

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Уфимский университет
науки и технологий»,
физ.-мат.наук

И.Ф. Шарафуллин



11 2024 г.

Отзыв ведущей организации

федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Уфимский университет науки и технологий»
на диссертационную работу Огневой Александры Сергеевны
«Особенности технологических осложнений и методы их предотвращения
при добыче нефти баженовской свиты Западной Сибири»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по научной специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных
и газовых месторождений

Актуальность темы выполненной работы

Одним из важных направлений развития нефтегазовой отрасли в настоящее время является разработка месторождений трудноизвлекаемых запасов нефти (ТРИЗ), ориентированной, в том числе, на извлечение газообразных и жидких углеводородов из нетрадиционных источников – газогидратов, битуминозных песчаников, отложений каменного угля и глинистых сланцев. Наибольшие перспективы добычи сланцевой нефти в Российской Федерации связывают с баженовской свитой Западной Сибири, расположенной на территории в сотни тысяч км², и залегающей глубже разрабатываемых в настоящее время основных продуктивных пластов. Процесс добычи сланцевой нефти сопровождается традиционными осложнениями, в частности, отложением на поверхности нефтепромыслового оборудования асфаль-

тосмолопарафиновых веществ (АСПВ), неорганических солей. Вследствие наличия воды и высокого содержания в добываемой продукции диоксида углерода высока вероятность коррозионного разрушения нефтепромыслового оборудования.

В настоящее время добывающий фонд скважин, в частности, Приобского месторождения нефти и газа, на 64,8% подвержен вышеуказанным осложнениям, что косвенно свидетельствует об их потенциальном наличии и при последующей, масштабной разработке баженовской свиты.

Работа соискателя направлена на решение проблем с осложнениями, сопутствующими процессу добычи нефти баженовской свиты Западной Сибири, а именно на предотвращение отложений АСПВ и неорганических солей на внутренней поверхности нефтепромыслового оборудования, коррозии скважинного оборудования. В настоящее время освоение баженовской свиты Западной Сибири находится на начальной стадии, однако, учитывая её перспективы, проблемы, решаемые в диссертационной работе, в ближайшее время станут, безусловно, актуальными.

Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, основных результатов и выводов, библиографического списка использованной литературы, включающего 120 наименований, и одно приложение – справки о внедрении результатов работы. Работа изложена на 138 страницах машинописного текста, содержит 29 рисунков и 22 таблицы.

Во введении приведена актуальность диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследования, приведены научные результаты выносимые на защиту, представлена научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе диссертации представлен краткий обзор условий происхождения и залегания сланцевых объектов. Показано, что они, как правило, находятся в нефтематеринских плотных глинистых и карбонатных породах. Приведены результаты обзора мирового опыта освоения ТРИЗ, сланце-

вых формаций, эволюция развития технологий их разработки в США, в частности, широкомасштабное внедрение операций гидроразрыва пласта (ГРП) и многостадийного гидроразрыва пласта (МГРП). Рассмотрены перспективы освоения трудноизвлекаемых запасов, сланцевых объектов нефти России. Приведён состав нефти баженовской свиты, в частности, содержание парафинов, асфальтенов и смол. Представлены особенности борьбы с осложнениями при добыче нефти баженовской свиты Западной Сибири, механизм их образования, методы и основные технологии борьбы с ними.

Вторая глава посвящена решению задач предотвращения образования и удаления АСПВ в процессе добычи нефти баженовской свиты Западной Сибири. Систематизированы риски отложения АСПВ в добывающих скважинах, нефтесборных коллекторах, околоскважинных зонах пласта. Разработана матрица риска отложений АСПВ в околоскважинной зоне пласта и насоснокомпрессорных трубах скважин (НКТ), в зависимости от характеристик добываемого флюида, условия и признаки проявления осложнения, механизм образования отложений АСПВ, рекомендации по минимизации их возникновения. Представлены рекомендации по реализации эффективных технологий и реагентов для борьбы с отложением АСПВ, результаты предварительной технико-экономической оценки эффективности предложенных рекомендаций.

