

ОТЗЫВ

официального оппонента Ледуховского Григория Васильевича
на диссертацию Губарева Антона Юрьевича
**«Совершенствование конструкций вращающихся регенеративных
воздухоподогревателей энергетических котлов ТЭС»**,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции,
их энергетические системы и агрегаты»

Актуальность темы диссертации определяется следующим. В России существенная доля электроэнергии производится на тепловых электростанциях, работающих на органическом топливе. Мощные энергетические котлы ТЭС во многих случаях комплектуются регенеративными вращающимися воздухоподогревателями (РВП), имеющими ряд преимуществ в сравнении с трубчатыми воздухоподогревателями. Конструкции РВП, применяемых в настоящее время, разработаны в середине прошлого века и во многом унифицированы. При этом накопленный опыт эксплуатации таких аппаратов обнаруживает следующие их существенные недостатки: относительно большие массогабаритные характеристики, обусловленные низкой интенсивностью процессов теплоотдачи; большие перетоки воздуха в поток дымовых газов, определяющие повышенные затраты электроэнергии на привод тягодутьевых механизмов и аэродинамическую перегрузку газоотводящего тракта. Указанные недостатки являются взаимосвязанными: величина присосов воздуха зависит от эффективности соответствующих уплотнений, работа которых, в свою очередь, зависит от габаритов РВП и относительных расширений его элементов из-за температурных деформаций конструкционных материалов. Разрабатываемые до настоящего времени направления совершенствования конструкций РВП, в основном, связаны с оптимизацией типа и характеристик применяемой набивки, а также повышением эффективности работы уплотнений. Исследования в части принципиального изменения компоновки РВП практически не проводились.

Диссертация Губарева А.Ю. посвящена комплексному решению проблемы повышения эффективности РВП энергетических котлов ТЭС, предусматривающему разработку новых компоновочных решений (конструкций) аппаратов, новых типов набивки, а также разработку замкнутого математического описания предложенных решений для научного обоснования целесообразности их применения. Таким образом, тема диссертации Губарева А.Ю. является актуальной для энергетической отрасли.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 05.14.14 «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты»:

- в части формулы специальности:

«...исследования по существенным особенностям технических и физико-химических процессов, характерных для ... установок и агрегатов;

...проблемы совершенствования действующих и обоснования новых технологий производства электрической энергии и тепла...»;

«...совершенствовани(е) действующих и обосновани(е) новых... конструкций ... вспомогательного оборудования тепловых электрических станций...; ... технико-экономические... исследования».

● в части области исследований:

«1. Разработка научных основ методов расчета, выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы агрегатов...»;

«2. Исследование и математическое моделирование процессов, протекающих в агрегатах...»;

«4. Разработка конструкций ... вспомогательного оборудования и компьютерных технологий их проектирования и диагностирования».

Научную новизну работы составляют:

1 – математическая модель РВП, отличающаяся от известных учетом изменения температур теплоносителей и коэффициентов теплоотдачи по высоте набивки;

2 – методики конструктивного и поверочного теплового расчета новых конструкций РВП в форме прямого усеченного конуса и двухпоточного двухходового РВП;

3 – результаты конструктивного совершенствования набивок РВП на основе разработанных математических моделей.

Практическая значимость работы обусловлена следующим:

1 – доведением разработанных математических моделей и методик расчета до прикладных программных модулей, которые могут быть напрямую использованы при проектировании и наладке РВП котлов ТЭС;

2 – определением и обоснованием оптимальных значений конструктивных параметров РВП в форме прямого усеченного конуса и двухпоточного двухходового РВП;

3 – разработанными методиками оценки технической и экономической эффективности применения РВП новых конструкций на ТЭС.

Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки и производства обусловлена тем, что диссертантом впервые выполнено научное обоснование эффективности применения РВП в форме прямого усеченного конуса и двухпоточного двухходового РВП, определены оптимальные конструктивные параметры РВП указанных типов; разработано замкнутое математическое описание процессов теплообмена в РВП, учитывающее изменение температур теплоносителей и коэффициентов теплоотдачи по высоте набивки; разработаны новые типы набивки, обеспечивающие повышение эффективности процессов теплообмена в РВП; проработаны технические и компоновочные решения по практической реализации предложенных конструкций РВП.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечена использова-

нием при моделировании очевидных балансовых соотношений по массе и энергии; корректным использованием сертифицированных программных средств вычислительной гидрогазодинамики и тепломассообмена, методов моделирования теплоэнергетического оборудования; качественным и количественным совпадением отдельных результатов расчета с данными, полученными другими авторами, а также с экспериментальными данными, полученными в условиях промышленной эксплуатации; применением апробированных методов расчета показателей тепловой экономичности ТЭС.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертация изложена на 187 листах, включает 80 рисунков, 20 таблиц. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (156 наименований) и 6 приложений.

Во введении обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи исследования, заявлена научная новизна, практическая ценность результатов работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, обоснована достоверность полученных результатов, отмечен личный вклад автора в получение результатов, приведены сведения о внедрении и апробации результатов работы, а также данные о публикациях по теме диссертации.

Первая глава содержит результаты анализа опубликованных данных по теме диссертации. Приведен обзор применяемых в настоящее время типов воздухоподогревателей котлов ТЭС, направлений и методов повышения эффективности и надежности РВП и их конструктивных элементов. Приведены характеристики основных типов набивок РВП, указаны их преимущества и недостатки. Выявлены основные проблемы существующих конструкций РВП, на основании чего уточнены конкретные задачи исследования.

Представляется не вполне удачной формулировка второго пункта задач исследования: в задачи автора входила не разработка новых конструкций РВП (поскольку он не является патентообладателем по соответствующим техническим решениям), а разработка математического описания этих конструкций для научного обоснования эффективности их применения.

Вторая глава посвящена экспериментальному обследованию режимов работы РВП котлов Самарской ТЭЦ, разработке методик теплового и аэродинамического расчетов РВП и соответствующих программных модулей, а также численным исследованиям режимов работы рассматриваемых РВП с использованием разработанного программного обеспечения.

Изложение материала второй главы следует признать оптимальным по структуре: автор ставит целью определить количественные характеристики эффективности работы существующих РВП в целом и их отдельных элементов, для этого привлекает экспериментальные данные, разрабатывает математический аппарат и программное обеспечение для проведения обработки экспериментальных данных, проводит собственно обработку данных и на основе полученных данных формулирует выводы о недостатках существующих конструкций РВП.

По существу материала второй главы возникает замечание: приведенная методика конструктивного расчета РВП не является универсальной в части подготовки исходных данных, например, отсутствует учет расхода питательной воды на впрыск в промежуточный пароперегреватель (формула 2.2), формула 2.4 учитывает не все возможные составляющие количества теплоты, дополнительно внесенного в топку котла.

Третья глава посвящена научному обоснованию эффективности новых конструкций РВП: в форме прямого усеченного конуса и двухпоточного двухходового. Приведено описание рассматриваемых конструктивных решений, разработаны методики теплового и аэродинамического расчетов для этих конструкций, разработаны соответствующие программные модули. С использованием полученного программного обеспечения выполнены варианты расчеты РВП каждого типа для определения оптимальных конструктивных характеристик. Эффективность применения новых конструкций РВП обоснована соответствующими технико-экономическими расчетами.

Замечание по форме представления материала третьей главы: без ущерба для смысловой части работы можно было исключить развернутые описания большей части методик теплового и аэродинамического расчетов, поскольку приведенная информация во многом повторяет материал второй главы.

По существу информации, изложенной в третьей главе, возникают следующие вопросы и замечания:

– во-первых, не ясно, что автор понимает под «верхней границей, повышение аэродинамического сопротивления РВП до которой возможно без проявления негативных последствий на аэродинамический тракт котла, работу тягодутьевого оборудования и, в общем, на работу котла» (страница 88)?

– во-вторых, не проведены исследования по выбору степени декомпозиции модели, то есть выбору числа разбиений по высоте набивки.

