

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГРАДИЕНТА ТЕМПЕРАТУРЫ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЭЛАСТОМЕРА ВИНТОВОГО ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОТЕКТОРНЫХ СМАЗОК ДЛЯ РЕЗИНЫ

Р.Э. Щербаков, А.В. Епихин

Научный руководитель – старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Винтовые забойные двигатели уже не первое десятилетие доказывают свою эффективность в направлении решения задач бурения и ремонта нефтяных и газовых скважин. Основные параметры винтовых забойных двигателей, такие как ресурс и межремонтный период, определяются конструкцией двигательной секции. Несмотря на достигаемые высокие технико-экономические показатели, недостатком данного типа двигателей все же является быстрый износ двигательной секции, реальная наработка двигателя составляет до 250 часов относительно расчетной в 400-500 часов [1-3].

Режим работы, свойства и состав бурового раствора определяют различные виды износа рабочих поверхностей ротора и статора. Анализ изношенных деталей рабочих органов демонстрирует сочетания 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 на базе кафедры бурения скважин Национального исследовательского Томского политехнического университета в течение нескольких лет ведутся экспериментальные исследования по оценке износостойкости образцов резины ИРП-1226. В рамках исследований образцы эластомерной обкладки подвергаются воздействию в различных агрессивных жидкостях градиента температур 25-80°С, создаваемого в сушильном шкафу, что имитирует спуск винтового забойного двигателя в скважину. Условия износа обкладки ротором двигателя создаются в специальном цилиндрическом стакане, конструкция которого позволяет зафиксировать неподвижно образец (см. рис. 1). После установки и фиксации образца, стакан наполняется дисперсионной средой бурового раствора.



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



Рис. 2 – Инструмент для абразивного воздействия на образец

Абразивное воздействие на образец создается 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 используется вертикальный сверлильный станок. Частота вращения равна 180 об/мин. Нагрузка на инструмент создается с помощью навески грузов на штурвал станка и составляет 2 кг.

В качестве реперной точки исследований были выбраны испытания разрушения образцов эластомера в водной среде (результаты исследований приведены в таблице 1). Следующая серия испытаний проводилась в водной среде с использованием силиконовой смазки, которая при нанесении на поверхность образцов эластомеров образует сплошной полимерный слой, защищающий от воздействия влаги и других вредных внешних факторов. Результаты испытаний по оценке износостойкости образцов резины ИРП-1226 с использованием силиконовой смазки приведены в таблице 2.

Таблица 1

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

Дисперсионная среда	Масса, г	Диаметр, мм	Время износа, сек.	Среднее время износа, сек
Нефть	25,504	41,59	205	227
	25,149	41,14	262	
	25,201	41,12	215	
Соляной раствор	20,088	41,54	82	77
	20,57	41,51	70	
	20,618	41,16	78	
Дизельное топливо	20,302	40,91	240	245
	21,594	40,97	220	
	21,398	40,62	278	
Вода	22,406	41,38	110	116
	20,43	41,21	98	
	24,017	41,32	140	

Таблица 2

Результаты эксперимента по оценке времени износа образцов эластомеров с использованием силиконовой смазки после имитации спускоподъемной операции

Дисперсионная среда	Масса, г	Диаметр, мм	Время износа, сек.	Среднее время износа, сек
Нефть	22,655	41,98	250	234
	23,473	42,46	225	
	23,238	42,48	228	
Соляной раствор	21,268	42,23	285	272
	20,446	42,20	245	
	21,100	41,95	286	
Дизельное топливо	22,252	41,62	190	163
	21,446	41,69	135	
	22,514	42,46	165	
Вода	23,303	42,19	190	252
	20,337	41,47	288	
	20,276	41,63	279	

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. Однако применение силиконовой смазки позволило добиться увеличения износостойкости образцов, подвергшихся воздействию градиента температур в водной среде и соляном растворе.

Среднее время полного износа составило 3-4 минуты. Наибольшая износостойкость были зафиксирована при проведении эксперимента по оценке времени износа образцов эластомеров, подвергшихся воздействию градиента температур 25-80°C в соляном растворе.

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, использование силиконовой смазки для обработки статора винтового забойного двигателя может использоваться для повышения его ресурса.

Литература

1. Балденко Д. Ф., Балденко Ф. Д., Гноевых А. Н. Винтовые гидравлические машины. Том 2. Винтовые забойные двигатели // М.: ООО «ИРЦ Газпром». – 2007.
2. Коротаев Ю.А. Исследование и разработка технологии изготовления многозаходных винтовых героторных механизмов гидравлических забойных двигателей: дис. доктора технических наук : 05.02.08 / Коротаев Юрий Арсеньевич. – Пермь, 2003. – 386 с.
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 тонко стеной винтовой оболочкой // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 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>.