

Учёному секретарю
диссертационного совета
24.2.327.06 на базе ФБГОУ ВО
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский
университет)» (МАИ)
Доктору технических наук, доценту
Краеву В.М.


Волоколамское ш., д.4, г.Москва А-80,
ГСП-3, 125993

Уважаемый Вячеслав Михайлович!

Направляем Вам отзыв доктора технических наук, профессора Ремизова Александра Евгеньевича на автореферат диссертационной работы Шахова Александра Сергеевича на тему: «Методика оценки динамики и прочности деталей компрессора низкого давления газотурбинного двигателя с учетом геометрических отклонений», представленной в диссертационный совет 24.2.327.06 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Приложение: отзыв в 2-х экземплярах на 4 л. каждый.

Проректор по науке и
цифровым трансформациям
РГАТУ имени П.А. Соловьёва


А.Н. Сутягин

Отдел документационного
обеспечения МАИ

22 12 2022 г.

ОТЗЫВ

доктора технических наук Ремизова Александра Евгеньевича
на автореферат диссертационной работы Шахова Александра Сергеевича
«Методика оценки динамики и прочности деталей компрессора низкого
давления газотурбинного двигателя с учетом геометрических отклонений»,
представленную в диссертационный совет 24.2.327.06
на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности
2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки
летательных аппаратов».

Актуальность темы исследования

Проектирование современных двигателей является наукоемким, технически сложным и высокочувствительным процессом. Совершенствование газотурбинных двигателей (ГТД) подразумевает повышения параметров рабочего цикла, что приводит к возрастанию эксплуатационных нагрузок на детали и узлы двигателя.

Одной из важных задач при проектировании ГТД для гражданской авиации является необходимость обеспечения ресурса и надежности вентилятора и компрессора, при одновременном снижении удельной массы, расхода топлива и увеличении удельной тяги. Ограничения по ресурсу двигателя, в первую очередь, определяются высоконагруженными роторными деталями, такими как лопатки, диски и барабаны вентилятора и компрессора. Обеспечение заданного ресурса и надежности требует повышения точности расчетов напряженно-деформированного состояния (НДС) и динамики деталей ГТД. Для этого эффективно применяются современные вычислительные комплексы, основанные на расчете двух- и трехмерных конечно-элементных моделей с номинальными размерами и нагрузками.

Следовательно, разработка автоматизированных методов подготовки и расчета моделей основных деталей компрессора низкого давления (КНД), таких как лопатки, диски из титановых сплавов, статорные детали из композиционных материалов, является актуальной задачей.

Научная новизна полученных результатов исследований заключается в следующем:

– в разработке методики применения параметрических моделей для проведения серии прочностных расчетов моделей барабана КНД и деталей

22 12 2022
обеспечения МАИ

статора из композитных материалов, позволяющей проводить расчеты в автоматическом режиме, при вариации размеров деталей в пределах заданных допусков;

– в проведении расчетной оценки прочности барабана КНД с учетом геометрических отклонений и определении коэффициентов влияния единичных и комбинированных отклонений, позволяющих проводить оценку долговечности изготовленного барабана по результатам измерения его геометрических и весовых параметров;

– в разработке методики расчетно-экспериментального исследования долговечности конструктивно подобного элемента (КПЭ) вырезанного из барабана КНД, позволяющей проводить опережающую оценку долговечности барабана;

– в проведении расчетного исследования динамики и прочности рабочей лопатки (РЛ) вентилятора КНД с учетом геометрических отклонений, определении коэффициентов влияния, позволяющих проводить оценку РЛ по результатам измерения геометрических и весовых параметров;

– в разработке методики расстановки рабочих лопаток вентилятора, учитывающей влияние геометрических отклонений на дисбаланс и аэродинамические показатели;

– в выявлении расчетного влияния изменения толщины деталей статора из композиционных материалов на их динамику и прочность, а также в определении критической толщины при эрозии композитной части разделителя потока и панели внутренней.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы

Теоретическая значимость работы заключается в развитии научно-методической базы, необходимой для численного моделирования деталей статора, выполненных из композиционных материалов.

Практическая значимость результатов диссертации заключается в том, что разработанные методики позволяют проводить расчеты в автоматическом режиме, при изменении размеров деталей в рамках заданных допусков параметрических моделей барабана КНД и деталей статора из композитных материалов; позволяют проводить численную оценку долговечности изготовленного барабана по результатам измерения его геометрических и весовых параметров; позволяют проводить опережающую оценку долговечности барабана КНД на основании расчетно-экспериментального исследования долговечности конструктивно подобного элемента (КПЭ); позволяют выполнять расстановку рабочих лопаток вентилятора с учетом

влияния геометрических отклонений на дисбаланс и аэродинамические показатели.

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечивается использованием сертифицированного программного комплекса ANSYS, созданием нескольких конечно-элементных моделей для одной детали и проверкой близости результатов расчета, статистической обработкой экспериментальных результатов и проведением испытаний на современном оборудовании.

Замечания по автореферату

1. Диссертантом не рассмотрены подходы к учету внутренних остаточных напряжений, возникающих в деталях из композиционных материалов при формовании как вид преднапряженного состояния.
2. Не рассмотрены подходы к учету внутренней структуры композиционного материала с точки зрения наличия технологических дефектов, таких как, близна, местные натеки связующего, смещение текстуры ткани и проч.
3. Не учтено влияние объемного содержания волокна на прочностные характеристики, а также на определение форм и частот деталей из композиционного материала.
4. Не в полной мере раскрыт подход к учету отклонений, возникающих в процессе технологического цикла деталей из композиционных материалов, таких как коробление.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации, не уменьшают научной и практической ценности проведенного исследования.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней.

Диссертация Шахова А.С. является выполненной самостоятельно на высоком уровне и законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые решения в области численной оценки ресурса деталей ГТД при технологических отклонениях. Результаты работы имеют практическую значимость для авиадвигателестроения.

Диссертация Шахова А.С. «Методика оценки динамики и прочности деталей компрессора низкого давления газотурбинного двигателя с учетом геометрических отклонений» соответствует всем требованиям «Положения о

присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 17 марта 2015 года № 235, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор, Шахов Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный
авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева», заведующий
кафедрой "Авиационные двигатели"

«12» сентября 2022 г.  Ремизов Александр Евгеньевич

Почтовый адрес: 152934 г. Рыбинск, Ярославская обл., ул. Пушкина, 53
Телефон: 8 910-819-88-12
E-Mail: ad@rsatu.ru

Подпись Ремизова Александра Евгеньевича заверяю:

Проректор по науке и
цифровым трансформациям
РГАТУ имени П.А. Соловьёва



А.Н. Сутягин