

7. 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.
9. Кочнев, А.М., Кочнева Б.В. Обзор информации по забойным двигателям / М.: Нефтяное хозяйство. 1979. № 8. С. 59-61.
10. http://radius-s.ru/site/2014_Burenie_and_neft.pdf
11. Пат. 2245981 RU, МПК⁷ E 21 B 4/02. Способ изготовления статора винтового забойного двигателя /Акопов С.А., Шелудько Г.П., Пенкин Н.С., Карапетов Р. В. и др. // Патент РФ № 2003132489/03. Приоритет от 05.11.03

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СМАЗЫВАЮЩИХ ДОБАВОК К БУРОВЫМ РАСТВОРАМ

А. С. Королев

Научный руководитель, доцент К. М. Минаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Бурение наклонно-направленных и горизонтальных скважин большой протяженности ставит ряд технических и технологических задач, которые, в основном, связаны с преодолением значительных сил сопротивления, возникающих как при вращении бурильного инструмента, так и при спускоподъемных операциях. Возрастание сил сопротивления сказывается увеличением натяжения на крюке, мощности, затрачиваемой на вращение и расхаживание бурильного инструмента. Помимо этого, снижается эффективность воздействия на управляемые параметры искривления ствола скважины, и возрастает возможность возникновения прихватов бурильного инструмента.

Большую роль в процессе бурения скважин играет буровой раствор. Как следствие, к его свойствам предъявляется ряд повышенных требований. Одно из них – смазывающая способность. Для обеспечения необходимых характеристик применяются различные смазывающие добавки, основное предназначение которых уменьшение крутящего момента колонны бурильных труб, увеличение стойкости трущихся металлических пар и предотвращение прихватов. Соответственно, эти добавки должны удовлетворять следующим требованиям:

- адсорбироваться на металлических поверхностях с образованием реологически пластичного или полупластичного их состояния с высоким пределом текучести;
- сохранять свои основные свойства в минерализованной среде, во всем диапазоне температур и рН, в которых находится буровой раствор;
- не растворяться в водной среде;
- не подвергаться гидролизу или реакциям разложения в водной среде, не оказывать отрицательного воздействия на параметры бурового раствора и проницаемость продуктивного пласта [1].

Также в задачи смазывающих добавок входит противодействие следующим видам износа:

- *износ схватыванием* проявляется в условиях погружения, способствующих пластическому деформированию поверхности трения при отсутствии смазки;
- окислительный износ характеризуется превышением скорости химического модифицирования поверхностей трения над скоростью их разрушения;
- *тепловой износ* наступает в результате нагрева зоны трения до температуры размягчения металла и выражается в возникновении металлических связей на трущихся поверхностях;
- *абразивный износ* — самый распространенный вид изнашивания, обусловлен наличием в зоне трения абразивной среды и выражается в упругом и пластическом деформировании и микрорезании абразивными частицами поверхностей трения;
- *усталостный износ* (выкрашивание) является довольно распространенным видом изнашивания, которому наиболее подвержены поверхности качения, где неравномерное распределение нагрузки, перегрев, вибрация приводят к локальному разрушению тел качения [1].

Таким образом, несмотря на наличие на рынке достаточно большого количества смазочных добавок, разработка новых смазывающих добавок с улучшенными характеристиками, к примеру, со сниженной пенообразующей способностью, с низкой ценой, является, несомненно, актуальной темой.

В ходе исследования был изучен коэффициент трения различных смазочных добавок, как промышленно выпускаемых, так и специально синтезированных в ходе данной работы: PHS-XPG, CT-7, Realub, оксаль (ТУ 2452-015-48158319-2009), Т-66 (ТУ 2452-029-05766801-94), Т-92 (ТУ 2452-015-48158319-2009), Р75 и Р98. Для проведения замеров был приготовлен 4% глинистый раствор, в который добавлялись реагенты с различной концентрацией (0,5%, 1% и 1,5%) с последующим перемешиванием в высокоскоростной мешалке в течение 10 минут со скоростью 10000 мин⁻¹. Также для лучшего диспергирования реагентов Т-66, Т-92, оксаль, Р75, Р98 в раствор добавлялся диспергатор лигносульфонат натрия (ТУ 2455-055-58901825-2008). Для определения коэффициента трения использовался прибор УСР-1М.

Установка УСР-1М предназначена для определения смазывающей способности буровых растворов посредством измерения коэффициента трения между трущимися поверхностями, помещенными в буровой раствор. Трущиеся поверхности образованы вращающимся твердосплавным кольцом и неподвижной металлической вставкой, которые сдавливаются между собой с нормированным усилием 31 килограмм.

Реагенты PHS-XPG, СТ-7, Realub – современные образцы смазывающих добавок. В данной работе эти реагенты использовались для сравнительного анализа показателей коэффициента трения. СТ-7 в настоящее время производится в Томске компанией «Reasib».

