

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Каменских Сергея Владиславовича на диссертацию Алиханова Назима Теймуровича на тему: «Обоснование и разработка метода оценки эффективности поверхностно-активных веществ в составе буровых растворов для первичного вскрытия продуктивных пластов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2 - Технология бурения и освоения скважин.

Ознакомившись с представленной диссертацией, ее авторефератом и публикациями соискателя, сообщая следующее.

Рецензируемая диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения (основных выводов и рекомендаций), написана на 132 страницах, включает 48 рисунков, 13 таблиц, 3 приложения, библиографический список используемой литературы состоит из 120 наименований.

1. Актуальность темы диссертации

Представленная диссертация соискателя посвящена сохранению фильтрационно-ёмкостных свойств продуктивных коллекторов при первичном вскрытии буровыми растворами на водной основе за счёт управляемого воздействия добавок ПАВ на межфазные явления (межфазное натяжение и смачиваемость). Актуальность темы обусловлена тем, что именно на этапе первичного вскрытия пласта принимаются технологические решения, определяющие состояние призабойной зоны и последующие дебиты. Буровой раствор, неизбежно проникая в пласт, изменяет его коллекторские характеристики как жидкой, так и твёрдой фазами дисперсной системы. При этом в условиях ужесточения экологических и экономических требований растворы на водной основе получают преимущество, что ставит задачу их целенаправленного совершенствования применительно к первичному вскрытию продуктивных пластов.

Физико-химическая природа взаимодействия «фильтрат-порода-пластовые флюиды» придаёт проблеме междисциплинарный характер. В коллекторах исходно гидрофильные минеральные поверхности приобретают олеофильность вследствие адсорбции полярных фракций нефти, тип смачиваемости определяет фазораспределение и подвижность флюидов в порах. Поскольку проникновение фильтрата неизбежно, управляемое изменение смачиваемости и межфазного натяжения в зоне контакта является ключом к снижению капиллярных барьеров и восстановлению проницаемости по нефти.

Тем самым тема диссертации отвечает насущному запросу отрасли: обеспечить надёжное первичное вскрытие терригенных пластов растворами на водной основе (РВО)

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-732 от 10.09.21

на основе научно обоснованного управления межфазными явлениями и вводимого в технологический контур инструмента – экспресс-оценки эффективности ПАВ и количественного прогноза коэффициента обратной проницаемости β .

2. Научная новизна исследования

Теоретически и экспериментально обоснована возможность оперативного контроля коэффициента обратной проницаемости β через влияние ПАВ на межфазное натяжение «фильтрат-нефть» и краевой угол смачивания породы θ ; показано решающее значение θ для сохранения β .

Разработана трёхфакторная регрессионная модель прогнозирования коэффициента обратной проницаемости β с предикторами σ (межфазное натяжение), θ (краевой угол смачивания) и m (средний размер поровых каналов), обладающая высокой объясняющей способностью ($R^2 \approx 0,78$; $p < 0,001$), подтвержденная независимой проверкой.

Настоящая работа полностью соответствует критерию научной новизны.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Решение поставленных в диссертации задач базируется на применении взаимодополняющего комплекса современного экспериментального и расчетно-аналитического инструментария. Испытания технологических жидкостей проведены в соответствии с действующими нормативными документами (ГОСТ 33213-2014, ГОСТ 33697-2015, API 13B/13B-2), измерение межфазного натяжения и краевого угла смачивания выполнено корректными методами, а фильтрационные опыты проводились на керамических дисках и насыпной модели с контролем режимов. Обработка данных осуществлялась методами математической статистики в среде R, что обеспечивает воспроизводимость расчетов и прозрачность процедур.

Обоснованность выносимых на защиту научных положений подтверждена корректной постановкой эксперимента, соблюдением требований к подготовке образцов и регулированием граничных условий (параметры фильтрата, перепады давления, время экспозиции). Приведённые автором зависимости согласуются с физическим смыслом процессов вытеснения и капиллярного удерживания, а также сопоставимы с данными, отражёнными в научно-технической литературе. Использование стандартизированного пористого субстрата (керамические диски) уменьшает влияние литологической неоднородности и повышает сравнимость результатов при тестировании ПАВ.

Достоверность результатов подтверждается достаточным объёмом экспериментального материала, многократностью ключевых определений и внутренней согласованностью показателей (σ , θ , фильтрационные характеристики). Для

прогностической части применена трёхфакторная регрессионная модель с проверкой статистической значимости коэффициентов, анализом остатков и устойчивости оценок; адекватность модели подтверждена валидацией на независимых данных.

Результаты работы прошли апробацию: основные положения отражены в публикациях автора, в том числе в изданиях, индексируемых международными реферативными базами, представлены на профильных научно-технических мероприятиях и подкреплены материалами приложений (акт внедрения результатов в производственную деятельность и свидетельство о регистрации программного обеспечения).

4. Научные результаты, их ценность

Соискателем были получены следующие научные результаты:

1) В пределах исследованных условий доказано и подтверждено практикой, что целенаправленное введение ПАВ (неионогенных и ионных) в биополимерные буровые растворы на водной основе позволяет сохранять/восстанавливать фильтрационно-ёмкостные свойства терригенных нефтегазовых пластов при их первичном вскрытии.