В четвертой главе приведены результаты исследований по совершенствованию поверхностей нагрева РВП. Для проведения численных экспериментов в программном комплексе ANSYS разработана математическая модель элемента набивки РВП, применяемой в существующих конструкциях воздухоподогревателей. Проведена серия расчетов, результаты которых сопоставлены с известными данными, тем самым доказана применимость модели. Полученная модель элемента набивки в программном комплексе ANSYS обобщена на случай расчета новых типов набивки РВП, отличающихся от известных формой волн без изменения площади проходного сечения. По результатам численных исследований новых типов набивки получены данные, использованные для составления критериальных уравнений, позволяющих рассчитать безразмерный коэффициент теплопередачи.

По материалу четвертой главы имеется замечание: отсутствует анализ показателей точности и адекватности полученных автором критериальных уравнений (страница 132).

В разделе **«Основные результаты и выводы»** выполнено обобщение полученных в ходе исследования данных, сформулированы основные научные результаты работы, указана их практическая ценность.

Замечания и вопросы по работе. Кроме вопросов и замечаний, сформулированных при анализе содержания диссертации, необходимо дополнительно остановиться на некоторых общих замечаниях:

1. При разработке методик теплового расчета РВП автор учитывает изменение температур теплоносителей по высоте набивки, но не учитывает изменение температурных условий по её отдельным секторам. Это допущение требует обоснования.

2. Во всех случаях представления результатов расчетов, отражающих эффективность предлагаемых автором конструктивных решений, следовало бы привести количественную характеристику изменения средней температуры материала набивки, поскольку объектом исследования является не рекуперативный, а регенеративный теплообменный аппарат. Без этой информации интерпретация полученных автором результатов затруднена.

3. При разработке технико-экономических обоснований эффективности применения РВП новых конструкций технический эффект представлен экономией за счет уменьшения массы набивки за вычетом дополнительных затрат на привод тягодутьевых механизмов. Однако изменение затрат электроэнергии на собственные нужды ТЭС приведет еще и к изменению удельных расходов топлива на отпуск электрической и тепловой энергии, то есть к изменению топливной составляющей себестоимости продукции ТЭС и, соответственно, к изменению маржинальной прибыли от реализации этой продукции. Этот эффект также следовало бы учесть в расчетах.

Наличие указанных частных замечаний позволяет, тем не менее, оценить диссертационную работу в целом положительно. В диссертации сформулирована актуальная задача по научному обоснованию эффективности применения РВП новых типов, а также выбору оптимальных конструктивных характеристик таких аппаратов. Разработаны математические и программные инструменты для решения поставленной задачи. Проведены обширные численные исследования, представительность результатов которых доказана путем сопоставления с экспериментальными данными. Эффективность применения на ТЭС новых конструкций РВП доказана технико-экономическими расчетами.

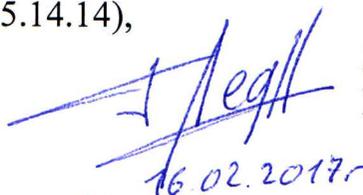
Автореферат соответствует тексту диссертации. Публикации в открытой печати раскрывают сущность работы, количество публикаций по списку ВАК достаточно для кандидатской диссертации. Работа прошла апробацию на научно-технических конференциях различного уровня. Результаты работы частично реализованы.

Заключение по работе

Диссертация А.Ю. Губарева является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, обеспечивающие повышение эффективности производства электрической

энергии на сжигающих органическое топливо электростанциях путем разработки новых конструкций регенеративных вращающихся воздухоподогревателей и их элементов, что имеет существенное значение для развития энергетической отрасли. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 в редакции от 2 августа 2016 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Губарев Антон Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

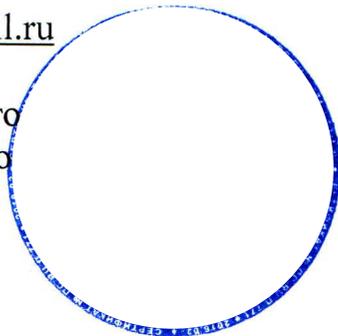
Официальный оппонент,
доцент кафедры «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
кандидат технических наук (спец. 05.14.14),
доцент


16.02.2017г

Ледуховский
Григорий Васильевич

153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34
Тел.: +7(4932)26-99-31
e-mail: lgv_studentam@mail.ru

Подпись Г.В. Ледуховского
Ученый секретарь Ученого



 Ширяева
Ольга Алексеевна