

ОТЗЫВ

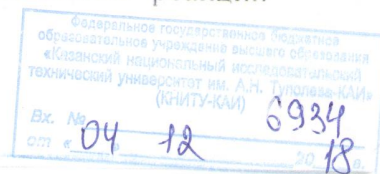
официального оппонента, доктора технических наук, профессора Ю.Я. Печенегова на диссертационную работу Усманова Рустема Айтугановича «Теплофизические свойства рабочих тел и технологические закономерности процессов получения биодизельного топлива и утилизации водных стоков, осуществляемых в сверхкритических флюидных условиях», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям: 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника» и 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий»

Представленная на рассмотрение диссертационная работа состоит из 2-х томов. Первый том диссертации содержит введение, девять глав, заключение и список использованной литературы из 698 наименований. Второй том диссертации состоит из приложений. Диссертация изложена на 502 страницах, содержит 73 таблицы и 185 рисунков.

Цель работы состоит в изучении теплофизических свойств одно- и многокомпонентных термодинамических систем, используемых в процессах получения биодизельного топлива и очистки промышленных водных стоков, при суб- и сверхкритическом флюидном состоянии, а также в создании пилотных установок и отработке на них процессов получения биодизельного топлива и очистки промышленных водных стоков при сверхкритических условиях.

Актуальность работы. Необходимость перехода на новые, экологически безвредные и энерго-и ресурсосберегающие промышленные технологии ставит задачу разработки новых технологических принципов основного промышленного производства. К числу таких новых технологий относятся сверхкритические флюидные процессы, имеющие многие положительные отличия по отношению к традиционным технологиям. Широкое использование сверхкритических флюидных процессов в промышленных технологиях возможно лишь на основе создания базы теплофизических данных по свойствам веществ при критических и сверхкритических параметрах, установления закономерностей процессов, протекающих в данных условиях, а также разработки экономически оправданных решений по конструкции и работе основного оборудования для проведения процессов.

Актуальность диссертационной работы Р.А. Усманова состоит в том, что известный и имеющий существенные недостатки промышленный метод получения биодизельного топлива в результате каталитической реакции



переэтерификации растительного масла спиртом при температуре 60-70 °С и атмосферном давлении, а также не имеющая в настоящее время апробированных эффективных технологий очистки промышленных сточных вод, получают в диссертации отвечающие современным требованиям решения с использованием процессов, протекающих при сверхкритических параметрах.

Основными научными результатами, полученными соискателем, можно назвать следующие:

- совокупность экспериментальных данных по теплофизическим свойствам (теплопроводность, температуропроводность, теплоемкость, температурное расширение, тепловой эффект процесса смешения, вязкость) рабочих тел, участвующих в процессах получения биодизельного топлива и окисления промышленных водных стоков при субкритических (СБКФ) и сверхкритических (СКФ) условиях;
- экспериментальные данные по влиянию гетерогенных катализаторов на величину конверсии и химический состав продукта реакции трансэтерификации, осуществленной в субкритических и сверхкритических условиях;
- расчетные значения критических параметров различных бинарных систем, состоящих из триглицеридов и этанола, находящихся в СБКФ и СКФ состояниях, полученные по равновесным и некоторым переносным свойствам бинарных смесей с использованием модели Пенга-Робинсона;
- данные по кинетике реакции трансэтерификации рапсового масла в среде этанола, протекающей в проточном реакторе при СБКФ и СКФ условиях с предварительным ультразвуковым эмульгированием реакционной смеси;
- экспериментальное подтверждение возможности проведения реакции в СКФ условиях при низких молярных соотношениях реакционной смеси «этанол-масло» и отсутствии традиционных гомогенных катализаторов;
- экспериментально определены условия ультразвукового воздействия на сырьевые компоненты перед подачей в реактор для создания мелкодисперсных эмульсий, которые обеспечивают высокую однородность реакционной среды и высокие значения конверсии. Получены данные по дисперсности и устойчивости масляно-спиртовых эмульсий, приготовленных ультразвуковым методом;
- экспериментальные результаты исследования процесса очистки загрязненной воды при сверхкритических условиях на установке непрерывного действия.

