверлильный станок. Частота вращения была постоянной для всех экспериментов и равна 180 об/мин. Нагрузка на инструмент создавалась с помощью навески грузов на штурвал станка и составляла для всех экспериментов 2 кг. Результаты исследований приведены в таблице 1.

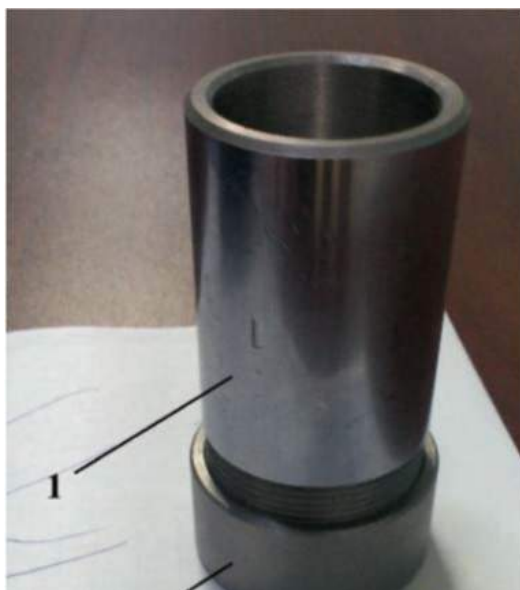


Рис. 1. Цилиндрический стакан для исследований: 1 – стакан, 2 – крышка-зажим



Рис. 2. Инструмент для абразивного воздействия на образец

Таблица 1

Результаты эксперимента по оценке времени износа образцов эластомеров после имитации спускоподъемной операции

Дисперсионная среда	Масса, г	Диаметр, мм	Время износа, мин	Среднее время износа, мин
Нефть	20,63	42,55	42	36,67
	21,34	43,17	33	
	19,64	43,43	35	
Соляной раствор	22,71	43,11	3	4,33
	19,82	43,27	4	
	19,97	42,79	6	
Дизельное топливо	19,82	42,62	33	40,33
	21,35	42,82	43	
	22,15	42,56	45	
Щелочной раствор	20,46	42,76	3	2,67
	20,17	42,32	2	
	21,75	42,68	3	
Вода	19,75	42,65	2	4,00
	28,23	43,33	6	
	23,53	42,69	4	
ВМГЗ	20,01	42,84	4	4,67
	21,75	42,29	5	
	20,68	42,39	5	

Таблица 2

Время износа образцов эластомера при различных условиях проведения эксперимента

Дисперсионная среда	Без предварительной выдержки в дисперсионной среде	Выдержка более 300 часов при температуре 75°С	Выдержка более 300 часов при температуре 25°С после предварительной заморозки на 72 часа	Имитация спускоподъемной операции – выдержка 6,5 часов при изменении температуры от 25 до 80°С
Дизельное топливо	17,6 минут	9,8 минут	1,3 минуты	40,3 минуты
Соляной раствор	2,6 минут	25 минут	8,1 минут	4,3 минуты

Обработка и анализ полученных данных позволили выявить следующие закономерности. Наиболее износостойкими оказались образцы, которые подвергались воздействию температуры, а затем разрушались в присутствии нефти и дизельного топлива. Среднее время полного износа составило 35-40 минут. Остальные дисперсионные среды показали схожие значения времени износа 2-4 минуты. Наименьшие значения были зафиксированы для щелочного раствора.

Отмечено, что полученные результаты не согласуются с ранними исследованиями, в которых разрушались образцы эластомера, находившиеся в дисперсионной среде 300-400 часов при различных температурах. В таблице 2 приведены значения времени износа образцов при различных условиях подготовки образцов к эксперименту на примере дисперсионных сред: дизельное топливо и соляной раствор. Анализируя данные таблицы можно отметить сильное влияние температурного фактора на износостойкость при проведении экспериментов с дизельным топливом. Для соляного раствора замечена обратная тенденция – нахождение эластомера в растворе под воздействием температуры в течение длительного времени приводит к значительному увеличению износостойкости.

Таким образом, подтверждается актуальность разработки теоретического подхода к описанию процессов, происходящих в эластомере под воздействием скважинных условий в различные моменты эксплуатации винтового забойного двигателя. Кроме того, повышение износостойкости образцов при длительном нахождении под воздействием температуры в соляном растворе может использоваться для увеличения долговечности статора в целом. В качестве направления следующих исследований предлагается провести эксперимент по оценке скорости износа образца эластомера в присутствии дизельного топлива после предварительной выдержки его в соляном растворе.

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

Литература

1. Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д., Гноевых А.Н. Винтовые гидравлические машины. Том 2. Винтовые забойные двигатели. М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2007. – 470 с
2. Коротаев Ю.А. Исследование и разработка технологии изготовления многозаходных винтовых героторных механизмов гидравлических забойных двигателей: дис. д. тех. н.: 05.02.08 /Коротаев Ю. А. – Пермь, 2003.
3. Фуфачев О.И. Исследование и разработка новых конструкций рабочих органов винтовых забойных двигателей для повышения их энергетических и эксплуатационных характеристик: автореф. дис. ... кандидата технических наук: 05.02.13 / Фуфачев Олег Игоревич. – Москва, 2011. – 138 с.
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>.
5. Голдобин Д.А., Коротаев Ю.А. Особенности конструкции и технологии изготовления статоров винтовых забойных двигателей ООО «ВНИИБТ – Буровой инструмент», армированных стальной тонкостенной винтовой оболочкой // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», – 2010. – № 11. – С. 2 – 4.
6. 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.
7. Резиновые смеси по ТУ 2512-046-00152081-2003 [Электронный ресурс]// Режим доступа: <http://meda-group.ru/catalog/15/74>