В третьей главе рассмотрены особенности образования и механизм образования отложений неорганических солей в пласте и на поверхности нефтепромыслового оборудования скважин, результаты экспериментов по определению совместимости пластовых вод и жидкостей, используемых при проведении операций ГРП, технологических жидкостей, применяемых для обработки призабойных зон пласта (ПЗП), для условий баженовской свиты Приобского месторождения. Представлены оценка рисков солеотложения в скважинах в процессе добычи нефти из пласта Ю₀ Приобского месторождения, физико-химические свойства тяжёлых жидкостей глушения скважин на основе формиата калия и результаты исследования её совместимости с пла-

стовыми водами, технологическими жидкостями, используемыми в процессах нефтедобычи. Рекомендованы методы по борьбе с отложением неорганических солей на поверхности нефтепромыслового оборудования.

В четвёртой главе показано, что сложные геологические условия добычи нефти баженовской свиты, различие свойств пластовых флюидов, высокое содержание диоксида углерода в добываемом газе, наличие в добываемой продукции воды, обуславливают необходимость проведения превентивных мероприятий по борьбе с коррозионным разрушением нефтепромыслового оборудования. Оценены риски коррозии в процессе добычи и ремонта скважин, факторы, влияющие на развитие коррозионных процессов, методы противокоррозионной защиты нефтепромыслового оборудования и основные технологии применения ингибиторов коррозии.

В пятой главе приведены результаты влияния нефти баженовской свиты в смеси с нефтью пластов АС Приобского месторождения на процесс её подготовки и транспорта. Показано, что смешивание нефти пласта Ю₀ с нефтью пластов АС Приобского месторождения не сопровождается дополнительными рисками в процессе её подготовки, в частности, образованием водонефтяных эмульсий. Предложены деэмульгаторы, обеспечивающие необходимую степень обезвоживания смесей нефти, качество нефти и сбрасываемой воды по содержанию остаточных нефтепродуктов и механических примесей.

В заключении представлены основные результаты и выводы диссертационной работы.

Диссертация и автореферат написаны грамотным языком, к стилю изложения претензий нет. В диссертации соблюдены принципы соответствия задач исследования и поставленной цели, полученных основных результатов и выводов.

Научная новизна исследования

На основании эмпирических оценок и физического моделирования определены причины и механизм формирования отложений АСПВ на

поверхности нефтепромыслового оборудования. Установлена стабильность асфальтенов нефти в поверхностных и нестабильность в пластовых условиях. Представлены результаты расчётов и экспериментов по определению совместимости составов пластовых вод и жидкостей, используемых при проведении операций ГРП, технологических жидкостей, применяемых при обработке призабойных зон скважин, для условий эксплуатации месторождений баженовской свиты Приобского месторождения. Приведены результаты количественного определения в добываемой скважинной продукции месторождений баженовской свиты растворённых коррозионно-агрессивных газов, оценки степени коррозионной агрессивности добываемой пластовой жидкости с учётом использования пресной, водозаборной (юрской) воды для технологических процессов глушения скважин и проведения операций ГРП.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов диссертационной работы обосновывается использованием апробированных методик, реализацией её результатов при выполнении исследовательских работ ООО «РН-БашНИПИнефть», направленных на анализ и разработку рекомендаций по повышению эффективности эксплуатации скважин баженовской свиты Приобского месторождения, в частности, методов борьбы с осложнениями в процессе добычи нефти. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на шести всероссийских и международных научно-технических конференциях.

Практическая значимость полученных результатов

Практическая значимость результатов диссертационных исследований заключается в разработке рекомендаций методов предупреждения отложений АСПВ при эксплуатации скважин баженовской свиты Западной Сибири, основанных, в том числе, на результатах предварительной технико-экономической оценки эффективности. Рекомендованы методы борьбы с отложением неорганических солей на поверхности нефтепромыслового оборуду-

дования месторождений баженовской свиты, в частности, применение бескальциевых растворов тяжёлых жидкостей глушения на основе органических солей (формиатов). Разработаны критерии применимости мероприятий для предотвращения отложений неорганических солей при эксплуатации скважин объекта Ю₀ в конкретных условиях с технико-экономической оценкой эффективности рекомендованных мероприятий.