Научная новизна работы состоит в разработанной автором концепции использования субкритических и сверхкритических процессов и технологий для получения биодизельного топлива и окисления промышленных водных стоков и создания научной базы для практического осуществления данных технологий.

Достоверность и обоснованность научных выводов и рекомендаций основывается на использовании автором фундаментальных законов термодинамики, химической кинетики, тщательной отработкой методик постановки экспериментов и обработки измерений, оценке точности измерений, согласованностью полученных экспериментальных результатов с данными других авторов.

Практическую значимость диссертации составляют разработанные теплообменно-реакторные блоки для проведения процессов получения биодизельного топлива и очистки промышленных сточных вод при СБКФ и СКФ условиях, защищенные патентами РФ № 71117, № 2408666, № 132444, № 2485400, № 156632, № 171030. В лабораторных условиях на установках, которые могут служить прототипами промышленных установок, реализованы и отработаны процессы получения биодизельного топлива с предварительным эмульгированием, в присутствии гетерогенного катализатора, в СКФ условиях, процесс утилизации промышленного рапсового водного стока посредством сочетания коагуляционно-флокуляционного процесса и окисления в сверхкритической водной среде, процесс утилизации промышленного молибденсодержащего водного стока посредством окисления в сверхкритической водной среде с последующим выделением молибдена из твердого осадка. Экономическая оценка изученных процессов показала, что промышленное производство, например, биодизельного топлива из масла микроводорослей методом СКФ может быть экономически выгодным уже в настоящее время.

По диссертационной работе имеются следующие замечания и дискуссионные вопросы.

1. Без ущерба для работы можно было бы сократить обзорную часть (гл. 1), которая занимает 53 страницы текста диссертации.

2. В связи с лаконичным изложением методических вопросов проведения исследования, не ясными являются некоторые важные

положения обработки данных измерений при определении теплофизических свойств рассматриваемых систем. В частности, при исследовании теплопроводности жидкостей методом нагретой нити (глава 3, параграф 3.5), для определения перепада температуры в кольцевом слое исследуемой жидкости необходимо вычислять величину падения температуры в стенке капиллярной стеклянной трубки. Эта величина является составной частью измеренного в опыте суммарного падения температуры между термометрами. В диссертации не указывается как проводилось вычисление данной величины, хотя очевидно, что при значительной ее доли в суммарном падении температуры между термометрами, ее роль в точности определения коэффициента теплопроводности исследуемой жидкости может быть существенной. Не раскрыта в диссертации и роль лучистого переноса тепла через тонкий слой исследуемой жидкости в измерительной ячейке при определении коэффициента теплопроводности методом нагретой нити.

3. Указывается, что температурный уровень рассматриваемых в диссертации процессов при сверхкритических и субкритических условиях составляет 550 – 670 К. При этом выполненное опытное исследование теплопроводности, температуропроводности, теплоемкости, теплового расширения систем, участвующих в данных процессах, проводилось при температурах только до 300 – 470 К. Для вязкости температурный интервал экспериментов ограничивался 653 К. Причины несоответствия температур в опытах по определению теплофизических свойств систем (кроме вязкости) и процессов с их участием в диссертации не разъясняются.

4. Возникают вопросы, связанные с возможным переносом результатов выполненного лабораторного исследования на крупномасштабные установки. В частности, не ясно, как будет влиять масштабный переход на компонентный состав получаемого продукта в СбКФ и СКФ процессах при не равномерно распределенных в большом реакционном объеме промышленной установки влияющих факторах?

Следует иметь в виду и то, что для сверхкритических условий характерными являются режимы ухудшенного тепло-и массообмена.

