

Отзыв

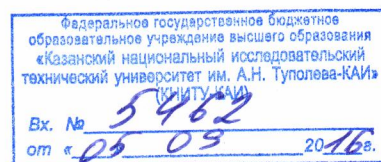
официального оппонента на диссертацию Черняева А. И. «Использование структурно-энергетической теории отказов при оценке надежности и прогнозировании долговечности рабочих лопаток авиационного двигателя», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Диссертация Черняева А.И. посвящена повышению достоверности оценки надежности авиационных двигателей путем разработки методики анализа вероятности отказа и прогнозирования часов наработки до разрушения рабочих лопаток авиационного двигателя. Тема диссертации **актуальная.**

Для достижения поставленной задачи А.И. Черняевым была разработана структурно-энергетическая теория определения вероятностей отказа, **впервые** примененная для рабочих лопаток. А также разработанные и реализованные на ПЭВМ алгоритмы расчета показателя надежности авиационного двигателя при определении вероятности отказа рабочих компрессорных и турбинных лопаток, прогнозирования долговечности элементов при заданных механических нагрузках определяют **научную новизну, теоретическую и практическую ценность** рецензируемой работы.

Диссертация состоит из 4-х глав, выводов, списка литературы из 113 источников и приложений, всего на 144 страницах.

В первой главе диссертации приведены общетеоретические сведения о надежности и возникновении отказов элементов, проведен критический анализ используемых в настоящее время методов оценки надежности, которые также применяются при разработке, проектировании, создании и эксплуатации авиационных двигателей.



Вторая глава посвящена описанию методики теоретического расчета надежности с помощью структурно-энергетической теории отказов. Расчет основан на информации о содержании в материале элементов внутренних дефектов. Показано, что структурно-энергетическая теория отказов позволяет определить надежность и прогнозировать количество часов наработки элемента при заданном уровне безотказной работы, основываясь на выявленных внутренних дефектах материала элемента.

В третьей главе диссертации дано описание методик и исследований рабочих турбинных и компрессорных лопаток авиационного двигателя. Здесь приведена информация о дефектах в материале: объем обнаруженных внутренних дефектов, выявленных с помощью томографии, значения нагрузок в процессе разрушающих испытаний, а так же наработка исследуемых лопаток до разрушения.

В четвертой главе изложены принципы расчета надежности, принятые Международной организацией гражданской авиации ИКАО и используемые в настоящее время в условиях производства авиационных двигателей. Представлены результаты и порядок расчета надежности и прогнозирования долговечности с помощью структурно-энергетической теории отказов рабочих компрессорных и турбинных лопаток, основанные на выявленных внутренних повреждениях материала.

Создана компьютерная программа, позволяющая оценить надежность авиационного двигателя с использованием информации о наличии внутренних дефектов в материале рабочих турбинных и компрессорных лопаток. Компьютерная программа написана на языке программирования C++, с помощью кросс-платформенной библиотеки Qt версии 5.5.0.

В приложениях представлены листинг компьютерной программы, позволяющей рассчитать надежность авиационного двигателя, учитывая внутренние повреждения в материалах рабочих турбинных и компрессорных лопаток, и акт внедрения результатов диссертационной работы в условиях производства ОАО «Авиадвигатель».

Можно выделить следующие полученные в диссертации практически важные результаты:

1. Определена теоретическая составляющая оценки надежности на основе структурно-энергетической теории отказов, были определены пути увеличения точности оценки надежности. Впервые разработана и применена структурно-энергетическая теория определения вероятностей отказа для рабочих лопаток

2. Разработан алгоритм оценки вероятности отказа рабочих турбинных и компрессорных лопаток, основанный на исследовании внутреннего состояния их материала.

3. Выполнены исследования внутреннего состояния материала новых и ремонтных рабочих лопаток 1, 2, 3 ступеней турбины и 5 ступени КВД. Определены дефекты. Проведены разрушающие испытания лопаток.

4. На основе проведенных исследований выполнен расчет надежности рабочих турбинных и компрессорных лопаток с помощью структурно-энергетической теории отказов.

5. Разработана модель оценки надежности авиационного двигателя, основанная на уже используемых статистических методиках определения интенсивностей отказов и разработанного алгоритма оценки вероятности отказа рабочих лопаток.

Создана компьютерная программа, учитывающая вероятности отказа, рассчитанные относительно внутреннего состояния материала рабочих лопаток и интенсивности отказа других систем входящих в конструкцию авиационного двигателя. Программа позволяет наглядно проследить влияние структурных повреждений в материале на надежность.

Результаты диссертационной работы приняты к внедрению ОАО «Авиадвигатель» в качестве методики оценки надежности и долговечности рабочих компрессорных и рабочих турбинных лопаток.

Достоверность результатов. Подтверждается использованием аттестованных приборов и экспериментальных установок; использованием

апробированных экспериментальных методов; использованием современных компьютерных аппаратных и программных средств для сбора и обработки экспериментальных данных; удовлетворительным согласованием расчетных и экспериментальных данных.

Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы.
Результаты исследований, изложенные в диссертации А.И. Черняева, рекомендуются к использованию на предприятиях и в НИИ, занимающихся проектированием, изготовлением, доводкой газотурбинных двигателей и энергетических установок.

Замечания

1. Не проработан вопрос использования структурно-энергетической теории отказов для других металлических элементов авиационного двигателя. Проработка этого вопроса могла бы существенно повысить практическую значимость полученных результатов.

2. Вместо термина «восстановленные» следует использовать «ремонтные» лопатки.

Вместе с тем приведенные выше замечания не препятствуют положительной оценке представленной А.И. Черняевым диссертационной работы.

Общая характеристика работы

1. Диссертация написана ясным простым языком, работа имеет внутреннюю логическую связь.

2. Оформление диссертации и автореферата соответствует существующим требованиям.

3. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

4. Основные положения диссертации полно опубликованы в научной литературе и обсуждены на научных конференциях.

Заключение

1. Диссертация Черняева А.И. является научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему. В ней изложено прикладное решение актуальной научно-технической задачи, имеющей существенное значение для отрасли знаний, связанной с оценкой надежности двигателей летательных аппаратов. Новизна научных положений и научных результатов, представленных на защиту, не вызывает сомнений.

2. Диссертация Черняева А.И. соответствует специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

3. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Черняев Александр Иванович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Профессор кафедры технической физики

Казанского национального

исследовательского технического

университета им. А.Н. Туполева-КАИ,

доктор технических наук



Макаева

Р.Х. Макаева

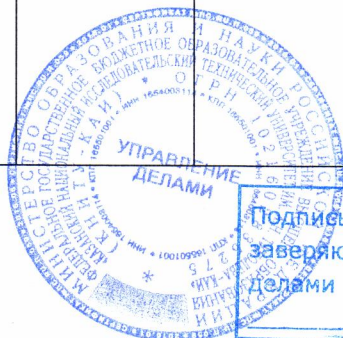
Подпись *Макаева Р.Х.*
заверяю. