



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и инновациям
Национального исследовательского
Томского политехнического университета

И.Б. Степанов

«10» 09 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский Томский
политехнический университет»

Диссертация «Разработка технологии эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот кислородом воздуха» выполнена в двух организациях: Отделение химической инженерии Инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета и Кафедра химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза Российского химико-технологического университета имени Д.И.Менделеева.

В период подготовки диссертации соискатель Юдаев Сергей Александрович обучался в очной аспирантуре Национального исследовательского Томского политехнического университета.

В 2015 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» по направлению подготовки «Химическая технология».

Диплом об окончании аспирантуры выдан в 2019 г. Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Научный руководитель – Ивашкина Елена Николаевна, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение химической инженерии, профессор.

Обсуждение проходило на научном семинаре 03 сентября 2019 г.

На семинаре присутствовали:

1. Короткова Е.И., профессор, д.х.н.
2. Юрьев Е.М., доцент, к.т.н.
3. Ивашкина Е.Н., профессор, д.т.н.
4. Иванчина Э.Д., профессор, д.т.н.
5. Попок Е.В., доцент, к.т.н.
6. Кузьменко Е.А., доцент, к.т.н.

7. Самборская М.А., доцент, к.т.н.
8. Левашова А.И., доцент, к.т.н.
9. Маслов С.Г., доцент, к.т.н.
10. Белинская Н.С., доцент, к.т.н.
11. Францина Е.В., научный сотрудник, к.т.н.
12. Чернякова Е.С., доцент, к.т.н.
13. Долганова И.О., научный сотрудник, к.т.н.
14. Долганов И.М., доцент, к.т.н.
15. Мойзес О.Е., доцент, к.т.н.
16. Вольф А.В., ассистент
17. Чузлов В.А., ассистент, к.т.н.
18. Кривцова Н.И., доцент, к.т.н.
19. Бешагина Е.В., доцент, к.х.н.

Вопросы задавали Иванчина Э.Д., Чернякова Е.С., Попок Е.В., Францина Е.В., Чузлов В.А., Долганов И.М., Бешагина Е.В. Были заданы следующие вопросы:

1. Какова модель реактора, для которого проводились расчеты?
2. Как готовился катализатор?
3. Какой порядок имеют реакции в кинетической модели?
4. В какой фазе находится катализатор?
5. В чем преимущества разработанной технологии?
6. Каким методом решалась обратная кинетическая задача?
7. Каков объем продуктов деструкции образуется в ходе синтеза?
8. Проводили ли оценку размера капитальных затрат на реализацию технологии?
9. Рассчитывалось ли равновесие химических реакций?
10. Возможно ли использование гетерогенного катализатора?
11. Почему в качестве катализатора был выбран Мо-содержащий комплекс?
12. Осушался ли воздух перед подачей в реактор?
13. Какие побочные реакции возможны при попадании влаги в систему?
14. Какова максимально возможная температура и давление процесса?

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность работы

В мире растет потребность в получении продуктов из возобновляемого сырья. Одним из основных источников сырья являются жиры растительного происхождения. Из растительных жиров получают продукт, который востребован как на энергетическом рынке, так и на рынке сырья для химической технологии продуктов органической химии (пластификаторы, стабилизаторы, ингибиторы коррозии и др.). Таким продуктом являются метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) или биодизель (БД).

Эпоксидные соединения – реакционноспособные химические вещества, в состав которых входят эпоксидные кольца (одно или несколько). При их взаимодействии с веществами, содержащими аминные, гидроксильные или карбоксильные группы, образуются относительно стабильные соединения,

обладающие рядом уникальных свойств. Поэтому, эпоксидные соединения нашли широкое применение в различных отраслях промышленности: в производстве растворителей, пластификаторов, клеев и синтетических смол и лакокрасочных продуктов, в производстве изделий из ПВХ, а также получение конструкционных материалов с требуемыми свойствами.

