

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Тимофеева Александра Васильевича на тему: «Повышение эффективности теплообменников с тепловыми трубами для систем вентиляции и кондиционирования воздуха», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 – «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Диссертационная работа Тимофеева А. В. выполнена на кафедре «Теплогазоснабжение и вентиляция» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет». Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и восьми приложений. Общий объем работы составляет 177 страниц машинописного текста, в том числе 130 страниц основного текста, 46 таблиц, 71 рисунок, список литературы из 141 наименования, включая 69 зарубежных источников.

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа посвящена актуальной теме, направленной на решение проблемы снижения затрат энергии на обработку приточного воздуха и повышение эффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

С целью снижения затрат энергии на обработку воздуха в мире выполняются научные исследования, направленные, в частности, на повышение эффективности и совершенствование конструктивных решений устройств для утилизации тепловой энергии.

В этом направлении разработка современных устройств для утилизации тепловой энергии на основе тепловых труб, оптимизация конструктивных решений и режимов работы рекуперативных теплообменников, направленных на повышение их термодинамической эффективности, является одной из актуальных задач в современных условиях.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

В диссертационной работе выявлены особенности процессов теплообмена в тепловых трубах, исследовано использование фреонов R134A, R410A,

R407C, определено влияние капиллярных структур на характеристики тепловых труб.

Разработана математическая модель теплообменного аппарата с тепловыми трубами, обеспечивающая наилучшую сходимость результатов моделирования и лабораторного эксперимента.

На основе экспериментальных исследований, проведенных на специальном лабораторном стенде, разработанном автором, была установлена зависимость критерия Нуссельта для внешней поверхности теплообменных аппаратов с тепловыми трубами при сплошном гладком пластинчатом оребрении трубного пучка с шахматным расположением трубок при условной высоте рёбер от 7,8 до 10,72 мм, относительном шаге оребрения $0,19 < s/h < 1,28$ и относительной толщине рёбер $2,5 < s/\delta < 12,5$. Также установлена экспериментальная зависимость критерия Эйлера для теплообменных аппаратов с тепловыми трубами при сплошном пластинчатом оребрении трубного пучка с шахматным расположением трубок при условной высоте рёбер от 7,8 до 10,72 мм, относительном шаге оребрения $0,19 < s/h < 1,28$.

Степень достоверности результатов обеспечена использованием фундаментальных научных положений, законов теплообмена и гидрогазодинамики в теплообменных аппаратах; использованием современных методов проведения научных исследований, средств измерений и прикладных программ, а также удовлетворительной сходимостью результатов расчетов, моделирования и экспериментальных исследований.

Научная новизна работы заключается в том, что автором, на основе исследований, предложены и апробированы следующие положения:

- адекватность применения периодических границ и модели турбулентности k - ϵ (*Realizable*) на основе результатов лабораторного и численного исследований рекуператора с тепловыми трубами приточно-вытяжных систем вентиляции;

- зависимости мощности тепловых труб (термосифонов) от температуры вытяжного воздуха для различных капиллярных структур фитиля при использовании хладагентов R134A, R410A и R407C;

- экспериментальная зависимость критерия Нуссельта для внешней поверхности теплообмена тепловых труб при сплошном гладком пластинчатом оребрении трубного пучка с шахматным расположением трубок при условной высоте рёбер от 7,8 до 10,72 мм, относительном шаге оребрения $0,19 < s/h < 1,28$ и относительной толщине рёбер $2,5 < s/\delta < 12,5$;

- экспериментальная зависимость критерия Эйлера для теплообменных аппаратов с тепловыми трубами при сплошном гладком пластинчатом оребрении трубного пучка с шахматным расположением трубок при условной

высоте рёбер от 7,8 до 10,72 мм, относительном шаге оребрения $0,19 < s/h < 1,28$ и относительной толщине рёбер $2,5 < s/\delta < 12,5$, а также соотношении $(1 - d/s'_2)/(a-1) \leq 0,24$.

Практическая ценность работы заключается в предложенном техническом решении в виде способа крепления тепловых труб в трубной доске (защищено патентом РФ), обеспечивающего разделение потоков приточного и удаляемого воздуха, исключающее возможность загрязнения приточного воздуха, а также разработке рекомендаций по эффективному использованию рекуперативных утилизаторов с тепловыми трубами в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

Обоснованность научных положений, достоверность выводов и рекомендаций, научная и практическая значимость диссертационной работы не вызывает сомнений. Результаты диссертационного исследования апробированы на предприятии АО «ОКБ-Планета» и в учебном процессе кафедры Теплогазоснабжения и вентиляции СПбГАСУ, что подтверждается актами внедрения научных результатов.

