

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

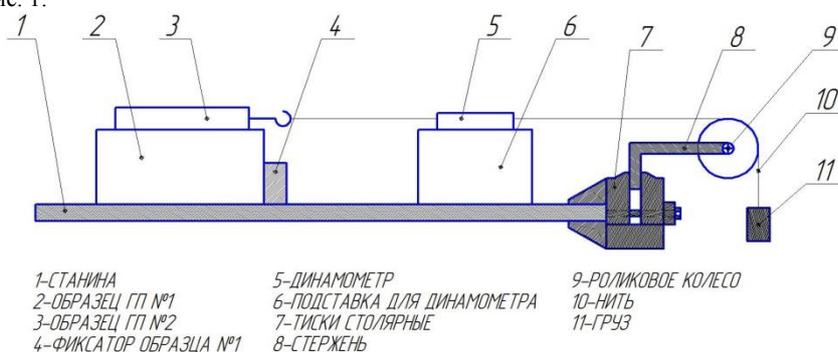
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

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.

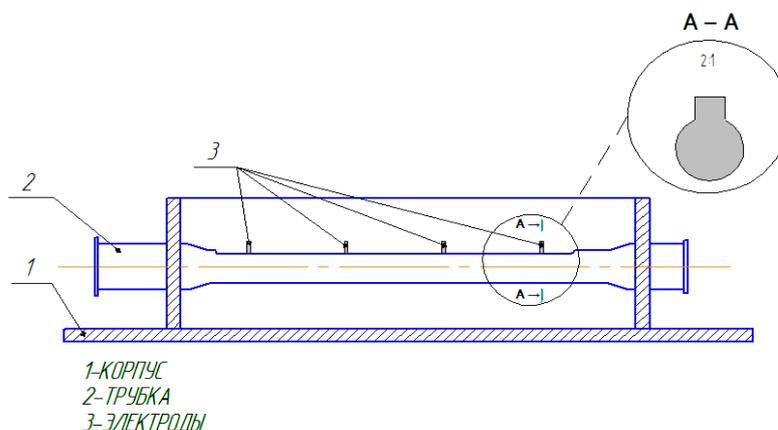
В рамках исследования представляется целесообразным изучение влияния растворов с резко отличающимися удельными электропроводностями на коэффициент трения.

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**

В установке реализована четырехэлектродная электрическая схема, приведенная на рис. 3.

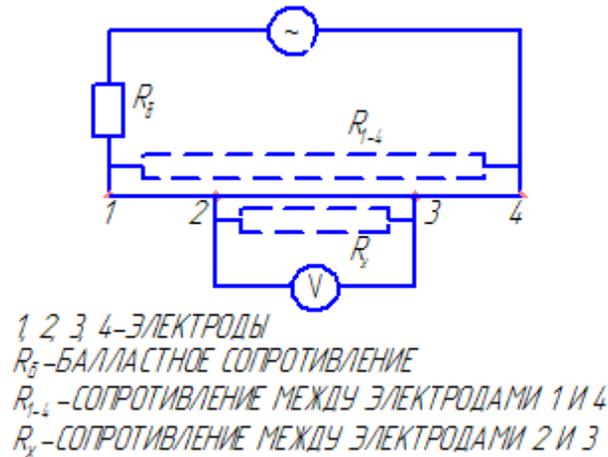


Рис.3. Электрическая схема установки для определения удельной электропроводности жидкости

Трубка заполняется раствором, электропроводность которого необходимо измерить. По показаниям измерительного прибора (осциллографа) фиксируется амплитудное значение напряжения. Далее при помощи общезвестных формул физики вычисляется значение удельной электропроводности раствора, заполняющего трубку.

Тестирование установки измерением удельной электропроводности насыщенного водного раствора NaCl при заданной температуре показало возможность производить при помощи нее замеры с погрешностью менее 5%.

В ходе исследования производится измерение величины удельной электропроводности водных растворов следующих реагентов: естаблоск; разжижитель; графит; сода кальцинированная; пентоксил-С.

В эксперименте применялись растворы с разной концентрацией реагента с целью отбора из них для дальнейшего изучения тех, которые обладают наименьшей и наибольшей удельной электропроводностью.

Расчеты осуществлялись по формуле (1):

$$\chi = \frac{l}{R \cdot S}, \quad (1)$$

где  $\chi$  – удельная электропроводность,  $1/(\text{Ом} \cdot \text{м})$ ;  $l$  – расстояние между электродами, м;  $R$  – сопротивление, Ом;  $S$  – площадь поперечного сечения электрода,  $\text{м}^2$ .

Центральным вопросом физики разрушения неорганических диэлектриков является определение физической природы механических потерь энергии, сопровождающих их разрушение, и нахождение такой характеристики жидкости, которая определяет ее индивидуальное воздействие на прочность [1].

Одновременно с нахождением численных значений удельной электропроводности растворов определялся коэффициент внешнего трения между образцами горной породы по формуле (2):

$$f = \frac{F_{\text{тр}}}{m \cdot g}, \quad (2)$$

где  $F_{\text{тр}}$  – сила трения, Н;  $m$  – масса горной породы (образец №1), кг;  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ .

Полученные результаты были сведены в общую таблицу и по ней были построены графики, отображающие зависимость удельной электропроводности и коэффициента трения от концентрации используемого реагента (рис. 4).