Предложены рекомендации по предотвращению коррозии нефтепромыслового оборудования скважин, эксплуатирующих месторождения баженовской свиты Западной Сибири, критерии их применимости. Представлена оценка совместимости транспортируемой баженовской нефти Приобского месторождения с традиционной нефтью пластов АС. Выявлены деэмульгаторы, обеспечивающие необходимую степень обезвоживания смесей сланцевой и традиционной нефти различного состава, качество нефти и сбрасываемой воды по содержанию остаточных нефтепродуктов и механических примесей.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Нефтедобывающим предприятиям ПАО «НК «Роснефть», ОАО «Лукойл» использовать рекомендации диссертационной работы по предупреждению осложнений в процессе добычи нефти баженовской свиты Западной Сибири.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 13 работах, в том числе 6 статьях в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, докладывались и обсуждались на шести международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Соответствие диссертации научной специальности

Тема и содержание диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений – Геолого-физические, геомеханические, физико-химические, тепломассообменные и биохимические процессы, протекающие в естественных и искусственных пластовых резервуарах и окружающей геологической среде при извлечении из недр и подземном хранении жидких и газообразных углеводородов и водорода известными и создаваемыми вновь технологиями и техническими средствами для развития научных основ создания эффективных систем разработки, обустройства и эксплуатации месторождений и подземных хранилищ жидких и газообразных углеводородов и водорода, захоронения кислых газов, включая диоксид углерода (п. 2). Технологии и технические средства обустройства, добычи, сбора и подготовки скважинной продукции и технологические режимы их эксплуатации, диагностика оборудования и промысловых сооружений, обеспечивающих добычу, сбор, внутрипромысловый транспорт и промысловую подготовку нефти и газа к транспорту, на базе разработки, развития научных основ, ресурсосбережения и комплексного использования пластовой энергии и компонентов осваиваемых минеральных ресурсов с учётом гидрометеорологических, инженерно-геологических и географических особенностей расположения месторождений (п. 5).

Общая оценка диссертационной работы

Диссертационная работа Огневой А.С. посвящена актуальной проблеме предупреждения осложнений при добыче нефти баженовской свиты Западной Сибири. На основании эмпирических оценок и физического моделирования определены причины и механизм формирования отложений АСПВ на поверхности нефтепромыслового оборудования, на основании критериев СИ, CSI, зависимости А.В. Станкевича и диаграммы де Боера сделано заключение о стабильности асфальтенов нефти в поверхностных, и нестабильности в пластовых условиях. Приведены результаты расчётов и эксперимен-

тов по определению совместимости составов пластовых, нагнетаемых вод, и жидкостей, используемых при проведении операций ГРП, технологических жидкостей, применяемых при обработке призабойных зон скважин, для условий эксплуатации месторождений баженовской свиты Приобского месторождения.

Автореферат полностью отражает и соответствует содержанию диссертации. Тема и содержание диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений,

В качестве вопросов и замечаний к диссертационной работе хотелось бы уточнить:

1. На рисунке 2 автореферата приводятся результаты фильтрационных исследований, показывающие снижение проницаемости по нефти при снижении пластового давления от 10 до 0,1 МПа, что объясняется нарушением стабильности асфальтенов при снижении давления в указанном диапазоне. Эксперименты проведены при температуре 90°C. Было бы интересно рассмотреть эксперименты при других температурах и провести анализ влияния термобарических условий на стабильность асфальтенов и АСПВ в целом.

2. В разделе 2.4 диссертации приводятся результаты физического моделирования отложений парафина в скважине. Автором показано, что расчётное значение температуры насыщения нефти парафином выше, чем полученное при реологических измерениях. К сожалению, исследования проведены для одного образца нефти, что не позволяет обобщить полученные результаты на нефтях с различными физико-химическими свойствами.