Таким образом, направление развития новых способов их получения является довольно перспективным. Одним из наиболее дешевых и общеупотребительных методов получения эпоксидных соединений, удовлетворяющих требованиям экологии, является процесс аэробного окисления биодизеля, т.е. различных растительных масел, а также их смесей, содержащих ненасыщенные соединения. Использование биодизеля имеет неоспоримые преимущества – это относительно дешевое сырье из воспроизводимых природных ресурсов. С учетом расширения сфер и важности применения эпоксидных соединений разработка промышленных методов окисления биодизеля является одним из приоритетных направлений современной химической технологии. Несмотря на то, что в России при получении эпоксидированных МЭЖК пользуются технологией надкислотного эпоксидирования, существует высокая актуальность в разработке новых, более дешевых и простых способов получения эпоксидированных МЭЖК.

Личное участие соискателя в получении результатов

Диссертант участвовал в создании лабораторных установок, отработке методик физико-химических методов исследования процессов эпоксидирования МЭЖК кислородом воздуха. Постановка и проведение экспериментальных исследований, а также систематизация, обработка и интерпретация полученных данных осуществлены непосредственно самим диссертантом.

Степень достоверности проведенных исследований

Достоверность результатов, полученных в диссертационной работе, подтверждается: массивом экспериментальных данных полученных в широких пределах изменения технологических параметров проведения экспериментов и состава сырья; широким спектром инструментальных методов анализа и интерпретацией полученных результатов, оценкой адекватности модели экспериментальным данным, по результатам которой абсолютная погрешность не превышает допустимых значений;

обсуждением основных положений диссертационного исследования на всероссийских и международных научных мероприятиях и их публикацией в рецензируемых научных журналах.

Научная новизна результатов проведенных исследований

В работе впервые установлено, что процесс эпексидирования МЭЖК кислородом воздуха, проводимый в барботажном реакторе колонного типа, протекает только в диффузионной или переходной области.

Установлено, что диффузия кислорода в реакционную массу влияет на селективность процесса и определено, что для повышения селективности процесса необходимо проводить его в диффузионной области.

Впервые, на основе обобщенной схемы процесса окисления МЭЖК с образованием эпексидных производных и других продуктов их превращений, разработана математическая модель процесса, адекватно описывающая экспериментальные данные.

Впервые расчетным путем установлены группы реакций на различных стадиях процесса, приводящие к наибольшему тепловыделению и разогреву реакционной массы и определен оптимальный тепловой режим барботажного реактора окисления колонного типа.

Теоретическая значимость работы заключается в определении значений кинетических и диффузионных параметров реакций процесса эпексидирования МЭЖК кислородом воздуха.

Практическая значимость работы

Разработаны основы новой технологии производства эпексидированных МЭЖК с использованием Мо-содержащего катализатора, а в качестве эпексидирующего агента кислорода воздуха. В отличие от традиционных технологий, основанных на использовании надкислот и перекиси водорода, разработанная технология позволяет достигнуть сниженного количества отходов с одновременным снижением затрат на производство.

Ценность научных работ соискателя и полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

По материалам диссертации опубликовано 4 статьи, 4 из которых в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, а также 2 статьи, индексируемые в базах данных Web of Science и Scopus, 7 тезисов докладов конференций, 1 патент РФ.

Основные результаты опубликованы в работах:

Статьи в центральной печати (перечень ВАК):

1. Юдаев С.А., Ивашкина Е.Н., Долганова И.О., Кулажская А.Д., Сапунов В.Н. Разработка математической модели процесса эпексидирования биодизеля в присутствии молибденового катализатора // Химическая промышленность сегодня, 2017, №1 с.22-33.
2. Черепанова А.Д., Юдаев С.А., Сапунов В.Н., Козловский Р.А. // Кинетика окисления метиловых эфиров жирных кислот кислородом воздуха // Химическая промышленность сегодня, 2018, №2 с.8-14.

