

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА НА ДИССЕРТАЦИЮ

Ахметзянова Талгата Рафинатовича «Термодинамические основы процессов экстракции нефтяных шламов и импрегнации пористых материалов с использованием сред в сверхкритическом флюидном состоянии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 –Теплофизика и теоретическая теплотехника

Актуальность работы. Обращение с нефтяными шламами является сложным и трудоемким делом. Применение существующих технологий приводит к выделению в атмосферу вредных веществ.

Сверхкритическая флюидная экстракционная (СКФЭ) технология переработки нефтяных шламов для получения товарного нефтепродукта, исследуемая в настоящей работе, является крайне актуальной, экологически оправданной и перспективной с точки зрения экономической целесообразности и рентабельности.

Другая проблема, связанная с использованием природных ресурсов это дефицит качественного щебня, которая вынуждает к поиску альтернативных дорожно-строительных материалов.

Поэтому, разработка новых технологий укрепления щебня из малопрочных карбонатных пород, является актуальной задачей. Ее решение позволит улучшить качество щебня и получить высокоэффективный дорожно-строительный материал.

В основу подобной технологии предложено использовать СКФ импрегнационный процесс пропитки щебня деасфальтизатором, получаемым в процессе жидкостной пропан/бутановой экстракции из нефтяных остатков.

При этом необходимо констатировать практически полное отсутствие информации как по теплофизическим свойствам систем участвующих в процессах для СКФ технологий, как фазовое равновесие в системах с углеводородами, вязкость, теплоемкость, теплопроводность, так и

кинетическим характеристикам процессов экстракции и импрегнации и других в СКФ состоянии.

Целью диссертационной работы является получение экспериментальных данных по термодинамическим и кинетическим характеристикам систем в рамках задач выделения углеводородов из нефтяных шламов с использованием СКФЭ метода и пропитки карбонатного щебня с использованием СКФ импрегнационного процесса.

Структура диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и библиографического списка (184 наименования). Диссертация изложена на 168 страницах машинописного текста, включающих 50 иллюстрации, 31 таблицу и 8 страниц приложения.

Во введении обоснованы актуальность и практическая значимость, сформулированы цель и задачи исследования, изложены новизна полученных результатов, основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава диссертационной работы посвящена анализу традиционных и СКФ методов переработки нефтяных шламов и получения высококачественного щебня.

Во второй главе рассмотрена природа критического состояния. Отмечается, что растворяющая способность СКФ сред сильно зависит от термодинамических параметров состояния. Представлен обзор работ по экспериментальным методам исследования растворимости веществ в СКФ средах. Проведен анализ литературных данных по вопросу фазовых равновесий в бинарных системах.

В третьей главе описана экспериментальная установка, реализующая статический метод измерения и использованная для исследования фазового равновесия бинарных систем, с использованием оптической ячейки высокого давления; приведены методики проведения опытов, а также результаты контрольных и основных измерений; приведена оценка неопределенности результатов исследований.

В четвертой главе представлены результаты по экстракции углеводородов из нефтяного шлама с использованием пропан/бутана в качестве экстрагента в жидком и СКФ состояниях. Получены новые экспериментальные данные по экстракции углеводородов из нефтяного шлама с использованием жидкостной и СК пропан/бутановой смеси при $T=358,15-433,15$ К и $P=5-50$ МПа. Определены кинетические характеристики процесса и влияния режимных параметров осуществления процесса на его эффективность.

В пятой главе представлены результаты пропитки карбонатного щебня деасфальтизатором тяжелого нефтяного остатка с пропан/бутановым растворителем в СКФ состоянии. Рассмотрено влияние материала пропитки на качество обработанного щебня. Установлены оптимальные термодинамические параметры, обеспечивающие сквозную пропитку карбонатного щебня.

Практическая и научная значимость работы:

Экспериментальные данные по термодинамическим свойствам (фазовое равновесие) и кинетическим характеристикам систем, участвующих в процессах СКФ экстракции углеводородов из нефтяных шламов с пропан/бутановым растворителем и импрегнации карбонатного щебня формируют профильный сегмент общей базы данных по теплофизическим свойствам веществ и материалов и кинетическим характеристикам процессов экстракции и импрегнации. Вышеотмеченные данные в сочетании с результатами осуществления самих процессов экстракции и импрегнации необходимы на этапах моделирования, оптимизации и масштабирования разрабатываемых инновационных технологий.

Термодинамические свойства, кинетические характеристики и технико-технологические решения для изученных в диссертационной работе процессов экстракции введены в базу данных ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг».

Научная новизна работы:

1) Разработан новый способ измерения растворимости веществ в сверхкритических флюидных средах.

