

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОПОНЕНТА

на диссертационную работу Шахова Александра Сергеевича «Методика оценки динамики и прочности деталей компрессора низкого давления газотурбинного двигателя с учетом геометрических отклонений», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов».

Актуальность темы диссертации. Развитие современного авиастроения предполагает привлечение новейших достижений в принципах и методах проектирования и изготовления летательных аппаратов с повышенными параметрами служебных характеристик, ресурса и техногенной безопасности. Постановка и решение отмеченных задач современного авиастроения тесно связана с приоритетными направлениями развития науки и технологий. Одним из важных приоритетных направлений развития фундаментальной и прикладной науки при создании перспективных летательных аппаратов является увеличение эксплуатационных показателей, таких как ресурс, снижение расхода топлива, увеличение тяги, что ведет к возрастанию нагрузок на их узлы и детали ГТД. При этом важно учитывать влияние геометрических отклонений изготовленных деталей двигателя на прочность и динамику узлов и деталей ГТД.

Актуальность отмеченной научной проблемы обусловлена необходимостью обеспечения высокой точности и достоверности определения напряженно-деформированного состояния (НДС), прочности и динамики, что может быть основано на совершенствовании методов оценки прочности основных деталей ГТД, развитие автоматизированных методов подготовки и проведения расчетов моделей.

Именно поэтому, представленная работа актуальна и является значительным вкладом в совершенствование методов оценки динамики и прочности деталей компрессора низкого давления газотурбинного двигателя с учетом геометрических отклонений.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

02 12 2022

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. На основании многочисленных результатов конечно-элементного моделирования и экспериментальных исследований автором сформулированы обоснованные научные положения и сделаны обоснованные выводы, а также предложены рекомендации по оценке НДС деталей с учетом производственных и эксплуатационных отклонений. Материал диссертации изложен логично и последовательно, должным образом оформлен и проиллюстрирован.

Достоверность и научная новизна представленной работы.

Диссертационная работа изложена на 134 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Структура диссертации логично и четко отражает последовательность решения поставленных соискателем задач, а именно: анализ систем автоматизированного проектирования, позволяющих автоматизировать процесс определения коэффициентов влияния единичных и комбинированных геометрических отклонений на НДС; расчетное исследование прочности моделей барабана бустера компрессора низкого давления (КНД) с учетом производственных отклонений; разработка и испытания на малоцикловую усталость конструктивно подобных элементов (КПЭ), вырезанных из барабана КНД; расчетное исследование прочности рабочей лопатки вентилятора с учетом геометрических отклонений; исследование прочности деталей КНД, изготовленных из композиционных материалов, в условиях повышенного эрозионного воздействия.

Автором разработана и реализована методика оценки динамики и прочности деталей ГТД с использованием автоматизированных методов подготовки и расчета конечно-элементных моделей с учетом геометрических отклонений и разработанных параметрических моделей.

Среди значимых достижений автора следует отметить разработку и реализацию методики проведения оценки долговечности по испытаниям конструктивно-подобного элемента, вырезанного из барабана КНД, с воспроизведением условий нагружения в эксплуатации.

Следует обратить внимание на важные достижения автора, связанные с разработкой методики подбора и расстановки лопаток в сборочном комплекте вентилятора КНД, включающей оценку влияния геометрических отклонений пера лопатки на тягу двигателя.

Значимые результаты получены автором при расчете влияния изменения толщины деталей статора из композиционных материалов на их динамику и прочность, а также определены критические толщины при эрозии композитной части разделителя потока и панели внутренней.

Достоверность и обоснованность основных положений и выводов в диссертационной работе базируется на методах механики сплошных сред, на применении широко апробированных алгоритмов и процедур конечно-элементного моделирования с использованием современных программных средств, а также согласованием результатов численных расчетов с результатами экспериментов, проведенных на современной испытательной машине.

Значимость результатов для науки и практики. Результаты исследовательской работы имеют широкий потенциал для применения в отечественной науке и практике.

Разработанная методика использования параметрических моделей деталей ГТД при автоматизации расчетного процесса с изменением единичных и комбинированных размеров деталей позволяет оценивать влияние отклонений большого количества размеров деталей на напряженно-деформированное состояние и динамику в короткие сроки.