Статьи в зарубежных изданиях, индексируемых базами Scopus, Web of Science:

3. Sapunov V.N., Voronov M.S., **Yudaev S.A.**, Makarov A.A., Kaleeva E.S., Makarova E.M. Highly Selective Process for Epoxidation of Fatty Acid Methyl Esters with Peroxyacetic Acid // Russian Journal of Applied Chemistry, издательство Maik Nauka/Interperiodica Publishing (Russian Federation) 2017, vol. 90, № 10, pp. 1598-1604
4. **Sergey Yudaev**, Elena Ivashkina, Anna Cherepanova, Mikhail Voronov, Valentin Sapunov // KINETICS ON BIODIESEL OXIDATION BY AIR OXYGEN CATALYZED BY MOLYBDENUM COMPLEX // Petroleum and Coal, 2019, vol. 61, № 5, pp. 965-972

Другие публикации:

5. Kulazhskaya A.D., Sapunov V.N., **Udaev S.A.**, Voronov M.S. Epoxidation of Fatty Acid Methyl Esters of Vegetable Oils by Air // EuropaCat XII. Catalysis: Balancing the use of fossil and renewable resources. European Congress on Catalysis. Kazan (Russia) 30 Aug. - 4 Sept., 2015. abstracts – Novosibirsk: Boreskov Institute of Catalysis. Kazan (Russia), 2015. pp.1969-1970
6. Кулажская А.Д., **Юдаев С.А.**, Воронов М.С., Ларина С.О., Сапунов В.Н. Эпоксидирование метиловых эфиров жирных кислот подсолнечного масла кислородом воздуха, // Успехи в химии и химической технологии., – 2015.– Т. 29. – № 7(166). – С. 97-99,
7. **Юдаев С.А.**, Ивашкина Е.Н., Кулажская А.Д., Ларина С.О. // Процесс окислительного эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот растительных масел // Всероссийская научная конференция «Переработка углеводородного сырья. Комплексные решения» (Левинтерские чтения), 2016, Самара, с.312-313.
8. **Юдаев С.А.**, Ивашкина Е.Н., Кулажская А.Д., Ларина С.О. // Исследование процесса эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот кислородом воздуха при гомогенном катализе Мо-содержащим комплексом // Внутривузовская научно-практическая конференция «Инновационные технологии в промышленности: образование, наука и производство». Сборник материалов, том 1, 2016, Стерлитамак, с.194-195.
9. **Юдаев С.А.**, Долганова И.О. Эпоксидирование биодизеля при катализе Мо-содержащим комплексом // Проблемы геологии и освоения недр. Труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина, том 2, 2017, Томск, с.368-369.

10. **Юдаев С.А.**, Долганова И.О. Термодинамика процесса эпоксидирования биодизеля // Химия и химическая технология в XXI веке. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва, 2017, Томск, с.344-345
11. **Юдаев С.А.**, Жила М.Ю., Воронов М.С., Шпакова П.И., Гладышева А.А., Модифицированные кубы дистилляции метиловых эфиров жирных кислот - новые стабилизаторы полимерных композиций // Химия и химическая технология в XXI веке. Материалы XIX Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва, 2018, Томск, с.251-252
12. Пат. № 2581051, RU, Способ получения пластификаторов, Сапунов В.Н., Кустов А.А., Кузнецова И.В., Макарова Е.М., Кулажская А.Д., **Юдаев С.А.**, Воронов М.С., Чепелкина Н.В., Сучков Ю.П. - Заявл. 20.04.2015, № 2015114609/04. Оpubл. 10.04.2016, Бюл. № 10. Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева" (РХТУ им. Д. И. Менделеева), 2016 МКИ C07D303/04; C07D301/06.

Диссертация «Разработка технологии эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот кислородом воздуха» Юдаева Сергея Александровича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Заключение принято на заседании Отделения химической инженерии Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Присутствовало на заседании 19 человек, Результаты голосования «за» – 19 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 15 от «3» сентября 2019 г.



Председатель
Е.И. Короткова, д.х.н., профессор,
заведующий кафедрой - руководитель
отделения химической инженерии на
правах кафедры



Секретарь
Н.С. Белинская, к.т.н., доцент





«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке
РХТУ им. Д. И. Менделеева

А. А. Щербина

сентябрь 2019 г.