Процесс конверсии масел при высоких температурах обычно сопровождается образованием твердой фазы, которая может выпадать на теплопередающих стенках реакционного устройства. Очевидно, что при этом тепловая работа устройства и его технологические показатели становятся зависимыми от времени работы.

5. Какие оптимальные с экономической точки зрения сочетания давления и температуры для процессов получения биодизельного топлива и очистки промышленных стоков могут быть предложены при их практической реализации с учетом того, что увеличение давления и температуры приводит к удорожанию используемого оборудования?

6. По тексту встречаются неточности и редакционные ошибки. Например, в формуле для расчета изобарной теплоемкости (3.9) на стр. 144 диссертации множитель $(\tau - \tau_0)/(\tau'' - \tau_0)$ записан не верно. Должно быть: $(\tau'' - \tau_0)/(\tau - \tau_0)$. То же самое повторяется в формуле (5.32) на стр. 226. Автор не корректно использует термины «коэффициент кинематической вязкости» и «коэффициент динамической вязкости». Вязкость, как физическое свойство жидкости, одна, а коэффициентов, характеризующих это свойство, два – динамический и кинематический. В списке использованной литературы встречаются одни и те же источники под разными номерами списка.

Общее заключение по диссертации.

Диссертационная работа Р. А. Усманова соответствует паспорту специальностей 01.04.14. «Теплофизика и теоретическая теплотехника» и 05.17.08. «Процессы и аппараты химических технологий» и отрасли – технические науки, является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему и на высоком научном и методическом уровнях.

Совокупность полученных в диссертации результатов составляет научную основу для развития новых экологически безопасных и энерго-и ресурсосберегающих технологий получения биотоплива и очистки промышленных стоков и вносит существенный вклад в теорию и практику сверхкритических флюидных процессов. Диссертация представляет собой самостоятельную работу автора, обладает внутренним единством и доказательностью изложенных технических решений.

Диссертация и автореферат написаны технически грамотным, хорошим языком. Стиль написания диссертации и автореферата соответствует общепринятому в технической литературе. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Основные результаты диссертации отражены в 6 монографиях, в 50 статьях в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ, в 6 патентах РФ.

Названные выше замечания в значительной мере связаны со сложностью объектов и многофакторностью процессов, которые исследовал диссертант в своей работе. Можно пожелать диссертанту учесть высказанные замечания в своей дальнейшей работе по данной теме.

Изложенное позволяет сделать вывод о соответствии рассматриваемой диссертации критериям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013г. №842).

Считаю, что автору диссертации «Теплофизические свойства рабочих сред и технологические закономерности процессов получения биодизельного топлива и утилизации водных стоков, осуществляемых в СКФ условиях», Усманову Рустему Айтугановичу, может быть присуждена ученая степень доктора технических наук по специальностям 01.04.14. «Теплофизика и теоретическая теплотехника» и 05.17.08. «Процессы и аппараты химических технологий».

Официальный оппонент, Печенегов Юрий Яковлевич, доктор технических наук по специальности 05.14.04. «Промышленная теплоэнергетика», профессор кафедры "Технология и оборудование химической, нефтегазовой и пищевой промышленности" ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

 Ю.Я. Печенегов

410054, г. Саратов, ул. Политехническая, д. 77,
СГТУ имени Гагарина Ю.А.
тел. +7(8452)99-88-11, +7(8452)99-86-03
E-mail: sstu_office@sstu.ru
Сайт: www.sstu.ru

*Подпись д.т.н., профессора Ю.Я. Печенегова заверяю:
Ученый секретарь Ученого совета СГТУ имени Гагарина Ю.А.*



 Салтыкова Ольга Александровна

«30» ноября 2018 г.

