

2002. – № 3. – С. 10-12.

3. Горпинченко В.А., Дильмиев М.Р. Применение синтетического полимерного волокна для увеличения эффективности выноса шлама при бурении долотами PDC // Бурение & Нефть. – 2010. – № 6.
4. Райхерт Р.С., Цукренко М.С., Оганов А.С., Техничко-технологические решения по очистке наклонно-направленных и горизонтальных стволов скважин от шлама // Нефть. Газ. Новации.-2016. – №3.
5. Пушмин П.С., Романов Г.Р. Проблемы промывки скважин наклонно-направленных скважин // Известия Сибирского отделения секций наук о Земле РАЕН.-2014. – №3.
6. Балаба В.И., Зинченко О.Д. Технические средства для повышения эффективности гидротранспорта шлама при бурении наклонных и горизонтальных участков ствола скважины // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2015. – №3.
7. Федеральный институт промышленной собственности: официальный сайт [Электронный ресурс]. – <http://www1.fips.ru>.

## **ИЗУЧЕНИЕ ИЗНОСА ЭЛАСТОМЕРА ПРИ АБРАЗИВНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В ПРИСУТСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ**

**С.С. Чернев, А.В. Епихин**

*Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин*

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

Анализ тенденций развития техники для строительства нефтяных и газовых скважин показывает, что в настоящее время одним из основных приводов породоразрушающих инструментов являются винтовые забойные двигатели (ВЗД). Широкое применение ВЗД объясняется совершенствованием конструкций долот, имеющих повышенную моментоёмкость, развитием технологии бурения, а также важными эксплуатационными преимуществами этих двигателей: оптимальные кинематические характеристики, которые обеспечивают эффективную работу долот; минимальные осевые габариты, позволяющие использовать ВЗД при наклонно-направленном и горизонтальном бурении; простота ремонта и сборки [1-4].

Винтовой забойный двигатель - погружная машина, преобразующая гидравлическую, пневматическую или электрическую энергию, подводимую с поверхности, в механическую работу породоразрушающего инструмента (долота) при бурении скважин. Энергия от источника подводится по колонне буровых труб или кабелю [5]. Двигательная секция - это основной узел двигателя, где гидравлическая энергия потока рабочей жидкости передается в механическую, что генерирует крутящий момент. Она состоит из статора, ротора и обкладки статора - эластомера [6].

Эластомеры - это полимеры и материалы на их основе, обладающие высокоэластическими свойствами в широком интервале температур, охватывающем практически всю область температур их эксплуатации. При изготовлении эластомеров применяют каучук и вулканизированную резину. Также используют различные добавки: наполнители, регенераторы, ускорители, антиоксиданты, смягчители, красители. В ВЗД в качестве эластомера используют резину ИРП - 1226 (согласно характеристикам, она обладает повышенной износостойкостью и маслостойкостью) [5-6].

При всех своих достоинствах ВЗД имеет существенный недостаток - преждевременный выход из строя двигательной секции, а именно - эластомеров. В процессе эксплуатации рабочие органы ВЗД подвергаются различным видам изнашивания: усталостному, фрикционному, гидроабразивному, а также эрозионному и коррозионно - механическому при воздействии повышенных давлений и температур. Также причинами снижения работоспособности ВЗД могут быть процессы релаксации напряжения и накопления остаточной деформации, которые приводят к уменьшению натяга между статором и ротором [7-8].

Существующие направления совершенствования конструкции ВЗД связаны с повышением износостойкости узлов и деталей, нагрузочной способности и увеличением межремонтного периода эксплуатации. Осваиваемые пути повышения износостойкости пары трения «ротор-статор» направлены на увеличение активной части рабочих органов, совершенствование статоров с резиновой обкладкой равной толщины и секционированием. За счет уменьшения максимальной толщины резиновой обкладки статора снижается количество вырабатываемого тепла, что в свою очередь минимизирует усталость эластомера, обусловленную эффектом гиперстезиса, а натяг в соединении «ротор-статор» меньше зависит от температуры и разбухания эластомера [2-6].

Также ведется разработка и реализация способа автокомпенсации износа в рабочих органах ВЗД. В основе предлагаемого способа лежит использование, активированного трением, диффузионного взаимодействия эластичного материала статора с рабочей жидкостью с целью восстановления натяга в паре за счет изменения размера резинового элемента без вмешательства в работу гидромашин [7-8].

