

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

ФГБОУ ВО «Череповецкий

государственный университет»

Скрижов Александр Николаевич



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет» на диссертацию Терехина Алексея Павловича «Повышение энергоэффективности Архангельской области путем увеличения надежности работы котлоагрегатов с кипящим слоем», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. «Энергетические системы и комплексы».

Актуальность работы

Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, рациональному природопользованию, энергетической эффективности и безопасности, диверсификации используемых видов топлива и энергии, экологической приемлемости — одни из главных задач Энергетической стратегии России на период до 2050 года.

Таким образом, повышение энергоэффективности работы котельных агрегатов сжигающих осадок сточных вод и кородревесное топливо является актуальной задачей.

Целью диссертации является повышение эффективности энергетической системы Архангельской области путем увеличения надежности работы котельных агрегатов с кипящим слоем сжигающих осадок сточных вод и кородревесное топливо.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, двух приложений и содержит 149 страниц машинописного текста, включает 57 рисунков, 36 таблиц, список литературы из 130 источников.

Во введении представлена актуальность проблемы исследования, проведен анализ степени разработанности темы, определены объект и предмет исследования, цели исследования, сформулированы задачи и методы их решения, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведен обзор научной литературы по современному состоянию исследований энергетического использования осадка сточных вод и кородревесного топлива. Рассматривается влияние энергетического использования этих видов топлива на энергосистему Архангельской области, а также технологии повышения энергетической ценности осадка сточных вод и кородревесного топлива и проблемы, связанные со сжиганием биомассы в котельных агрегатах с кипящим слоем.

Во второй главе исследовано влияние осадка сточных вод на энергосистему Архангельской области. Проведены термические, элементные и морфологические исследования кородревесного топлива и осадка сточных вод с целью увеличения эффективности их энергетического использования в котельных агрегатах с кипящим слоем.

В третьей главе исследована работа котлоагрегатов, использующих технологию кипящего слоя для сжигания низкокачественного топлива — кородревесного топлива и осадка сточных вод.

В четвертой главе подробно исследован процесс агломерации материала кипящего слоя котлоагрегата Е-75-3,9-440 ДФТ в процессе его эксплуатации от пуска котла с новым свежим материалом кипящего слоя до останова котла для его замены из-за дефлюидизации.

В заключении изложены основные результаты диссертационной работы сформулированы выводы, отражающие итоги работы автора по выбранной теме в соответствии с поставленными целью и задачами.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает её научно новизну, теоретическую и практическую значимость.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертационной работе, обладают высокой степенью обоснованности и достоверности, что подтверждается совокупностью теоретических, расчетных и экспериментальных результатов, полученных в рамках системной, непротиворечивой последовательности этапов работы.

Автор корректно использует положения теории теплообмена в приложении к функционированию теплообменных аппаратов, реализует математическую модель посредством использования метода конечных разностей; планирует и проводит экспериментальное испытание с последующей обработкой эмпирических данных.

Научные положения, выносимые на защиту, полно и последовательно раскрыты во всех разделах диссертации. Результаты авторского исследования отражены в публикациях, демонстрирующих разные части выполненной работы: комплексное термическое исследование осадка сточных вод и кородревесного топлива, исследование работы существующих энергоустановок с кипящим слоем сжигающих данные виды топлива, определение основных проблем, влияющих на надежность работы котлов, исследование проблемы агломерации материала кипящего слоя с частицами золы.

По теме диссертационной работы опубликовано 13 работ, из них 5 статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК по специальности диссертации, 6 статей в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science из которых 1 статья включена в первый квартиль (Q1) базы данных Web of Science. Отдельные разделы диссертации докладывались и обсуждались на научных конференциях различного уровня.

Результаты работы приняты к внедрению в компании АО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат» и внедрены в учебный процесс в Северном (Арктическом) Федеральном Университете.

Значимость результатов научно-исследовательской работы для науки, научная новизна

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Получены данные о работе котельных агрегатов с кипящим слоем сжигающих осадок сточных вод и кородревесное топливо.
2. Получены экспериментальные данные процесса агломерации частиц топливной золы и инертного материала кипящего слоя, влияющего на эффективность и надежность работы котельного агрегата.
3. Разработаны технические мероприятия, направленные на увеличение энергоэффективности Архангельской области путем повышения надежности работы котельных агрегатов с кипящим слоем и увеличением их межремонтного периода.

