

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО КНИТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
А.Н. Сабирзянов
20 19 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»**

Диссертация «Термодинамические характеристики систем процесса сверхкритической флюидной регенерации ионнообменного и никель-молибденового катализаторов» выполнена в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» на кафедре «Теоретические основы теплотехники».

В период подготовки диссертации соискатель Хазипов Марат Рифович являлся очным аспирантом кафедры «Теоретические основы теплотехники» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

в 2013 году окончил с отличием ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» по направлению подготовки «Машины и аппараты химических производств».

С 2014 года по 2018 год обучался в аспирантуре ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и

теплотехника», специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Диплом об окончании аспирантуры выдан в 2018 году ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Гумеров Фарид Мухамедович, заведующий кафедрой «Теоретические основы теплотехники» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

По итогам обсуждения диссертации Хазипова Марата Рифовича «Термодинамические характеристики систем процесса сверхкритической флюидной регенерации ионообменного и никель-молибденового катализаторов» принято следующее **заключение:**

Актуальность диссертационной работы обусловлена тем, что недостатки применяемых в настоящем газовоздушного и паровоздушного способов регенерации гетерогенных катализаторов, прежде всего, в части высоких температурных режимов, приводят с одной стороны к высоким энергозатратам, с другой – к изменениям состава и структуры катализаторов и ограниченному числу возможных циклов регенерации. Остатки продуктов выжигания дезактивирующих катализатор соединений негативно влияют на селективность процесса в рамках использования регенерированного катализатора. Поиск новых способов восстановления катализаторов вызван повышением технико-экономических и экологических требований, а также требований к качеству продуктов нефтехимии.

В качестве одного из перспективных альтернативных направлений в решении указанных проблем является использование экстракционного процесса с экстрагентом в сверхкритическом флюидном (СКФ) состоянии. Диоксид углерода, обладающий целым комплексом преимуществ и достоинств (дешевизна, доступность, инертность, не токсичность, безопасность использования и др.), является предпочтительным кандидатом

на эту роль. Учитывая тот факт, что эффективность экстракционного процесса существенным образом определяется растворимостью дезактивирующих катализатор соединений в выбранном растворителе/экстрагенте, можно сделать вывод о важности и актуальности исследования термодинамических свойств бинарной системы «растворяемое-растворитель».

Научная новизна заключается в следующем:

1. Созданная (усовершенствованная) экспериментальная установка обладает патентной новизной.

2. Экспериментальные данные по растворимости антрацена в чистом СК-СО₂ в интервале давлений от 9 до 22 МПа на изотермах 423, 435, 448 К в значительной степени получены впервые.

3. Наиболее эффективные соразтворители к СО₂ и их концентрации в ряду: хлороформ, ацетон, этанол и гексан установлены впервые.

4. Экспериментальные данные по растворимости антрацена в СК-СО₂, модифицированном этанолом (2% масс.) и гексаном (2% масс.), на изотерме 435 К в интервале давлений от 9 до 20 МПа получены впервые.

5. Температурная зависимость параметров бинарного взаимодействия в рамках алгоритма описания растворимости антрацена в СК-СО₂ с использованием уравнения состояния Пенга-Робинсона в диапазоне температур от 310 до 450 К получена впервые.

6. Экспериментальные данные по фазовому равновесию (бинодаль) бинарной системы «фенол- пропан/бутан» на изотерме 413К получены впервые.

7. Регенерация катализаторов КУ-2ФПП и LD-145 с использованием СКФЭ метода и СК-СО₂ и СК-пропан/бутана в качестве экстрагента осуществлена впервые. Установлены предпочтительные условия осуществления процессов.

8. Программный комплекс для численного моделирования кинетики СКФ экстракционной регенерации гетерогенного катализатора обладает патентной новизной.

Теоретическую и практическую ценность работы определяет:

1. Результаты исследования термодинамических свойств систем, участвующих в процессе сверхкритической флюидной экстракционной регенерации гетерогенных катализаторов, обогащают теорию и пополняют базу данных по свойствам, необходимую на этапах моделирования и масштабирования лабораторных результатов на коммерческий уровень.