2) Разработана стандартизованная экспресс-методика оценки эффективности ПАВ в фильтрате РВО (керамические диски, фильтр-пресс, измерения σ и θ с увязкой на β), обеспечивающая воспроизводимую связь физико-химических параметров с инженерной оценкой сохранности проницаемости и пригодная для тестирования ПАВ под заданные коллекторские условия.

3) Трёхфакторная регрессионная модель $\beta=f(\sigma,\theta,m)$, полученная по данным экспресс-испытаний и проверенная на независимой выборке, обладает достаточной объясняющей способностью и физически корректной структурой коэффициентов, что определяет её пригодность для инженерных расчётов в пределах изученных диапазонов.

Научная ценность результатов диссертационной работы состоит в разработке верифицированного метода оценки эффективности поверхностно-активных веществ в составе буровых растворов, направленного на обеспечение повышения качества первичного вскрытия продуктивных пластов. Предложенный подход переводит задачу подбора ПАВ из эмпирической в расчётно-верифицируемую плоскость, усиливает связь физико-химической теории с инженерной практикой и формирует основу для масштабирования на более широкий диапазон геолого-технологических условий.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 7 печатных работах, в том числе в 2 статьях в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях – в издании, входящем в международную базу данных и в систему цитирования Scopus.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

1) Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что целенаправленная модификация биополимерных водных буровых растворов неионогенными и ионными ПАВ обеспечивает сохранение и/или восстановление фильтрационно-ёмкостных свойств терригенных нефтегазовых коллекторов при их первичном вскрытии.

2) Разработан методический подход, предложенный к промышленному использованию, по оценке влияния ПАВ на физико-химические свойства фильтрата бурового раствора, обеспечивающий в лабораторных и полевых условиях прогноз сохранения/восстановления начальной фазовой проницаемости пласта.

3) Разработана расчётная модель прогнозирования обратной проницаемости породы, основанная на установленной зависимости β от межфазного натяжения σ «фильтрат-нефть», краевого угла смачивания θ и характерного размера пор m , ориентирована на лабораторные условия после фильтрационного воздействия.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Основные результаты диссертационного исследования могут быть использованы в деятельности профильных компаний, занятых разработкой химических реагентов для нефтегазовой отрасли, например ООО «Химпром», АО «НПО «Полицелл», ГК «Миррико» и др., а также недропользователями, в частности, ПАО «Роснефть», ПАО «Газпром нефть» и др.

7. Замечания и вопросы по работе

1) Следует более четко указать диапазоны перепада давления и температуры для испытаний на фильтр-прессе и керамических дисках, а также чувствительность β к выбору D_p (например, 0,14 МПа/20 psi для отдельных процедур) и времени экспозиции.

2) Объектом исследования соискателя являются терригенные пласты ботубинского горизонта, поэтому автору стоит рассмотреть возможность применения методики и модели для карбонатных и других типов горных пород, а также оценить влияние минерализации фильтрата и состава нефти.

3) Проверка на двух новых образцах ПАВ демонстрирует перспективность, но имеет статистически узкую область.

Отмеченные замечания имеют рекомендательный характер и не снижают общей оценки диссертации. Изложение последовательное и корректное; теоретические выводы опираются на надлежащий эксперимент и статистику; библиографическая база актуальна и репрезентативна.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Обоснование и разработка метода оценки эффективности поверхностно-активных веществ в составе буровых растворов для первичного вскрытия продуктивных пластов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2. - Технология бурения и освоения скважин, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 №953 адм, а её автор Алиханов Назим Теймурович заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2. - Технология бурения и освоения скважин.

Официальный оппонент:

Доцент кафедры «Бурения, машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ухтинский государственный технический университет», доктор технических наук по специальности 2.8.2. - Технология бурения и освоения скважин, доцент



Каменских Сергей Владиславович

«03» «сентября» 2025 г.

Контактная информация:

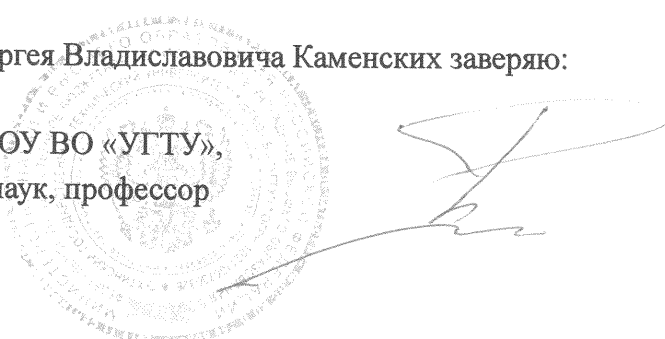
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ухтинский государственный технический университет».

169300, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13.

Официальный сайт в сети Интернет: <https://www.ugtu.net/> , E-mail: skamenskih@ugtu.net , телефон: 8(8216) 77-44-79.

Подпись Сергея Владиславовича Каменских заверяю:

Ректор ФГБОУ ВО «УГТУ»,
докт. техн. наук, профессор



Р. В. Агинец