ПРОТОКОЛ

заседания кафедры химической технологии

основного органического и нефтехимического синтеза

Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева

от « 29 » августа 2019 г., № 01

Присутствовали:

заведующий кафедрой, д.х.н., профессор Козловский Роман Анатольевич,
профессор кафедры, д.х.н., профессор Сапунов Валентин Николаевич,
доцент кафедры, к.т.н., доцент Сучков Юрий Павлович,
доцент кафедры, к.х.н., доцент Староверов Дмитрий Вячеславович,
доцент кафедры, к.х.н. Козловский Иван Анатольевич,
ассистент, к.т.н. Луганский Артур Игоревич,
ассистент, к.х.н. Воронов Михаил Сергеевич,
главный специалист, к.х.н. Макарова Елена Михайловна,
ведущий инженер Варламова Елена Владиславовна,
инженер Козлова Сарая Мусаевна,
инженер Дубровский Виталий Сергеевич,
аспирант Князев Дмитрий Сергеевич,
аспирант Чернышев Денис Олегович.

Всего присутствовало: 13 человек.

ПОВЕСТКА ДНЯ

Предварительное рассмотрение диссертационной работы Юдаева С. А.,
начальника производственно-технического отдела Закрытого акционерного

общества «Промкатализ», г. Рязань, на тему: «Разработка технологии эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот кислородом воздуха».

Работа выполнена в двух организациях: в Отделении химической инженерии Инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета и на кафедре химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева.

Тема диссертационной работы Юдаева С.А. и научный руководитель, д.т.н., профессор Ивашкина Е.Н., утверждены на заседании Ученого совета Института природных ресурсов Томского политехнического университета, приказ № 6809/с от 16 сентября 2015 года.

СЛУШАЛИ:

Сообщение Юдаева С.А., изложившего основное содержание своей диссертационной работы.

Юдаеву С.А. были заданы следующие вопросы:

Козловский Р.А.: В исследовании было использовано более 5 видов сырья. Почему для модели было выбрано 2 вида и их смесь?

Сапунов В.Н.: Как были получены термодинамические параметры?

Сапунов В.Н.: Какой порядок имеют реакции в кинетической модели?

Козловский И.А.: Какое время пребывания в реакторе эпоксидирования при непрерывной схеме?

Воронов М.С.: Почему в некоторых экспериментах наблюдается время индукции?

Макарова Е.М.: Каким образом диффузия влияет на селективность процесса?

Луганский А.И.: Существуют ли производства эпоксидированного биодизеля в

России?

Варламова Е.В.: Есть ли возможность перехода к гетерогенно-каталитическому процессу?

Сучков Ю.П.: Возможно ли, использовать чистый кислород в качестве окислителя?

Сучков Ю.П.: Какие регионы России потенциально могут использовать данную технологию?

В обсуждении приняли участие: зав. кафедрой, д.х.н., профессор Козловский Р.А., д.х.н., профессор Сапунов В.Н., к.х.н., доцент Староверов Д.В., к.т.н., доцент Сучков Ю.П., к.х.н., доцент Козловский И.А., главный специалист к.х.н. Макарова Е.М., ассистент к.т.н. Луганский А.И., ассистент к.х.н. Воронов М.С., вед. инженер Варламова Е.В., инженер Дубровский В.С.

ПОСТАНОВИЛИ:

Заслушав и обсудив диссертационную работу Юдаева С.А., принять следующее заключение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Разработка технологии эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот кислородом воздуха» выполнена в двух организациях: Отделение химической инженерии Инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета и кафедра химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева.

В процессе подготовки диссертации Юдаев Сергей Александрович, «24» октября 1992 года рождения, являлся аспирантом Отделения химической инженерии Инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета. Работает в должности начальника производственно-технического отдела Закрытого акционерного общества «Промышленные катализаторы», г. Рязань.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» в 2019 году.

Научный руководитель – профессор Отделения химической инженерии Инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, доктор технических наук по специальности 05.17.08, профессор Ивашкина Елена Николаевна.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Разработка технологии эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот кислородом воздуха» принято следующее заключение.

В мире растет потребность в получении продуктов из возобновляемого сырья. Одним из основных источников сырья являются жиры растительного происхождения. Из растительных жиров получают продукт, который востребован как на энергетическом рынке, так и на рынке сырья для химической технологии продуктов органической химии (пластификаторы, стабилизаторы, ингибиторы коррозии и др.). Таким продуктом являются метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) или биодизель (БД).