Не смотря на активную исследовательскую деятельность в области совершенствования ВЗД, в настоящее время уделяется мало внимания оценке воздействия буровых растворов и термобарических условий на эластомеры и двигательную секцию в целом. Подобными исследованиями занимается научная группа кафедры бурения скважин Национального исследовательского Томского политехнического университета. В рамках одного из направлений работы этой научной группы исследовалось влияние дисперсионной среды бурового раствора на скорость износа образца эластомера при варьировании нагрузки.

Образцы изготавливались в форме цилиндров диаметром до 43 мм и толщиной до 11,5 мм. 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. Для данного исследования в качестве дисперсионных сред были выбраны: дизельное топливо и насыщенный солевой раствор. Выбор обусловлен опытом предыдущих исследований, в которых зафиксированы следующие зависимости: в дизельном топливе шло размягчение резины ИРП-1226, а в соляном растворе образец, наоборот, образец становился менее упругим.

Абразивное воздействие на образец создавалось с помощью специального инструмента с режущим профилем размером 2х25 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/минуту. Нагрузка на инструмент создавалась с помощью навески грузов на штурвал станка. Исследования были проведены для 5 значений навески грузов: 1, 2, 3, 4 и 5 кг. Длительность эксперимента варьировалась по времени износа образца, но не более 25 минут. Полученные результаты были обобщены и представлены в виде графика на рис. 3.



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



Рис. 2. Инструмент для абразивного воздействия на образец

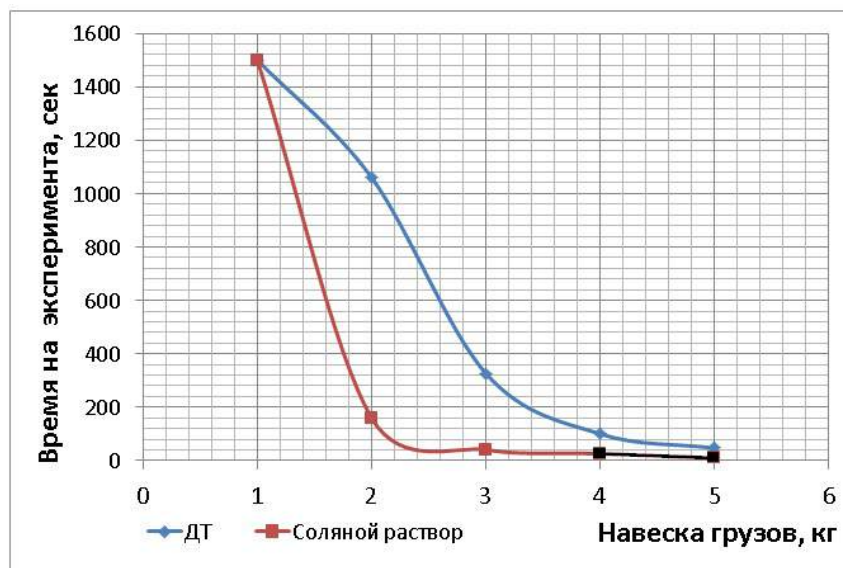


Рис. 3. Зависимость скорости износа образца эластомера от действующей на него нагрузки в присутствии различных дисперсионных сред

В ходе эксперимента были получены следующие зависимости. Навеска грузов в 1 кг мала для проведения экспериментов, потому что в каждой из серий экспериментов за отведенный лимит времени (25 минут) не произошло полного износа образца. Согласно графику, для последующих значений нагрузки резко увеличивается

скорость износа образцов эластомера, особенно в присутствии соляного раствора. Для данного раствора была также замечено, что для нагрузок 4 и 5 кг после указанного на графике времени эксперимента происходил прихват инструмента и остановка процесса разрушения. Данные результаты можно объяснить тем, что взаимодействие дизельного топлива и образца эластомера происходит интенсивно (учитывая, что происходит дополнительный нагрев среды из-за трения «резина-металл»), начинается размягчение резины, следовательно, повышается ее восприимчивость к износу. В результате, инструмент вырывает крупные куски резины из образца. В присутствии соляного раствора, наоборот, происходит отвердевание образца, что для небольших нагрузок (2-3 кг) характеризуется хрупким разрушением с образованием мелкодисперсного резинового порошка. А при больших нагрузках инструмент под силой осевой нагрузки за короткий период времени внедряется в образец и у привода не хватает мощности, чтобы справиться с оказываемым со стороны образца сопротивлением.

