

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07107- «Химическая инженерия углеводородных соединений»

ДЕМЕУБАЕВА НУРИКАМАЛ СЕРИКҚЫЗЫ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ТЯЖЕЛОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ЭНЕРГОАККУМУЛИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Актуальность темы. Современное состояние нефтехимической отрасли и энергетического сектора обуславливает возрастающий интерес к эффективной и экологически безопасной переработке тяжелого углеводородного сырья. В условиях глобального истощения запасов легкой нефти и перехода на эксплуатацию месторождений, богатых тяжелыми углеводородами, таких как Каражанбас, актуальность разработки инновационных технологий переработки возрастает многократно.

Тяжелая нефть характеризуется высокой плотностью, вязкостью, содержанием асфальтенов, смол, серосодержащих соединений, а также металлоорганических комплексов никеля и ванадия. Эти особенности значительно усложняют процессы её добычи, транспортировки и переработки, приводя к снижению экономической эффективности и увеличению негативного воздействия на окружающую среду. Наличие серы в сырье способствует образованию сероводорода и других токсичных соединений, увеличивающих выбросы SO_2 в атмосферу, что оказывает вредное воздействие на экологическую систему. Высокое содержание металлов приводит к деактивации катализаторов и коррозии оборудования, что увеличивает производственные расходы.

Существующие методы деметаллизации и десульфуризации нефти, включая физические, химические и биологические подходы, обладают ограничениями, связанными с их высокой энерго- и ресурсозатратностью, сложностью масштабирования и недостаточной экологической безопасностью. В этом контексте развитие технологий на основе энергоаккумулирующих материалов, таких как активированные алюминиевые сплавы, открывает новые перспективы для создания эффективных решений. Эти материалы способны одновременно выполнять функции реакционных и сорбционных агентов, обеспечивая высокую степень извлечения серы и металлов при минимальном воздействии на окружающую среду.

Дополнительную актуальность тема приобретает в связи с глобальными трендами по декарбонизации и ужесточением экологических стандартов на содержание серы и металлов в нефтепродуктах. Внедрение таких технологий будет способствовать снижению углеродного следа и выполнению

международных обязательств в области устойчивого развития. Разработка экологически чистых и ресурсосберегающих технологий переработки тяжелого углеводородного сырья также соответствует стратегическим приоритетам Казахстана, направленным на модернизацию нефтехимической отрасли и реализацию Концепции перехода к «зеленой экономике».

Таким образом, данная работа носит высокий уровень актуальности как в научно-техническом, так и в социально-экономическом аспекте, предлагая решение важной задачи — создание конкурентоспособной и экологически безопасной технологии переработки тяжелой нефти с учётом современных требований отрасли.

Цель исследования:

Разработка экологически безопасной, экономически эффективной и высокопроизводительной технологии деме­таллизации и десульфуризации тяжелого углеводородного сырья месторождения Каражанбас на основе применения активированных алюминиевых сплавов, обеспечивающей улучшение качества нефти и снижение её негативного воздействия на окружающую среду.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Провести детальный анализ существующих технологий деме­таллизации и десульфуризации тяжелых углеводородов, выявив их ограничения и возможности для улучшения.

2. Разработать и охарактеризовать новые композиционные составы с использованием активированных алюминиевых сплавов для удаления соединений серы и цветных металлов из тяжелого углеводородного сырья.

3. Исследовать процесс улавливания соединений серы, никеля, ванадия и других металлов на поверхности активированных алюминиевых сплавов.

4. Смоделировать процесс термогазохимической обработки тяжелого углеводородного сырья в лабораторных условиях, исследовав влияние температуры и состава реагентов на эффективность процесса.

5. Провести физико-химический анализ свойств нефти до и после обработки различными растворителями и активированным сплавом алюминия, оценив изменения содержания серы, металлов, и других компонентов.

Объектами исследования являются:

Нефть месторождения Каражанбас, содержащая высокие концентрации серы и металлов, а также энергоаккумулирующие композиции на основе активированных сплавов алюминия.

Методы исследования:

Исследования проводились с использованием современного оборудования высокой точности (класс точности 0,25–0,5). Все методы анализа соответствуют стандартам ГОСТ, а результаты экспериментов проверялись на воспроизводимость в трехкратных повторениях. Применялись такие методы, как рентгенофлуоресцентный и элементный анализ, термогравиметрический анализ (ТГА-ДТА), сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), EDX, ИК-спектроскопия, УФ-абсорбция, флуоресценция.

Научная новизна исследования

В рамках работы впервые предложена и научно обоснована концепция использования активированных алюминиевых сплавов для демееталлизации и десульфуризации тяжелого углеводородного сырья, что обеспечивает значительное улучшение его перерабатываемости. Разработан и экспериментально подтвержден термогазохимический процесс обработки тяжелой нефти, обеспечивающий глубокую очистку углеводородного сырья и улучшение его физико-химических характеристик.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость работы заключается в обосновании возможности деструктивного гидрогенолиза углеводородов с применением активированных сплавов алюминия. Разработка оптимальных композиционных составов на основе активированных сплавов алюминия для демееталлизации и десульфуризации тяжелого углеводородного сырья.

Положения, выносимые на защиту:

1. Активированные сплавы алюминия демонстрируют эффективность в процессах удаления сернистых соединений и тяжелых металлов из нефти.
2. Использование состава активированного сплава алюминия Rau-85 и толуола обеспечивает снижение содержания серы, никеля и ванадия в углеводородном сырье на 77%, 75%, 68%, соответственно.
3. Разработан технологический процесс обработки нефти, обеспечивающий высокую степень демееталлизации и десульфуризации, а также улучшение её физико-химических характеристик.
4. Экологическая безопасность предлагаемого метода обоснована возможностью снижения выбросов серы и металлических соединений.

Соответствие диссертации направлениям развития науки или государственным программам. Работа выполнена в рамках научно-исследовательских проектов грантового финансирования МОН РК ИРН AP09260008., связанных с разработкой экологически безопасных технологий для переработки углеводородного сырья, включая совместные исследования с предприятиями нефтехимической отрасли Казахстана. Исследования, связанные с данной работой, частично проводились в лаборатории LRGP (Laboratoire Réactions et Génie des Procédés), Nancy, France, в рамках научно-исследовательской стажировки.

Личный вклад автора, публикации и апробация практических результатов работы.

Личный вклад автора заключается в анализе литературных исследований, выполнении экспериментальной части работы и физико-химических методов анализа, обобщении и интерпретации полученных экспериментальных данных и выводов

Апробация работы. Материалы диссертации были доложены и обсуждены на международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения-2021», «Современные технологии и материалы органического синтеза, нефтехимии и нефтепереработки», (11-12 апреля 2021 года Алматы, Казахстан); в Международной Российско-Азербайджанской

научной конференции, посвященной 880-летию Великого Азербайджанского поэта-просветителя Низами Гянджеви.

Публикации. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 7 изданиях, из которых 2 статьи в международных научных изданиях с процентилем – 42, входящих в базы данных Scopus; 1 публикация в журнале «Нефть и газ», 4 публикаций в материалах международных и республиканских научных конференций.

Структура и объем диссертации.

Диссертационная работа состоит из нормативных ссылок, обозначений и сокращений, введения, 4 глав, заключения и списка использованных источников. Диссертация представлена на 119 страницах, включает 20 таблиц и 72 рисунка. Список использованных источников содержит 117 наименований.