Основным направлением использования МЭЖК является топливное направление. В странах Европейского Союза и США МЭЖК используют как экологически чистую добавку к дизельному топливу. Но существует ряд способов получения модифицированных МЭЖК. Модификация МЭЖК

подразумевает введение функциональных групп в жирнокислотный остаток. Обычно модификацию проводят в несколько стадий, первая из которых – образование эпоксидного цикла на основе двойной связи в жирнокислотном остатке. Последующие стадии могут заключаться в раскрытии эпоксидного цикла с получением основных функциональных групп, таких как $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$ и др.

В настоящее время при получении эпоксидированных МЭЖК в основном применяют технологию перокислотного (надкислотного) эпоксидирования. При этом необходимо работать с коррозионноактивными низкомолекулярными карбоновыми кислотами (муравьиной и уксусной), а также с концентрированными растворами пероксида водорода. Чтобы снизить влияние негативных факторов производства, весьма **актуальной** является разработка новых, более дешевых и простых способов получения эпоксидированных МЭЖК.

Научная новизна заключается в следующем:

- впервые установлено, что диффузия кислорода в реакционную массу влияет на селективность процесса и установили, что для повышения селективности процесса необходимо проводить его в диффузионной области;
- показано, что процесс эпоксидирования МЭЖК кислородом воздуха эффективно протекает в барботажном реакторе колонного типа, в котором реализуется только диффузионный или переходный режим;
- на основе обобщенной схемы процесса окисления МЭЖК с образованием эпоксидных производных и других продуктов их превращений впервые построена математическая модель процесса, адекватно описывающая экспериментальные данные;
- на основе термодинамических расчетов впервые выявлены группы реакций для различных стадий процесса, приводящие к наибольшему тепловыделению и разогреву реакционной массы;

- выполнена расчетная оптимизация теплового режима барботажного реактора окисления МЭЖК колонного типа.

Практическая ценность работы состоит в том, что разработаны основы новой технологии производства эпоксицирированных МЭЖК с использованием Мо-содержащего катализатора и кислорода воздуха в качестве эпоксицирирующего агента. Разработанная технология отличается от традиционных, основанных на использовании надкислот и пероксида водорода, более низкими количествами отходов и затратами на производство.

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

Основные положения диссертации получили полное отражение в 4 статьях в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК для опубликования результатов диссертационных работ, в том числе 2 статьи, рецензируемые в международных базах данных Web of Science, Scopus, 7 публикаций в материалах научно-технических конференций, в 1 патент на изобретение РФ.

Результаты диссертации апробированы на международных и всероссийских конференциях, в том числе на XII European congress on catalysis EuroraCat 2015, Казань, Россия, Внутривузовской научно-практической конференции «Инновационные технологии в промышленности: образование, наука и производство» 2016, Стерлитамак, Россия, в материалах XVIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва, 2017, Томск, Россия.

Публикации по теме диссертации:

1. **Юдаев С.А.**, Ивашкина Е.Н., Долганова И.О., Кулажская А.Д., Сапунов В.Н. Разработка математической модели процесса эпоксицирирования биодизеля в присутствии молибденового катализатора // Химическая промышленность сегодня, 2017, №1 с.22-33.