Реагенты Т-66, Т-92 и оксаль являются побочным продуктом производства изопрена из изобутилена, и состоят преимущественно из диоксановых спиртов ($C_7H_{14}O_3$) и других высококипящих производных 1,3-диоксанов. Указанное в названии число означает год получения реагента. Помимо флотации используется в качестве смазывающей добавки к глинистым буровым растворам, однако его применение ограничено из-за высокой пенообразующей способности, связанной с наличием диоксановых спиртов. Также в зависимости от кислотности среды реагенты могут применяться не только как смазывающая добавка к буровым растворам, но и как средство частичной нейтрализации сероводорода.

Для снижения пенообразующей способности было предложено частичное кислотное разложение компонентов Оксаля. Образцы Р75 и Р96 были получены путем гидролиза Оксаля Т-92 серной кислотой с концентрацией 75 и 96 % масс. соответственно.

При гидролизе 96% серной кислотой преимущественно идут необратимые реакции образования непредельных соединений и их конденсации.

Однако при гидролизе 75% серной кислотой идет обратимое образование многоатомных спиртов.

Таким образом, были получены два образца, в первом из которых концентрация спиртов снижена, а во втором соответственно увеличена.

Поскольку одним из требования к смазывающим добавкам является отсутствие отрицательного воздействия на параметры бурового раствора, было обращено отдельное внимание на пенообразующую способность выбранных добавок. Для этого у растворов, дававших видимое количество пены, была измерена плотность.

Из полученных результатов следует отметить следующее:

1. Добавкой с наибольшей пенообразующей способностью оказался оксаль, затем в порядке уменьшения Т-66, Т-92, Р75 и Р98, Realub, СТ-7, PHS-XPG.

2. Растворами с наибольшей пенообразующей способностью оказались растворы, содержащие 1% смазывающей добавки. С уменьшением или увеличением концентрации добавки плотность увеличивалась для каждого реагента по-разному.

Зависимость коэффициента трения $K_{тр}$ от концентрации смазывающей добавки показана на рисунке 1:

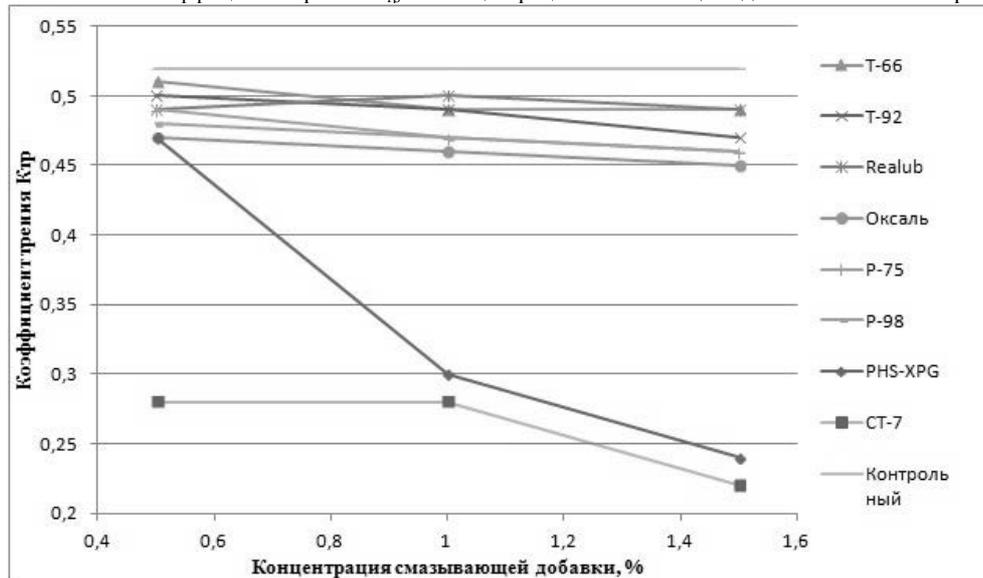


Рис. 1 Зависимость коэффициента трения бурового раствора от концентрации смазывающей добавки

На основании полученного графика можно отметить следующее:

1. Добавки Р75 и Р98, разработанные в лаборатории, существенно уступают современным образцам смазывающих добавок к буровым растворам, таким как PHS-XPG и СТ-7. Однако в сравнении с добавкой Realub, добавки Р75 и Р98 имеют небольшое преимущество в коэффициенте трения и более низкую пенообразующую способность.

2. Оксаль, несмотря на более низкие показатели коэффициента трения, по сравнению с образцами Р-75 и Р-98, не рекомендуется к применению в качестве смазывающей добавки из-за чрезмерного пенообразования в процессе перемешивания.

3. Применение добавок Т-66 и Т-92 в качестве смазывающих добавок нецелесообразно, ввиду их повышенной пенообразующей способности и незначительного снижения коэффициента трения, по сравнению с контрольным образцом.

