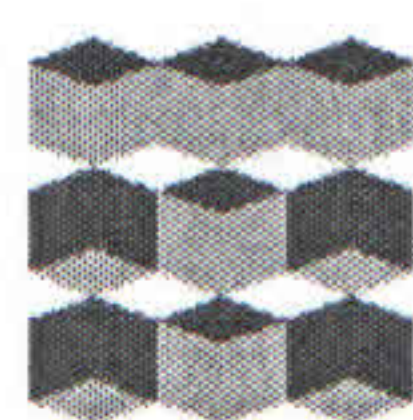


TOMSK
POLYTECHNIC
UNIVERSITY



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке
и стратегическим проектам
ФГАОУ ВО НИ ТПУ, к.ф.-м.н.
Гоголев Алексей Сергеевич

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» на диссертационную работу «Разработка котельно-топочной техники для утилизации растительных отходов» Пузырева Михаила Евгеньевича, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа посвящена разработке научных подходов и технических решений по утилизации растительных отходов (подсолнечной лузги). Современная промышленная энергетика делает ставку на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) и большинство стран поддерживают использование ВИЭ через законы и финансирование, интегрируя их в стратегии развития, а лузга входит в перечень ВИЭ в качестве биотоплива. Соответственно вопрос утилизации растительных отходов актуален, поскольку не только снижает зависимость от ископаемого топлива, но и решает экологические проблемы: устраняет пожароопасные отходы и сокращает вред от свалок и выбросов их гниения, метана и других.

Несмотря на хорошие теплотехнические характеристики лузги, практика ее сжигания в обычных котлах выявила серьезные технические сложности. Отмечается быстрое падение производительности, вплоть до остановки котла из-за интенсивного шлакования топок и золowego загрязнения теплообменных поверхностей. Этим явлениям сопутствует опасность возгорания легко выносимого из топки механического недожога в виде тлеющих частиц лузги. Поэтому научные изыскания, направленные на поиск решений выявленных проблем, являются актуальными.

В диссертации обозначенные проблемы решены научно обоснованными методами. Предложена низкотемпературная вихревая технология сжигания, а также режимные мероприятия и устройства для снижения шлакования котлов и их очистки, позволяющие длительно сохранять эффективность работы оборудования.

Предложенные решения проблем утилизации отходов можно использовать для создания «зелёного» энергетического цикла и на других предприятиях переработки сельскохозяйственной продукции, что также дополняет актуальность темы диссертации.

Цель работы – Разработка котельно-топочной техники, обеспечивающей длительный безостановочный режим работы при утилизации сильно шлакующих, измельченных растительных отходов типа подсолнечной лузги, на основе опыта промышленного применения низкотемпературного вихревого сжигания по схеме «Торнадо».

Основное содержание работы

Во введении рассмотрены актуальность и проработанность темы, сформулированы цель и задачи работы, отмечены научная новизна, практическая значимость полученных результатов и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведен обзор развития ВИЭ в части утилизации биотоплив и доступных технологий. Рассмотрены различные схемы топочного процесса. Приведены теплотехнические характеристики рассматриваемых топлив. Показаны особенности и проблемы утилизации сильношлакующих биотоплив на примере подсолнечной лузги. Поведение золы в котлах – шлакование и загрязнение поверхностей нагрева приводит к вынужденным остановкам котлов для ручной очистки, что сильно снижает эффективность их работы и требует разработки мер противодействия.

Во второй главе обосновывается использование циклонного эффекта для удержания топливных частиц в разрабатываемых топках. Рассмотрен опыт сжигания лузги в вихревых камерах. Показаны принципиальные элементы вихревых камер, характеристики и параметры работы разрабатываемых устройств. Основное отличие вихревых топок «Торнадо» от других заключается в их радиальной форме и соотношении размеров: условный диаметр топки к диаметру газоотводящего окна составляет от 4 до 6, а диаметр топки к глубине топки - от 2 до 6. Кроме того, вихревая камера экранирована лучевоспринимающей поверхностью и оснащена газоотводящим окном с подачей третичного дутья и слоевым топочным устройством. Даны результаты сравнительного анализа для различных вариантов выполнения схемы подачи топливовоздушных струй и их влияние на работу топки в целом.

В третьей главе представлен анализ шлакующей способности золы подсолнечной лузги и отложений золы в котлах. Приведены результаты исследования состава и характеристик отложений из действующих котлов. Зола лузги в ходе топочного процесса претерпевает изменения, связанные с повышенными температурами, что видно по гранулометрическому и химическому составу образцов. Выявлен конденсационный механизм формирования отложений на теплообменных поверхностях котла из возгонов золы. Представлены характерные формы отложений, процессы и закономерности, а также разработанные и промышленно опробованные устройства для очистки котлов от отложений золы и способы снижения шлакования.

Для подавления процессов шлакования топка должна оснащаться механизмами для регулярного вывода зольного остатка, что позволяет сократить время его нахождения в зоне высоких температур и возгонку. Для очистки теплообменных поверхностей разработаны глубоководные обдувочные аппараты, отличающиеся от известных своей адаптированностью к котлам малой мощности. Внедрение этих мер позволило обеспечить безостановочную работу котлов.

Предложены решения по очистке отходящих дымовых газов от золы пыли и лопаток дымососов от наростов отложений. Благодаря полному выжиганию горючих веществ в вихревой топке стало возможным применение рукавных фильтров. Такие фильтры разработаны и внедрены.

В четвертой главе приведены примеры внедрения технических решений, разработанных на основе научных изысканий, использование которых повышает эффективность утилизации растительных отходов. Для сжигания лузги по разработанной технологии изготовлены и эксплуатируются более 50 котлов в составе 40 энергоустановок. Их установленная мощность позволяет утилизировать до 17,8% вырабатываемой в стране лузги, сэкономить 357 тыс.т.у.т./год, снизить выбросы золы на 140 тыс.т/год и выработать тепло с экономическим эффектом 4,86 млрд.руб./год.

