

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Шевякова Артёма Олеговича на тему:
«Многодисциплинарная оптимизация рабочих лопаток вентилятора газотурбинного двигателя с учетом производственных отклонений»,
представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности: 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Актуальность темы исследования

В условиях серийного производства авиационных двигателей (таких как ПД-8 и SaM146) традиционный путь обеспечения надежности за счет ужесточения производственных допусков достиг экономического и технологического предела. Дальнейшее сужение полей допусков для сложнопрофильных рабочих лопаток вентилятора ведет к экспоненциальному росту брака и себестоимости. Работа Шевякова А.О. актуальна, поскольку предлагает научно обоснованный переход от детерминированного контроля к управлению производственными отклонениями. Использование реального разброса геометрии не как дефекта, а как управляемого параметра, напрямую отвечает стратегическим задачам отечественного двигателестроения по повышению рентабельности и технологичности производства.

Оценка научной новизны и практической значимости

Диссертационное исследование отличается высокой степенью инженерной проработки и опорой на реальные производственные данные, а не на синтетические математические допущения. К числу наиболее значимых результатов следует отнести:

1. **Обоснованное снижение размерности задачи.** На основе статистического анализа данных КИМ автор корректно выделил 6 ключевых параметров (смещения центра тяжести T_x, T_y , угол установки Θ , максимальная толщина E , толшины кромок e_1, e_2) в 3 характерных сечениях по высоте лопатки (45%, 75%, 90%). Это обеспечивает адекватность модели при приемлемых вычислительных затратах.

2. **Замкнутый вычислительный цикл «холодная – горячая» геометрия.** Разработка специализированных программных модулей «BladeToolMAI» и «FindSweepLayers» позволила автоматически учитывать как реальные геометрические отклонения профиля пера по данным КИМ, так и термомеханические деформации при переходе от прочностных расчетов к газодинамическим. Такой подход существенно повышает физическую адекватность моделей и достоверность прогноза интегральных

характеристик ступени.

3. Выявление линейности отклика. Доказательство того, что в пределах производственных допусков аэродинамический отклик на геометрические возмущения описывается линейными моделями, имеет высокую практическую ценность. Это открывает путь к использованию быстрых методов вероятностного анализа без необходимости проведения ресурсоемких расчетов.

Особого внимания заслуживает раздел, посвященный оптимизации расстановки лопаток в венце (адаптивной сборке). Автор количественно обосновал возможность прироста тяги до 1,5% за счет рационального взаимного расположения лопаток с известными отклонениями, при этом изменение суммарного статического момента не выходит за эксплуатационные ограничения по балансировке.

Замечания к диссертационной работе

Несмотря на высокую практическую ценность результатов, по содержанию работы могут быть высказаны следующие конкретные замечания:

1. Статистическая представительность выборки. В работе упоминается использование данных серийного производства для установления законов распределения геометрических параметров. Однако в автореферате не указан объем выборки (количество измеренных лопаток). Для достоверного подтверждения вида законов распределения и корреляционных связей между параметрами объем выборки должен быть статистически значимым.

2. Многокритериальность при адаптивной сборке. Предложенный алгоритм адаптивной сборки венца оптимизирует расположение лопаток преимущественно по аэродинамическому критерию (максимизация тяги). В реальной производственной практике сборка ротора жестко лимитирована допусками на статический и динамический дисбаланс. Существует риск, что аэродинамически оптимальная расстановка потребует значительной коррекции масс (например, снятия металла с замковых частей или установки балансировочных пластин), что может нивелировать полученный газодинамический выигрыш.

3. Применимость моделей к эксплуатационной деградации. Разработанные линеаризованные модели чувствительности валидированы для производственных отклонений новых лопаток. В процессе эксплуатации к производственному разбросу добавляется деградация профиля. Поведение линеаризованных моделей при суперпозиции производственных допусков и эксплуатационных дефектов в работе не исследовано, что ограничивает область применения методики рамками только нового производства,

исключая задачи продления ресурса и ремонта.

Указанные замечания носят рекомендательный характер, не снижают общей высокой оценки диссертационной работы и могут быть устранены автором в ходе дальнейших исследований или уточнены в ходе защиты.

Заключение

По содержанию автореферата складывается впечатление о диссертации как о завершённой, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работе, в которой решена актуальная научно-техническая задача повышения эффективности и технологичности производства вентиляторных ступеней ГТД за счёт междисциплинарного учёта производственных отклонений.

Работа полностью соответствует паспорту научной специальности 2.5.15. и требованиям Положения о присуждении ученых степеней. Автор, Шевяков Артём Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Заведующий кафедрой реактивных
двигателей и энергетических установок,
Казанского национального
исследовательского технического
университета им. А.Н. Туполева-КАИ,
кандидат технических наук, доцент
420111, Казань, К. Маркса ул., д. 10,
КНИТУ-КАИ
Тел.: 8(843)2310063
e-mail: AAlopatin@kai.ru

Лопатин Алексей Александрович

«9» / 09 2026 года



Подпись Лопатин А.А.
Заведующий. Начальник управления
производства и контроля