Таким образом, в данной работе проведено сравнительное исследование коэффициента трения ряда смазывающих добавок к буровым растворам – PHS-XPГ, СТ-7, Realub, оксаль, Т-66, Т-92, P75 и P98. Образцы, созданные в лаборатории, не показали результатов, сопоставимых с современными смазывающими добавками.

Литература

1. Я.А. Рязанов Энциклопедия по буровым растворам. – Оренбург: издательство «Летопись», 2005. – 664 с.
2. Исследование оксалей в качестве комплексных реагентов для бурения и освоения скважин/Петров Н.А. и др. //Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн./ УГНТУ. 2006. [Т.2]. 25 сент. URL: http://www.ogbus.ru/authors/PetrovNA/PetrovNA_4.pdf. от 13.12.2015
3. Лукманов Р.Р., Бабушкин Э.В., Лукманова Р.З. Эффективность смазочных добавок в растворах различного типа // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. - М.: Изд-во ВНИИОНГ, 2005. - №9.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САПРОПЕЛЕЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

А. Ю. Кузеванова

Научные руководители, Р. Р. Сагитов, Н. Т. Усова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение лицей при ТПУ, г. Томск*

Буровые растворы классифицируют на гомогенные (истинные растворы), в качестве которых могут выступать вода, нефть, дизельное топливо и гетерогенные (дисперсные системы), основными из которых являются растворы на основе бентонитовых глин. Томская область богата каолиновыми глинами, малопригодными для приготовления буровых растворов. Существуют разработки по использованию в качестве дисперсной фазы для приготовления буровых растворов сапропелей [1, 2]. Сапропель — это донные отложения пресноводных водоёмов. Применение сапропелей в бурении даст возможность значительно снизить расходы на приобретение глинопорошков и химических реагентов. Но основной экономический эффект может быть получен за счет уменьшения экологических нагрузок на окружающую среду и снижения затрат на проведение природоохранных мероприятий.

Томская область расположена в природно-климатической зоне, благоприятной для образования сапропелей. Их геологические ресурсы оценены в 3,98 млрд т. Однако сапропели Томской области изучены слабо и используются в очень ограниченных количествах, в основном в медицинских целях как лечебные грязи [3]. На данный момент ведутся разработки на двух месторождениях: озеро Кирек (Томский район) и озеро Карасеовое (Колпашевский район). Поэтому именно из этих двух месторождений были взяты сапропели для проведения исследований.

Целью работы являлось исследование возможности использования сапропелей Томской области для приготовления буровых растворов.

Основной структурообразующей составляющей буровых растворов на основе сапропелей являются гуминовые вещества, содержание которых в них может достигать 38% от органической части. Наряду с гуминовыми веществами в сапропелях содержатся также минеральные примеси.

На основе каждого месторождения сапропелей были приготовлены два вида буровых растворов: первый смешиванием 300 г сапропеля с 600 г воды и второй с дополнительным введением в эту смесь 6 г NaOH.

Для всех полученных образцов были определены основные физические характеристики буровых растворов (табл.). Установлено, что растворы без добавления щелочи не пригодны для использования по таким показателям как объём фильтрата и толщина фильтрационной корки, а растворы с добавлением щёлочи удовлетворяют необходимым требованиям по всем нормируемым показателям, при этом лучшие показатели получены для раствора на основе сапропеля озера Карасёвое.

Для объяснения полученных результатов были проведены дополнительные исследования по определению химического состава используемых сапропелей. Термический анализ используемых сапропелей (рис. 1, 2), основанный на изучении тепловых эффектов, происходящий при нагревании образцов до температуры 1000°C, показал, что в интервале температур от 25°C до 500 °C у обоих образцов наблюдаются значительные экзоэффекты, с максимумом 313 °C, связанные с выгоранием органической части сапропеля, о чём дополнительно свидетельствует уменьшение массы образцов: сапропеля озера Кирек на 9 % и сапропеля озера Карасеовое на 26 %, что указывает на большее содержание органической части в данном сапропеле. При дальнейшем нагревании образцов у сапропеля озера Кирек наблюдается значительный эндоэффект с максимумом 755 °C, сопровождающийся также значительной потерей массы (38,6 %), что указывает на разложение карбоната кальция, содержащегося в значительном количестве в этом сапропеле. На термограмме сапропеля озера Карасеовое наблюдается незначительный эндоэффект с максимумом 707 °C, при котором потеря массы составила 8,7%.

Исходя из полученных результатов термического анализа определение зольности (А %), т.е. содержание неорганической части сапропелей проводили при нагревании образцов до 500 °C, вместо положенных по ГОСТУ 800 °C. При этом зольность сапропеля озера Кирек составила 85,8%, а озера Карасеовое – 69,3 %, что указывает на большее содержание органической составляющей в этом сапропеле (табл.2).