

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, Бесчастных Владимира Николаевича
на диссертационную работу Ремчукова Святослава Сергеевича
«Применение компьютерного моделирования при совершенствовании конструкции
и технологии изготовления компактного теплообменника МГТД сложного цикла»,
представленную в диссертационный совет Д 212.125.08 на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые,
электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Актуальность темы исследования

Разработка малоразмерных газотурбинных двигателей (МГТД) в классе мощности 150-500 л.с. является одним из направлений развития отечественного двигателестроения. МГТД рассматриваемого класса могут применяться на летательных аппаратах (ЛА) различного типа и назначения. Для некоторых типов ЛА, назначение которых предусматривает долговременные полеты, требование по топливной эффективности является первичным.

В качестве одного из доступных и эффективных способов повышения топливной эффективности МГТД указанного класса можно рассматривать переход на термодинамический цикл с регенерацией тепла. В таких МГТД на параметры двигателя существенное значение оказывают характеристики теплообменника системы регенерации тепла. Исходя из этого, при разработке МГТД конфигурация теплообменника должна быть оптимизирована под условия рассматриваемой задачи.

Также, важнейшим вопросом при разработке МГТД с регенерацией тепла являются вопросы технологии изготовления. Производство теплообменников авиационного назначения подразумевает работу с тонкими и разнотолщинными деталями из жаропрочных сплавов, что требует совершенствования существующих и разработку новых способов изготовления.

В связи с вышеизложенным работа Ремчукова С.С., посвященная разработке комплексной методики автоматизированного проектирования, расчета и изготовления теплообменников для МГТД сложного цикла является актуальной.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Автором разработана комплексная методика автоматизированного проектирования, расчета и изготовления пластинчатых теплообменников для МГТД и МГТУ с регенерацией тепла. Обоснованность результатов, выдвинутых автором, подтверждается соответствием расчетных данных, полученных по предлагаемой комплексной методике, и результатов экспериментальных исследований.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

29.04.2021 г.

Достоверность результатов экспериментальных исследований обоснована выполнением испытаний на оборудовании, аттестованном в установленном порядке. Достоверность расчетных данных обоснована применением классических подходов, применяемых известными авторами в области термо-газодинамики, а также верифицированных программных средств.

Основные результаты диссертации опубликованы в 25 печатных работах, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 8 работ. 5 работ индексируются международной базой данных WoS (RSCI). Результаты диссертационного исследования, выносимые на публичную защиту, были успешно апробированы в рамках всероссийских и международных научно-технических конференций.

Научная новизна

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что разработана комплексная методика, обеспечивающая увязку стадий проектирования, расчета и изготовления пластинчатых теплообменников для МГТД и МГТУ «сложного» цикла. Разработанная комплексная методика позволяет получить конфигурацию теплообменника, обеспечивающую оптимальные тепловые и гидравлические характеристики для условий решаемой задачи с минимальными временными затратами.

Разработан и интегрирован в комплексную методику новый способ изготовления пластинчатого теплообменника с использованием лазерных технологий на малоомощном станке с ЧПУ.

Практическая значимость

Результаты диссертационного исследования имеют практическую значимость, так как позволяют решить важный вопрос создания теплообменника оптимальной по тепловым и гидравлическим характеристикам конфигурации для условий рассматриваемой задачи. Применение предлагаемой методики позволяет сократить временных и человеческих ресурсов, затрачиваемых на создание теплообменника.

Разработанный способ изготовления имеет практическую значимость, так как расширяет арсенал предприятий, занимающихся производством теплообменников.

Практическая значимость проведенной работы подтверждается актами о внедрении в практику «Центрального института авиационного моторостроения им. П.И. Баранова» и учебный процесс «Московского авиационного института (национального исследовательского университета)».

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованных источников, изложена на 158 страницах машинописного текста, включает 47 иллюстраций, 20 таблиц и 8 страниц приложений. Список использованных источников включает 123 наименования.

Во введении обоснована актуальность исследовательской работы. Приведена и обоснована научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе рассмотрен современный уровень развития МГТД и МГТУ в классе мощности 150-500 л.с. Проведено исследование конструкций современных теплообменников, применяемых на МГТД и МГТУ «сложного цикла». Выполнен анализ существующих расчетных методик определения тепловых и гидравлических характеристик теплообменников.

На основании проведенного обзора работ по повышению топливной эффективности МГТД и МГТУ «сложного» цикла сформулированы цели и задачи исследования.

Во второй главе описана методика автоматизированного проектирования и расчета пластинчатых теплообменников для МГТД и МГТУ сложного цикла.

Обозначены основные этапы методики автоматизированного проектирования и расчета теплообменника, совокупность которых представляет собой алгоритм, позволяющий получить оптимальную геометрию теплообменной поверхности в условиях решаемой задачи. Представлены критерии и факторы оптимизации, изложены применяемые алгоритмы.

Приведены результаты верификации методики автоматизированного проектирования и расчета теплообменника по известным литературным источникам для различных вариантов теплообменных поверхностей.

