

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рыбинский государственный авиационный
технический университет
имени П. А. Соловьева»
(РГАТУ имени П. А. Соловьева)

Пушкина ул., д. 53, Рыбинск,
Ярославская обл., 152934.
Тел. (4855) 28-04-70. Факс (4855) 21-39-64.
E-mail: root@rgata.ru

Ученому секретарю диссертационного
совета Д 212.099.07
к.т.н., доценту Е.Ю. Сизгановой

660074, г. Красноярск, ул. Ленина, 70,
ауд. 204.

ФГАОУ ВПО «Сибирский
федеральный университет»

02.11.2015 № 0812/3046

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Штыма Константина Анатольевича «Совершенствование циклонно-вихревой технологии сжигания топлива» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика

Актуальность темы диссертации. Истощение невозобновляемых источников энергии в совокупности с проблемами энергетического характера потребовали в основных положениях стратегии развития энергетики России на период до 2030 года предусмотреть существенную модернизацию технологических цепочек сжигания углеродоводородных топливных ресурсов органического происхождения, связанную с повышением полноты сгорания (кпд) и снижением выбросов, загрязняющих окружающую среду.

В этой связи, выбранная автором тема, направленная на повышение эффективности топливно-энергетического оборудования дальневосточного региона выглядит весьма важной для его экономики и своевременным решением, подчеркивающим несомненную и непростую проблематику в плане модернизации устаревшего котельного оборудования с внедрением современных инновационных технологий, связанных со сжиганием топлива в закрученных потоках при наличии когенерационных моментов, реализуемых в циклонно-вихревых предтопках.

Успешность решения актуальной с научной и прикладной точек зрения задачи интенсификации теплофизических процессов в рассматриваемой технологии сжигания топлива с существенной модернизацией оборудования в состоянии заметно изменить энергетическую ситуацию региона в лучшую сторону, что подчеркивает высокую актуальность выбранной автором темы докторской диссертационной работы.

Научная новизна и новые результаты. Автором существенно уточнены характерные особенности закрученных потоков в процессе их протекания по цилиндрической проточной камере сгорания, позволяющие сформировать ряд газодинамических структур турбулентного характера в потоке и в пристенной зоне,

Система менеджмента качества РГАТУ имени П. А. Соловьева сертифицирована на соответствие требованиям международного стандарта ISO 9001:2008



существенно повышающих качество процесса смесеобразования с одновременным снижением аэродинамического сопротивления предтопка в процессе реализации тангенциально-аксиального подвода топливовоздушной смеси.

Отмеченное позволило найти оптимальные значения параметров, определяющих качество рабочего процесса в виде математических соотношений, позволивших разработать необходимые методики расчета течений и теплофизики процессов, протекающих в разработанных им оригинальных предтопках, осуществив коррекцию теплового расчета, направленную на снижение степени неизотермичности и учитывающую зависимость процесса горения от характерных конструктивных особенностей предтопков.

Достоинством работы является разработка оригинальных технологий циклонно-вихревого сжигания различных видов топлива для модернизации разнообразных котлов с существенным улучшением их эмиссионных характеристик.

Достоверность полученных результатов обеспечено корректным применением фундаментальных законов и уравнений теплофизики, постановкой экспериментальных исследований с применением метрологически проверенного оборудования, обработкой результатов опытов с использованием статистических методов и последующей верификации их численными расчетами и сопоставлением с результатами других авторов.

Практическая ценность работы состоит в разработанном автором новом подходе к совершенствованию рабочего процесса сжигания топливо-воздушной смеси в циклонно-вихревых предтопках, на основе которого предложена адекватная методика расчета геометрии проточной части и геометрии конструктивных элементов с предложением методологии запуска и режимно-наладочных мероприятий, обеспечивающих требуемые пределы устойчивости горения и безопасность их эксплуатации.

Отмеченная практическая значимость подтверждена полученными патентами и многочисленными внедрениями.

Содержание.

В первой главе изложен обзор материалов по вихревому способу сжигания топлива с анализом аэродинамической структуры течения в проточной области циклонно-вихревых камер сгорания. Отмечено присутствие в них устойчивых циркуляционных зон (крупномасштабных вихревых структур), существенно повышающих качество процесса смесеобразования и играющих важную роль в стабилизации пламени и обеспечении устойчивости горения.

