

## АНАЛИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ СМАЗОК С ЦЕЛЮ СНИЖЕНИЯ ИЗНОСА ЭЛАСТОМЕРА ВИНТОВОГО ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ

А.С. Тихонов

*Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

С развитием технологии бурения наклонно-направленных и горизонтальных скважин, винтовые забойные двигатели (ВЗД) получили наибольшую популярность. Одним из самых уязвимых мест ВЗД является резиновая обкладка статора (эластомер) так как она подвержена влиянию различных агрессивных сред и высоких нагрузок при взаимодействии с ротором. В связи с этим возникает проблема поиска способа повышения ресурса эластомера с целью снижения числа аварий с ВЗД, количества спускоподъемных операций, а, следовательно, затрат времени на строительство скважин в целом.

На сегодняшний день отсутствует комплекс мер, направленный на повышение ресурса эластомера ВЗД, как в зарубежной, так и отечественной практике. Существует лишь ряд мер для увеличения времени эксплуатации рабочей секции ВЗД. Например, увеличение длины рабочего органа ВЗД позволяет повысить сроки эксплуатации, но это влияет на проходимость двигателя в скважинах с большими углами. Так же необходимо соблюдать требования, предъявляемые к системе промывки и очистки скважины, поскольку количество твердой фазы в растворе сильно влияет на срок службы эластомера [2].

Исходя из исследования ученых Уфимского государственного нефтяного технического университета (УГНТУ), показано, что наименьшая скорость изнашивания в среде бурового раствора при трении пары «резина-сталь» обеспечивается при использовании полимерглинистого раствора. В некоторых случаях разница между полимерглинистым и другими типами растворов достигает десятков раз [1].

Ряд исследований направлен на изучение влияния смазочных добавок бурового раствора на взаимодействие пары «ротор-статор» винтового забойного двигателя. Российскими учёными проводился сравнительный анализ нескольких смазочных добавок и смазки ФК 2000+ и Луброил в совокупности с применением бурового раствора показали снижение коэффициента трения и скорости изнашивания до 2-3 раз. Так же были исследованы реагенты комплексного действия БКР-7 и СМ-1, разработанные на кафедре «Бурение нефтяных и газовых скважин» УГНТУ, которые показали себя с лучшей стороны, так как они более ориентированы на снижение износа пары резина/сталь [1].

Не смотря на представленный опыт исследований и научный задел в данной области крайне мал. Например, наиболее перспективным путем повышения стойкости резин является: модификация поверхностного слоя с целью снижения коэффициента трения.

В данной работе будет проведён анализ смазок для резинотехнических изделий с целью повышения их ресурса в промышленности, в целом, и оценка возможности их дальнейшего применения при эксплуатации ВЗД. изучения их воздействия на эластомер ВЗД.

### Силиконовые смазки

Одной из наиболее распространенных смазок на сегодняшний день является силиконовая смазка. Данная смазка получила широкое применение в автомобильной промышленности, а так же и в других отраслях, где используются резинотехнические изделия, которые подвергаются воздействию сил трения. Силиконовая смазка создаёт на поверхности сплошной полимерный слой, который придаёт ей водоотталкивающие свойства и значительное снижение силы трения. К достоинствам силиконовой смазки можно отнести: широкий диапазон рабочей температуры, антифрикционные свойства, высокая устойчивость к старению. Силиконовая смазка применяется в механизмах, где существует сила трения скольжения

### Тефлоновые смазки

Фторопласт (тефлон) — антифрикционный материал с коэффициентом трения скольжения, наименьшим из известных доступных конструкционных материалов. Из-за мягкости и текучести цельные подшипники скольжения из фторопласта используют редко. Данный вид смазки имеет самый высокий показатель сопротивления к истиранию. Находясь между двумя подвижными частями, она долго не вырабатывается при большом давлении. Тефлоновые смазки не только смазывают механизмы, но и покрывают их защитной пленкой, что позволяет повысить износостойкость поверхностей.

### Литиевые смазки

По своему составу литиевая смазка является комбинацией синтетических или нефтяных масел, в которую добавляются специальные добавки и присадки, формирующие свойства определенного типа смазки. Важную роль в составе смазки играет загуститель, который и определяет спектр областей ее применения. Наиболее распространенным загустителем консистентной смазки являются мыльные загустители, среди которых самым популярным является литиевое мыло. Все литиевые смазки стойки к воде, способны выдерживать широкий диапазон температур, имеют отличную механическую стабильность. Они применяются как в герметизированных, так и в негерметизированных узлах

Наиболее популярной литиевой смазкой на территории РФ является Литол-24. Смазка Литол-24 представляет собой простую литиевую смазку, в которой дисперсная фаза образована литиевой солью 12-гидрооксистеариновой кислоты и составляет 10 мас. %, а дисперсионной средой является индустриальное масло И-40. В смазке присутствует антиокислительная присадка ВНИИНП-357 в количестве 0,5 мас. %. Смазку литол-24 отличает высокая коллоидная, химическая и механическая стабильность, водостойка даже в кипящей воде, при нагревании не упрочняется, работоспособна при температуре от -40 до +120.