Теоретическая значимость работы заключается в определении энергетического потенциала кородревесного топлива и осадка сточных вод, выявления проблем при их энергетическом использовании. Определение термогравиметрических и микроскопических характеристик и их влияние на горение в кипящем слое. Газохроматографический анализ позволил выявить летучие вещества, выделяющиеся при различных температурах пиролиза осадка сточных вод и кородревесного топлива.

Практическая значимость работы заключается в разработке технических решений по повышению эффективности и надёжности работы котельных агрегатов с пузырьковым кипящим слоем, а также экспериментальном подтверждении метод расчёта концентрации оксида калия в материале кипящего слоя.

Соответствие паспорту научной специальности

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» по пунктам паспорта:

3. «Разработка, исследование, совершенствование действующих и освоение новых технологий и оборудования для производства электрической и тепловой энергии, использования органического и альтернативных топлив, и возобновляемых видов энергии, водоподготовки и водно-химических режимов, способов снижения негативного воздействия на окружающую среду, повышения надёжности и ресурса элементов энергетических систем, комплексов и входящих в них энергетических установок»;

4. «Разработка научных подходов, методов, алгоритмов, технологий конструирования и проектирования, контроля и диагностики, оценки надёжности основного и вспомогательного оборудования энергетических систем, станций и энергокомплексов и входящих в них энергетических установок»;

6. «Теоретический анализ, экспериментальные исследования, физическое и математическое моделирование, проектирование энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов, функционирующих на основе преобразования возобновляемых видов энергии (энергии водных потоков, солнечной энергии, энергии ветра, энергии биомассы, энергии тепла земли и других видов возобновляемой энергии) с целью исследования и оптимизации их параметров, режимов работы, экономии ископаемых видов топлива и решения проблем экологического и социально-экономического характера».

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы Терехина А.П. могут использоваться при разработке мероприятий, направленных на увеличение надёжности и эффективности работы котельных агрегатов с кипящим слоем.

Результаты работы дополняют и устанавливают новые положения в вопросе повышения надёжности работы котельных агрегатов с кипящим слоем.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В п. 1.1 диссертации часто используется выражение «сжигание вторичных энергоресурсов», но, строго говоря, сжигать можно только *горючие* ВЭР (опилки, кору, доменный газ), а *тепловые* ВЭР (теплота дымовых газов, жидкого шлака или раскаленного кокса) сжигать, очевидно, не получится.
2. На рис. 2.5 и 2.6 (стр. 33-34 диссертации) приведен термический анализ кородревесного топлива, однако, не указано, какого – лиственного или хвойного. Значит ли это, что при термическом анализе они ведут себя одинаковым образом?
3. В табл. 2.4, 2.6, 2.8, 2.10 и 2.12, где приведены данные пиролиза кородревесного топлива при разных температурах, также не указано, какое топливо (лиственное или хвойное) исследовалось. Из табл. 2.1 следует, что содержание углерода и водорода в лиственном КДТ выше, чем в хвойном, поэтому, какая-то разница в продуктах пиролиза у этих топлив должна иметь место.
4. В табл. 3.4, 3.5, 3.11, 3.12, 3.13 приведены результаты обследования различных котлоагрегатов при сжигании лиственного кородревесного топлива и осадка сточных вод, однако доли этих топлив не указаны, что не позволяет оценить влияние каждого из этих топлив на работу котлоагрегатов.
5. Из автореферата и диссертации неясно, как влияет температура в кипящем слое на выход оксидов азота.
6. Как можно объяснить установленную взаимосвязь между паропроизводительностью котла и температурой кипящего слоя, показанную на рис. 4.21 - с уменьшением паропроизводительности температура слоя повышается, с увеличением нагрузки - снижается?

Отметим, что сделанные замечания не снижают научную и практическую ценность диссертационной работы Терехина А.П.

Заключение по работе

Содержание представленной диссертационной работы соответствует паспорту специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы». Диссертация Терехина А.П., на тему «Повышение энергоэффективности Архангельской области путем увеличения надежности работы котлоагрегатов с кипящим слоем» является завершенной научно-квалификационной работой. Поставленные в диссертационной работе задачи решены, цель работы достигнута. Новые научные результаты, полученные автором, имеют существенное значение для повышения энергоэффективности и надежности котельных агрегатов с кипящим слоем.

