

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук Колодяжного Дмитрия Юрьевича на диссертационную работу Немцева Дмитрия Владимировича на тему: «Исследование влияния скорости роста трещины усталости в вакууме на ресурс дисков газотурбинных двигателей», представленную 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».

Актуальность темы исследования

К дискам авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) предъявляются высокие требования по надежности и безопасности, так как их разрушение может привести к катастрофическим последствиям. Благодаря применению в производстве технологии гранульных никелевых сплавов удалось повысить прочностные свойства и технологичность дисков. Однако, диски, изготовленные по данной технологии содержат неметаллические включения, от которых могут зародиться трещины усталости.

Согласно концепции безопасного развития дефекта, при подтверждении ресурса дисков необходимо учитывать поверхностные и внутренние дефекты. Рост трещин от данных дефектов на поверхности и внутри диска происходит в условиях различной окружающей среды (в воздушной и в вакууме соответственно), влияющей на характеристики скорости роста трещины усталости (СРТУ). При отсутствии характеристик СРТУ в вакууме для расчета внутренних трещин используются характеристики СРТУ, полученные в воздушной среде, которые обладают большей скоростью роста. Данное допущение приводит к консервативным результатам, что снижает ресурс дисков и увеличивает стоимость жизненного цикла двигателя.

Учет СРТУ в вакууме для внутренних дефектов дисков ГТД, изготовленных из никелевых гранульных сплавов, является актуальной задачей, позволяющей достоверно определить ресурсные показатели данных дисков.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа Немцева Д.В. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 95 наименований, приложения, изложена на 110 страницах машинописного текста, включает 63 рисунка и 13 таблиц.

Во введении обосновывается актуальность исследования, дана общая характеристика работы: цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы

Служба документационного
обеспечения МАИ
«22» 11 2023

исследования, выносимые на защиту положения, достоверность исследования, а также представлена информация по апробации результатов.

В первой главе диссертации представлен обзор литературы и сформулированы задачи научного исследования.

Диссертант провел подробный анализ существующих работ в области механики разрушения, касающихся определения ресурсных показателей дисков ГТД, дефектов материалов дисков и способа определения характеристик трещиностойкости на воздухе и в вакууме. На основе исследованного материала сделан вывод о необходимости проведения испытаний нестандартных образцов для получения характеристик СРТУ в вакууме.

Во второй главе диссертант описывает разработку и изготовление специальных образцов цилиндрической формы с внедренным дефектом для проведения циклических испытаний с целью определения СРТУ в вакууме сплава ЭП741НП.

Преимуществом предложенных образцов по сравнению со стандартными образцами является исключение вакуумной камеры из состава испытательного стенда. В невентилируемом специальном образце первого типа трещина развивается от дефекта внутри образца без контакта с окружающей средой в вакууме. Вентилируемый специальный образец второго типа аналогичен первому, но отличается наличием сквозного отверстия, позволяющему трещине развиваться в условиях окружающей среды на воздухе.

В третьей главе диссертант проводит обработку результатов испытаний специальных образцов.

Среднее число циклов до разрушения для невентилируемых образцов в 12,7 раз больше, чем для вентилируемых, что указывает на значительно более медленное развитие трещины в вакууме.

Автор на основе предложенного расчетно-фрактографического способа получил кинетические диаграммы усталостного роста трещины в специальных образцах. На основе полученных кинетических диаграмм была получена оценка характеристик СРТУ в вакууме для использования в расчетах ресурса дисков, изготовленных из сплава ЭП741НП.

В четвертой главе диссертант проводил исследование влияния определенных характеристик СРТУ в вакууме на ресурс дисков ГТД из гранульного никелевого сплава ЭП741НП.

Результаты исследования, проведенного для диска 7 ступени компрессора высокого давления и диска турбины высокого давления двигателя АЛ-41Ф-1С показали, что долговечность исследуемых дисков от

внутренних дефектов увеличилась более чем в 6 раз при использовании характеристик СРТУ в вакууме по сравнению с использованием характеристик СРТУ на воздухе.