Использование конструктивно-подобных элементов при проведении расчетно-экспериментального исследования долговечности позволяет повысить точность и достоверность оценки ресурса барабана КНД.

Важное научное и практическое значение приобретают полученные автором результаты расчетного исследования влияния производственных отклонений пера рабочей лопатки (РЛ) вентилятора на динамику и НДС, что позволяет оценивать изготовленные РЛ по результатам измерений геометрических и весовых параметров.

Следует также отметить уникальную методику расстановки РЛ вентилятора с последующей оценкой влияния на тяговые показатели двигателя с учетом индивидуальных отклонений лопаток, что позволяет повысить эффективность ГТД на этапе сборки.

Заслуживают внимание результаты расчетной оценки эрозионной стойкости статорных деталей КНД из композиционных материалов на их прочностные показатели, позволяющие определить критерий оценки работоспособности разделителя потока и панели во время эксплуатации двигателя.

Безусловно, результаты диссертационной работы могут быть использованы на серийных предприятиях ОДК и опытных конструкторских бюро, занимающихся проектированием и производством двигателей летательных аппаратов.

Оценка диссертации. Диссертация написана достаточно подробно и иллюстрирована графиками, конечно-элементными моделями и схемами. По содержанию диссертации можно поставить некоторые вопросы и сделать следующие замечания:

1. В работе не отражено влияние плотности материала барабана КНД на напряженно-деформированное состояние в критической зоне.

2. Испытания конструктивно-подобного образца, вырезанного из барабана бустера КНД, проведены при частоте нагружения 10 Гц (с. 46 диссертации). Повлияет ли эксплуатационная частота нагружения барабана бустера КНД на полученные результаты испытаний образцов при частоте нагружения 10 Гц?

3. На с. 59 диссертации автор без пояснений приводит критерий разрушения образца, а, именно, «критерием разрушения является увеличение максимального перемещения образца на 10% по сравнению со значением перемещения в начале испытаний». Следует пояснить, чем обусловлен принятый критерий разрушения при малоциклового усталости.

4. Автором не проведена оценка влияния «холодной» ползучести, присущей титановым сплавам, на результаты проведенных исследований. Изменятся ли результаты исследований при учете «холодной» ползучести титановых сплавов?

5. Не указан допустимый уровень напряжений композиционного материала разделителя потока, использованного при оценке его прочности.

6. По результатам исследований автору целесообразно было бы дать рекомендации по необходимым и обоснованным требованиям к геометрическим отклонениям деталей компрессора низкого давления газотурбинного двигателя.

Сделанные замечания не отражаются, однако, на положительном решении по диссертации и могут быть рассмотрены в качестве рекомендаций для проведения дальнейших исследований.

Заключение. Основное содержание диссертации отражено в периодической печати и доложено на конференциях и семинарах. Автореферат диссертации в целом правильно и полно отражает ее содержание. В диссертационной работе представлены новые научные результаты, имеющие важное научное и практическое значение при разработке авиационных двигателей. Данная работа соответствует паспорту специальности 2.5.15. –

«Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Диссертация удовлетворяет требованиям и критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842 (в ред. от 01.10.2018 с изм. 26.05.2020), является завершенной научно-квалификационной работой, в которой, на основании выполненных автором исследований, предложена методика оценки динамики и прочности деталей компрессора низкого давления газотурбинного двигателя с учетом геометрических отклонений.

Шахов Александр Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Официальный оппонент,
Заведующий отделом прочности,
живучести и безопасности машин
федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук,
докт. техн. наук по специальности
01.02.06 «Динамика, прочность машин,
приборов и аппаратуры», профессор,
Заслуженный деятель науки РФ

Юрий Григорьевич Матвиенко
01.12.2022г.

101000 Москва, Малый Харитоньевский пер., 4
ФГБУН «Институт машиностроения
Им. А.А. Благонравова РАН»
Тел.: (499) 135 12 04
E-mail: ygmattvienko@gmail.com

Подпись Ю.Г. Матвиенко заверяю

*Зав. кафедрой
абдураманов*



С.С. Сидоров

С отзывом ознакомлен 02.12.2022г. *Шахов А.С. / Шахов А.С.* 6