

АННОТАЦИЯ

на диссертационную работу Хадиевой Элбины Сағынгалиқызы
по теме: «Повышение эффективности технологий физико-химического
воздействия на залежах высоковязких нефлей», представленной на соискание
ученой степени доктора философии (PhD)
по специальности 8D07210 (6D070800) - Нефтегазовое дело

Актуальность исследования. Вопрос эффективной разработки нефтяных месторождений, особенно в развивающихся странах, становится актуальным в связи с ростом спроса на нефть и нефтепродукты. Эффективность традиционных технологий водонапорного воздействия ограничена в условиях истощения нефтяных месторождений и низкой проницаемости пластов.

В настоящее время важно применять активные методы воздействия на пластины, насыщенные нефтью и водой, для повышения коэффициента нефтеотдачи (КИН) пластов. Эти методы позволяют перераспределять движение жидкостей в пластах и увеличивать охват водонапорного воздействия, что открывает путь к эффективной добыче нефти. С научно-технической точки зрения это - важная задача, поскольку она способствует эффективному использованию нефтяных месторождений в долгосрочной перспективе.

Поскольку использование нефти и нефтепродуктов с каждым годом увеличивается, особенно это заметно в населенных пунктах, где экономика развивается и процветает. Многие наши месторождения разрабатываются методом закачки жидкости в пласт. Поэтому проблема освоения истощенных нефтяных месторождений для устойчивого энергообеспечения является актуальной.

Эффективная добыча высоковязкой и асфальтеносодержащей нефти встречающейся на многих нефтяных месторождениях Казахстана, является одной из ключевых и сложных задач. Вязкость нефти напрямую влияет на её активность при фильтрации через пласт, что, в свою очередь, определяет дебиты добывающих скважин и конечные показатели нефтеотдачи. В пластах с высокой вязкостью в естественном режиме разработки извлекается лишь 10% от первоначальных геологических запасов нефти, что свидетельствует о низком коэффициенте нефтеотдачи. В таких месторождениях использование водонапорного воздействия не приносит значительных результатов. Поэтому возникает необходимость разработки технологий для повышения эффективности извлечения высоковязкой нефти путем увеличения коэффициента нефтеотдачи пластов и уменьшения коэффициента насыщения остаточной нефти. Предлагается использование третичных методов для снижения остаточной нефти в пласте через капиллярные и адсорбционные силы. К третичным методам относятся тепловое, физическое, химическое, гидродинамическое воздействие, газовая закачка, акустические и бактериальные методы. Химические методы воздействия на пласт включают

поверхностно-активные вещества, полимеры, щелочи, кислоты и т.д. Эти методы могут применяться как отдельно, так и в комбинации с другими методами, что позволяет значительно повысить эффективность добычи нефти.

Одним из наиболее эффективных и перспективных методов стабилизации добычи нефти являются физико-химические технологии на основе закачки полимерных композиций. Эти методы регулируют проницаемость нефтяных пластов, упрощают движение нефти и повышают эффективность добычи.

Среди методов полимерного воздействия наиболее результативными технологиями для замедления темпов падения добычи нефти и увеличения запасов являются методы, основанные на применении полимеров. Результаты исследований показывают, что варианты комбинированного воздействия на пласт являются наиболее подходящими для реализации в конкретных условиях. Эти методы обеспечивают эффективную добычу нефти с учетом геологических особенностей пластов.

Тем не менее, для дальнейшего совершенствования технологий и повышения их эффективности необходимо проведение дополнительных экспериментальных и производственных исследований. Эти исследования помогут определить возможности применения полимерных методов на конкретных месторождениях и их долгосрочные эффекты.

Обоснование необходимости проведения данной научно-исследовательской работы. Спрос на нефть и нефтепродукты ежегодно растет, особенно этот тренд заметен в развивающихся экономиках. В настоящее время 90% нефтяных месторождений разрабатываются методом закачки жидкости в пласт. Однако эффективность таких методов со временем снижается, что ставит под угрозу стабильность добычи нефти. Поэтому актуальным является вопрос эффективной разработки истощенных нефтяных месторождений с целью обеспечения устойчивого энергоснабжения. Для решения этой проблемы возникает необходимость повышения эффективности добычи нефти с помощью новых технологий, включая использование полимерных композиций.

Цель диссертационной работы. Исследование эффективности технологии воздействия на залежи высоковязкой нефти полимерными композициями, а также комплексной технологии в сочетании полиакриламида с электрохимически-модифицированной водой и водогазовой смесью.

Объект исследования – пласты с высоковязкой нефти Ю-3С, Ю-4С месторождения Каламкас.

Предмет исследования - физико-химические методы воздействия на нефтегазовые пласты.

