

При несовпадении неравенства (3) отклонение скважины будет меньше угла скоса клина и составит:

$$\varphi = \arcsin \frac{\delta}{\Gamma}. \quad (4)$$

Для того чтобы при бурении дополнительного ствола не происходило обрывов колонны бурильных труб, необходимо, чтобы соблюдалось условие:

$$\delta \leq \Delta \theta_{\max}, \quad (5)$$

или

$$\varphi \leq \Delta \theta_{\max}. \quad (6)$$

Расчет на предотвращение «зарезки» ложка клина. Данное осложнение возникает вследствие дополнительной силы P , действующей перпендикулярно продольной оси желоба, возникающей за счет взаимодействия отбурочного снаряда со стенкой отбуриваемого ствола в процессе его углубки (рис. 2) [1].

Для того чтобы сила P отсутствовала должно соблюдаться следующее условие [4]:

$$l = \frac{D+d-2d_c}{\sin^2 \delta}, \quad (7)$$

где d – диаметр дополнительного ствола, м; d_c – диаметр колонковой трубы отбурочного снаряда, м.

Расчет срезных штифтов. Срезные штифты, которыми крепятся между собой клин и установочный патрубок (отбурочный снаряд), срезаются при установке клина в скважину под действием осевого усилия P_{oc} . Диаметр срезных штифтов $d_{ш}$ можно определить по зависимости [3]:

$$d_{ш} = 2 \sqrt{\frac{P_{oc}}{\pi \sigma_{cp}}}, \quad (8)$$

где σ_{cp} – предел прочности стали штифта на срез, Па.

На основании приведенной информации можно сделать вывод о том, что расчет стационарных клиньев является сложным и обязательным этапом их конструирования. При этом особое значение следует уделить расчету клиньев для условий работы при бурении снарядами со съёмными керноприёмниками, у которых имеется ограничение по интенсивности искривления (0,2 – 0,3 град/м [2]).

Литература

1. Кривошеев В.В. Направленное и многозабойное бурение скважин с основами кернометрии. Учебное пособие. – Томск: ТПИ, 1984. – 84 с.
2. Морозов Ю.Т., Васильев Н.И., Подоляк А.В. Направленное бурение геологоразведочных скважин. – СПб.: ЛЕМА, 2015. – 374 с.
3. Нескоромных В.В. Направленное бурение и основы кернометрии //Учебник. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 336 с.
4. Рязанов В.И. Исследование технических средств направленного бурения геологоразведочных скважин с целью выработки рекомендаций по их применению и усовершенствованию: Дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 1974. – 234 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ОБРАЗЦОВ ЭЛАСТОМЕРА ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИМИТАЦИИ СПУСКОПОДЪЕМНЫХ ОПЕРАЦИЙ Р.Э. Щербаков

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 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 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 на базе кафедры «Бурения скважин» томского политехнического университета в течении 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°C, 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. 2). После установки и фиксации образца, стакан наполняется дисперсионной средой бурового раствора.



Рис. 1 Сушильный шкаф

Абразивное воздействие на образец создается с помощью специального инструмента с режущим профилем размером 2x25 мм (см. рис. 3). 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). В ходе предыдущих экспериментов выявлено, что растворы солей упрочняют материал эластомера, что приводит к повышению износостойкости резины. Следующая серия испытаний проводилась с предварительной выдержкой образцов эластомера в растворе различных солей (хлорид бария, хлорид калия, хлорид натрия, хлорид кальция) в течении 15 суток. Абразивное воздействие на образец создавалось в среде глинистого бурового раствора. Результаты испытаний по оценке износостойкости образцов резины ИРП-1226, предварительно выдержанных в растворе различных солей, приведены в таблице 2.



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



Рис. 3 Инструмент для абразивного воздействия на образец

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, предварительно выдержанных в растворе различных солей, после имитации спускоподъемной операции

Тип соли	Дисперсионная среда	Время износа, сек.
Хлорид бария	Нефть	250
	Соляной раствор	296
	Дизельное топливо	250
	Вода	232
Хлорид калия	Нефть	253
	Соляной раствор	305
	Дизельное топливо	254
	Вода	241
Хлорид натрия	Нефть	290
	Соляной раствор	302
	Дизельное топливо	265
	Вода	275
Хлорид кальция	Нефть	284
	Соляной раствор	305
	Дизельное топливо	269
	Вода	268

Обработка и анализ полученных данных позволили выявить следующие закономерности. Наиболее износостойкими оказались образцы, предварительно выдержанные в растворе хлорида натрия, хлорида кальция. Таким образом, подтверждается актуальность предварительной обработки материала эластомера растворами различных солей с целью повышения износостойкости образцов для увеличения долговечности статора в целом.

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. Коротаяев Ю.А. Исследование и разработка технологии изготовления многозаходных винтовых героторных механизмов гидравлических забойных двигателей: дис. ... доктора технических наук: 05.02.08 / Коротаяев Юрий Арсеньевич. – Пермь, 2003. – 386 с.
3. Фучачев 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 / Фучачев Олег Игоревич. – Москва, 2011. – 138 с.
4. Балденко Д.Ф., Коротаяев 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., Коротаяев 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. Фучачев 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>