2. Результаты исследования термодинамических свойств бинарных систем («фенол-пропан/бутан», «антрацен-диоксид углерода»), имеющих фазовое поведение I и VI типов, соответственно, крайне важны в рамках обсуждения проблемного до настоящего времени вопроса о применимости в тех или иных случаях такого понятия, как растворимость веществ в СКФ растворителях.

3. Результаты исследования термодинамических характеристик систем и технологических закономерностей процесса СКФЭ регенерации катализаторов КУ-2ФПП и LD-145 включены в реестр АО «ТАНЕКО», ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг» и ОАО «ТАИФ-НК» на предмет изучения перспектив промышленного внедрения обсуждаемой технологии.

Личный вклад автора состоит в усовершенствовании лабораторной установки, проведении экспериментальных исследований, анализе и обобщении полученных результатов, создании математической модели.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

В диссертации соискатель Хазипов М.Р. ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов.

По результатам исследований опубликовано 22 работы, в том числе 10 научных статей в журналах, рекомендованных ВАК, 9 тезисов докладов на

конференциях, 2 патента РФ и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК Минобрнауки России:

1. Хазипов М. Р. Растворимость веществ, дезактивирующих палладиевый катализатор гидрирования, в сверхкритическом диоксиде углерода / М. Р. Хазипов, К. А. Сагдеев, Р. М. Мунипов, А. Т. Галимова, А. А. Сагдеев // Вестник Казан. технолог. ун-та. 2014. № 20, Т. 17. С. 128-131.

2. Хазипов М. Р. Регенерация алюмопалладиевого катализатора реакции гидрирования с использованием сверхкритического флюидного CO₂ экстракционного процесса / М. Р. Хазипов, К. А. Сагдеев, А. Т. Галимова, А. А. Сагдеев, Ф. М. Гумеров, Р. С. Яруллин // Катализ в промышленности. 2015. № 6, Т. 15. С.7-13. (SCOPUS).

3. Хазипов М. Р. Растворимость полиизопрена в сверхкритическом диоксиде углерода //М. Р. Хазипов, К. А. Сагдеев, А. А. Сагдеев, Ф. М. Гумеров // Известия вузов, серия химия и химическая технология. 2015. № 10, Т.58. С. 43-45.

4. Хазипов М. Р. Сверхкритическая флюидная экстракционная регенерация ионно-обменного катализатора КУ-2ФПП процесса гидратации изобутилена / М. Р. Хазипов, А. Т. Галимова, А. А. Сагдеев // Вестник Казан.технолог. ун-та. 2016. №18, Т.19. С. 30-33.

5. Хазипов М. Р. Регенерация ионообменного катализатора с использованием сверхкритического флюидного экстракционного процесса / М. Р. Хазипов, А. Т. Галимова, А. А. Сагдеев, К. А. Сагдеев, В. Ф. Хайрутдинов // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2018 №1-2, Т. 20. С.111-122.

6. Хазипов М. Р. Математическое моделирование кинетики сверхкритической флюидной экстракционной регенерации гетерогенного катализатора / М. Р. Хазипов, А. А. Сагдеев, Н. Н. Саримов, Ф. М. Гумеров //

Теоретические основы химической технологии. 2018. №1, Т. 52. С. 45-52. (SCOPUS).

7. Хазипов М. Р. Сверхкритическая флюидная экстракционная регенерация ионообменного катализатора КУ-2ФПП / М. Р. Хазипов, А. А. Сагдеев, К. А. Сагдеев, Ф. М. Гумеров, В. Ф. Хайрутдинов // Катализ в промышленности. 2018. №1, Т. 18. С. 41-50.

8. Хазипов М. Р. Сверхкритическая флюидная CO₂-экстракционная регенерация катализатора LD-145 / М. Р. Хазипов, А. А. Сагдеев [и др.] // Вестник Казан.технолог. ун-та. 2018. №7, Т.21. С. 66-69.

9. Хазипов М. Р. Исследование растворимости антрацена в чистом и модифицированном сверхкритическом диоксиде углерода / М. Р. Хазипов [и др.] // Бутлеровские сообщения. Казань. 2018. №10, Т. 56. С. 141-148.