2) Экспериментальные данные по фазовому равновесию для системы «нафталин – пропан/бутан» в диапазоне температур 403,15 – 443,15 К и в интервале давлений 0,8 – 6,5 МПа получены впервые. Установлено, что фазовая диаграмма исследованной системы, относится к первому типу (по классификации D.F.Williams), которые характерны для систем с сильной взаимной растворимостью.

3) Впервые измерены экспериментальные данные по растворимости для системы «сера – пропан/бутан» в диапазоне температур 403,15-443,15 К и в интервале давлений 5-25 МПа. Установлено, что фазовая диаграмма исследуемой системы относится к пятому типу диаграмм, которые характерны для систем со слабой взаимной растворимостью.

4) Получены новые экспериментальные данные по экстракции углеводородов из нефтяного шлама с использованием жидкостной и СК пропан/бутановой смеси при $T=358,15-433,15$ К и $P=5-50$ МПа.

5) Определены кинетические характеристики выделения углеводородов из нефтяного шлама с использованием СК пропан/бутанового экстракционного процесса.

6) Сквозная пропитка карбонатного щебня деасфальтизатором тяжелого нефтяного остатка с пропан/бутановым растворителем в СКФ состоянии проведена впервые. Установлены принципы оптимального проведения процесса импрегнации диасфальтизата в пористую матрицу карбонатного щебня.

Достоверность и обоснованность полученных результатов работы диссертационного исследования подтверждаются соблюдением фундаментальных законов термодинамики, тепло- и массообмена, кинетики, использованием общепринятых методов исследования теплофизических свойств веществ и материалов, согласованностью полученных

экспериментальных данных с литературными и расчетом неопределенности результатов измерений.

Рекомендации по использованию результатов диссертации.

-Показать данные результаты широкой общественности занимающийся утилизацией и переработкой нефтяных отходов;

-Метод импрегнации продемонстрировать министерству дорожного хозяйства;

-Исследование фазового равновесия термодинамических систем с участием пропан/бутана и широкого класса углеводородов.

Имеют место замечания по диссертационной работе:

1. При расчете неопределенности измерений фазовых равновесий бинарных систем не учтена чистота исследуемых образцов.

2. В работе не обоснован выбор уравнения Пенга-Робинсона. Автор использует данное уравнение только для описания растворимости серы в СК пропан/бутане, а другая бинарная система «нафталин - пропан/бутан» не описана. Модель не позволяет описывать данную систему? Если это так, то автору стоило бы рассмотреть другие уравнения, которые позволили бы описать рассматриваемые бинарные системы. В литературе имеются ряд уравнений, которые описывают фазовые равновесия бинарных систем, в том числе и с n-алканами.

3. Обзор обстоятельный. Однако, не описаны некоторые известные технологические решения в области утилизации нефтяных шламов. Например, сверхвысокочастотный (СВЧ) метод.

4. Описан эффективный метод СКФ экстракции для выделения нефти из нефтяного шлама. Метод представляется технически трудно воспроизводимым и дорогостоящим в промышленных масштабах, так как требует создания специальных сосудов (резервуаров) высокого давления и подогрева до 150 °С.

5. Если говорить о Татарстане и многих других промыслах (республика Удмуртия, Пермская область), то получаемая нефть содержит большое количество серы и не может быть на прямую использована как углеводородное топливо.

6. В качественно проделанной диссертационной работе имеются орфографические и незначительные ошибки при оформлении графических рисунков.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы. Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне с использованием современной измерительной и вычислительной техники.

Заключение

Диссертация полностью соответствует специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Проведенный выше анализ основных положений диссертации позволяет заключить, что тема диссертации крайне актуальна, а полученные соискателем и выносимые на защиту результаты обладают научной новизной и практической ценностью.

Диссертация полностью соответствует требованиям п. 9-14, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук согласно «Положению о присуждении ученых степеней» (в соответствии с постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. с актуальными на настоящий момент времени изменениями).

Считаю, что автор работы Ахметзянов Талгат Рафинатович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

д.т.н., профессор кафедры «Реактивные двигатели и энергетические установки»
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ»



Г.А. Глебов
«23» апреля 2019 г.

Подпись д.т.н., профессора
Глебова Г.А. заверяю:

Проректор по НиИД ФГБОУ ВО
«Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ»



С. А. Михайлов

420111, Республика Татарстан, г. Казань, ул.К.Маркса, д.10,
Казанский национальный исследовательский технический университет им.
А.Н. Туполева – КАИ

Телефон: +7 (843) 238-56-30, e-mail: glebov_g_a@mail.ru

Сайт: kai@kai.ru *Г.А. Глебова*

заверяю Начальник управления
делами ИИИ-ТУ-КАИ

