

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лю Цзюньцзе на тему
«Метод проектирования спиральных пластинчато-ребристых
теплообменников-регенераторов авиационного ГТД»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и
энергетические установки летательных аппаратов

В настоящее время существует проблема повышения эффективности авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) за счёт регенерации теплоты выхлопных газов. Основным препятствием для широкого внедрения регенераторов в силовые установки беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) являются жесткие массогабаритные ограничения, поскольку традиционные теплообменники достигают 30–40% от общей массы двигателя. Диссертационное исследование Лю Цзюньцзе направлено на создание сверхкомпактных теплообменников-регенераторов на основе спиральных и двуспиральных пластинчато-ребристых структур, а также разработку высокоточных методов их многокритериальной оптимизации с использованием алгоритмов машинного обучения, что является актуальным как с академической, так и с прикладной точки зрения. Работа основана на изучении гидродинамики и теплообмена в каналах сложной формы, а также на численном моделировании и экспериментальной верификации полученных результатов в широком диапазоне чисел Рейнольдса.

Объект и предмет исследования, а также цели и задачи исследования сформулированы четко. Структура работы логична и обоснована. Проектный подход к решению задачи определения оптимальных геометрических параметров оребрения, обеспечивающий баланс между высокой тепловой эффективностью и приемлемым гидравлическим сопротивлением, обеспечен автором исследования корректным проведением трехмерного CFD-моделирования, реализацией физико-ориентированного обучения нейросетевых моделей и созданием специализированного экспериментального стенда, что позволяет решить задачу повышения эффективности авиационных ГТД с регенерацией теплоты.

Входящий №

106-7428

Дата 28 АВГ 2026

Самарский университет

Научная новизна диссертационной работы заключается в создании метода проектирования сверхкомпактных теплообменников-регенераторов, отличающегося интеграцией экспериментальных зависимостей, CFD-моделирования и алгоритмов машинного обучения; в установлении закономерностей интенсификации теплообмена за счёт генерации вторичных вихревых течений в спиральных каналах; а также в разработке методики оценки эффективности авиационного МГТД с регенератором, устанавливающей взаимосвязь микро-геометрии ребер с термодинамическими показателями рабочего цикла двигателя. Практическая значимость работы заключается в разработке вычислительного комплекса, позволяющего инженерам сократить время проектирования и многокритериальной оптимизации теплообменных аппаратов на 2–3 порядка, что подтверждено актами внедрения в производственный процесс АО «Металлист-Самара».

Таким образом, диссертационное исследование Лю Цзюньцзе обладает научной новизной и практической полезностью.

При рассмотрении результатов работы в качестве недостатков следует отметить:

- в описании экспериментального стенда в главе 2.2 (стр. 12) автор указывает, что испытания проводятся на выделенном прямоугольном сегменте теплообменника, однако из автореферата не до конца ясно, каким образом осуществляется учет и масштабирование концевых эффектов, а также пересчет полученных локальных теплогидравлических характеристик на полноразмерный аппарат спиральной конструкции для интеграции в состав МГТД;
- на стр. 15 в выводах по главе 2 и на стр. 15–16 в Заключение диссертант утверждает, что «экспериментальные данные подтверждают достоверность результатов численного моделирования» с погрешностью менее 5–10%, однако из текста автореферата не в полной мере описано, каким образом сравнивались результаты CFD-расчета локальных факторов j и f с данными физического эксперимента на сегменте, и учитывались ли при этом систематические погрешности, вносимые измерительным оборудованием.

Приведенные замечания касаются недостатков представления результатов работы в автореферате и не влияют на общее положительное впечатление от работы.

В целом диссертационное исследование Лю Цзюньцзе на тему «Метод проектирования спиральных пластинчато-ребристых теплообменников-регенераторов авиационного ГТД» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на актуальную тему. Работа обладает научной новизной и практической значимостью.

Представленное научное исследование соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. (с изменениями и дополнениями), а ее автор, Лю Цзюньцзе, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов.

Некрасов Дмитрий Анатольевич

Кандидат технических наук 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

Заведующий кафедрой «Техника низких температур им. П.Л. Капицы»
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Московский политехнический университет»

107023 г. Москва, ул. Большая Семеновская, д.38

Тел: +7 (916) 171-94-14

e-mail: nekrasov55@yandex.ru

подпись Некрасова Д.А. заверяю

Ведущий специалист
по кадрам

Шипеева Е. Д.



Д.А. Некрасов

25.08.2026 г.