Анализ зарубежных и отечественных схем организации топочных процессов с использованием закрученного потока при наличии завихренности автор предлагает разделить на 2 направления: схемы с высокофорсированным вихревым движением – циклонные предтопки и схемы с разомкнутым вихревым движением, сочетающимся с факельным или слоевым сжиганием.

Завершается обзор обоснованием целесообразности развития вихревого сжигания топлива на энергопредприятиях Дальнего Востока России. Отмечая положительный результат опыта внедрения вихревого сжигания и его перспективность в решении проблем, связанных со шлакованием, повышением устойчивости воспламенения высоковлажных углей, снижение износа мельниц с повышением их моторесурса, автор подчеркивает неполноценное завершение модернизации процесса организации

сжигания по разомкнутой вихревой схеме и отмечает наличие ряда перечисленных проблем.

Во второй главе анализируются характерные особенности аэродинамики циклонно-вихревых камер сгорания. Рассматриваются теоретико-аналитические подходы к расчету параметров, характеризующих особенности режимов течения в различных устройствах технического назначения, использующих интенсивную закрутку потока. В результате осмысления известных подходов к аэродинамике интенсивно-закрученного потока в ограниченных осесимметричных течениях автор предлагает использовать аппроксимацию распределения по радиусу тангенциальной компоненты скорости, предложенную Б.П.Устименко и уточненную К.А. Штымом, введением степени в виде формпараметра, зависящего от достаточно большого числа факторов геометрического и режимного характера.

Вторая глава завершается утверждением о целесообразности применения рассмотренной методики аэродинамического расчета закрученного потока в осесимметричных каналах, в том числе и вихревого эффекта.

В третьей главе изложены подходы к усовершенствованию выбранной методики. Поставленные подробные эксперименты позволили автору предложить ряд коэффициентов, заметно уточняющих методику расчета величин, характеризующих режим течения закрученного потока в проточной части предтопка и вихревой камеры с определением величины потери окружного момента импульса, осуществить дифференцированную оценку аэродинамических потерь на трение в пристенной зоне вихревой камеры при обтекании ограничивающих поверхностей и вихревую эжекцию для различной степени пережимов. Результаты опытов обобщены с использованием двух безразмерных параметров – чисел Росби (радиального и аксиального), в которых объемные расходы отнесены к произведению максимальной циркуляции окружной компоненты скорости на радиус проточной части камеры. На основании поставленных опытов скорректирована зависимость расчета формпараметра m .

Четвертая и последующие главы вплоть до восьмой посвящены проблемам усовершенствования предтопков на энергетических объектах дальневосточного федерального округа с постановкой опытно-промышленных экспериментальных исследований, доводки объектов и их внедрения. Многочисленные детально проработанные испытания циклонного предтопка позволили автору добиться требуемой мелкодисперсности распыла при существенных расходах и незначительном перепаде избыточного давления, обеспечивающие автомоделные режимы работы с высокой эффективностью, надежной работоспособностью, приемлемой экономичностью при существенном интервале изменения нагрузки котлов, что позволило заметно снизить коксообразование при сжигании флотского мазута и мазута М-40.

Предложенные автором, практически реализованные и внедренные в производство, мероприятия по усовершенствованию рабочего процесса предтопков по его охлаждению развитию факела, внедрены при модернизации котлов различного типа в процессе их перевода на циклонно-вихревое сжигание топлива.

Технические решения основополагаются на разработанных теоретических положениях, изложенных во 2-й и 3-й главах работы. Они позволили автору на необходимо качественном уровне существенно модернизировать конструкцию котлов различного типа, позволив добиться улучшения сравнительно большого количества

весьма важных процессов, протекающих при организации сжигания топлива: повышение надежности горения и его качества, охлаждение элементов конструкции топочных устройств, снижение эмиссионных выбросов, повышение ресурса, межремонтного периода эксплуатации. Их качественное улучшение и технико-экономическая целесообразность подтверждены в работе в виде цифровых выражений в приведенных многочисленных реально осуществленных мероприятиях, проведенных под руководством автора и внедренных в энергетику дальневосточного федерального округа.

Замечания и пожелания.