Литиевые смазки для шарниров равных угловых скоростей являются частным видом смазки Литол-24, в которые добавлен дисульфид молибдена. Наличие дисульфида молибдена гарантирует надежную защиту механизмов, которые работают под действием знакопеременных механических нагрузок, а также при кратковременных пиковых нагрузках владеет влаготталкивающими свойствами, отлично защищает механизмы от загрязнений и может применяться в широком интервале температур вплоть до 150°C. Примером такой смазки на отечественном рынке является ШРУС-4.

В статье В.И. Жорника рассматривается смазка ИТМОЛ-150Н. Это комплексная литиевая смазка, в которой дисперсная фаза образована комплексной литиевой солью 12-гидрооксистеариновой и борной кислот и составляет 10 %, а дисперсионной средой является индустриальное масло И-40. В смазку ИТМОЛ-150Н введены: твердые добавки дисульфид молибдена, диатомит, перлит, алмазно-графитовая шихта также в ней присутствует антиокислительная присадка. В данной статье проводится сравнение линейного износа двух образцов при использовании смазок Литол-24 и ИТМОЛ-150Н, где путём применения смазки ИТМОЛ удаётся снизить скорость изнашивания в два раза. Так же исследования структуры дисперсной фазы данных смазок позволяют сделать вывод о том, что ИТМОЛ более длительное время сохраняет свою структуру, чем Литол-24 [3].

Одним из видов модифицированной литиевой смазки является смазка Zefal Elastomer Grease. Она предназначена для смазки пружинно-эластомерных вилок велосипедов. Дело в том, что эластомеры данных вилок находятся в постоянной высокой нагрузке, и подвергаются высоким деформациям, что схоже с эластомером винтового забойного двигателя.

#### Смазка в пищевой промышленности

Смазка OKS 469/468 образует хорошее связывание с нейтральным воздействием на пластики и эластомеры. Не высыхает, не затвердевает, не стекает имеет в основе неорганический загуститель, полиальфаолефин. Температурный диапазон: от -25° до +150° С. Области применения: смазывание пластиков и эластомеров в пищевой промышленности, в производстве предметов домашнего обихода, санитарии.

#### Многоцелевые компонентные смазки

WD-40 - многоцелевая смазка, получившая у российских потребителей большой спрос, в связи со своей универсальностью. В состав данной смазки входит уайт-спирит и множество углеводородных соединений. Данная смазка используется для многих целей, хотя производители позиционируют данную смазку для заржавевших резьбовых соединений и удаления засохшей смазки.

#### Поверхностное и объёмное модифицирование резин

Большинством марок резин характеризуются высоким коэффициентом трения, недостаточной износостойкостью в узлах трения. Задача повышения износостойкости решается путём введения антифрикционных добавок в состав резиновой смеси (объёмное или рецептурное модифицирование), либо путём модифицирования поверхности изделия. Объёмное модифицирование требует изменения рецептуры резин, существенной корректировки технологии их производства. Преимуществом поверхностного модифицирования является возможность обрабатывать уже готовые резинотехнические изделия без изменения технологии их производства. Сущность данного метода заключается в нанесении тонкого слоя наноструктурных композитных покрытий. Это позволяет сохранить главное свойство резин – эластичность, а так же повысить износ на трение и маслостойкость.

Данные технологии не находят своего применения в технологии производства эластомеров ВЗД так как значительно увеличивают стоимость себестоимость эластомеров.

#### Заключение

Исходя из рассмотренных ранее способов повышения износостойкости эластомера, можно сделать вывод, что работа в данном направлении является перспективной. На экспериментальном этапе исследований планируется провести исследования с выборкой указанных выше смазок и проанализировать скорость износа образцов эластомера в присутствии различных буровых растворов.

*Работа выполнена при поддержке Фонда РФФИ (проект №16-38-00701 мол\_а).*

#### Литература

- Исмаков Р.А., Закиров Н.Н., Аль-Сухили М.Х., Торопов Е.С. Исследование работы пары «эластомер-металл» силовой секции винтового забойного двигателя // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-3. – С. 23.
- Бобров М.Г., Трапезников С.Г. Особенности использования винтовых забойных двигателей при бурении скважин // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. – 2009. – № 1. – С.15-18.
- Жорник В.И. Эволюция структуры дисперсной фазы пластичных смазок при трибозаимодействии и её влияние на ресурс узлов трения // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В: Промышленность. Прикладные науки. – 2014. – № 11. – С. 97-105.
- Виноградова И.Э. Противоизносные присадки к маслам. – М: Химия, 1972. – 272 с.
- Мур Д. Трение и смазка эластомеров. США, 1972. Перевод с английского канд. Хим. Наук. Г.И. Бродского – М.: Химия, 1977. – 264 с.
- Литиевая смазка: обеспечиваем надежную защиту любого механизма [Электронный ресурс]. – <http://www.avtoall.ru/article/6785238/> (Дата обращения 22.12.2016).
- Смазки, классификация, применение. [Электронный ресурс]. – <http://www.uazbuka.ru/lib/oiling.htm> (Дата обращения 22.12.2016).