

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ЭЛЕМЕНТОВ БУРОВЫХ НАСОСОВ****Н.А. Лемачко**

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

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

Буровой насос представляет собой гидравлическую машину объемного действия, работающую на принципе вытеснения жидкости из рабочей камеры рабочими органами (поршни, плунжеры), совершающими прямолинейное возвратно-поступательное движения. К буровым насосам с возвратно-поступательным движением рабочего органа относятся поршневые и плунжерные [1-2].

Буровой насос является центральной частью циркуляционной системы. Его основной задачей является обеспечение замкнутой циркуляции бурового раствора с забоя скважины с такой скоростью, чтобы предупредить оседание шлама и успешно транспортировать его до системы очистки на поверхности.

Для осуществления нормального процесса бурения и работы циркуляционной системы буровой насос проектируется с учетом следующих требований [1]:

- подача насоса должна быть регулируемой в пределах, обеспечивающих эффективную промывку скважины;
- мощность насоса и количество насосов должно быть достаточным для промывки скважины и работы забойных гидравлических двигателей;
- скорость движения промывочной жидкости на выходе из насоса должна быть равномерной для устранения инерционных нагрузок и пульсаций давления, вызывающих осложнения в бурении, дополнительные энергетические затраты и усталостные разрушения рабочих органов;
- насосы должны быть приспособлены для работы с абразиво- и маслосодержащими коррозионно-активными промывочными растворами различной плотности;
- узлы и детали, контактирующие с промывочным раствором, должны обладать достаточной долговечностью и быть приспособленными к удобной и быстрой замене при выходе из строя.

Одним из резервов роста производительности, снижения затрат на эксплуатацию оборудования является повышение его долговечности. Особое значение имеет обеспечение необходимого уровня работоспособности буровых насосов, так как от них во многом зависит качество проведения технологических операций, а значит и эффективность последующей эксплуатации нефтяных и газовых скважин. В среднем третья часть отказов буровой установки приходится на долю буровых насосов. Работоспособность буровых поршневых насосов в основном определяют сменные детали гидравлической части: поршни, цилиндрические втулки, клапаны, уплотнения [3]. Длительность ремонтного цикла отечественных буровых насосов обычно составляет до 6000 часов, а длительность межремонтного периода – 600 часов. Нормативное время работы рабочих элементов буровых насосов (клапаны, поршни, цилиндрические втулки) в свою очередь составляет 200-400 часов [5]. Не смотря на это, в экстремальных условиях эксплуатации срок службы деталей гидравлической части иногда составляет лишь десятки часов. Замена быстроизнашивающихся деталей требует наличия резервного насоса, значительных материальных и трудовых затрат с применением тяжелого ручного труда. Следовательно, обеспечение требуемой долговечности узлов и деталей гидравлической части является одной из основных задач при проектировании насосов [3].

Буровые насосы эксплуатируются в тяжелых условиях, перекачивая вязкие растворы (до 50 сСт), плотностью до 2 г/см<sup>3</sup> приготовленные обычно на основе глинисто-водных, глинисто-полимерно-водных и углеводородных смесей и утяжеленные добавками гематита или барита. Растворы могут содержать до 2-5 % абразивных частиц выбуренной породы, а в ряде случаев также нефть, кислоты, щелочи, различные химические реагенты, растворенный газ. Кроме того, перекачиваемые растворы обладают температурой до 60..80° С, а рабочее давление насосов составляет до нескольких сотен атмосфер. Совокупное действие этих факторов является основной для формирования серьезных требований к износостойкости рабочих элементов буровых насосов [3,4].

Согласно нормативным требованиям, совершенствование конструкции и эффективность функционирования буровых насосов в основном сводится к ограничению механических и гидравлических потерь в насосе, которые могут быть обусловлены рядом факторов [6]. С целью постановки задач исследования было принято решение классифицировать факторы по физической природе воздействия на рабочие элементы и проанализировать существующие способы их изоляции или профилактики. Анализ информационных источников позволил определить следующие факторы, являющиеся причиной выхода из строя рабочих элементов буровых насосов: механические; тепловые; гидравлические; химические.

Механические факторы представляют собой совокупность ударных, фрикционных и вибрационных нагрузок, которые воздействуют на рабочие органы бурового насоса: цилиндрические втулки, клапаны, поршни и т.д. [7-8]. Профилактика ударных и вибрационных нагрузок реализуется за счет регулирования режимов работы насоса и подбора оптимальных соотношений габаритных размеров его деталей. Альтернативным методом является установка виброизолирующих и ударогасящих элементов [3, 7-8]. Фрикционные нагрузки возникают вследствие трения рабочих поверхностей друг о друга, а также при высоком процентном содержании твердой абразивной фазы в буровом растворе. Для снижения их негативного влияния на рабочие элементы бурового насоса применяют контроль свойств бурового раствора за счет его качественной очистки, а также применение антифрикционных добавок, как специальных для буровых насосов, так и стандартных для буровых растворов

(графит, масляные смазки типа Lubriol). Но применение смазок может стать причиной возникновения другого класса негативных факторов – химические.

