

ОТЗЫВ

официального оппонента Зайченко Виктора Михайловича на
диссертацию Рябова Георгия Александровича
«Научное обоснование использования технологии сжигания
твёрдых топлив в циркулирующем кипящем слое»,
представленную на соискание учёной степени
доктора технических наук
по специальности: 05.14.14 – «Тепловые электрические
станции, их энергетические системы и агрегаты»

Актуальность темы.

Диссертация посвящена важной и актуальной теме в приоритетном направлении теплоэнергетики – развитию технологии сжигания в циркулирующем кипящем слое. Использование циркулирующего кипящего слоя обеспечивает высокую эффективность сжигания низкосортных топлив, существенное сокращение вредных выбросов оксидов азота и серы, позволяет диверсифицировать поставки топлива на ТЭС. Важным является также возможное использование данной технологии для сжигания различных видов биомассы, в том числе с улавливанием двуокси углерода.

Структура и содержание диссертации.

Диссертация состоит из введения, 10 глав и заключения, изложенных на 288 страницах машинописного текста, содержит 106 рисунков и 7 таблиц, а также библиографического списка из 276 наименований. Диссертационная работа представляет комплекс теоретических и экспериментальных исследований, описывающих закономерности процессов в топочном контуре котлов с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС) и разработанные на их основе методы, обеспечивающие возможность выполнения достоверных расчётов режимных параметров котлов с ЦКС при проектировании и эксплуатации.

Введение даёт общую характеристику диссертации, обоснование актуальности темы, формулировку цели и задач работы, научной новизны и практической значимости результатов работы.

В первой главе рассматриваются особенности технологии сжигания топлив в кипящем и циркулирующем кипящем слое. Рассмотрено состояние и развитие технологии ЦКС в мире. Выполнен анализ новых направлений сжигания и газификации твердых топлив. Представлен обзор имеющихся результатов по вопросам, связанным с гидродинамикой аппаратов с ЦКС, сепарацией частиц, параметров теплообмена и движения материалов в топочном пространстве. На основе анализа имеющихся данных по рассматриваемой проблеме сформулированы задачи исследования диссертации.

Вторая глава посвящена исследованиям процессов и разработке метода расчёта гидродинамики топки с ЦКС. Автором впервые получены экспериментальные данные по гидродинамике топок с ЦКС, улавливанию частиц на выходе из топки в зависимости от скорости газа, массы слоя и размеров частиц. На основе полученных данных и обобщения результатов зарубежных исследований разработана методика расчёта основных гидродинамических показателей топок с ЦКС.

В главе 3 рассмотрены вопросы теплообмена к настенным экранам и гидродинамики пристенной зоны. Впервые показана взаимосвязь кондуктивного теплообмена с гидродинамикой топки и концентрацией частиц в пристенной зоне. На базе газокINETической модели предложена методика расчета теплообмена к настенным экранам топки котла с ЦКС.

Глава 4 посвящена исследованиям сепарация частиц в циклонах и швеллерковых сепараторах. На базе полученных результатов разработаны рекомендации по выбору конструктивных размеров циклонов и швеллерковых сепараторов, определению КПД улавливания и сопротивлением циклонов.

В главе 5 изложены результаты исследования систем возврата частиц в топку. Определены режимы перехода от нисходящего движения частиц в плотном слое к движению в ожиженном слое. Предложены зависимости для определения условий начала движения и перехода к поршневому режиму движения.

В главе 6 приведены результаты исследований гидродинамики связанных между собой реакторов. Такие исследования в стране выполнены впервые. Разработана программа расчёта баланса давлений в системе связанных между собой реакторов.

Глава 7 посвящена разработке метода конструкторского расчёта топочного контура котла с ЦКС. Выполненные автором и под его руководством разработки методик расчёта гидродинамики топки, теплообмена к экранным поверхностям и основных элементов котлов ЦКС (циклонов, зольных теплообменников, системы возврата) при сжигании различных топлив положены в основу первых в России программ расчёта топочного контура котла с ЦКС и математической модели топки с ЦКС.

В главе 8 рассмотрены вопросы сжигания биомассы в кипящем слое. Основное внимание обращено на проблемы, связанные с агломерацией слоя. Впервые изучены вопросы агломерации слоя при сжигании коро-древесных отходов в котле с кипящим слоем, разработаны рекомендации по предотвращению агломерации слоя и повышению надежности работы котлов с кипящим слоем.

Глава 9 посвящена вопросам использования технологии ЦКС в системах улавливания углекислого газа и в полигенерирующих системах. Под руководством автора разработан общий алгоритм расчёта установок с химическими циклами. На основе полученных данных выполнены расчёты установок со сжиганием топлив в химических циклах. Показана перспективность использования полигенерирующих систем с получением электроэнергии, тепла и полезных продуктов.

