

ОТЗЫВ

официального оппонента Чичировой Наталии Дмитриевны
на диссертацию Деминой Юлии Эрнестовны
«Разработка технологий отвода уходящих газов котельных установок
в атмосферу через вытяжную башню градирни с естественной тягой
и ее защиты от обледенения»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы

Актуальность темы диссертационного исследования

Паротурбинные установки составляют основу современной энергетики. Они применяются как на обычных тепловых, так и на атомных электростанциях. Эффективность работы паротурбинной ТЭС зависит от конфигурации осуществляемого термодинамического цикла паросиловой установки, параметров используемого водяного пара и качества изготовления каждого из ее агрегатов. Основными достоинствами паротурбинных ТЭС являются возможность создания агрегатов большой единичной мощности (до 1000 МВт и выше) и использования любых видов топлива, в том числе и ядерного. В то же время для них характерны невысокая экономичность, значительное потребление воды для конденсации отработавшего пара в конденсаторах турбин, большая металлоемкость агрегатов (в основном из-за наличия котлов значительных размеров) и обусловленный этим длительный период пуска установки из холодного состояния.

В последнее время значительное распространение как в России, так и за рубежом получают парогазовые установки бинарного типа, работающие по комбинированному циклу Брайтона – Ренкина. Современные ПГУ характеризуются достаточно высоким КПД по выработке электрической энергии, низким уровнем вредных выбросов в атмосферу. Существенными достоинствами ПГУ являются меньшие удельные капитальные затраты и высокая маневренность.

При этом отвод уходящих газов котлоагрегатов паротурбинных и парогазовых ТЭС осуществляется посредством газоотводящих труб, которые имеют достаточно большие размеры, требуют значительных затрат на строительство и эксплуатацию.

Диссертационная работа Деминой Ю.Э. посвящена разработке технологий отвода уходящих газов котельных установок паротурбинных и парогазовых ТЭС в атмосферу через вытяжную башню градирни с естественной тягой и ее защиты от обледенения. Тема представленной на рецензирование диссертации является актуальной.

Общие сведения о работе и ее содержание

Диссертационная работа изложена на 176 страницах и включает в себя введение, четыре главы, заключение, список литературы из 141 источника и 3 приложения.

Во введении приведена общая характеристика работы, определена проблема и обоснована актуальность проводимых исследований, сформулированы цель и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В первой главе представлен анализ содержания научных работ российских и зарубежных ученых по теме исследования. Выполнен обзор способов отвода уходящих продуктов сгорания котельных установок через вытяжную башню градирни с естественной тягой и способов защиты от обледенения конструкций градирни. В результате проведенного анализа выполнена постановка цели и задач исследования.

Вторая глава диссертации посвящена разработке системы отвода уходящих газов котельных установок в атмосферу через вытяжную башню градирни с естественной тягой. Предложены конструкции газоотводящих устройств, состоящих из кольцевых коллекторов равномерной раздачи. Выполнен аэродинамический расчет предложенной конструкции системы отвода уходящих газов. В подразделах 2.3 и 2.4 представлены результаты выполненных аналитического расчета и численного моделирования. Проведен анализ результатов моделирования, обоснована возможность применения башенной градирни для отвода уходящих газов котлоагрегатов. Расчеты процессов тепло- и массообмена выполнены на ЭВМ с помощью разработанной автором программы «Модуль расчета башенной градирни с естественной тягой», на которую получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

В третьей главе представлены анализ и результаты экологической оценки эффективности рассеивания диоксида азота при отводе уходящих газов котельных установок через дымовые трубы и башенные градирни применительно к ПГУ-200 Сызранской ТЭЦ и Самарской ТЭЦ. Анализ результатов расчетов показал, что в обоих случаях приземные концентрации диоксида азота не превышают предельно допустимых значений.

В четвертой главе приведены технические решения по исключению обмерзания выходной части вытяжной башни градирни. Предложен способ защиты вытяжной башни градирни за счет создания защитного пограничного слоя на ее внутренней поверхности. Приведены результаты численного моделирования системы защиты верхней части вытяжной башни градирни от обледенения, определены параметры защитного пограничного слоя для температур наружного воздуха в диапазоне от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. В подразделах 4.5, 4.6 представлены результаты расчета сеточной сходимости и контроля невязок, аналитической обработки результатов численного моделирования.

В заключении сформулированы основные результаты работы в соответствии с целью исследования и поставленными задачами и рекомендации по дальнейшей разработке темы исследования.

Новизна основных научных результатов

Научная новизна работы заключается в разработке новых научно обоснованных технических решений по совершенствованию работы паротурбинных

тепловых электрических станций путем отвода уходящих газов котельных установок в атмосферу через вытяжную башню градирни с естественной тягой газовоздушного потока и по предотвращению обледенения выходной части вытяжной башни градирни с естественной тягой путем создания защитного газовоздушного пограничного слоя на ее внутренней поверхности, обеспечивающие повышение надежности работы системы оборотного циркуляционного водоснабжения тепловой электростанции.

Значимость результатов для науки и практики

Научная и практическая значимость результатов работы состоит в том, что разработанные методики и теоретические положения позволяют повысить эффективность работы паротурбинных ТЭС. Получены математические модели, разработаны новые схемы отвода уходящих газов через вытяжную башню градирни и защиты конструкций градирни от обмерзания, на основе которых получены новые технические решения, повышающие эффективность системы оборотного циркуляционного водоснабжения ТЭЦ.

