

ОТЗЫВ

официального оппонента **Кудряшова Сергея Владимировича**
на диссертацию Юдаева Сергея Александровича «Разработка технологии
эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот кислородом воздуха»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических
веществ

Актуальность

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).

В настоящее время при получении эпоксидированных МЭЖК в основном применяют технологию пероксидного (надкислотного) эпоксидирования. При этом необходимо работать с коррозионноактивными низкомолекулярными карбоновыми кислотами (муравьиной и уксусной), а также с концентрированными растворами пероксида водорода. Для уменьшения влияния негативных факторов производства необходима разработка новых, более дешевых и простых способов получения эпоксидированных МЭЖК, что определяет актуальность темы исследования.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа Юдаева С.А. состоит из трёх глав, выводов, списка литературы, включающего 120 библиографических ссылок. Объем работы составляет 137 страниц, включая 51 рисунок, 11 таблиц и 3 приложения.

Анализ содержания работы

Во *введении* обоснована актуальность темы исследований, сформулирована цель и решаемые задачи, научная новизна и практическая значимость работы, представлены положения, выносимые на защиту.

В *первой главе* изложены основные способы проведения реакции эпоксидирования непредельных соединений, а также катализаторов, используемых в этих процессах. Сформулированы выводы, цель и задачи научного исследования.

Во второй главе диссертационной работы приведено описание экспериментальной установки, методик проведения эксперимента и получения катализатора, характеристики исходных веществ, способ анализа продуктов реакции.

В третьей главе диссертант уделил большое внимание изучению влияния различных технологических параметров на процесс эпексидирования МЭЖК, обосновал химический механизм протекания процесса, разработал его кинетическую модель.

Выполнен расчет тепловыделения в процессе эпексидирования МЭЖК, автор аргументировал выбор типа реактора для дальнейшего масштабирования технологии, произвел расчет его гидродинамических параметров и теплового режима. На основании полученных данных предложена технологическая схема процесса производства эпексидированных МЭЖК.

В заключении приводятся основные выводы по результатам диссертационной работы.

Диссертационная работа отражает всю необходимую информацию для понимания исследуемой темы. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Научная значимость и практическая ценность

В работе предложен оригинальный способ эпексидирования МЭЖК кислородом воздуха в присутствии гомогенного катализатора на основе комплексных соединений молибденила ($\text{MoO}_2\text{PrGl}_2$), проводимый в барботажном реакторе колонного типа. Обоснован механизм окисления МЭЖК, разработана математическая модель процесса.

Теоретическая значимость работы заключается в получении новых научных знаний о кинетических и диффузионных закономерностях протекания реакций эпексидирования МЭЖК кислородом воздуха в присутствии Мо-содержащего катализатора.

Практическая ценность работы состоит в том, что разработаны основы новой технологии производства эпексидированных МЭЖК с использованием Мо-содержащего катализатора и кислорода воздуха в качестве эпексидирующего агента. Особенно следует отметить разработку технологической схемы процесса производства эпексидированных МЭЖК. Предлагаемая технология отличается от традиционных, основанных на использовании надкислот и пероксида водорода, более низкими количествами отходов и затратами на производство.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений

Изложенные в диссертации результаты, научные положения и выводы аргументированы и обоснованы, не противоречат общехимическим принципам и ранее опубликованным результатам. Достоверность представленных подходов подтверждается

согласованностью теоретических и экспериментальных результатов диссертационного исследования.

Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ:

- «фундаментальные и прикладные исследования в области химии и технологий переработки жидких, газообразных и твердых топлив»;
- «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».

Публикации и апробация результатов работы

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, 1 патент на изобретение РФ.

Результаты диссертации апробированы на международных и всероссийских конференциях, в том числе на XII European congress on catalysis EuropaCat 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.

Замечания по диссертации:

1. Считаю, что цель работы стоило сформулировать несколько иначе, например, «Исследование закономерностей эпексидирования МЭЖК кислородом воздуха в присутствии гомогенного Мо-содержащего катализатора». Действительно, эта цель успешно достигнута, а полученные результаты являются *научной основой* для разработки новой отечественной технологии эпексидирования МЭЖК. Окончательного варианта технологии пока нет, на это Диссертант указывает в работе, но большой объем выполненных экспериментальных и теоретических исследований, позволяет рассчитывать на ее создание в обозримом будущем. Данное *пожелание* относится и к названию диссертации;

2. Не обоснован выбор катализатора, просто приведена методика его приготовления в главе 2. К сожалению, в работе Автор не идет дальше определения оптимальной концентрации катализатора, роль его в механизме окисления также не обсуждается.
3. Считаю, что выводы необходимо было дополнить пунктом о полученных экспериментальных закономерностях окисления МЭЖК. Структура такого вывода могла быть следующей: на примере МЭЖК различного исходного состава установлены закономерности их окисления в зависимости от набора технологических параметров... Показано, то-то... Досадно, что огромный «пласт» работы не нашел отражения в выводах;
4. К сожалению, диссертация изобилует огрехами в оформлении, опечатками, неудачными конструкциями предложений, встречаются неверное употребление терминов и научные жаргонизмы. Нет списка сокращений, ошибки в нумерации ссылок на литературу, литература оформлена не по ГОСТу.

Заключение

Обозначенные замечания не снижают важности полученных результатов и общей положительной оценки диссертационной работы.

Диссертационная работа Юдаева С.А. «Разработка технологии эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот кислородом воздуха» отвечает требованиям п.п. 8-9 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (Приказ № 93/од от 06.12.2018) и является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему и содержащей значимые научные и практические результаты, а её автор Юдаев Сергей Александрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Заместитель директора по научной работе
ФГБУН ИХН СО РАН, д.х.н.
специальность 02.00.13 – Нефтехимия

Кудряшов
Сергей Владимирович

Подпись

Дата

11.11.2019

Подпись Кудряшова С.В. заверяю:
Ученый секретарь ИХН СО РАН, д.х.н.



И.А. Савинова