

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Сафина Рушана Гареевича 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

Актуальность работы заключается в решении актуальной научной задачи, связанной с переработкой и утилизацией промышленных отходов древесины и упаковочного производства с содержанием полимерных покрытий.

Ежегодный объем потребления бумаги и картона в мире – составляет свыше 450 млн тонн, а объем потребления крупнотоннажных синтетических полимеров в мире - свыше 360 млн тонн. Основным сырьем для производства синтетических полимеров является нефть, мировая добыча которой составляет около 4, 5 млрд тонн в год (сернистых соединений в различных видах нефтей может быть более 10-ти процентов, хотя обычно этот показатель не превышает шести процентов). С учетом того, что лишь 8% от общей добычи нефти используется для производства синтетических полимеров, становится ясно, что большая часть нефти идет на сжигание, что приводит к значительным выбросам парниковых газов и других загрязняющих веществ.

Тенденции к высокому уровню вторичной переработки бумаги и необходимость сокращения пластикового загрязнения тесно связаны с устойчивым развитием. Использование вторичного волокна в производстве бумаги, которое превышает использование первичного, свидетельствует о растущем внимании к экологическим аспектам.

В данной диссертационной работе была показана возможность совместного использования отходов древесины и ламинированной бумаги в виде биотопливных брикетов, с дальнейшим сжиганием в низкотемпературной вихревой топке с высокой степенью экологичности, что приводит к снижению углеродного следа и получению тепловой энергии из отходов.

Поставленной целью в работе являлось повышение эффективности использования твердого биотоплива с применением отходов производства ламинированной бумаги, включающих полиэтиленовое покрытие.

Для реализации поставленной цели, был определен ряд задач:

1. Разработка научных основ повышения эффективности использования композитных брикетов на базе древесных опилок и отходов бумаги с полиолефиновым покрытием;
2. Определение влияния времени пропарки сырья на повышение влажности твердых древесных отходов и отходов ламинированной бумаги при их различных соотношениях;
3. Определение влияния температуры формирования брикета и влажности сырья на прочность и плотность полученного брикета при трех композициях;
4. Экспериментальное определение низшей теплоты сгорания полученных комбинированных брикетов;
5. Анализ основных расчетных параметров топочных камер различной конструкции в котлоагрегате при сжигании полученных комбинированных брикетов;
6. Проведение сравнительного расчета количества вредных выбросов диоксида азота при сжигании полученных комбинированных брикетов в топочных устройствах различной конструкции;
7. Определение величины экономического эффекта при переводе котлоагрегата с древесных топливных брикетов на полученные комбинированные брикеты из твердых древесных отходов и отходов ламинированной бумаги.

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

Обоснование научных положений, рекомендаций и выводов на защиту заключается в использовании разнообразных опытных подходов в ходе работы, логической организации выполненного исследования и применении литературных источников по данной области исследования.

К положениям, выносимым на защиту, относятся:

1. Технология производства инновационных комбинированных топливных брикетов из твердых древесных отходов и отходов ламинированной бумаги;
2. Результаты установленных зависимостей физико-механических свойств полученных брикетов от влажности исходного сырья и температуры формирования.

Достоверность и обоснованность полученных результатов основывается на апробации работы на научно-практических конференциях и в работах, опубликованных в научных журналах.

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

В диссертационной работе Рыжикова В.А. научная новизна исследования основывается на трех основных пунктах:

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 результатов работы подтверждается личным проведением всех этапов работы Рыжиковым В.А. под руководством научного руководителя и личным присутствием сотрудников кафедр, где проводились исследования.

Апробация диссертационной 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. Был получен акт об использовании отходов опытной выработки ламинированной бумаги для их применения при получении биотоплива на предприятии ООО «Проммонтажсервис НТ» от 05.05.2025. Также, 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, входящие в перечень ВАК.

Личный вклад автора заключался в выполнении всех этапов работы: определение целей и задач, выполнение экспериментальных исследований с последующей аналитикой результатов, осуществление расчетов, сбор и обработка данных, а также подготовка публикаций и докладов на конференциях по теме исследования.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов.

Теоретическая и практическая значимость работы оценивается как высокая и заключается в использовании полученных комбинированных брикетов, которые позволяют уменьшить концентрацию вредных выбросов в атмосферу, утилизировать отходы производства ламинированной бумаги, повысить теплоту сгорания твердого биотоплива, понизить энергетические и экономические затраты на подготовку топлива, транспортировку и топливоснабжение. Сжигание полученных брикетов позволит предприятиям использовать полученную тепловую энергию для собственных нужд.

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

Рекомендуется применять результаты и выводы, полученные в исследовании Рыжикова Владимира Александровича, на промышленных предприятиях, где образуются древесные отходы и отходы упаковки с полиолефиновым покрытием. Это поможет уменьшить объемы захоронения отходов, отправляемых на свалки, а также позволит получать дополнительную тепловую энергию. Кроме того, полученные результаты могут быть использованы в образовательном процессе как темы для выпускных квалификационных работ и лабораторных занятий с целью дальнейшего изучения и развития данной области.

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность.

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

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. Описывается 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.

7. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации. Мнение о научной работе соискателя.

По диссертационной работе имеются следующие замечания и вопросы, вызванные в первую очередь, интересом к результатам, полученным автором:

1. В литературном обзоре использованы данные по производству термопластов 20 летней давности.
2. Таблица 1.5 – следовало указать номер источника с которого взяты данные в таблице 1.5.
3. Разделы 2.1-2.4 следовало бы отнести к первой главе работы
4. В разделе 2.6. следовало бы представить структурный состав исходного сырья.
5. Чем обусловлен выбор дисковой мельницы в качестве аппарата для измельчения для формирования брикетов 250 – 1000 мкм?
6. Почему формирование брикета проводилось только под нагрузкой 4500 Н? Какие геометрические параметры имеет пресс-форма?

7. Следовало показать в работе схему установки «Instron1121» с обозначением расположения термопар.

8. Не представлены значения зольности ламинированной бумаги и опилок лиственницы? Приведенные значения зольности брикета низкие.

9. В работе не указано время перемешивания смеси перед прессованием для различных фракций.

Вышеуказанные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

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

Диссертация Рыжикова В.А. является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне.

В работе приведены научные результаты, позволяющие квалифицировать ее как разработку научно обоснованных технических решений, внедрение которых вносит значительный вклад в решение важнейших энергетических и экологических задач Российской Федерации на ближайшие годы, представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для науки и практики в области энергетики и экологии, в частности, эффективное использование энергоресурсов (отходов промышленности) и повышение экологической безопасности окружающей среды. Работа написана доходчиво, грамотно и оформлена по всем нормам и правилам. Выводы и рекомендации обоснованы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Таким образом, диссертация Рыжикова Владимира Александровича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи переработки и утилизации промышленных отходов древесины и отходов упаковочного производства с содержанием синтетических полимеров в виде комбинированных топливных брикетов, имеющей значение для развития энергетики и экологии, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения 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 заслуживает присуждение искомой ученой степени.

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.

Считаю, что автор диссертационной работы Рыжиков Владимир Александрович полностью заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.6 – Теоретическая и прикладная теплотехника.

Официальный оппонент:

Сафин Рушан Гареевич

доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой переработки

древесных материалов;

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«Казанский национальный исследовательский

технологический университет»,

420015, Российская Федерация, Республика Татарстан,

Казань, ул. К. Маркса, д. 68.

тел: +7 (843) 231-42-00,

e-mail: office@kstu.ru

Сафин Рушан Гареевич/

(расшифровка подписи)

А. А. Р. Т.

