

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Рыжикова Владимира Александровича на тему: **«Повышение эффективности использования биотоплива – топливных брикетов, включающих отходы бумаги с полимерным покрытием»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.6. – Теоретическая и прикладная теплотехника.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Использование биотоплива в качестве альтернативы ископаемым топливам – является одним из вариантов перехода к циркулярной биоэкономике и повышению экологической безопасности окружающей среды. Биотопливные брикеты, как правило, изготавливаются преимущественно из древесных отходов, что не позволяет в полной мере использовать потенциальную энергоэффективность других видов отходов, к которым относятся и отходы целлюлозно-бумажной промышленности, включающие в себя синтетические дополнения.

В работе были проанализированы отходы целлюлозно-бумажного производства, включающие отходы ламинированной бумаги с использованием синтетических полимеров. Показана возможность использования данных отходов совместно с твердыми древесными отходами в качестве комбинированных топливных брикетов, обладающих высокими физико-механическими свойствами, энергоэффективностью и экологичностью.

В связи с этим, тема диссертационной работы Рыжикова Владимира Александровича: **«Повышение эффективности использования биотоплива – топливных брикетов, включающих отходы бумаги с полимерным покрытием»** является несомненно актуальной для теплоэнергетики.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Вынесенные на защиту научные положения, сформулированные выводы и рекомендации обосновываются логической структурой проведенного исследования, применением апробированных эмпирических методов в процессе исследования, а также, использованием сформированной автором информационно-аналитической базы по исследуемой тематике.

Выводы, полученные автором, соответствуют поставленной в работе цели и задачам.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций также подтверждается апробацией результатов работы в процессе выступления на научно-практических конференциях, в научных публикациях и в процессе промышленных испытаний.

3. Достоверность и новизна исследования, полученные результаты, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе.

Научная новизна диссертационной работы заключалась в следующем:

1. Показана возможность создания топливных брикетов при совместной переработке твердых древесных отходов и отходов производства ламинированной бумаги, содержащих синтетические полимеры.

2. Установлена возможность реализации, в процессе формирования брикетов, влагопластичности полимерных компонентов древесины и термопластичности синтетических полимеров.

3. Выявлена зависимость влияния влажности исходного сырья и температуры формирования брикета на физико-механические свойства полученных брикетов при переходе из стеклообразного релаксационного состояния в высокоэластическое.

Достоверность полученных Рыжиковым В.А. результатов подтверждается апробацией работы.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях: VII Международная научно-техническая конференция памяти профессора В.И. Комарова «Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов» - Архангельск, САФУ, 16.09.2023г.; Pulp-For 2023, ВШТЭ, 14.11.2023г.; Pulp-For 2024, ВШТЭ, 12.11.2024г.

Получен акт об использовании отходов опытной выработки ламинированной бумаги для их применения при получении биотоплива на предприятии ООО «Проммонтажсервис НТ» от 05.05.2025. Была проведена промышленная выработка комбинированных брикетов и составлен акт апробации на предприятии ООО «ПРОМЕТЕЙ» от 28.05.2025 г.

Публикации. По теме диссертационной работы было опубликовано 14 печатных работ, в том числе 2 статьи, в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК.

Личный вклад автора. Все результаты получены автором лично при участии своего научного руководителя.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что использование полученных комбинированных брикетов позволит целлюлозно-бумажным и упаковочным производствам избавиться от ныне не утилизируемых экологически-безопасным путем отходов, повысить теплотворную способность твердого биотоплива, понизить энергетические и экономические затраты на подготовку топлива, транспортировку и топливоснабжение. Сжигание комбинированных топливных брикетов позволит предприятиям использовать полученную тепловую энергию для собственных нужд.

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов в диссертационной работе.

Полученные результаты и выводы в работе Рыжикова В.А. могут быть использованы на промышленных предприятиях, где образуются древесные отходы и отходы упаковочного производства, включающие синтетические полимеры с целью уменьшения количества отходов, располагаемых на полигонах и снижению вредных выбросов в атмосферу при гниении этих отходов без получения полезной энергии.

Кроме этого, полученные результаты целесообразно использовать в учебном процессе при подготовке студентов по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника».

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность.

Диссертация Рыжикова В.А. на тему «Повышение эффективности использования биотоплива — топливных брикетов, включающих отходы бумаги с полимерным покрытием» состоит из введения, трех основных глав, заключения по работе, библиографического списка, списка сокращений и 5-и приложений.

Во введении представлена актуальность работы, степень разработанности темы, сформулирована цель и задачи исследования, отмечена научная новизна, а также теоретическая и практическая значимость, обозначены объекты исследования, представлена методология исследования, описана степень достоверности результатов, обозначены положения, выносимые на защиту, апробация работы, личный вклад автора и количество публикаций по теме работы.