3. Разработана матрица риска отложений АСПВ в околоскважинной зоне пласта и в НКТ скважин (таблица 2.5) в зависимости от характеристик добываемого флюида, сформулированы условия и рекомендации по минимизации их возникновения. Однако, в работе не введён критерий (показатель) нестабильности АСПВ, который бы связывал характеристики добыва-

емого флюида с термобарическими условиями. Опираясь на какой-либо критерий, можно было бы рекомендовать мероприятия по минимизации отложений.

4. В выводах к третьей главе утверждается, что разработаны критерии применимости мероприятий для предотвращения отложений неорганических солей при эксплуатации скважин объекта Ю₀ в конкретных условиях с технико-экономической оценкой их эффективности, однако, сами критерии в работе не приведены.

5. В пятой главе представлены результаты исследования процесса деэмульсации водонефтяной эмульсии на основе смеси сланцевой нефти баженновской свиты и нефти пластов АС₉ – АС₁₁ Приобского месторождения в различных соотношениях нефтей при дозировке различных деэмульгаторов в базовой дозировке и с шагом $\pm 20\%$ от базовой. Было бы интересно рассмотреть корреляции оптимальной дозировки деэмульгатора от количественного соотношения смеси нефтей для выработки рекомендаций.

6. В работе имеет место повтор, в частности, таблицы 3.1 и 4.1 одинакового содержания.

Указанные замечания не принципиальны и не снижают ценности диссертационной работы.

Общее заключение

Материалы диссертации характеризуют автора как сложившегося исследователя, владеющего современными научными методами. Автореферат составлен с соблюдением установленных ВАК требований, полностью отражает содержание диссертации. Выносимые на защиту положения и выводы аргументированы и соответствуют поставленным задачам.

По актуальности, новизне, практической значимости диссертация Огневой Александры Сергеевны «Особенности технологических осложнений и методы их предотвращения при добыче нефти баженновской свиты Западной Сибири» является завершённой научно-квалификационной работой, отвечает требованиям п. 9-14 постановления Правительства Российской Федерации

от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук. В ней изложены научно обоснованные технологические разработки, имеющие существенное значение для нефтедобывающей отрасли страны, заключающиеся в разработке рекомендаций по предупреждению осложнений при добыче нефти баженовской свиты Западной Сибири.

Диссертация соответствует формуле специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа заслушана и обсуждена на расширенном заседании кафедры Прикладной физики ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», научно-исследовательская деятельность которого соответствует тематике диссертации соискателя. Присутствовало 15 человек. Результаты голосования – «за» – 15 человек, «против» – 0 человек, «воздержались» – 0 человек. Протокол № 3 от 14 ноября 2024 г.

Доктор технических наук,
профессор ФГБОУ ВО «Уфимский
университет науки и технологий»,
заведующий кафедрой
прикладной физики



Ковалёва Лиана Ароновна



Шарафуллин Ильдус Фанисович,
доктор физико-математических наук по специальности
01.04.02 – Теоретическая физика.
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
РФ, Республика Башкортостан, 450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32, каб. 206.
тел. +7-(347)-273-41-55.
Электронный адрес: SharafullinIF@uust.ru



Ковалёва Лиана Ароновна,
доктор технических наук по специальности
01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы, профессор.
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,
Зав. кафедрой прикладной физики.
РФ, Республика Башкортостан, 450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32а
(корпус ФТИ УУНиТ), каб. 220.
тел.8-(347)-229-96-43.
Электронный адрес: kafedra-pf@yandex.ru



Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий»
450076, Республика Башкортостан, Уфа, ул. Заки Валиди, 32.
Тел. / Факс +7 (347) 229-96-16.
Адрес официального сайта в сети Интернет: <https://uust.ru>

Согласны на размещение персональных данных на официальном сайте
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет».