

АННОТАЦИЯ

диссертации, представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D073900 – «Нефтехимия»

Байгазиевым Мейржаном Талантовичем

Повышение нефтеотдачи пласта на поздней стадии разработки месторождений и разрушение нефтешламов гидрореагирующими составами

Актуальность работы. В настоящее время, когда доля трудноизвлекаемых запасов составляет основную часть остаточных запасов нефти, весьма актуальными являются поиск и внедрение новых эффективных методов оптимизации процесса разработки и закачки рабочих агентов в пласт для достижения увеличения коэффициента нефтеизвлечения. Возникает острая необходимость использования методов увеличения нефтеотдачи пласта, в первую очередь газовых, водогазовых и тепловых.

В Казахстане в данное время ведутся научно-исследовательские работы по разработке различных методов увеличения нефтеотдачи пласта. Однако, многие из них отличаются технической сложностью оформления процесса, и технологической и экономической дороговизной.

На реализацию различных механизмов теплового воздействия может влиять бесконечное количество критериев, сопутствующих этому воздействию. В качестве критериев реализации различных механизмов могут выступать как пластовые условия (форма, фильтрационно-емкостные характеристики, геометрические размеры, пластовые давление и температура, наличие или отсутствие газовой шапки, подстилающей воды, расчлененность пласта и др.), свойства флюидов насыщающих пласт (плотность, вязкость нефти, состав газа и др.), так и возможность реализации технологии на конкретном месторождении (наличие специальной техники и профессиональных специалистов, источника реагента для закачки, инфраструктуры и др.). Для того, чтобы учесть эти критерии, оценить эффективность от применения предполагаемой для внедрения технологии, необходимо провести значительное количество лабораторных экспериментов по вытеснению нефти водой, газом и их комбинировании. В связи с этим исследования, направленные на разработку безопасной и эффективной технологии повышения нефтеотдачи приобретают особую актуальность.

Получение дополнительных объемов нефтяного сырья можно достичь не только внедрением новых методов увеличения нефтеотдачи, но и извлечением нефти из нефтяных отходов. Нефтяные шламы являются одним из самых значимых твердых отходов производимых нефтяной промышленностью и представляют сложные водонефтяные эмульсии, содержащие в своем составе различные углеводородные компоненты, воду, тяжелые металлы и механические примеси. Ввиду экологической опасности данных отложений, а

также постоянно увеличивающихся объемов, интерес к эффективной обработке нефтяных шламов неуклонно возрастает.

За последние годы было разработано множество методов обработки нефтяных шламов, такие как окисление, отверждение/стабилизация, экстрагирование растворителем, ультразвуковая обработка, фотокатализ, пиролиз, биодеградация и др. Но ввиду сложной структуры нефтяных шламов, лишь некоторые из перечисленных методов могут соответствовать жестким требованиям охраны окружающей среды и низким затратам на обработку. Таким образом, поиск новых путей и методов разрушения нефтяных шламов является актуальной.

Для решения данных проблем во всем мире разрабатываются большое количество технологий и методов. Применение водородной энергетики активированных сплавов алюминия позволило бы повысить эффективность их решения. Но для этого должны быть преодолены проблемы его эффективного производства и высокоэффективного использования.

В связи с этим, перспективным представляется разработка способов получения водорода непосредственно из воды реакцией ее взаимодействия с алюминием. По распространенности в природе алюминий занимает первое место среди металлов. Содержание его в земной коре составляет 8,8%. В то же время известно, что плотная оксидная пленка, образующаяся при контакте алюминия с кислородом воздуха, создает диффузионные ограничения окислению алюминия даже в кипящей воде. Поэтому разработка способов и условий активации алюминия металлами-активаторами, которые приводят к разрушению оксидной пленки и обеспечивают реакцию способностью алюминия к воде, является актуальным. Проведение работ по решению этой проблемы позволит решить ряд практических задач по разработке способов и условий активации алюминия металлами-активаторами, обеспечивающими алюминию реакцию способностью к воде.

Цели и задачи исследования. Целью работы является создание эффективного, экологически безопасного термогазохимического комплексного способа обработки призабойной зоны скважины, обеспечивающего очистку ПЗП от асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) в разнообразных геолого-технических условиях, а также разрушения аномально стойких водонефтяных эмульсий и нефтяных шламов с максимальным извлечением нефти композиционными составами на основе активированных сплавов алюминия.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Разработка технологии применения гидрореагирующих составов на основе активированных сплавов алюминия для термогазохимического воздействия на призабойную зону скважины;
2. Моделирование процесса термогазохимической обработки нефтенасыщенных кернов в лабораторных условиях;
3. Проведение опытно-промысловых испытаний и оценка эффективности термогазохимического воздействия гидрореагирующих

составов на нефтедобывающих скважинах;

4. Разработка безопасной, высокоэффективной экологически чистой технологии утилизации аномально стойких водонефтяных эмульсий и нефтешламов, основанной на термогазохимическом воздействии сплава активированного алюминия на изучаемые объекты;

5. Изучение свойств нефти с применением современных физико-химических методов до и после термогазохимической обработки.

Методика проведения исследования. Исследование активированных сплавов алюминия, углеводородов, пластовых вод и механических примесей проводились современными физико-химическими методами: ИК-спектроскопии, СЭМ, ТГ/ДСК, рентгенофлуоресцентным, рентгенофазовым анализом.

Моделирование процесса обработки призабойной зоны скважины (ПЗС) при условиях максимально приближенных к пластовым, на установке PLS - 200 с гидростатическим кернодержателем на природных кернах.

Конструирование лабораторного реактора с рубашкой для термостатирования со встроенными лопастями перемешивания для проведения опытов по разрушению нефтяных шламов.