Степень завершенности диссертации в целом и качество её оформления

Диссертация Тимофеева Александра Васильевича является завершенным научно-исследовательским трудом, направленным на решение вопросов, связанных с повышением эффективности утилизации тепловой энергии в рекуперативных теплообменниках с тепловыми трубами, используемых в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. В работе последовательно изложен подход к достижению поставленной цели исследования, который в полном объеме дает представление о результатах положений, выносимых на защиту.

Диссертация написана технически грамотным языком, обладает строгой и понятной логической последовательностью изложения.

Качество оформления диссертации соответствует основным требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Соответствие содержания автореферата диссертации

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию кандидатской диссертации и является кратким её изложением. Содержание автореферата включает в себя краткое описание всех основных этапов исследования – актуальность темы исследования, цели и задачи, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, методологию и методы проведе-

ния исследования, степень достоверности, апробацию результатов, а также результаты внедрения, заключение и список основных трудов автора по теме диссертационной работы.

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Личный вклад соискателя в решение исследуемых задач заключается в обобщении и анализе ранее проведённых исследований отечественных и зарубежных учёных в области использования низкопотенциальной теплоты вентиляционных выбросов, повышения эффективности работы теплообменного аппарата, в постановке цели и задач исследования, в выборе методов исследования, в разработке основных положений, определяющих научную новизну и практическую значимость работы, в проведении экспериментальных исследований, а также в разработке рекомендаций по применению теплообменных аппаратов с тепловыми трубами в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

Полнота опубликованных основных результатов диссертации

Основные научные положения и выводы диссертации прошли апробацию на международных и всероссийских научно-технических конференциях. По результатам выполненных исследований опубликовано 6 работ, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ, и получен 1 патент РФ на изобретение.

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертации не указано при каких значениях массовых расходов удаляемого и приточного воздуха выполнены исследования при определении критериальных зависимостей для Re и Eu .

2. В тексте диссертации отсутствуют сведения о проверке численного моделирования на сеточную сходимость и результаты исследований для периодических фрагментов теплообменного аппарата с большим числом продольных рядов труб.

3. Поскольку в 3 главе идет речь о проведении численного эксперимента на основе разработанной математической модели теплообменного аппарата, следовало бы привести используемые для этого дифференциальные уравнения Навье-Стокса, закона сохранения энергии и др.

4. Как известно, в теории тепловых труб внутренние тепловые процессы обычно рассматриваются как термодинамический цикл. Следовало бы рассмотреть более подробно особенности термодинамического цикла рассматриваемой конструкции тепловой трубы в $T-s$ диаграмме.

5. По тексту диссертации имеются редакционные замечания на страницах 18, 34, 37, 38, 64.

Однако, указанные замечания не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку работы, её научную ценность и практическую значимость.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук Тимофеева Александра Васильевича на тему «Повышение эффективности теплообменников с тепловыми трубами для систем вентиляции и кондиционирования воздуха» является завершённой научно-квалификационной работой. Полученные автором результаты достоверны, а выводы обоснованы.

На основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения и новое решение актуальной научной задачи по повышению эффективности теплообменников с тепловыми трубами, которые можно квалифицировать как научное достижение в области специальности 2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение п. 3: «Разработка и совершенствование систем теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха, разработка методов энергосбережения систем и элементов теплоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха, газоснабжения и освещения, охраны воздушного бассейна, защиты от шума зданий и сооружений, аспирации и пневмотранспорта, включая использование альтернативных, вторичных и возобновляемых источников энергии; развитие методов моделирования многофазных потоков и динамических процессов в аэродисперсных системах» и п. 4: «Разработка математических моделей, методов, алгоритмов и компьютерных программ, использование численных методов, с проверкой их адекватности, для расчёта, конструирования и проектирования систем теплоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха, газоснабжения и освещения, охраны воздушного бассейна, защиты от шума зданий и сооружений, повышения их надёжности и эффективности»

Диссертационная работа соответствует критериям «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к рабо-

там, представленным на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор Тимофеев Александр Васильевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Официальный оппонент:

кандидат технических наук,
по специальности 05.23.03 – «Тепло-
снабжение, вентиляция, кондици-
онирование воздуха, газоснабжение
и освещение», доцент,
доцент кафедры «Энергоснабжение,
теплотехника, теплогазоснабжение
и вентиляция» ФГБОУ ВО «Волго-
градский государственный техниче-
ский университет»



Гвоздков Александр Николаевич

Адрес: 400005, г. Волгоград, пр. им. Ленина, д.28
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»
Телефон +7 (960) 888-48-50
E-mail: angvo@mail.ru

