

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ходинева Ивана Александровича
«Закономерности изменения характеристик малоцикловой усталости
жаропрочных никелевых сплавов ВЖ175 и ВКНА-1ВР»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.17 – Материаловедение

Актуальность

К современным авиационным газотурбинным двигателям (ГТД) предъявляются высокие требования по удельным параметрам и ресурсу. В связи с тем, что детали турбин, такие как диски, дефлекторы, валы, рабочие лопатки, являются наиболее нагруженными элементами конструкции, их долговечность определяет ресурс двигателя в целом. Основным механизмом повреждения таких деталей в процессе эксплуатации, как правило, является малоцикловая усталость, обусловленная высокими повторно-статическими нагрузками при выходе двигателя на взлётный режим и переходах между частичными режимами работы.

Таким образом, постоянное совершенствование методов прогнозирования малоцикловой усталости является необходимым условием повышения надёжности ГТД, особенно при переходе к третьей стратегии управления ресурсами, предусмотренной федеральными авиационными правилами (часть 33). Следовательно, решённая в рамках диссертационной работы Ходинева Ивана Александровича задача по установлению зависимости изменения характеристик малоцикловой усталости образцов жаропрочных никелевых сплавов ВЖ175 и ВКНА-1ВР от параметров нагружения в условиях контролируемых деформации и напряжения является весьма актуальной.

Основные результаты и научная новизна

В результате проведённых автором теоретических и экспериментальных исследований для сплавов ВЖ175 и ВКНА-1ВР определено влияние коэффициента асимметрии цикла нагружения и температуры на малоцикловую усталость. Установлен ряд признаков, по которым в ходе фрактографического анализа можно судить о характере истории нагружения. Для симметричного цикла обоснована возможность построения кривых малоцикловой усталости при «мягком» и «жёстком» нагружении при наличии экспериментальных данных только по одному из данных видов нагружения. Выполнен анализ возможности оценки малоцикловой усталости по известным моделям. Сформулированы рекомендации по выбору наиболее достоверных из них. Предложено модифицированное уравнение на основе моделей Гудмана и Герберга.

Таким образом, впервые для сплавов ВЖ175 и ВКНА-1ВР установлены закономерности изменения характеристик малоциклового усталости в зависимости от условий нагружения.

Практическая значимость

Диссертация И.А. Ходинаева обладает очевидной практической значимостью, заключающейся в повышении надёжности авиационных газотурбинных двигателей за счёт применения при их разработке предложенных автором уточнённых зависимостей малоциклового усталости сплавов ВЖ175 и ВКНА-1ВР от произвольных параметров нагружения. В качестве дополнительного прикладного результата исследования можно обозначить формирование основы для определения вида разрушающей нагрузки (причины разрушения) по результатам фрактографического анализа изломов.

Достоверность результатов работы

Обоснованность и достоверность научных выводов и заключений, сделанных соискателем, базируются на достаточном объёме экспериментальных данных, полученных с использованием сертифицированного оборудования и стандартизированных методов испытаний. В работе использованы общепринятые теоретические положения, используемые для описания рассматриваемых процессов. Результаты работы доложены и обсуждены в достаточной мере, в том числе на международных конференциях. Публикации И.А. Ходинаева по теме исследования соответствуют основному содержанию автореферата. Автореферат написан в хорошем научном стиле, понятным языком, достаточно иллюстрирован.

Замечания по автореферату

При ознакомлении с текстом автореферата возникли следующие замечания:

1. В качестве критерия достоверности моделей, позволяющих оценить долговечность при повреждении от малоциклового усталости, предложен коэффициент детерминации R^2 . При этом в диссертации не отражено, при каких величинах R^2 модель можно считать достоверной и применимой для практической (инженерной) оценки долговечности деталей ГТД.

2. В главе 4, по тексту и в таблицах, размах полной деформации (напряжения) назван также пределом МЦУ и пределом выносливости, что некорректно. В соответствии с ГОСТ 23207 размах деформаций (напряжений) является характеристикой нагружения и определяется как алгебраическая разность между максимальной и минимальной деформацией (напряжением) цикла. Предел выносливости, в свою очередь, является характеристикой сопротивления усталости и определяется как максимальное по абсолютному значению напряжение цикла, при котором ещё не происходит усталостное

разрушение до базы испытания. К деформациям данный термин применять некорректно. А исходя из указанных определений размах напряжений может совпадать по величине с пределом выносливости только при отнулевом цикле напряжений, в то время как в главе 4 рассматриваются также циклы с коэффициентом асимметрии отличным от нуля. Термин «предел МЦУ» в отраслевой нормативной документации вовсе отсутствует.

Указанные замечания не влияют на научную ценность рецензируемой работы и её положительную оценку.

В целом диссертация «Закономерности изменения характеристик малоцикловой усталости жаропрочных никелевых сплавов ВЖ175 и ВКНА-1ВР» является завершённой работой, соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, её автор, Ходинев Иван Александрович, заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Главный конструктор

ПАО «ОДК-Кузнецов»,

кандидат технических наук (01.02.06)



Злобин Андрей Сергеевич

27.10.2025

Контактные данные

Адрес: 443009, г. Самара, Заводское шоссе, 29

Сайт организации: <https://uecrus.com/about/structure/pao-odk-kuznetsov>

Тел.: 8 (846) 998-58-08

E-mail: info@uec-kuznetsov.ru

Подпись Злобина Андрея Сергеевича заверяю:

Генеральный конструктор



П.В. Чупин