В заключении представлены выводы по работе.

Автореферат диссертации изложен на 20 страницах, содержит 15 рисунков и список опубликованных работ соискателя из 28 наименований. Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации.

Достоверность вынесенных на защиту результатов исследований обеспечивается использованием нормативных методик проведения экспериментальных теплотехнических испытаний и расчетов, теоретическим обоснованием на основе известных физических явлений и подтверждается полученными патентами, внедрением и промышленной эксплуатацией.

Научная новизна:

- дополнена нормативная методика инженерных расчётов топки «Торнадо»;
- предложены, запатентованы и обоснованы путем инженерных расчетов, моделирования и промышленного применения оптимальные профили вихревых топочных камер радиального типа и технологические схемы организации низкотемпературного вихревого сжигания;
- промышленными испытаниями новых котлов и моделированием обоснованы схемы расположения сопел дутья и ввода топлива, характеристики выходного пережима и оптимальная геометрия вихревых камер радиального типа, встраиваемых в топочные объемы котлов;
- в промышленных условиях изучены характеристики золы подсолнечной лузги, её отложений, описаны закономерности их формирования в котельных установках;
- разработаны и усовершенствованы научными и натурными исследованиями топки «Торнадо» радиального типа, котлы на их основе, газоочистное и другое вспомогательное оборудование, а также рекомендации по обеспечению эффективной безостановочной их работе.

Практическая значимость

Обоснована схема вихревого низкотемпературного сжигания и технология «Торнадо», которую можно применять при создании новых и реконструкции существующих котлов с переводом их на непроектные виды топлив, в том числе биотоплив и сильношлакующих. Дополненный инженерный расчет теплообмена в вихревых топках котлов на подсолнечной лузге имеет большое значение для конструкторской практики.

Разработаны, запатентованы и внедрены технические решения при создании специализированного котельного оборудования, используемого при решении важных задач – по утилизации растительных отходов и расширению возможностей практического использования биотоплив.

Полнота опубликованных результатов и апробация работы

Основные результаты диссертации были представлены на 11 конференциях всероссийского и международного уровней и опубликованы в 47 научных работах, из них работ, опубликованных согласно перечню российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (перечень ВАК РФ) - 6, а также патентов РФ - 22.

Замечания по работе

1. Выносимое на защиту Положение 3 «Дополнение к нормативной методике теплового расчета для вихревых топок на подсолнечной лузге» и п.1 Научной новизны «Дополнена нормативная методика теплового расчета вихревых топок на подсолнечной лузге» не отражены в полной мере в представленных на стр. 94 уравнениях 2.1 – 2.6, относящихся к тепловому расчету вихревой топки котла. Следовало бы прокомментировать, какие из уравнений являются новыми и в какой части они дополняют нормативную методику.
2. В диссертации есть много опытных данных, но не представлена обобщающая математическая модель золотого загрязнения котлов при работе на лузге подсолнечника.
3. В работе приведены несколько вариантов компоновки вихревых топок, рисунок 2.23. Но в описании не достаточно подробно раскрыто, какие из них лучше для лузги и зачем нужны разные схемы компоновки?
4. Не раскрыто, какую долю в увеличение продолжительности работы котлов на подсолнечной лузге вносит каждое из представленных в третьей главе технических решений и каков экономический эффект от их внедрения.
5. Известно, что схемы с газификацией наиболее перспективны с точки зрения подавления оксидов азота, но в диссертации для сжигания лузги предпочтение отдано схеме с полным сгоранием в вихревой топке (стр. 102), при этом не приведены данные по эмиссии оксидов азота в сравниваемых схемах.

Заключение

Указанные вопросы и замечания не снижают положительной оценки диссертационной работы.

Диссертационная работа Пузырева М.Е. «Разработка котельно-топочной техники для утилизации растительных отходов» является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему и в которой изложены новые научно обоснованные и подтвержденные на практике технические и технологические решения и разработки котельно-топочной техники для утилизации растительных отходов, имеющие существенное значение для развития страны. Работа соответствует паспорту специальности 2.4.5 Энергетические системы и комплексы и полностью удовлетворяет критериям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Пузырев Михаил Евгеньевич

заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

Выводы и результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию в конструкторских подразделениях котлостроительных заводов, производящих котлы для промышленной энергетики на растительном биотопливе (Бийский котельный завод, Дорогобужский котельный завод и др.).

Отзыв обсужден и принят на заседании теплоэнергетической секции научно-технического совета Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО НИ ТПУ, протокол №2 от 14.02.2025 г.

Председатель теплоэнергетической
секции научно-технического совета
Инженерной школы энергетики
ФГАОУ ВО НИ ТПУ
Профессор Научно-образовательного
центра И.Н. Бутакова,
д.ф.-м.н., профессор

Кузнецов Г.В.

Профессор Научно-образовательного
центра И.Н. Бутакова,
д.т.н., профессор

Заворин А.С.

Подписи Кузнецова Геня Владим
удостоверяю.
И.о. ученого секретаря Национального
исследовательского Томского
политехнического университета

Сергеевича

Сведения о

Полное и сокращенное
наименование организации

автономное

образовательное учреждение высшего
образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический
университет» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ)

Место нахождения

634050, г. Томск, пр. Ленина, д.30

Телефон

8 (3822) 60-63-33


Адрес электронной почты

tpu@tpu.ru

Адрес сайта

<http://www.tpu.ru/>

Поступил в совет 28.02.2025г.
Ученый секретарь ДС Ву Борущ Д.В.

С отзывом ознакомлен 03.03.2025
 Тузарев М.Е.