

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

«Повышение энергоэффективности Архангельской области путем увеличения надежности работы котлоагрегатов с кипящим слоем»,

автор Терехин Алексей Павлович,

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы

Диссертационная работа посвящена актуальной теме повышения энергоэффективности и надежности котельных установок в Архангельской области за счет использования вторичных биоресурсов, таких как осадок сточных вод и кородревесные отходы. Автор проводит комплексный анализ теплотехнических свойств и механизмов термического разложения этого сырья, обосновывая переход на технологию кипящего слоя. Для повышения эффективности сжигания исследуется агломерация материала слоя, возникающая из-за высокого содержания в топливе калия и образования легкоплавких соединений. В результате опытно-промышленных испытаний, проводимых для трех котлоагрегатов, предложены технические мероприятия, включая автоматизацию подачи газов рециркуляции и расчет оптимального обновления кварцевого песка. Реализация предложенных мероприятий позволяет значительно увеличить выработку электроэнергии и продлить период бесперебойной эксплуатации энергетического оборудования. Таким образом результаты работы вносят вклад в экологическую безопасность региона, предлагая эффективный способ энергетической утилизации промышленных и муниципальных отходов.

Научная новизна работы заключается в том, что:

- систематизированы данные о совместном сжигании альтернативных видов топлива (смеси осадка сточных вод и кородревесного топлива) в промышленных котельных агрегатах с кипящим слоем (в частности, на установках Е-75-3,9-440 ДФТ, КМ75-40М и Е-83,5-9,8-540 ДФ);
- экспериментально исследован механизм агломерации частиц топливной золы и инертного материала кипящего слоя при утилизации биотоплива;
- установлено, что ключевой причиной дефлюидизации слоя является накопление калия и образование легкоплавкой эвтектики K_2O-SiO_2 при рабочих температурах 754–840 °С;
- в качестве ведущего механизма укрупнения донной золы научно обоснована агломерация, вызванная покрытием частиц;
- разработан и экспериментально верифицирован метод расчета концентрации щелочных металлов в кипящем слое;
- с использованием уравнения материального баланса соединений калия обоснована методика определения расхода добавляемого свежего кварцевого песка и дренажа донной золы в зависимости от состава сжигаемой биомассы.

Практическая значимость:

- определены ключевые теплотехнические и физико-химические свойства сырья, определен компонентный состав летучих веществ пиролиза при различных температурах;
- разработан и внедрен комплекс технических решений по повышению надежности и предотвращению агломерации в котлах с пузырьковым кипящим слоем;
- достигнут подтвержденный экономический и экологический эффект;
- результаты работы используются на Архангельского ЦБК и в учебном процессе.

По работе можно сделать следующие замечания:

1. В работе имеется противоречие между температурным режимом кипящего слоя и локальным образованием агломератов. В качестве одного из методов предотвращения агломерации автор предлагает общее снижение температуры кипящего слоя (с. 15 автореферата). При этом экспериментальные исследования котла Е-75-3,9-440 ДФТ показывают, что наиболее крупные агломераты сливались именно из задней части слоя, где фиксировалась самая низкая рабочая температура, на 30–40 °С ниже средней. Данный факт указывает на то, что локальная гидродинамика и равномерность подачи топлива играют более критическую роль, чем абсолютные температурные показатели слоя, что требует более детального раскрытия в работе.

2. В автореферате нет объяснения несоответствие баланса щелочных металлов в исходном топливе (от 8,045 до 21,321% Na_2O , табл. 2, при зольности от 1,7 до 37,3%, табл. 1) и в донной золе (в котором натрия Na отсутствует, с. 13) – уносится ли натрия полностью в газообразном состоянии (или с летучей золой), либо его отсутствие в пробах донной золы связано с методическими особенностями измерений.

Высказанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Диссертационная работа **Терехина А.П.** «Повышение энергоэффективности Архангельской области путем увеличения надежности работы котлоагрегатов с кипящим слоем» является завершенной научно-квалификационной работой, которая по критериям актуальности, научной новизны, обоснованности и достоверности выводов соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям, а **Терехин Алексей Павлович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы.

Трубаев Павел Алексеевич,

доктор технических наук (специальности 05.13.08 - Процессы и аппараты химической технологии и 05.13.11 - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов), доцент, профессор кафедры Энергетики теплотехнологии БГТУ им. В. Г. Шухова.

Тел. +7 (4722) 30-99-01, доб. 18-24, e-mail: trubaev@mail.ru.

Адрес: 308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова 46.

31 августа 2026 г.

Подпись Трубаева П.А. удостоверяю

**Проректор по научной
и инновационной деятельности
БГТУ им. В.Г. Шухова,
д-р пед. наук, проф.**



Т.М. Давыденко

Адрес федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (БГТУ им. В.Г. Шухова): 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, тел. (4722) 54-20- 87, факс (4722) 55-71-39, e-mail: rector@intbel.ru.