Результаты исследования подтверждены использованием современного оборудования, имеющих класс точности 0,25-0,5, и методов анализа, осуществляемых по ГОСТ, а также воспроизводимостью результатов исследований.

Научная новизна диссертации заключается в том, что впервые теоретически обоснована и экспериментально доказана возможность использования активированных сплавов алюминия для термогазохимического воздействия на ПЗС для очистки скважины от АСПО и как следствие для увеличения нефтеотдачи пласта. Также впервые обнаружена закономерность между общей минерализацией пластовых вод и удельной теплотой реакции активированных сплавов алюминия с пластовыми водами с добавками соляной кислоты. Впервые разработан термогазохимический метод и определены оптимальные условия разрушения нефтяных шламов с применением активированных сплавов алюминия. Также осуществлен комплексный сравнительный физико-химический анализ нефтей подвергнутых термогазохимическому воздействию активированного сплава алюминия и доказано протекание процесса гидрогенолиза

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Разработка нового термогазохимического способа обработки ПЗС с целью повышения нефтеотдачи с использованием реагентов на основе активированных сплавов алюминия;

2. Разработка термогазохимического метода разрушения нефтяных шламов композиционными составами на основе активированных сплавов алюминия;

3. Влияние атомарного водорода на высокомолекулярные углеводороды в составе нефти после проведения термогазохимической обработки (ТГХО) и

разрушения нефтешламов.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость работы заключается в найденных закономерностях протекания реакций окисления активированных сплавов алюминия пластовой водой. Возможность проведения деструктивного гидрогенолиза углеводородов с применением активированных сплавов алюминия.

Практическая значимость работы заключается в эффективности метода ТГХО ПЗС скважины от АСПО с целью увеличения нефтеотдачи подтвержденной опытно-промышленными испытаниями. Разработка оптимальных композиционных составов на основе активированных сплавов алюминия для разрушения нефтяных шламов ТОО «Атырауский нефтеперерабатывающий завод», ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» и АО «Озенмунайгаз».

Апробация результатов диссертационной работы.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных конференциях и симпозиумах: - Международные Сатпаевские чтения «Роль и место молодых ученых в реализации стратегии «Казахстан-2050»», апрель, 2014, Алматы, Казахстан; - Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире», июль, 2014, Санкт-Петербург, Россия; - Научно-практическая конференция «Новые достижения в проектировании: взгляд в будущее». - ТОО НИПИ «Каспиймунайгаз"-2016 г апрель, Атырау, Казахстан; – Международная конференция - Международный Беремжановский съезд по химии и химической технологии, 9-10 декабря 2016, Алматы, Казахстан; - XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, 26-30 сентября 2016г. – Екатеринбург, Россия; - Международные Сатпаевские чтения «Научное наследие Шахмардана Есенова», апрель, 2017, Алматы, Казахстан; - Международный конгресс - Congress “Société Française de Génie des Procédés” (12-13 июля 2017 г. Нанси, Франция); - Сатпаевские чтения «Инновационные решения традиционных проблем: инженерия и технология, 2018, Алматы, Казахстан; - Международная научно-практическая конференция «Новая геофизическая техника и технологии для решения задач нефтегазовых компаний», 22-25 мая 2018г, Уфа, Россия; - Международная научно-практическая конференция «Современные тренды высшего образования и науки в области химической и биохимической инженерии», 13-14 сентября 2018, Алматы, Казахстан.

Публикации.

По результатам диссертации опубликовано 16 работ, в том числе:

Основные результаты исследования изложены в 2 статьях в изданиях из перечня, утвержденного Комитетом по контролю в сфере образования и науки Республики Казахстан, 1 инновационный патент РК, приравненный к статьям утвержденных Комитетом по контролю в сфере образования и науки Республики Казахстан, 2 статьи в журналах входящих в базу данных «Scopus», 1 статья в журнале входящего в базу данных «Web of science», 10

тезисов докладов на международных конференциях, в том числе, 1 тезисы в странах дальнего зарубежья.

Структура и объем диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения 3 глав (разделов) с выводами по каждому из них, заключения, списка литературы и приложения.

Диссертация изложена на 123 страницах компьютерного набора, включает 40 рисунков и 44 таблиц, список использованных источников состоит из 184 наименований, в работе имеется 4 приложения.

Краткое содержание диссертации.

Во введении приведена актуальность диссертационной работы и представлены ее основные положения.

В первой главе диссертации дан анализ современного состояния технологических и научных достижений способов обработки ПЗС и методов увеличения нефтеотдачи. Также представлены наиболее эффективные современные физико-химические методы утилизации нефтешламов. Сделан анализ способов активации алюминия и влияние их на скорость реакции окисления водой.

Во второй главе приведены основные методики, использованные при проведении данной работы. Также описываются способ получения активированных сплавов алюминия, конструкции установок для моделирования пластовых условий для ТГХО нефтенасыщенных кернов и лабораторного термостатируемого реактора для проведения опытов по разрушению нефтяных шламов.

Третья глава посвящена анализу физико-химических свойств гидрореагирующих составов на основе активированных сплавов алюминия, изучению реакционной активности активированных сплавов алюминия относительно минерального состава модели пластовых вод. Представлены результаты по растворению АСПО композиционными составами. Показаны результаты лабораторных исследований ТГХО на нефтенасыщенные керны при моделировании пластовых условий. Приведены результаты опытно-промышленных испытаний разработанного метода. Представлены наиболее эффективные композиционные составы для разрушения нефтешламов ТОО «ПНХЗ», ТОО «АНПЗ» и АО «Озенмунайгаз».

В заключении приведены основные результаты и выводы по диссертационной работе