

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кудашова Евгения Викторовича
«Метод снижения дисбаланса рабочих колёс ГТД с учётом геометрических отклонений профилей пера лопаток и неравномерности газовой силы»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

Актуальность темы.

Проблема повышенной вибрации газотурбинных двигателей (ГТД), обусловленная дисбалансом рабочих колёс (РК), сохраняет высокую значимость для авиационного двигателестроения. Одним из недостаточно изученных источников дисбаланса является неравномерность газодинамических сил, возникающая вследствие геометрических отклонений профилей пера лопаток, даже при их нахождении в пределах допусков. Предлагаемый автором подход, основанный на совместном учёте указанных отклонений и эксплуатационных нагрузок для оценки и компенсации дисбаланса на этапе сборки, безусловно, актуален и имеет выраженную практическую направленность.

Научная новизна и практическая значимость

Наиболее существенными научными результатами являются:

1. Разработанный метод снижения дисбаланса РК ГТД, отличающийся модифицированной последовательностью балансировки и учётом газодинамической неравномерности в компрессорной решётке.
2. Методика создания параметрической модели оценки дисбаланса, объединяющая в себе влияние геометрических отклонений, натягов по антивибрационным полкам, центробежных сил, температуры и давления газового потока.
3. Впервые полученные регрессионные зависимости газовых сил от отклонений профилей и сборочных параметров, а также зависимости дисбаланса РК от режима работы и технологических факторов.

Практическая ценность работы подтверждена внедрением результатов на ПАО «ОДК-Кузнецов», разработкой программного приложения для расчёта аэродинамического дисбаланса и технологической инструкции по его использованию. Показано, что предложенный метод позволяет снизить дисбаланс РК первой ступени компрессора низкого давления (КНД) на 31%.

Степень обоснованности и достоверности результатов

Достоверность обеспечивается применением апробированных численных методов (МКЭ, регрессионный анализ, метод Монте-Карло), верификацией на специально изготовленных модельных образцах (крыльчатках) с использованием поверенного оборудования (координатно-измерительные машины, оптические сканеры, балансировочные стенды, вакуумная камера). Расхождение между теоретическими и экспериментальными значениями дисбаланса не превысило 13%, что для подобных задач является приемлемым и подтверждает адекватность разработанных моделей.

Содержание и структура автореферата

Автореферат написан логично, отражает все ключевые этапы исследования. В нём чётко сформулированы цель, задачи, научная новизна и защищаемые положения. Достаточно подробно изложены методика параметрического моделирования, основные расчётные зависимости и результаты экспериментальной верификации. Выводы соответствуют поставленным задачам.



Вопросы и замечания по автореферату

1. Не совсем ясно, каким образом предложенный метод компенсации дисбаланса, рассчитанный на один режим работы, влияет на вибрационное состояние РК на других (например, переходных) режимах.

2. Из автореферата не очевидно, учитывалось ли взаимное влияние лопаток в решётке при построении регрессионных зависимостей, либо расчёты выполнялись для изолированной лопатки.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки выполненной работы.

Заключение

Диссертационная работа Кудашова Е.В. представляет собой завершённое научно-квалификационное исследование, содержащее решение актуальной задачи снижения дисбаланса рабочих колёс ГТД с учётом газодинамических и геометрических факторов. По актуальности, научной новизне, объёму и практической значимости полученных результатов работа полностью соответствует требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., в редакции от 16.10.2024), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15.

Я, Сайфутдинов Алмаз Ильгизович, даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Отзыв составил:

Сайфутдинов Алмаз Ильгизович, д.ф.-м.н.,
профессор кафедры общей физики
Казанского национального
исследовательского технического университета
им. А.Н. Туполева – КАИ
+7 (843) 231 02 23
AISayfutdinov@kai.ru

420111, г.Казань, ул. Карла Маркса, 10

18.05.2026 г.



Подпись Сайфутдинова
заверяю. Начальник управления
делопроизводства и контроля