Основные задачи исследования:

- Изучение процессов вытеснения нефти из образцов керна с использованием полимеров марок R-1 и GL-50;

- Исследование эффективности комплексного применения полиакриламида и электрохимически модифицированной воды при вытеснении высоковязкой нефти в слоисто-неоднородном пласте;
- Исследование эффективности применения комбинации оторочки раствора полиакриламида и водогазовой смеси, при вытеснении высоковязкой нефти из неоднородного пласта;
- Проведение технико-экономического анализа показателей разработки с применением комбинированной технологии воздействия на основе прогнозирования.

Методы решения задач. При решении поставленных задач был использован комплексный подход, включающий сочетание теоретических и экспериментальных методов, а также использование численных исследований и математического моделирования для анализа результатов с помощью программного обеспечения. Математическое моделирование позволило выполнить цифровую обработку данных, полученных в ходе исследований. Экспериментальные исследования проводились на основе приближенного моделирования, при этом создавались математические модели физико-химических процессов, что позволило оценить их влияние в реальных условиях. Кроме того, данные, полученные с помощью моделей и программного средства T-Navigator, были систематически проанализированы и сопоставлены с экспериментальными результатами. Этот подход позволил находить наиболее эффективные решения через моделирование воздействия различных факторов в процессе исследования. В ходе выполнения лабораторных и экспериментальных исследований были использованы следующие приборы и установки: установка LXRT-400T, автоматически реометре MCR 702 TwinDrive, вискозиметр Брукфильда, в аппарат Дина – Старка, порозиметр UltraPorePerm 500.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Обосновано применение полимеров марки GL-50 и R-1 в концентрации 1,5 г/л для воздействия на залежи месторождения Каламкас. Экспериментальные данные подтвердили эффективность вытеснения нефти данными полимерами.

2. Доказана эффективность комплексной технологии воздействия на слоисто-неоднородные пласти на основе раствора полимера с концентрацией 0,25% и электрохимически-модифицированной воды. Результаты опытных исследований показали увеличение коэффициента извлечения нефти в среднем на 8%.

3. Обоснована эффективность комплексного метода воздействия на залежи с высоковязкой нефти с использованием ПАА с концентрацией 0,25% и водогазовой эмульсии. Внедрение данной технологии позволило повысить нефтеотдачу на 17–32,9%.

4. Проведен технико-экономический анализ применения комбинированной технологии воздействия на основе прогнозных данных, который показал экономическую эффективность предлагаемого метода,

включая снижение затрат на добычу и увеличение общего объема извлекаемой нефти.

Научная новизна работы.

1. Обосновано применение полимеров марок GL-50 и R-1 в концентрации 1,5 г/л для повышения эффективности воздействия на залежи с высоковязкой нефтью, которое способствует повышению технологической эффективности нефтедобычи и имеет прикладное значение для разработки трудноизвлекаемых запасов.

2. Разработан комплексный метод воздействия на неоднородные пласти с использованием полимерных композиций концентрацией 0,25% на основе электрохимически модифицированной воды, который позволяет повысить коэффициент извлечения нефти в среднем на 20% из высокопроницаемого и на 26% из низкопроницаемого пластов. Метод представляет собой новое технологическое решение, повышающее эффективность воздействия на низкопроницаемые пласти.

3. Предложена комплексная технология воздействия на пласт, основанная на использовании водогазовой смеси с 0,25% и 0,5% полимерными композициями, позволяющая увеличить коэффициент нефтеотдачи на 32,4% и 32,9% соответственно. Этот подход способствует эффективному освоению трудноизвлекаемых запасов, снижению производственных затрат и увеличению объема добычи высоковязкой нефти.

Практическая значимость работы. Новизна данной работы позволила дополнить и развить представления о механизме разработки нефтяных месторождений комплексными технологиями на основе полимерных композиций в различных геолого-физических условиях. Результаты этих исследований были обсуждены на технологических совещаниях компании АО «Ушкую», где было получено положительное рекомендация для их использование на нефтяных месторождениях Казахстана, что позволяет увеличить объемы добычи нефти за счет улучшения технико-экономических показателей разработки месторождений с применением полимерных технологий. Таким образом, результаты исследований способствуют повышению эффективности производства в нефтяной отрасли и развитию национальной экономики.

Соответствие направлениям научного развития или государственным программам. Диссертационная работа соответствует одному из приоритетных направлений научного развития, утвержденных Высшей научно-технической комиссией Правительства Республики Казахстан. В частности, данная работа соответствует направлению 1) "Экология, охрана окружающей среды и эффективное использование природных ресурсов", включая 21) "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений". Результаты исследования направлены на повышение эффективности добычи нефти и рациональное использование природных ресурсов, что полностью соответствует стратегическим целям нашего государства и приоритетным направлениям научно-технического развития.

Личный вклад автора: Вклад автора проявляется в проведении экспериментальных и теоретических исследований, описании и обработке результатов измерений, а также в публикации результатов исследования в научных статьях. Кроме того, автор принимал участие в обсуждении результатов исследования на научных конференциях, формулировке поставленных вопросов и обсуждении их результатов совместно с научными руководителями. Таким образом, автор активно участвовал во всех основных этапах исследовательского процесса и внес значительный вклад в совершенствование его результатов.

Достоверность результатов. Правильность и обоснованность научных правил, выводов и рекомендаций диссертационной работы подтверждены использованием современных методов исследования, обработкой полученных результатов и экспериментальными проверками. Кроме того, точность экспериментальных и вычислительных испытаний с использованием уравнений математической регрессии основана на характеристиках критериев подобия. Это обеспечивает достоверность результатов исследований и увеличивает возможность их применения на практике.

Описание основных результатов исследования: Проведенные экспериментальные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. По результатам лабораторных испытаний полимеров определены коэффициенты нефтеоттакки по смачиванию полимеров GL-50 и R-1 с концентрации 1,5 г/л. Результаты испытания полимеров показали, что коэффициент оттакки с использованием полимера марки R-1 составляет 0,667 д.ед., а для марки GL-50 – 0,592 д.ед. При сравнении коэффициентов оттакки на начальных этапах закачки полимеров динамика оттакки у полимера R-1 выше, чем у GL-50. Это можно объяснить тем, что при использовании полимера марки R-1 наблюдается оттакка нефти по всей площади поперечного сечения испытуемого образца (сплошное оттакжение), в то время как при использовании марки GL-50 нефть начинает оттакиваться вначале по крупным поровым каналам, образуя языки прорыва. На основании лабораторных исследований рекомендуется закачивать полимер R-1 в залежи нефти с высокой вязкостью.

2. Усовершенствована технология воздействия на слоисто-неоднородные пласты, представляющая композицию раствора с концентрацией 0,25% на основе полимера и католита. Данная композиция направлена на изменение реологических характеристик нефти с целью увеличения коэффициента нефтеотдачи. За счет применения данной технологии в слоисто-неоднородном пласте среднее значение КИН на 8% больше, чем при использовании оторочки ПАА с закачкой дистиллированной воды.

3. Показана возможность использования методов регрессионного и корреляционного анализа для планирования эксперимента, которое позволяют сократить количество экспериментальных испытаний. Это дает

основание определения КИН при вытеснении нефти оторочкой ПАА с разной концентрацией.

4. Предложен метод комплексного воздействия на основе метода ПАА с концентрацией 0,5% + водогазовое воздействия, которое позволяет обеспечивает возможность повышения коэффициента извлечения нефти на 32,9% из месторождений с высокой вязкостью.

5. Проведена оценка эффективности технологии комбинированной закачки ПАА и водогазового воздействия по двум скважинам на основе прогнозных значений, подтвердивший, что её использование приводит к дополнительной добыче нефти, который составляет 162 897 тыс. тонн, с экономической эффективностью 640,681 тыс. тенге. Эти факторы показывают, что предлагаемый метод позволяет повысить объемы добычи нефти.

Апробация результатов работы: Результаты диссертационной работы и ее основные положения докладывались и обсуждались на международных научно-практических конференциях: «Геолого-технологические аспекты разработки трудноизвлекаемых углеводородов» (г. Актау, 18.04.2019 г.), «Финансово-экономические и правовые аспекты международного сотрудничества прикаспийских государств» (г. Актау, 29 ноября 2018 г.), «Геолого-технологические аспекты разработки труднодобываемых углеводородов» (г. Актау, 18.04.2019 г.), «Современные технологии в науке и образовании» (г. Актау, 28.04.2021г.).

Связь работы с другими научно-исследовательскими работами.

Диссертационная работа выполнена в рамках проекта «Жас ғалым» по теме «Совершенствование комплексного способа интенсификации добычи высоковязкой нефти», финансируемого Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант AP22685524).

Публикации по исследованию: Основные результаты диссертационной работы были опубликованы в 14 научных статьях, в том числе в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ККСОН МОН РК - 6 изданий, а также в журнале, входящем в состав базы Scopus - 2 статьи, остальная часть статьи находится на Международных научных конференциях опубликовано.

Объем и структура диссертационной работы: Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, основных рекомендаций, заключения и 4 приложений, а также списка использованных источников, включающего 104 наименования. Работа содержит 107 страниц, 25 таблиц и 28 рисунков.