

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора ФГАОУ ВО «Балтийский
федеральный университет имени
Иммануила Канта», кандидат физико-
их наук, доцент

М.В. Демин

2024

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени
Иммануила Канта» на диссертационную работу
Чудинова Сергея Юрьевича
на тему «Разработка ресурсосберегающих технических решений по
утилизации отработанных растительных масел», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
1.6.21 Геоэкология**

Актуальность темы выполненной диссертационной работы

Актуальность работы обусловлена стратегическими задачами государства по достижению максимального безопасного и комфортного для населения качества окружающей среды. Отработанные растительные масла не имеют централизованной системы сбора и утилизации, поэтому либо сбрасывается потребителями в канализационную систему, либо вывозится на полигоны. В первом случае накопление масел в маслоуловителях вызывает засорение и аварийные остановки очистных систем, во втором приводит к загрязнению поверхностных вод. Во всех этих случаях нарушаются естественные условия биоремедиации природных и искусственных сред, метаболические потенциалы которых требуют длительного восстановления. Поэтому в существующих условиях отсутствия приемлемых технологий утилизации, отработанные растительные масла представляют геоэкологическую угрозу для окружающей среды.

Между тем, отработанные масла обладают высоким ресурсным потенциалом, как органические соединения, которые можно переработать в востребованные на рынке продукты с высокой прибавочной стоимостью, тем самым компенсировав затраты на утилизацию. Поэтому отходы растительных масел можно рассматривать, как возобновляемый ресурс, а их переработка может приводить к получению различных углеводородных продуктов, аналогичных по строению нефтехимическим продуктам, синтезируемым в настоящее время из невозобновляемого минерального сырья.

Актуальность утилизации отработанных растительных масел определяется их геоэкологической опасностью для окружающей среды, как отхода и отсутствием в настоящее время единой технологии утилизации, приемлемой, как экологически, так и экономически.

Диссертационная работа Чудинова Сергея Юрьевича посвящена научному обоснованию технических решений по утилизации отработанных растительных масел и использованию их, как возобновляемого ресурса.

Актуальность выбранной темы диссертационного исследования определяется, как геоэкологической опасностью для окружающей среды отработанных растительных масел и отсутствием надежных технологий их утилизации, так и перспективой использования их в качестве возобновляемого сырья для производства различных продуктов, получаемых в настоящее время из минеральных невозобновляемых источников.

Автор выдвигает гипотезу о возможности деоксигенеза отработанных растительных масел в процессе медленного пиролиза под давлением, сопровождаемого удалением связанного кислорода в виде углекислого газа. При этом происходит частичная изомеризация, циклизация, ароматизация получаемых бескислородных углеводородов. В работе рассмотрены различные аспекты направленного управления предложенным техническим решением для получения востребованных продуктов, что, несомненно, указывает на актуальность, своевременность и целесообразность рассматриваемой диссертационной работы.

Цель исследования заключалась в разработке научных основ и ресурсосберегающих технических решений при утилизации отходов растительных масел, как возобновляемого сырья, для замены невозобновляемого нефтяного сырья

для получения востребованных продуктов. Для достижения поставленной цели автор решил целый ряд научно значимых практических задач:

выявил ресурсный потенциал отходов растительных масел и сформулировал проблемы, препятствующие экологически безопасной утилизации отработанных растительных масел;

рассмотрел существующие технические решения по замене ископаемых нефтепродуктов продуктами переработки отходов растительных масел для получения из них жидкого топлива и выявил возможные технические решения для осуществления данного процесса;

оценил совместный ресурсный потенциал отходов растительных масел и древесины, как возобновляемого ресурса, выявил совместный ресурсный потенциал отходов растительных масел и растительных отходов и предложил экологически обоснованные безопасные технические решения по их совместной утилизации;

выявил механизм и закономерности медленного пиролиза отходов растительных масел совместно с отходами резины автомобильных покрышек, с получением аналогов ископаемых нефтепродуктов на примере синтеза модификатора битума;

провел технологическую апробацию разработанных технических решений утилизации отработанных растительных масел с получением жидких топлив и модификатора битума.

Объекты и методы исследования полностью соответствуют решаемым задачам.

Научная новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Представленные в работе результаты, выводы и рекомендации характеризуются несомненной научной новизной.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что автор доказывает, что отработанные растительные масла могут быть переработаны в процессе медленного пиролиза под давлением в бескислородное жидкое топливо для

тепловых двигателей, аналогичные бескислородному топливу, получаемому из ископаемого невозобновляемого нефтехимического сырья. Автор доказал, что медленный пиролиз под давлением приводит к снижению содержания кислородсодержащих соединений в составе топлива, повышению теплоты сгорания и снижению вязкости продукта. В диссертационном исследовании установлено, что жидкое топливо с высокой теплотворной способностью может быть синтезировано в ходе совместного пиролиза отработанного масла и растительных отходов, что дополнительно снижает нагрузку на окружающую среду и полученное топливо по энергетическим характеристикам близко к традиционным ископаемым видам топлива. Автор доказал, что утилизация совместным пиролизом растительного масла с резиновой крошкой отработанных покрышек позволяет снизить экологическую нагрузку на окружающую среду при одновременном синтезе наноструктурированного продукта, совместимого с битумом.