10. Хазипов М. Р. Некоторые равновесные свойства термодинамических систем, участвующих в процессах утилизации нефтяных шламов и деревянных железнодорожных шпал с использованием рабочих сред в сверхкритическом флюидном состоянии / М. Р. Хазипов [и др.] // Бутлеровские сообщения. Казань. 2018. №10, Т.56. С.127-135.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях: Всероссийская научно-практическая конференция «Тенденции развития химии, нефтехимии и нефтепереработки», г. Нижнекамск 2015 г.; VII Научно-практическая конференция с международным участием «Сверхкритические флюиды (СКФ): Фундаментальные основы, технологии, инновации», Зеленоградск, Калининградской области 2015 г.; IX Международная научно-практическая конференция «Современное состояние и перспективы инновационного развития нефтехимии», г. Нижнекамск, 2016 г. II Scientific-Technological Symposium (STS-II) «Catalytic hydroprocessing in oil refining», Belgrade, Serbia, 2016 г.; Всероссийская научно-практическая конференция «Экология, ресурсосбережение и охрана окружающей среды на предприятиях нефтехимии и нефтепереработки», г. Нижнекамск, 2017 г.; IX Научно-

практическая конференция с международным участием «Сверхкритические флюиды: фундаментальные основы, технологии, инновации», Краснодарский край, г. Сочи, 2017 г.; II Российский конгресс по катализу РОСКАТАЛИЗ, г. Новосибирск, 2017 г.; Пятая Всероссийская студенческая научно-техническая конференция «Интенсификация тепло-массообменных процессов, промышленная безопасность и экология», г. Казань, 2018 г, XV Российская конференция по теплофизическим свойствам веществ (РКТС-15), г. Москва, 2018 г.

Научная специальность, которой соответствует диссертация.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положением, диссертация соответствует паспорту специальности научных работников:

01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника» в части области исследования: «Экспериментальные исследования термодинамических и переносных свойств чистых веществ и их смесей в широкой области параметров состояния».

05.17.08 «Процессы и аппараты химических технологий» в части области исследования: «Способы, приемы и методология исследования гидродинамики движения жидкости, газов, перемещения сыпучих материалов, исследование тепловых процессов в технологических аппаратах и технологических схемах, исследования массообменных процессов и аппаратов».

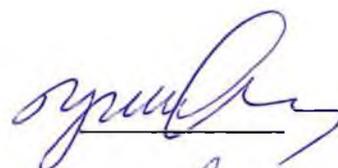
С учетом научной зрелости автора Хазипова Марата Рифовича, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Термодинамические характеристики систем процесса сверхкритической флюидной регенерации ионообменного и никель-молибденового катализаторов» может быть представлена к защите на

соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника» и 05.17.08 «Процессы и аппараты химических технологий».

Диссертация Хазипова Марата Рифовича рассмотрена и обсуждена на расширенном заседании кафедры «Теоретические основы теплотехники» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», состоявшемся «11» октября 2018 г., протокол № 3.

Принимали участие в голосовании 26 человек. Результаты голосования: «За» - 26 человек, «Против» - нет, воздержались - нет, протокол № 3 от «11» октября 2018 г.

Председатель заседания
Гумеров Ф. М.
д.т.н. профессор, зав. кафедрой
«Теоретические основы теплотехники»




Секретарь заседания
Гильмутдинов И.И. к.т.н. доцент
каф. «Теоретические основы теплотехники»

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» Российская Федерация, Республика Татарстан, 420015, г.Казань, К. Маркса, 68, корп. "А", <http://kstu.ru>
+7(843)231-42-11, e-mail: tot@kstu.ru

Сведения о лице, утвердившем заключение
Сабирзянов Айдар Назимович
Проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» доктор технических наук, профессор.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» Российская Федерация, Республика Татарстан, 420015, г.Казань, К. Маркса, 68, корп. "А", <http://kstu.ru>, e-mail: nauka@kstu.ru, +7(843)231-89-47