Отмечая достаточно качественное оформление автореферата и диссертации по изложению и содержанию текста имеются некоторые замечания.

Можно отметить опечатки, ошибки в пунктуации, отклонение в терминах от ГОСТа и в размерностях от системы СИ («Количество движения», момент количества движения вместо импульса и момента импульса; размерность давления $\text{кг}/\text{см}^2$ и т.д.).

Чтение диссертации в некоторой степени затруднено несопадением обозначений, приведенных в разделе «основные обозначения» и в тексте, где они не расшифрованы.

$T, \Delta P, H$ - все прописные, хотя в стандартах прописные используются для T и H , давление всегда строчное.

Давление и полный напор силовые характеристики их размерность $\text{Н}/\text{м}^2$ или Па, а не устаревшая $\text{кг}/\text{см}^2$ (стр.4).

Страница 20 диссертации: (распределение температур) вместо распределение температуры (температура параметр состояния и должна быть в этом варианте не во множественном числе).

По рис.1.19 с) нельзя судить о модели горения (стр.37 текст диссертации).

В диссертации практически отсутствует описание экспериментов и их метрологическое обеспечение, что не позволяет сделать выводы от степени достоверности полученных результатов.

Отсутствует взаимная верификация результатов, полученных численно с опытами, что вносит некоторое сомнение в правомочность принятых автором допущений.

Однако многочисленные внедрения, конструктивные особенности которых обоснованы полученными автором зависимостями и позволяют согласиться с тем, что они достоверны и могут быть рекомендованы к практическому использованию в расчетах.

Отмеченные замечания не снижают общую положительную оценку работы, которая в целом выглядит завершенной, а полученные в ней научные результаты и особенно технические разработки с представительным внедрением вносят значительный вклад в развитие теоретико-практических положений при проектировании циклонно-вихревых технологий сжигания топлива, подтвержденных результатами внедрения и соответствующими необходимыми документами.

Особенно хочется отметить ценность работы автора в процессе усовершенствования энерготехнологического комплекса энергетики дальневосточного федерального округа.

За исключением вышеотмеченных замечаний, диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК, ее основные результаты, теоретические и экспериментальные данные достаточно полно опубликованы в печати, в том числе и в

ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях по перечню ВАК, а содержание диссертации и выводы соответствуют тексту работы.

Диссертация Штыма Константина Анатольевича соответствует требованиям, предъявляемым к специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика и является завершенной научно- квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены научно-обоснованные технические решения по усовершенствованию рабочего процесса энергетического оборудования в виде модернизированной циклонно-вихревой технологии сжигания топлива позволяющие за счет усовершенствования аэродинамической структуры закрученного потока, сформированного многосоплового ввода тангенциальной и торцевой раздачи топлива, повысить качество процесса сжигания с повышением полноты сгорания, снижением эмиссии и предотвращением коксообразования на технически важных элементах конструкции, целесообразность которой подтверждена многочисленными внедрениями и результатами опыта эксплуатации предтопок на реальных объектах энергетики. Внедрение предложенных автором технологии и устройств сжигания топлив в энергетику Дальневосточного федерального округа вносит значительный вклад в экономику региона и может быть рекомендовано для внедрения в масштабах энергетики страны.

Заключение. Представленная диссертационная работа по научно-техническому уровню практической значимости удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», представляемых ВАК к докторским диссертациям и является завершенным научным исследованием. А ее автор, Константин Анатольевич Штым, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.04 Промышленная теплоэнергетика.

Заслуженный деятель науки и техники РФ,
заведующий кафедрой общей
и технической физики ФГБОУ ВПО
РГАТУ имени П. А. Соловьёва,
д-р техн. наук, профессор



2.11.2015

Шота Александрович
Пиралишвили

152934, г.Рыбинск, Ярославская область,
ул.Пушкина, дом 53
E-mail: piral@list.ru

Подпись профессора Ш. А. Пиралишвили
подтверждаю

Ученый секретарь Ученого совета
ФГБОУ ВПО «РГАТУ имени П. А. Соловьёва»
д-р техн. наук



Система менеджмента качества РГАТУ имени П. А. Соловьёва сертифицирована
на соответствие требованиям международного стандарта ISO 9001:2008