по диссертационной работе Усманова Рустама Айтугановича «Теплофизические свойства рабочих тел и технологические закономерности процессов получения биодизельного топлива и утилизации водных стоков, осуществляемых в сверхкритических флюидных условиях», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям: 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника» и 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий»

№	Полное наименование организации, почтовый адрес (индекс, город, улица, дом), телефон, адрес электронной почты	Фамилия, Имя, Отчество, учёная степень, ученое звание автора отзыва, должность с указанием структурного подразделения	Список основных публикаций официального оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (но не более 15 публикаций)
1	2	3	4
	<p>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, д. 77. Тел. +7(8452)99-88-11 Факс +7(8452)99-86-03 E-mail: sstu_office@sstu.ru Сайт: www.sstu.ru</p>	<p>Печенегов Юрий Яковлевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технологии и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств»</p>	<p>1. Печенегов, Ю.Я. Теплообмен в теплоносители в процессах термической обработки измельченного твердого топлива монография /Печенегов Ю.Я., Мракин А.Н., Косова О.Ю. - Саратов : Буква 2015. - 164м с. (10,25 печ. л.). - ISBN 978-5-9906917-4-2</p> <p>2. Окислительный пиролиз горючих сланцев в проточных трубчатых реакторах с внешним обогревом /Печенегов Ю.Я., Симонов В.Ф. Семенов Б.А., Косова О.Ю., Мракин А.Н. // Химия твердого топлива . 2017. - № 1. - С. 44-48. Oxidative Pyrolysis of Oil Shale in Tubular Flow Reactors with External Heating /Pechenegov Y.Y., Simonov V.F., Semenov B.A., Kosova O.Yu. Mrakin A.N. // Solid Fuel Chemistry . 2017. - Vol. 51, № 1. - P. 40-43.</p> <p>3. Печенегов, Ю.Я. Теплообмен при турбулентном течении в каналах потоков газов разной атомности с переменными физическими свойствами /Печенегов Ю.Я. // Химическое и нефтегазовое машиностроение . - 2017. - № 4. - С. 8-11. Pechenegov, Y.Y. Heat Transfer in Turbulent Channel Flows of Polyatomic Gases with Variable Physical Properties</p>

1	2	3	<p>/Pechenegov Y.Y. // Chemical and Petroleum Engineering . - 2017. - Vol. 53, № 3-4. - P. 219-224.</p> <p>4. Печенегов, Ю.Я. Влияние стефановского потока на теплообмен в системе "газ-твердая частица" при термохимической конверсии твердого топлива /Печенегов Ю.Я., Мраки А.Н. // Инженерно-физический журнал . - 2017. - Т. 90, № 5. - С. 1152-1154.</p> <p>Pechenegov, Y.Y. Influence of the stefan flow on heat transfer in the system "gas solid particle" in thermochemical conversion of a solid fuel /Pechenegov Y.Y., Mrakin A.N. // Journal of Engineering Physics and Thermophysics . - 2017. - Vol. 90, № 5. - P. 1093-1095.</p> <p>5. Pechenegov, Y.Y. The heat exchange of different atomicity gases at high thermal loads /Pechenegov Y.Y. // Journal of Physics: Conference Series . - 2017. - № 891. - С. 1-5.</p> <p>6. Печенегов, Ю.Я. Гидравлическое сопротивление при течении в трубах: неизотермических турбулентных потоков газа и жидкости /Печенегов Ю.Я. // Химическое и нефтегазовое машиностроение . - 2017. - № 5. - С. 23-26.</p> <p>Pechenegov, Y.Y. Hydraulic Resistance to Non-Isothermal Turbulent Gas and Liquid Flows in Pipes /Pechenegov Y.Y. // Chemical and Petroleum Engineering - 2017. - Vol. 53, № 5-6. - P. 310-315.</p>
1	2	3	4

Сведения подтверждаю:

д.т.н., проф. СГТУ им. Гагарина Ю.А.  Печенегов Ю.Я.

Подпись д.т.н., профессора Ю.Я. Печенегова заверяю:
Ученый секретарь Ученого совета СГТУ имени Гагарина Ю.А.

 Салтыкова Ольга Александровна



«30» ноября 2018 г.