

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. Одним из существенных источников загрязнения окружающей среды являются не нашедшие применения нефтесодержащие отходы (нефтяные шламы), образующиеся при добыче и подготовке нефти. В последние годы нефтедобывающими предприятиями в производство внедряются различные технологические решения, направленные на утилизацию отходов нефтедобычи и подготовки нефти. Однако, достаточно эффективный и унифицированный способ переработки нефтешламов с целью их обезвреживания и утилизации до сих пор отсутствует.

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

В работе также предлагается новое технологическое решение по укреплению щебня из мало-прочных карбонатных пород с использованием СКФ импрегнационного процесса. Ее решение позволит улучшить качество щебня и получить высокоэффективный дорожно-строительный материал.

Для решения вышеописанных прикладных задач автором исследованы термодинамические и теплофизические свойства систем участвующих в СКФ экстракционных и импрегнационных процессах, как фазовое равновесие в системах «извлекаемая компонента-экстрагент», так и кинетические характеристики этих процессов. В качестве экстрагента в работе выбрана пропан-бутановая смесь. Для большой группы задач в нефтедобыче, нефтепереработке и нефтехимии предпочтительным экстрагентами являются именно углеводороды, и прежде всего низкомолекулярные n-алканы и конечно в СКФ состоянии.

Получение базы данных по теплофизическим свойствам является важной составляющей, как для развития фундаментальной теплофизики, так и для моделирования, оптимизации и масштабирования разрабатываемых перспективных технологий.

Как отмечается автором, работа выполнялась при финансовой поддержке Минобрнауки РФ, Российского фонда фундаментальных исследований и Российского научного фонда. Это является дополнительным подтверждением востребованности представленной темы в научном сообществе и ее актуальности в рамках развития отечественной наукоемкой промышленности.

Содержание работы. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения (основные результаты и выводы), списка использованной литературы, и приложения. Общий объем диссертации – 168 страниц. Объем автореферата диссертации – 16 страниц.

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 и проведена 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.

В Заключение представлены основные результаты и выводы, полученные автором, и приведены рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы исследования.

Теоретическая и практическая 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».

К научной новизне можно отнести следующие результаты, полученные в диссертационной работе:

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.

Диссертация **соответствует** паспорту специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника по формуле специальности и областям исследования.

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.

Замечания по работе

Основные положения работы достаточно аргументированы и вносят вклад, как в теорию, так и в практику реализации новой технологии. В то же время при анализе представленного материала возникли следующие замечания:

1. В результатах измерения растворимости серы в сверхкритическом пропан/бутане прослеживается местоположение ($P=10$ МПа) второй или верхней кроссоверной точки. В какой степени это значение давления в виде приведенного давления ($P/P_{кр}$) согласуется с аналогичным показателем для растворимости серы и иных низко летучих соединений в диоксиде углероде?
2. В случае системы «нафталин – пропан/бутан» автор ограничивается лишь характеристикой фазового равновесия, которая охарактеризовывает по большей части лишь до критическое поведение. Что в этом случае можно говорить о растворимости нафталена в сверхкритическом пропан/бутане?
3. Из автореферата не ясно, какую погрешность в результаты измерений характеристик фазового равновесия вносят не одинаковые термодинамические условия в оптической ячейке и в термостатируемой ванне, в которой расположен пробоотборник?
4. Выбор уравнения состояния Пенга – Робинсона не достаточно убедительно обоснован в диссертации.

5. В диссертации много технических дефектов оформления. Так, часто используется дефис вместо тире и наоборот; “латинские” обозначения переменных без курсива; нет точек после формул; отсутствуют в нужных местах или, наоборот, излишние пробелы, и т.д.

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.

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории теплофизики геотермальных систем ФГБУН «Институт проблем геотермии Дагестанского НЦ РАН»



Т.А.-Г. Джаппаров
«19» апреля 2019 г.

Подпись к.т.н. Джаппарова Т.А.-Г.
заверяю:



Ученый секретарь к.ф.-м.н.

С. А. Ниналалов

367030, Республика Дагестан, г. Махачкала, просп. И.Шамиля, д.39а
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем геотермии Дагестанского НЦ РАН»
Телефон: (8722) 62-93-57, e-mail: ran_ipg@mail.ru,
Сайт: <http://www.ipgdncran.ru>,