Из исследованных нами водных растворов можно сделать вывод, что применение разжижителя и соды кальцинированной способствует существенному снижению коэффициента трения с увеличением электропроводящих свойств дисперсионной среды этих растворов.

| Реагент           | Ectablock |        |        | Разжижитель |        |        | Графит |        |        | Сода кальцинированная |        |        | Пентоксил - С |        |        |
|-------------------|-----------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|--------|--------|---------------|--------|--------|
|                   | 0,2       | 0,4    | 0,6    | 0,2         | 0,4    | 0,6    | 0,2    | 0,4    | 0,6    | 0,2                   | 0,4    | 0,6    | 0,2           | 0,4    | 0,6    |
| Концентрация, %   |           |        |        |             |        |        |        |        |        |                       |        |        |               |        |        |
| Масса ползуна, кг | 0,150     |        |        | 0,122       |        |        | 0,152  |        |        | 0,172                 |        |        | 0,168         |        |        |
| Козф. трения      | 0,65      | 0,63   | 0,61   | 0,76        | 0,68   | 0,65   | 0,60   | 0,58   | 0,56   | 0,57                  | 0,56   | 0,51   | 0,52          | 0,52   | 0,54   |
| Эл.пров.          | 0,0029    | 0,0035 | 0,0041 | 0,0041      | 0,0070 | 0,0117 | 0,0025 | 0,0023 | 0,0022 | 0,0045                | 0,0061 | 0,0094 | 0,0022        | 0,0025 | 0,0026 |

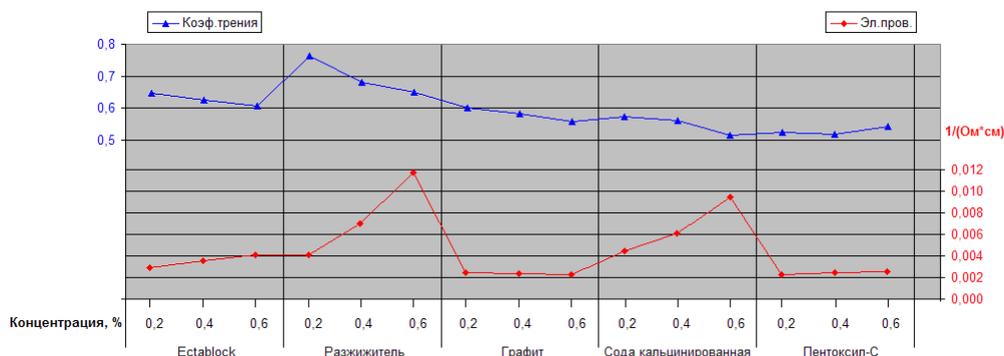


Рис.4. Зависимость удельной электропроводности растворов и коэффициента трения между образцами горной породы от концентрации реагента

#### Литература

1. Евсеев В.Д. Электропроводность неорганического диэлектрика и жидкости – основа эффекта П.А. Ребиндера// Инженер-нефтяник, 2013. – №2. – С. 52-57.
2. Лесин В.С., Рычков Е.И. Исследование трения в анизотропных горных породах// Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова. Том II; Томский политехнический университет.–Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. –С. 346-348.
3. Евсеев В.Д. Природа эффекта Ребиндера при разрушении неорганических диэлектриков и электрокогезионные явления // Изв. высш. учеб. заведений. Сер. Физика, 1985. – № 2. – С.29-35.
4. Дерягин Б.В. Что такое трение? Издание 2-е, перераб и доп. М.: Изд-во Академии наук СССР. – 228 с.
5. Тимошенко С., Юнг Д. Инженерная механика. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1960. – 500 с.

### АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ САПР С ЦЕЛЬЮ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ В СКВАЖИНЕ

В.В. Ли

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Бурильная колонна представляет собой подвешенную систему последовательно соединенных труб значительной длины, находящихся в состоянии вращения и поступательного движения. Важной особенностью работы бурильной колонны является то, что под действием разнонаправленных нагрузок колонна в процессе работы теряет устойчивость прямолинейной формы равновесия [1].

Стоит отметить, что при бурении турбинным способом бурильная колонна испытывает значительно меньшие нагрузки, чем при роторном способе, в связи с ее неподвижностью. Но даже при небольшом искривлении скважины бурильная колонна располагается на лежачей стенке и воспринимает реактивный момент работы турбобура в своей нижней части. Реактивный момент затухает по мере удаления от турбобура и трения о стенки скважины, поэтому можно считать, что бурильная колонна практически разгружена от действия вращающего момента, что позволяет свести расчет бурильной колонны только с учетом веса турбобура, утяжеленных бурильных труб (УБТ) и давления промывочной жидкости. При турбинном бурении вследствие неподвижности бурильной колонны отсутствуют переменные напряжения изгиба, которые обычно являются причиной усталостных поломок труб и замков в роторном бурении [2].

В отличие от турбинного бурения, при бурении ротором присутствует крутящий момент, который оказывает огромные динамические нагрузки на колонну. При этом способе с увеличением глубины скважины возрастают потери мощности на холостое вращение и крутящий момент, необходимый для вращения колонны [2].

С началом бурения бурильная колонна на всей длине находится в сжатом состоянии, благодаря тому, что своей распределенной по оси массой и системой подачи бурового станка создает осевую нагрузку на породоразрушающий инструмент, стремящуюся к величине, требуемой для разрушения горной породы на забое. После того, как масса колонны, по мере углубления скважины, достигнет (превысит) величины этой