В результате проведенных исследований было подтверждено влияние дисперсионной среды бурового раствора на скорость износа образцов эластомера. Показано, что при незначительных нагрузках на эластомер разрушение идет интенсивнее в присутствии соляного раствора, предположительно, за счет хрупкого разрушения образца. С увеличением нагрузки на образец скорость износа для обеих дисперсионных сред выравнивается, но в дизельном топливе происходит полный износ образца, а в соляном растворе возникает прихват инструмента с невозможностью дальнейшего ведения эксперимента. В дальнейших исследованиях планируется проанализировать влияние альтернативных дисперсионных сред на скорость износа образцов эластомера.

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

#### **Литература**

1. Балденко, Д.Ф. Новая серия ВЗД для горизонтального бурения / Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. М.: ВНИИОЭНГ. 1995. № 10-11. С. 23-25.
2. Балденко, Д.Ф., Балденко Ф.Д., Шмидт А.П. Винтовые забойные двигатели: Новые конструкции и способы управления / М.: Нефтяное хозяйство. 1997. № 1. С. 13-17.
3. Новое поколение винтовых забойных двигателей Пермского филиала ВНИИБТ / Ю.А. Кортаев, М.Г. Бобров, С.Г. Трапезников и др. // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. М.: ВНИИОЭНГ, 2003. № 9. С. 7-11.
4. Кочнев, А.М., Кочнева Б.В. Обзор информации по забойным двигателям / М.: Нефтяное хозяйство. 1979. № 8. С. 59-61.
5. Забойные винтовые двигатели для бурения скважин / М.Т. Гусман, Д.Ф. Балденко, А.М. Кочнев и др. / М.: Недра, 1981. С. 232.
6. Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д. Гноевых А.Н. Винтовые забойные двигатели / М.: Недра. 1999. С. 374.
7. Кочнев А.М., Голдобин В.Б. Разработка гаммы винтовых забойных двигателей и результаты их применения при бурении и капитальном ремонте скважин / Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. М.: ВНИИОЭНГ, 1992. № 6-7. С. 2-6.
8. Балденко Д.Ф. Кочнев А.М. Винтовые забойные двигатели. Разработка лаборатории конструирования технических средств для научных и стендовых испытаний / М.: Нефтяное хозяйство. 1993. № 1. С. 26-27.

### **ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ БУРЕНИЯ ГЛУБОКОЙ СКВАЖИНЫ В ЛЕДНИКОВОМ ПОКРОВЕ АНТАРКТИДЫ СНАРЯДАМИ НА ШЛАНГОКАБЕЛЕ**

**В.К. Чистяков, В.С. Ковальчук**

**Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия**

Одним из значительных нетрадиционных подходов и технологических прорывов в исследованиях ледников и ледниковых покровов является разработка специальных буровых снарядов, способных быстро и надежно проникать в ледниковые и подледниковые толщи, получать и передавать на поверхность качественную информацию о их строении, составе и динамике. Используя достижения в лазерной технологии, исследователи из Франции разрабатывают в настоящий момент проект бурения и получения качественной информации «in situ» с помощью встроенного в скважинный электромеханический буровой снаряд лазерного спектрометра [1].

Для повышения производительности сооружения и информативности исследования глубоких скважин в центральных районах Антарктиды в проектах «ANR SUBGLACIOR and ERC Ice&Lasers» [1] предусматривается применение для бурения вместо буровой колонны или грузонесущего электрического кабеля специального шлангокабеля, обеспечивающего энергией забойное буровое устройство и передачу получаемой информации от установленной в нем научной аппаратуры на поверхность. Использование шлангокабеля при глубоком бурении в Антарктиде позволяет эффективно решать проблемы очистки скважины от ледяного шлама, обеспечения длительной устойчивости ее ствола за счет создания необходимого гидростатического противодавления на стенки, проведения спускоподъемных и других операций. С целью проведения исследований льда непосредственно в скважине забойный буровой снаряд снабжен тепловым пенетратором, с помощью которого в центре забоя проплавляется опережающее отверстие небольшого диаметра для получения и исследования на установленном в снаряде лазерном спектрометре пробы воды. Результаты спектрального анализа предаются для дальнейшей обработки на поверхность. Проходка самой скважины осуществляется специальным забойным устройством с вращающимся кольцевым долотом, которым разрушается до номинального диаметра большую часть ее забоя. Образующийся при этом крошка (буровой шлам) транспортируется циркуляционным потоком