Полученные по результатам исследований выводы также обладают элементами научной новизны.

Так, автор доказывает, что отходы растительных масел в процессе термической обработки претерпевают существенные изменения физико-химических свойств, не могут быть возвращены в исходное состояние, представляют геоэкологическую опасность и требуют утилизации. Эколого-экономическая эффективность утилизации отходов растительных масел обусловлена предотвращением платы за размещение отходов растительных масел на законных полигонах и получением продуктов с высокой добавочной стоимостью. Отработанные растительные масла представляют ценность, как вторичный ресурс, вследствие возможности конкурировать на рынке сырья с ископаемой нефтью. Отходы растительного масла следует рассматривать, как возобновляемый материальный ресурс, пригодный для синтеза на его основе углеводородного жидкого топлива с невысоким содержанием связанного кислорода и тем самым способного заменить в перспективе ископаемое невозобновляемое нефтяное сырье. Для переработки триглицеридов растительных масел предложено применять процесс медленного пиролиза под давлением, приводящий к деоксигенезу сырья и позволяющий синтезировать в качестве основных продуктов алканы C₈-C₃₁,

с преобладанием C15 и C17. Кислородсодержащие соединения в продукте фиксируются в следовых количествах. Совместный пиролиз растительного масла с опилом позволяет не только расширить сырьевую базу возобновляемого сырья, но и получить более ценное топливо с наличием изоалканов. Растительное масло может быть утилизировано совместным пиролизом с резиновой крошкой отработанных резиновых покрышек с получением модификатора битума. На основе полученных экспериментальных данных был спроектирован, изготовлен и испытан периодический пиролизный реактор для переработки отработанного растительного масла.

Таким образом рассматриваемая диссертационная работа обладает явной научной новизной. Достоверность результатов и выводов, приведенных в работе, не вызывают сомнений.

Основные материалы исследования доложены и обсуждены на ряде авторитетных научных форумах, опубликованы в журналах, индексируемых в международной реферативной базе Web of Science и в рецензируемом научном издании, включенном в перечень, рекомендованный ВАК.

Значимость полученных автором диссертации результатов

Значимость для науки и практики диссертационной работы С.Ю. Чудинова заключается в возможности внедрения предложенных, научно-обоснованных и инновационных подходов в практику переработки отработанных растительных масел. В диссертационной работе разработаны и научно обоснованы технические решения, позволяющие предотвратить отрицательное воздействие отработанных растительных масел на объекты окружающей среды; предложены технические решения и закономерности переработки этих масел в востребованные продукты, синтезируемые в настоящее время из невозобновляемого ископаемого сырья; обоснованы технические решения по совместной переработке отработанных растительных масел с отходами древесины и резиной отработанных покрышек.

Предложенные технические решения позволяют в полной мере использовать ресурсный потенциал отходов растительных масел, снизить или полностью

исключить образование газообразных вредных продуктов и твердых отходов в процессе утилизации, что ведет к снижению негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения

Результаты исследования имеют практическое применение, что подтверждается внедрением материалов работы в практическую деятельность хозяйствующих субъектов: ООО «Буматика» (акт внедрения от 29 мая 2024 года) и АО «Верхнекамстройкомплект» (акты от 05 мая 2024).

Таким образом, полученные автором результаты исследования имеют существенное теоретическое и практическое значение.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Знакомство с диссертационной работой позволяет рекомендовать хозяйствующим субъектам, ответственным за утилизацию коммунальных и пищевых отходов, рассматривать отработанное растительное масло, как возобновляемый ресурс с возможностью его переработки в востребованные продукты.

Органам и организациям, уполномоченным на ведение мониторинга коммунальных и пищевых отходов, рекомендуется взять на вооружение возможность безопасной утилизации отходов, имеющих в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов коды 40121011315 (пищевая масложировая продукция из растительных жиров, утратившая потребительские свойства), отходы фритюра на основе растительного масла) и 73611001314 (масла растительные отработанные при приготовлении пищи).

Структура и содержание диссертации имеет традиционную форму для данного вида работ и состоит из введения, научно-аналитического обзора геоэкологической опасности отработанных растительных масел, объемов их образования и методов утилизации; описания объекта и методов исследования; а также четырех глав собственных исследований. Диссертационная работа выдержана по объёму и изложена на 123 стр., включает 14 рисунков, 11 таблиц и 136 библиографических ссылок.

Оформление диссертации выполнено в соответствии с предъявляемыми требованиями к данному виду работ.

Во введении показаны актуальность темы исследования, сформулирована цель работы и задачи для ее достижения. Представлены научная новизна, практическая значимость, положения, выносимые на защиту. Отражены личный вклад автора, достоверность и апробация результатов исследования.

В первой главе рассмотрены отходы растительных масел, как возобновляемый ресурс, показана их геоэкологическая опасность, выявлены объемы образования и методы утилизации.