При использовании характеристик СРТУ в вакууме для расчета долговечности диска ТВД от внутренних дефектов обеспечивается полный назначенный ресурс.

В заключении сформулированы основные результаты работы по проведенному исследованию.

Научная новизна полученных результатов исследований

Научная новизна проведенного диссертантом исследования заключается:

- в выполнении исследования влияния СРТУ в вакууме на ресурс дисков ГТД, показывающем, что учет характеристик СРТУ в вакууме оказывает значительное влияние на ресурс дисков, изготавливаемых из гранульного никелевого сплава;

- в разработке расчетно-фрактографического способа обработки результатов испытаний специальных образцов с целью получения кинетических диаграмм усталостного роста;

- в получении оценки характеристик СРТУ в вакууме для гранульного никелевого сплава ЭП741НП, позволившей применять данные характеристики в расчетах ресурса дисков.

Практическая значимость результатов работы

Полученные в диссертационной работе результаты исследования позволяют достоверно определить ресурс дисков из сплава ЭП741НП с учетом внутренних дефектов, тем самым достичь более полного использования потенциальных возможностей дисков по ресурсу.

Результаты диссертационной работы использованы в ОКБ им. А. Люльки – филиал ПАО «ОДК-УМПО» при корректировке ресурса дисков двигателя АЛ-41Ф-1С, что подтверждается актом использования.

Полученные результаты могут быть использованы в работе конструкторских организаций, разрабатывающих авиационные двигатели, в научно-исследовательских институтах Министерства обороны при разработке технических требований к перспективным двигателям, в учебном процессе высших учебных заведений.

Достоверность и обоснованность полученных результатов

Достоверность и обоснованность научных результатов, полученных в диссертации, достигается использованием современного математического

аппарата, корректным применением достижений в области фундаментальных наук, теории прочности.

Публикации и апробация результатов

Основные положения диссертации достаточно полно раскрыты в 10 публикациях, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 статьи. Материалы диссертации прошли апробацию среди ведущих специалистов на российских и международных конференциях. По результатам исследований получено 2 свидетельства о регистрации программы ЭВМ.

Соответствие автореферата и диссертации

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Соответствие паспорту специальности

Тема и содержание диссертации соответствует специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Замечания по работе

1. Испытания проведены для 3-х вентилируемых и 3-х невентилируемых специальных образцов при одной температуре. Для уточнения результатов и набора статистики в дальнейших исследованиях необходимо увеличить число образцов и провести испытания при разных температурах.

2. Внедренный дефект в образцах имеет относительно большой диаметр 4 мм. Не рассмотрен вопрос, произошло ли зарождение трещины от дефекта в локальной точке на поверхности дефекта или по всей поверхности сразу и влияет ли это на результаты испытаний.

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 Немцева Д.В. является законченной и выполненной самостоятельно на высоком уровне научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научно-технической задачи.

Диссертация Немцева Д.В. соответствует всем требованиям положения «О порядке присуждения ученых степеней» утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемого к кандидатским диссертациям, а ее автор, Немцев Дмитрий Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата

технических наук по специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Проректор по научной деятельности
ФГБОУ ВО «Московский государственный
технологический университет «СТАНКИН»,
доктор технических наук

Колодяжный Дмитрий Юрьевич

« 10 » ноября 2023 г.

г. Москва, Вадковский пер., д. 1
Телефон: 8 (499) 973-39-17
E-Mail: d.kolod@stankin.ru

Подпись Колодяжного Дмитрия Юрьевича заверяю:

Ректор
ФГБОУ ВО «Московский государственный
технологический университет «СТАНКИН»,
кандидат технических наук



Серебренный В.В.

М.П.

С отзывом ознакомлен Кущев Д.В.
22.11.2023