При движении поршня под нагрузкой в результате трения его боковой поверхности о стенку цилиндра выделяется большое количество тепла, величина которого при неизменной нагрузке зависит от скорости поршня. После мгновенного разогрева пар трения происходит интенсивное охлаждение. Циклически повторяющиеся тепловые удары приводят к необратимым структурным превращениям в материалах поршня и втулки цилиндра, к ухудшению износостойкости и гидроабразивной стойкости [9]. Для снижения вредного эффекта от воздействия тепловых факторов повышается износостойкость материалов для изготовления поршней и втулок. Возможно изменение кинематической схемы работы бурового насоса за счет сокращения амплитуды движения поршней (снижается площадь трения), уменьшения количества двойных ходов насоса, хотя это накладывает серьезные ограничения на рабочие параметры насоса (расход бурового раствора, давление прокачки).

Гидравлические факторы оказывают наибольшее влияние на поршни и клапаны бурового насоса, то есть те рабочие элементы, где герметизация обеспечивается за счет резиновых уплотнений. Поршни имеют резинометаллическую конструкцию и состоят из стального сердечника и резиновых самоуплотняющихся манжет с воротниками, направленными в противоположные стороны. Именно манжеты поршней являются одним из самых уязвимых элементов бурового насоса с позиции гидравлических нагрузок, которые выражаются в виде высоких давлений, при которых им приходится работать [10]. При циклическом воздействии высоких гидравлических нагрузок, создаваемых буровым раствором, насыщенным абразивными частицами, происходит снижение качества герметичности пары «втулка-поршень» и, как следствие, промыв поршня. Подобные явления наблюдаются при работе клапанных механизмов буровых насосов. Высоким гидравлическим нагрузкам интервального характера подвергаются также мембраны пневмокомпенсаторов буровых насосов. Предупреждение этих ситуаций может быть обеспечено за счет повышения износостойкости материалов, из которых изготавливают указанные выше детали. При некачественной очистке бурового раствора от газа или при слишком большой длине нагнетательной линии может возникнуть явление кавитации. Под кавитацией понимается схлапывание пузырьков газа находящихся в буровом растворе, и следующий за ним гидравлический удар, приводящий к сильному деструктивному воздействию на рабочие элементы бурового насоса. Решением проблем, связанных с кавитацией является: качественная очистка бурового раствора и установка дополнительного насоса в нагнетательную линию, если ее длина превышает рекомендуемое значение.

Химические факторы являются причиной непосредственного контакта бурового раствора, представляющего собой смесь химических реагентов с различными свойствами, растворенных в жидкой основе раствора (глинисто-водная, углеводородная, глинисто-полимерно-водная). Самыми незащищенными с позиции химического износа являются резинотехнические детали бурового насоса: мембраны пневмокомпенсаторов, уплотнительные элементы клапанов, манжеты поршней и т.д. В результате прямого контакта с буровым раствором происходит изменение прочностных характеристик резин, их набухание, либо усыхание. Важно отметить, что факторы химической природы являются предпосылкой для остальных представленных факторов. Другими словами, из-за интенсивного химического износа уменьшается предельное значение факторов другой природы (механической, гидравлической, тепловой), обеспечивающее деструкцию рабочих элементов насоса. Помимо поиска новых износостойких материалов для рабочих элементов, способом снижения влияния химических факторов является разработка альтернативных рецептур буровых растворов, не оказывающих негативное воздействие на элементы буровых насосов.

Анализ факторов, являющийся причиной высокоинтенсивного износа рабочих элементов буровых насосов, позволил определить основные направления для проведения научных исследований:

- конструктивное совершенствование и изменение кинематических схем буровых насосов;
- поиск новых износостойких материалов для изготовления рабочих элементов буровых насосов;
- разработка альтернативных рецептур буровых растворов.

В качестве дальнейшего направления исследований с целью повышения долговечности рабочих элементов буровых насосов выбрано: изучение влияния химических факторов и разработка новых рецептур буровых растворов для их профилактики.

#### Литература

1. Вадецкий, Ю.В. Справочник бурильщика: Учебное пособие для начального профессионального образования / Ю. В. Вадецкий. — Москва: Академия, 2008. — 416 с.
2. Хабаров, В.Е. Устройство, конструктивные особенности и технические характеристики поршневых насосов: учебно-метод. пособие / В.Е. Хабаров; ФГОУ ВПО Ставроп. гос. аграр. ун-т. - Ставрополь: Изд-во СтГАУ «Агрус», 2006. – 27с.
3. Абдюкова Р.Я. Совершенствование тарельчатых клапанов буровых поршневых насосов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.13 / Р. Я. Абдюкова. - Уфа, 2013. - 24 с.
4. Василец К.А. Сравнительный анализ конструкций отечественных и зарубежных насосов // Молодежь и наука: сборник материалов IX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 385-летию со дня основания г. Красноярск [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2013. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/section074.html>
5. Абдюкова, Р.Я. Виброизоляция седла клапана бурового насоса // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2011. – № 5. – С.243-245.
6. Абдюкова, Р.Я. Новая конструкция клапана / Р.Я. Абдюкова // Проблемы разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений : Межвуз. сб. науч.тр. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2004. - С166 - 169.