В главе 10 рассмотрены проектные решения по котлам с ЦКС для технического перевооружения ТЭС России и представлены результаты технико-экономического анализа использования данной технологии. Показано, что важным преимуществом использования ЦКС является существенное сокращение отрицательного влияния на природное равновесие по сравнению с другими энергетическими процессами. Существенным преимуществом технологии является возможность диверсификации поставок топлива.

Оценивая работу в целом, следует отметить следующее:

Работа обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью. Представляют большой интерес полученные автором результаты исследования гидродинамики топок с ЦКС. Имеют большое значение данные о взаимосвязи кондуктивного теплообмена с гидродинамикой топки и концентрацией частиц в пристенной зоне. Получение этих данных позволило автору обосновать использование газокINETической модели теплообмена для расчёта теплоотдачи от двухфазного потока газ - частицы к настенным экранам топки котла с ЦКС. Важными являются и новые данные по сепарации потока с высокой концентрацией частиц в циклонах и швеллерковых сепараторах. Использование и обоснование трехзонной модели течения в циклонах позволило разработать рекомендации по выбору конструктивных размеров циклонов и швеллерковых сепараторов, определить КПД улавливания и сопротивление циклонов.

Автором впервые в стране предложена методика конструкторского расчёта котлов с ЦКС. Данная методика верифицирована с использованием зарубежных данных и реализована при расчёте серии котлов различной производительности для сжигания отечественных углей. Впервые изучены вопросы агломерации слоя при сжигании кородревесных отходов в котле с кипящим слоем и разработаны

рекомендации по предотвращению агломерации слоя и повышению надежности работы котлов с кипящим слоем.

Представляют интерес новые данные по улавливанию CO_2 с использованием технологий сжигания и газификации топлива в химических циклах. В этом плане следует отметить выполненные автором исследования гидродинамики связанных между собой реакторов, которые не имеют аналогов в России.

Результаты исследований использованы при разработке эскизных и технических проектов котельных установок с ЦКС, инвестиционных проектов технического перевооружения нескольких ТЭС, при расчёте показателей котла блока № 9 Новочеркасской ГРЭС. Разработанные автором методы расчёта котлов с ЦКС явились основой для проектирования отечественных котлов с ЦКС для нескольких угольных ТЭЦ.

Основные результаты опубликованы автором диссертации в 37 печатных работах (из них 34 в изданиях ВАК), неоднократно обсуждались на различных конференциях и получили одобрение ведущих специалистов.

Обоснованность выводов и научных положений, а также достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Достоверность полученных результатов подтверждается сходимостью полученных теоретических результатов с данными экспериментов на различных установках при проведении, в том числе, промышленных испытаний, результатами, полученными при эксплуатации технологического оборудования, а также результатами исследований других авторов.

Автореферат полностью соответствует содержанию работы. Диссертация хорошо оформлена, приведенный графический материал в достаточно полной степени иллюстрирует текст диссертации.

Основные замечания по работе

1.Содержание диссертации изложено в 10 главах. Было бы целесообразно уменьшить количество глав, объединив, например, главы 2 и 3, 4 и 5.

2.В диссертации, видимо, недостаточное внимание уделено вопросам, связанным с экологией. Технология ЦКС развивалась именно благодаря хорошим показателям по оксидам азота и серы без использования специальных средств очистки дымовых газов. В главе 7 приводятся лишь эмпирические данные по влиянию режимных факторов на выбросы оксидов азота и серы. Было бы полезным на базе полученных данных по снижению выбросов оксидов азота и серы предложить некоторые общие подходы по снижению выбросов при использовании ЦКС.

3.Предложен ряд оригинальных методик исследований, в частности, определение полей массовых потоков частиц, использование датчиков локального теплообмена, однако, погрешность измерения этих величин не указывается.

Заключение.

Приведенные замечания не затрагивают существа основных положений, выводов и рекомендаций диссертации. Диссертация Рябова Г.А. является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным на высоком научном уровне. В работе приведены научные результаты, позволяющие квалифицировать их как технические и технологические решения, внедрение которых может внести значительный вклад в развитие энергетики. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Работа полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (п.9), а её автор, Рябов Георгий Александрович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по

специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

Доктор технических наук,
старший научный сотрудник

Виктор Михайлович Зайченко

Подпись В. М. Зайченко заверяю

Ученый секретарь ОИВТ РАН,
д.ф.-м.н.



Амиров Р.Х.

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Объединенный институт
высоких температур Российской академии наук
(ОИВТ РАН), Россия, 125412, г.
Москва, ул. Ижорская, д.13, стр.2, (ОИВТ РАН)

Сведения об официальном оппоненте:

Зайченко Виктор Михайлович

Заведующий отделом распределённых
энергетических систем

Федерального государственного
бюджетного учреждения науки

Объединённого института высоких
температур Российской академии наук

г. Москва, ул. Красноармейская, д. 2, корп. 1, кв. 55.

e-mail: zaitch@oivtran.ru

тел. 495 4841955