В первом разделе представлен аналитический обзор литературы, в котором описываются основные положения, связанные с полимерными

синтетическими отходами в целлюлозно-бумажной промышленности: образование, сортировка, масштабы и вред, наносимый окружающей среде. Проведен анализ современного рынка синтетических полимеров и объемов их потребления в мире.

Второй раздел описывает теоретический подход к решению проблемы утилизации отходов целлюлозно-бумажной промышленности. Рассматривается возможность совместной утилизации отходов ламинированной бумаги с полимерным покрытием и твердых древесных отходов в составе топливных брикетов.

Предлагается использование инновационных комбинированных топливных брикетов, состоящих из твердых древесных отходов и отходов ламинированной бумаги, содержащих синтетические полимеры (полиэтилен).

Выявлено, что при определенных условиях, у полимерных компонентов древесины и синтетических полимеров проявляются свойства термовлагопластичности, что улучшает процесс формирования топливных брикетов и их конечные физико-механические свойства.

В третьем разделе представлена экспериментальная часть работы и результаты проведенных исследований по ситовому анализу измельченных видов сырья, выявлению зависимости изменения влажности исходного сырья от времени пропарки, определению физико-механических свойств брикетов с различными композициями исходного материала при определенных условиях, теплотворной способности полученного брикета, сравнительному анализу расчетных параметров топок различных конструкций, результатам расчета вредных выбросов при сжигании полученного комбинированного брикета и ожидаемому экономическому эффекту при реализации описанного технического решения.

Диссертация изложена на 120 страницах машинописного текста и содержит 25 рисунков, 29 таблиц, 98 наименований использованных источников литературы.

7. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации.

По работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. Из текста диссертации неясно, каким образом сжигание предлагаемых топливных брикетов позволит снизить «углеродный след» (стр.48 п.3)?
2. Какие требования предъявляются к топливным брикетам, удовлетворение которых делает необходимым проведение экспериментальных исследований, представленных в работе? С какой целью определяли плотность, влажность и другие характеристики?

3. Отходы древесины какого вида были использованы при получении топливных брикетов? Будет ли оказывать влияние вид древесины на теплоту сгорания брикетов и, соответственно, на работу топочного устройства?
4. Рис.3.3 стр.63 требует пояснения.
5. Чем обусловлен указанный предел влажности отходов, равный 3.3% (стр.63)?
6. В п.3.3 требовалось бы пояснить, как были определены экспериментально физико-механические характеристики. В табл.3.2 приведены лишь результаты.
7. На графиках (рис.3.7) должны быть только экспериментальные точки и аппроксимационная линия, соответствующая логарифмической зависимости. Желательно на точках показать интервал погрешности. Линейная аппроксимация между точками лишняя.
8. Неясно, как был определен элементный состав топливного брикета (табл.3.5)?
9. В табл.3.6, очевидно, содержатся литературные данные? Должна быть ссылка на источник.
10. В п.3.6 «Анализ топок различных конструкций» результаты анализа не представлены. Приведенные в табл.3.7 результаты расчета не подкреплены соответствующими выводами.
11. П.7 заключения по работе не отражает результатов, представленных выше.

8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Указанные замечания не являются принципиальными и не снижают общей положительной оценки работы.

Диссертация Рыжикова Владимира Александровича является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для науки и практики в области энергетики и экологии, в частности, эффективного использования энергоресурсов (отходов промышленности) и повышения экологической безопасности окружающей среды.

Основные результаты диссертационной работы удовлетворяют критериям новизны, достоверности и обоснованности. Диссертация обладает внутренним единством содержания. Материал изложен технически грамотно, последовательно, подробно.

Автореферат в достаточной степени отражает содержание диссертации, основные результаты которой опубликованы в открытой печати. Личный вклад автора не вызывает сомнений.

Диссертационная работа Рыжикова Владимира Александровича на тему: «Повышение эффективности использования биотоплива – топливных брикетов, включающих отходы бумаги с полимерным покрытием» соответствует паспорту специальности 2.4.6. – Теоретическая и прикладная теплотехника и отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Рыжиков Владимир Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.6 – Теоретическая и прикладная теплотехника.

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой
«Энергетика теплотехнологий и газоснабжение»
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
энергетический университет
имени В. И. Ленина»
кандидат технических наук, доцент

Колибаба Ольга Борисовна

Сведения об организации

Название: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина»

Адрес: 153003, Россия, г. Иваново, ул. Рабфаковская, дом 34

Телефон +7 (4932) 269-999

Электронная почта office@ispu.ru

Веб-сайт: <http://ispu.ru>

Подпись Колибабы Ольги Бори
заверяю.
Ученый секретарь Совета ИГЭУ

Вылгина Юлия
Вадимовна

01.09.2025г.