7. Абдюкова, Р.Я. Характеристика условий работы и анализ износа клапанов буровых насосов // Проблемы разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений: Межвуз. сб. науч.тр. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2004. – С.161-163.
8. Абдюкова, Р.Я. Анализ причин отказов клапанов буровых насосов // Научно-технический журнал «Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов», 2012 г. Выпуск 4(90). – С. 65-70.
9. Нечаев Л.К. Особенности эксплуатации трехпоршневых буровых насосов // Нефтегазовые технологии: сб. тезисов Международной научно-практической конференции / Отв. редактор В.Б. Опарин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2009. – С.118-119.
10. Давыдов А.В. Модернизация бурового насоса УНБ-600 // Молодёжь и наука: Сборник материалов VI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2011. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2010/section3.html>

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕНИЯ В ПРИСУТСТВИИ ЖИДКОСТЕЙ

А.И. Цынтарюк, В.С. Лесин

Научные руководители профессор Ю.Л. Боярко, профессор В.Д. Евсеев,  
доцент М.А. Самохвалов

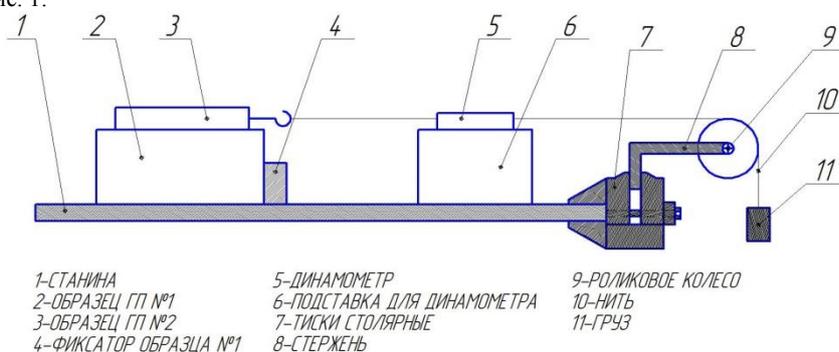
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Трудно назвать более распространённое в повседневной жизни явление, чем трение. Оно сопровождает любые относительные перемещения физических тел и накладывает отпечаток на характер этих перемещений.

В горном деле, исследователями, в области которого являются авторы данной работы, трение необходимо рассматривать применительно к разрушению горной породы в аспекте уменьшения энергоёмкости при разрушении породы на забое. Особое значение трения приобретает в связи с увеличением удельной поверхности при измельчении горной породы в процессе бурения. Интерес авторов работы лежит в направлении выявления влияния электропроводящих свойств дисперсионной среды раствора, в присутствии которого происходит разрушение горной породы, на трение.

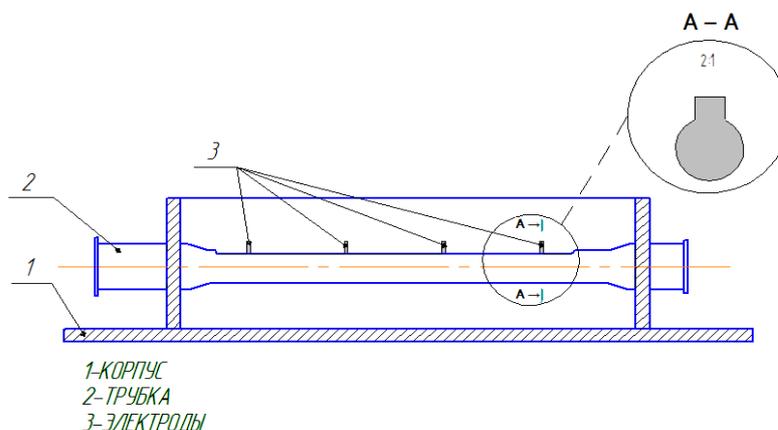
В рамках исследования представляется целесообразным изучение влияния растворов с резко отличающимися удельными электропроводностями на коэффициент трения.

Для определения коэффициента трения на образцах был сконструирован трибометр, схема которого приведена на рис. 1.



**Рис.1. Схема трибометра**

Для определения величины удельной электропроводности жидкостей была сконструирована лабораторная установка, схема которой приведена на рис. 2.



**Рис.2. Схема установки для определения удельной электропроводности жидкости**