Рассмотрен альтернативный вариант применения разработанной автором комплексной методики: решение задачи оптимизации теплообменной поверхности системы охлаждения лопатки высокотемпературной газовой турбины. Приведены результаты верификации предлагаемой методики методом калориметрирования в жидкометаллическом термостате.

В третьей главе представлены результаты проведенного автором анализа технологии изготовления пластинчатых теплообменников. Сформированы требования, предъявляемые к современным теплообменникам МГТД и МГТУ «сложного» цикла.

Предложен оригинальный способ изготовления пластинчатого теплообменника МГТД (МГТУ) «сложного» цикла с применением лазерных технологий на маломощном станке с ЧПУ.

Проведена интеграция технологии изготовления теплообменника в алгоритм комплексной методики.

Четвертая глава посвящена созданию экспериментального теплообменника для наземной малоразмерной газотурбинной установки «сложного» цикла мощностью до 4 кВт (ГТУсц-4) по предложенной комплексной методике.

Приведены результаты автоматизированного проектирования и расчета, представляющие собой конфигурацию пластины, обеспечивающую наилучшие тепловые и гидравлические характеристики в пределах рассмотренной задачи.

Представлены результаты технологической подготовки производства, проведенной в автоматическом режиме. Показаны комплект технологической оснастки и экспериментальный теплообменник, изготовленные по предложенной методике.

Выявлены особенности применения лазерной сварки при создании теплообменников МГТД и МГТУ «сложного» цикла. Проведены экспериментальные исследования конверта теплообменника, подтверждающие работоспособность и герметичность сварных швов до давлений 4 атм.

В пятой главе представлены результаты экспериментальных исследований тепло-гидравлических характеристик теплообменника, разработанного и изготовленного по предложенной методике.

Изложена программа эксперимента по определению тепловых и гидравлических характеристик теплообменника. Описана разработанная и изготовленная автором экспериментальная установка для исследований тепло-гидравлических характеристик теплообменников.

Представлены результаты испытаний, проведенных на испытательном стенде, в виде критериальных зависимостей. Подтверждена близкая сходимость результатов расчета с экспериментальными данными. Установлено, что рассогласование данных на высоких числах Рейнольдса не превышает 5 %.

В заключении приводятся основные выводы и рекомендации по результатам диссертационного исследования.

Замечания по работе

1. В работе отсутствует анализ влияния степени регенерации и массогабаритных характеристик теплообменника на общие характеристики силовой установки воздушного судна. Не определен оптимум степени регенерации в зависимости от продолжительности полета ВС.

2. В разделе, посвященном анализу технологии изготовления, не рассмотрена возможность применения аддитивных технологий при создании теплообменников.

3. Автором разработан оригинальный способ изготовления пластинчатых теплообменников для МГТД и МГТУ «сложного» цикла. Однако, в списке публикаций автора отсутствует патент на изобретение или полезную модель.

4. Лазерные установки очень чувствительны к условиям окружающей среды. При выявлении особенностей применения лазерных технологий при изготовлении теплообменников для МГТД и МГТУ «сложного» цикла не указаны условия, в которых применимы рекомендации.

5. В главе 3 основное внимание уделено разработке технологии формования пластин и сварки из них конвертов. Однако мало освещен комплекс вопросов, связанных с общим изготовлением теплообменной матрицы и интеграцией рекуператора в ГТУ.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, не снижают научной и практической ценности полученных автором результатов.

Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней

Диссертация Ремчукова С.С. является завершенной и выполненной самостоятельно научно-квалификационной работой. Автором разработана комплексная методика автоматизированного проектирования, расчета и изготовления пластинчатого теплообменника МГТД и МГТУ «сложного» цикла, позволяющая получить теплообменник оптимальной по тепло-гидравлическим характеристикам конфигурации с минимальными временными затратами. Тематика и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов». Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают содержание диссертации и полученные автором основные научные результаты.

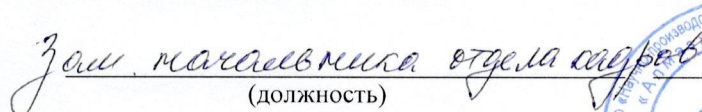
Диссертация соответствует всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор, Ремчуков Святослав Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Кандидат технических наук, первый заместитель директора – главный конструктор научно-производственного центра «Системы автономного энергоснабжения» Территориально обособленного предприятия «Лианозовский электромеханический завод» публичного акционерного общества «Научно-производственное объединение «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина»

«05» 04 2021 г.  Бесчастных Владимир Николаевич

Почтовый адрес: 125190, Москва, Ленинградский проспект, д. 80, к. 16
Телефон: 8(916)132-85-29
E-mail: vbess2@yandex.ru

Подпись Бесчастных Владимира Николаевича удостоверяю:

 (должность)
 (подпись)
 (Ф.И.О.)



С отзывом ознакомлен.
29.04.21. 