2. Sapunov V.N., Voronov M.S., **Yudaev S.A.**, Makarov A.A., Kaleeva E.S., Makarova E.M. Highly Selective Process for Epoxidation of Fatty Acid Methyl Esters with Peroxyacetic Acid // Russian Journal of Applied Chemistry, 2017, vol. 90, № 10, pp. 1598-1604
3. Черепанова А.Д., **Юдаев С.А.**, Сапунов В.Н., Козловский Р.А. // Кинетика окисления метиловых эфиров жирных кислот кислородом воздуха // Химическая промышленность сегодня, 2018, №2 с.8-14.
4. **Sergey Yudaev**, Elena Ivashkina, Anna Cherepanova, Mikhail Voronov, Valentin Sapunov // KINETICS ON BIODIESEL OXIDATION BY AIR OXYGEN CATALYZED BY MOLYBDENUM COMPLEX // Petroleum and Coal, 2019, vol. 61, № 5, pp. 965-972
5. Kulazhskaya A.D., Sapunov V.N., **Udaev S.A.**, Voronov M.S. Epoxidation of Fatty Acid Methyl Esters of Vegetable Oils by Air // EuropaCat XII. Catalysis: Balancing the use of fossil and renewable resources. European Congress on Catalysis. Kazan (Russia) 30 Aug. - 4 Sept., 2015. abstracts – Novosibirsk: Boreskov Institute of Catalysis. Kazan (Russia), 2015. pp.1969-1970
6. Кулажская А.Д., **Юдаев С.А.**, Воронов М.С., Ларина С.О., Сапунов В.Н. Эпоксидирование метиловых эфиров жирных кислот подсолнечного масла кислородом воздуха, // Успехи в химии и химической технологии., – 2015.– Т. 29. – № 7(166). – С. 97-99,
7. **Юдаев С.А.**, Ивашкина Е.Н., Кулажская А.Д., Ларина С.О. // Процесс окислительного эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот растительных масел // Всероссийская научная конференция «Переработка углеводородного сырья. Комплексные решения» (Левинтерские чтения), 2016, Самара, с.312-313.
8. **Юдаев С.А.**, Ивашкина Е.Н., Кулажская А.Д., Ларина С.О. // Исследование процесса эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот кислородом воздуха при гомогенном катализе Мо-содержащим комплексом //

- Внутривузовская научно-практическая конференция «Инновационные технологии в промышленности: образование, наука и производство». Сборник материалов, том 1, 2016, Стерлитамак, с.194-195.
9. **Юдаев С.А.**, Долганова И.О. Эпоксидирование биодизеля при катализе Мо-содержащим комплексом // Проблемы геологии и освоения недр. Труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина, том 2, 2017, Томск, с.368-369.
 10. **Юдаев С.А.**, Долганова И.О. Термодинамика процесса эпоксидирования биодизеля // Химия и химическая технология в XXI веке. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва, 2017, Томск, с.344-345
 11. **Юдаев С.А.**, Жила М.Ю., Воронов М.С., Шпакова П.И., Гладышева А.А., Модифицированные кубы дистилляции метиловых эфиров жирных кислот-новые стабилизаторы полимерных композиций // Химия и химическая технология в XXI веке. Материалы XIX Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва, 2018, Томск, с.251-252
 12. Пат. № 2581051, RU, Способ получения пластификаторов, Сапунов В.Н., Кустов А.А., Кузнецова И.В., Макарова Е.М., Кулажская А.Д., **Юдаев С.А.**, Воронов М.С., Чепелкина Н.В., Сучков Ю.П. - Заявл. 20.04.2015, № 2015114609/04. Оpubл. 10.04.2016, Бюл. № 10. Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева" (РХТУ им. Д. И. Менделеева), 2016 МКИ C07D303/04; C07D301/06.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных

работников 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ в части формулы: «фундаментальные и прикладные исследования в области химии и технологии переработки жидких, газообразных и твердых топлив»; в части области исследований: «научные основы и закономерности физико-химической технологии и синтеза специальных продуктов. Новые технологии производства специальных продуктов», «экологические аспекты переработки топлив. Разработка технических и технологических средств и способов защиты окружающей среды от вредных выбросов производств по переработке топлив», «катализаторы и каталитические процессы переработки углеводородного сырья».

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Юдаева С.А. является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Юдаеву С.А.; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а так же ее соответствия требованиям «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Разработка технологии эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот кислородом воздуха» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза Российского химико-технологического синтеза им. Д.И.Менделеева. В обсуждении приняли участие: д.х.н., профессор Козловский Р.А., д.х.н., профессор Сапунов В.Н., к.х.н., доцент Староверов Д.В., к.т.н., доцент Сучков Ю.П., к.х.н. Козловский И.А., к.х.н. Макарова Е.М., к.т.н. Луганский А.И., к.х.н. Воронов М.С., Варламова Е.В., Дубровский В.С.

Принимало участие в голосовании 8 человек. Результаты голосования: «За» - 8 человек, «Против» - 0 человек, воздержались - 0 человек, протокол № 01 от « 29 » августа 2019 г.

Председатель заседания,
зав. кафедрой ТОО и НХС



Р. А. Козловский

Секретарь заседания



Д.В. Староверов