Во второй главе представлены объекты и методы исследования.

В третьей главе исследован деоксигенез растительного масла в процессе пиролиза в неизотермических и изотермических условиях.

Четвертая глава посвящена переработке пиролизом под давлением растительного масла в присутствии древесины.

В пятой главе автором приводятся результаты исследования переработки пиролизом под давлением растительного масла в присутствии резины отработанных покрышек.

В шестой главе рассматриваются результаты технологической апробации переработки отработанного растительного масла в востребованные продукты.

Содержание автореферата полностью отражает основные положения работы, автореферат имеет традиционную структуру.

В ходе рассмотрения диссертационной работы С.Ю. Чудинова не было отмечено существенных и принципиальных замечаний по полученным результатам и изложенному автором материалу, имеющиеся некоторые стилистические погрешности не принципиальны и не снижают общего качества и положительного впечатления от работы.

Принципиальные замечания и возражения по работе отсутствуют.

Редакционные замечания:

На стр. 32 в подписи к рисунку 1.1. автор называет процесс переэтерификации термином «трансэтерификация». Автору следует придерживаться единой терминологии по всему тексту.

В тексте имеются грамматические ошибки. Например, в словах «нефтехимического» (стр. 50), «вследствие» (стр. 68), «сгорания» (стр. 74), «описанного» (стр. 94) и некоторых других.

Ряд рисунков в диссертации имеют мелкий шрифт и поэтому плохо читаются. Например, рисунки 3.1, 3.3, 5.1.

При общей положительной оценке работы в ходе ознакомления с материалами диссертации и автореферата возникли вопросы уточняющего характера, которые в порядке дискуссии целесообразно обсудить:

1. Автор в п. 1.1.2. «Объемы образования отработанных растительных масел» диссертации указывает на существенное расхождение в отчетности по образующимся отработанным растительным маслам с мировым опытом по учету доли отработанных масел от всего объема потребленных масел. Чем, по мнению автора, объясняется такое несоответствие?

2. В п. 3.1. «Пиролиз растительных масел в неизотермических условиях» диссертации доказано, что в неизотермических условиях растительное масло разлагается с выделением углекислого газа. Однако аналогичное исследование не проведено для древесины в четвертой главе, поэтому неочевидно, что связанный кислород удаляется из древесины аналогичным образом. Проводил ли автор такие исследования?

3. В лабораторных экспериментах, проведенных автором, рассматривается исключительно периодическая схема процесса пиролиза. Аналогично периодический процесс опробован на практике и описан в п. 6.1. диссертации «Испытания утилизации отработанного растительного масла в жидкое топливо». Известно, что периодические реакторы всегда имеют существенно более низкую производительность по сравнению с проточными. Как автор предполагает делать переход к проточному реактору, учитывая многофазность процесса и температуру?

. Автор заявляет о перспективности процесса деоксигенеза отходов растительного масла для замены минерального нефтяного сырья с точки зрения ресурсосбережения. Однако объемы отработанных масел несопоставимы с используемыми в настоящее время объемами нефтяного сырья, поэтому при замене сырья на возобновляемое неизбежен вопрос увеличения сырьевой базы, а значит необходимости вовлечения в процесс переработки первичных растительных масел. Однако, как рыночная стоимость, так и себестоимость растительных масел существенно превышает аналогичные показатели минерального сырья. Видит ли автор возможные решения по снижению стоимостных показателей возобновляемого сырья?

Сформулированные вопросы и замечания не снижают научной и практической значимости, а также общей положительной оценки представленной диссертационной работы С.Ю. Чудинова.

Заключение

Диссертационная работа Чудинова Сергея Юрьевича «Разработка ресурсосберегающих технических решений по утилизации отработанных растительных масел», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 Геоэкология, выполненная под научным руководством Кетова Александра Анатольевича, доктора технических наук, профессора, является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой, которая содержит решение важных и актуальных задач в области разработки научных основ рационального использования ресурсов и утилизации отходов производства и потребления.

Представленная работа по форме и содержанию отвечает требованиям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 28.05.2024 № 27-О, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Чудинов Сергей Юрьевич заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Отзыв и материалы диссертационной работы Чудинова Сергея Юрьевича на тему «Разработка ресурсосберегающих технических решений по утилизации отработанных растительных масел», обсуждены и одобрены на заседании Экспертной комиссии при образовательно-научном кластере «Институт медицины и наук о жизни» (протокол № 1 от 08.11.2024 г.).

Председатель экспертной
комиссии, директор НОЦ
«Прикладная биотехнология»,
доктор технических наук, доцент

Ольга Олеговна Бабич
«08» ноября 2024

Подпись Ольги Олеговны Бабич заверяю: _____

Я, Ольга Олеговна Бабич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Чудинова Сергея Юрьевича, и их дальнейшую обработку.

«08» ноября 2024 г.

Ольга Олеговна Бабич

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»

236041, г. Калининград, ул. А.Невского, д.14

Тел.: +7 (4012) 595-597

Электронный адрес: post@kantiana.ru

www.kantiana.ru

