

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лю Цзюньцзе «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 энергоустановки летательных аппаратов

Диссертационная работа Лю Цзюньцзе посвящена актуальной научно-технической задаче повышения эффективности авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) за счет внедрения регенерации теплоты выхлопных газов. Эффективная регенерация позволяет снизить удельный расход топлива и повысить эффективный КПД установки с 15 - 20% до 30 - 35%. Однако применение теплообменников-регенераторов в авиации сдерживается их значительными массогабаритными характеристиками, которые могут достигать 30 - 40% от общей массы ГТД. В связи с этим разработка сверхкомпактных пластинчато-ребристых теплообменников (ПРТ) с новыми геометрическими структурами, способных обеспечить качественно иной уровень теплогидравлических характеристик, является своевременной и востребованной задачей.

На защиту выносятся: метод проектирования сверхкомпактных теплообменников-регенераторов для авиационных МГТД, основанный на интеграции численного моделирования, экспериментальных данных и алгоритмов машинного обучения; закономерности коэффициента теплоотдачи в каналах со спиральным и двуспиральным оребрением; методика определения теплогидравлических характеристик теплообменного аппарата с применением физико-ориентированного обучения нейронных сетей; а также методика комплексной оценки эффективности МГТД, устанавливающая взаимосвязь геометрии ребер с интегральными термодинамическими показателями рабочего цикла.

Научная новизна работы заключается в установлении гидродинамических и тепловых закономерностей течения в каналах со спиральным и двуспиральным оребрением. Разработанный метод проектирования отличается интеграцией CFD-моделирования, машинного обучения и многокритериальной оптимизации, что позволяет сократить время расчета на 2–3 порядка. Разработанная методика с использованием физико-ориентированных нейросетевых моделей обеспечивает высокую точность прогнозирования факторов j и f ($R^2 > 0,996$, $MAPE < 1\%$).

Практическая значимость работы подтверждена внедрением результатов в учебный процесс Самарского университета и в производственный процесс АО «Металлист-Самара». Разработанный интеллектуальный комплекс прогнозирования параметров ПРТ позволяет инженерам ускорить процесс расчета и многокритериальной оптимизации теплообменных аппаратов.

Достоверность полученных результатов обеспечена применением верифицированных моделей турбулентности, тщательной проверкой на сеточную независимость, созданием экспериментальной установки с калибровкой измерительных приборов, а также использованием надежных алгоритмов машинного обучения с байесовской оптимизацией для предотвращения переобучения. Сравнение четырех моделей турбулентности показало, что базовая модель $k-\omega$ обеспечивает погрешность менее 10 % по факторам j и f .

Входящий № 206-8106
Дата 15 СЕН 2026
Самарский университет

По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, и 9 статей в изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus. Основные результаты докладывались на международных конференциях в России и Китае.

В качестве замечания следует отметить, что в автореферате недостаточно подробно раскрыты вопросы, связанные с влиянием режимных параметров (изменения давления, температуры на входе) на эффективность работы спиральных теплообменников-регенераторов в условиях переменных режимов полета, что ограничивает возможность оценки их работы в широком диапазоне эксплуатационных режимов.

Данное замечание не снижает общей высокой оценки работы. Диссертация представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком уровне, и соответствует специальности 2.5.15 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, а ее автор Лю Цзюньцзе заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Ведущий научный сотрудник лаборатории

«Дизайн материалов и аддитивного производства»,

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», к.т.н.

195251, г. Санкт-Петербург,

ул. Политехническая, д. 29, 1-й уч. корпус

тел.: +7(917) 144-05-93; E-mail: sotov_av@spbstu.ru

Защитил диссертацию: кандидатскую по специальности 05.07.05



Я, Сотов Антон Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы, связанные с защитой диссертации Лю Цзюньцзе «Метод проектирования спиральных пластинчато-ребристых теплообменников-регенераторов авиационного ГТД» и их дальнейшую обработку.

 (А.В. Сотов)