Практическая значимость работы состоит в использовании ее результатов в учебном процессе ФГБОУ ВО «СамГТУ» при подготовке бакалавров и магистров и рекомендованы к внедрению на объектах филиала «Самарский» ПАО «Т Плюс».

Степень обоснованности и достоверности научных положений и полученных результатов подтверждается использованием сертифицированных современных программ, удовлетворительной сходимостью полученных теоретических, численных и экспериментальных показателей.

Замечания по диссертационной работе:

1. Применение вытяжных башен градирен в качестве устройства для отвода и рассеивания в атмосфере уходящих газов котельных агрегатов является актуальным направлением научного исследования, поскольку несмотря на наличие прямого экономического эффекта, связанного с экономией ресурсов на строительство и повышение глубины охлаждения циркуляционной воды, имеет сложный характер протекающих физических и химических процессов, осложняющих условия эксплуатации данных сооружений. Наличие особенностей такого технического решения подтверждается относительно малым количеством случаев его применения на практике, несмотря на известность способа и наличие фактов использования. Не все данные вопросы рассмотрены в диссертации, например, нет оценки усиления агрессивного кислотного воздействия на конструкции вытяжной башни осажденного конденсата, насыщенного активными компонентами уходящих дымовых газов котельных установок.

2. В экономической части работы приведены расчеты экономии топлива при отводе уходящих газов через вытяжную башню градирни, в том числе дана экономическая оценка влияния появления дополнительного аэродинамического сопротивления от системы распределения газов, рассчитана экономия топлива.

Однако комплексный экономический эффект, с учетом оптимизации затрат на строительство, не приведен. В экономической оценке не учтен факт роста уноса воды.

3. Работа имеет большой объем и включает отдельные научные и инженерные задачи, связанные темой перестройки вытяжных башен градирен на работу в качестве устройств отвода уходящих газов, вместе с тем имеющая ряд неразобранных направлений. Представляется более правильным либо выделение каждой из этих задач как отдельной научно-исследовательской работы (например, задачи моделирования обледенения и путей борьбы с ним), либо более комплексный подход к анализу всех факторов.

4. Во второй главе диссертации (см. стр. 66-67) указывается, что расчет процессов тепло- и массообмена, протекающих в вытяжной башне градирни с естественной тягой при отводе через нее уходящих газов котельных установок, выполнялся с использованием специально разработанной программы для ЭВМ на языке программирования С++ по методике, разработанной на кафедре «Тепловые электрические станции» СамГТУ. В чем особенность и отличие методики расчета процессов тепло- и массообмена в вытяжной башне градирни по сравнению с тем вариантом, когда уходящие газы котлов отводятся не через градирню, а через дымовую трубу?

5. В диссертации отмечается, что воздухопровод дополнительного нагнетания воздуха внутри вытяжной башни градирни размещается на расстоянии 5 м от ее верхней кромки (см. стр. 113). Кроме того, защитный пограничный слой создается предварительно подогретым до температуры $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ атмосферным воздухом. В диссертационной работе отсутствует обоснование принятых расчетных параметров системы нагнетания воздуха, предназначенной для защиты устья вытяжной башни градирни от обледенения.

6. На стр. 121 диссертации отмечается: «... При подаче подогретого атмосферного воздуха защитный слой представляет собой пристеночный объем воздуха с температурой на $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже, чем температура насыщения водяных паров в воздухе, движущемся в вытяжной башне градирни $t_{\text{зс}} \leq t_{\text{нас}} - 2$». Почему разность температур Δt принимается равной $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = t_{\text{нас}} - t_{\text{зс}} = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) и чему равна температура насыщения $t_{\text{нас}}$ водяных паров в воздухе?

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы и не ставят под сомнение основные результаты и выводы, полученные автором.

Заключение по работе

Основные результаты диссертационной работы удовлетворяют критериям новизны, достоверности и обоснованности. Диссертация обладает внутренним единством содержания. Материал изложен грамотно, последовательно, подробно. Личный вклад автора в работе обоснован и подтверждается публикациями. Автореферат и публикации отражают содержание диссертации, ее основные положения и выводы.

Таким образом, считаю, что диссертационная работа Деминой Юлии Эрнестовны «Разработка технологий отвода уходящих газов котельных установок в атмосферу через вытяжную башню градирни с естественной тягой и ее защиты от обледенения», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы, является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой поставлена и решена актуальная задача повышения эффективности работы паротурбинных и парогазовых ТЭС за счет отвода уходящих газов котельных установок через вытяжную башню градирни с естественной тягой и создания защитного пограничного слоя на ее внутренней поверхности для защиты от обледенения.

Диссертационная работа «Разработка технологий отвода уходящих газов котельных установок в атмосферу через вытяжную башню градирни с естественной тягой и ее защиты от обледенения» соответствует критериям, установленным требованиями пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в актуальной редакции), а ее автор Демина Юлия Эрнестовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент:

заведующий кафедрой

«Атомные и тепловые

электрические станции»

ФГБОУ ВО «Казанский государственный

энергетический университет»,

д.х.н, профессор

Чичирова Наталия Дмитриевна

22 ноября 2023 г.

420066, г. Казань,

ул. Красносельская, 51, 89033052268,

ndchichirova@mail.ru

Подпись д.х.н., проф., зав.каф. Атомные и тепловые электрические станции ФГБОУ ВО КГЭУ заверяю

Проректор по науке и коммерциализации ФГБОУ ВО КГЭУ

Ившин Игорь Владимирович

Чичирова Н. Д. Ившин И. В.
и Кабибжанова Д. А.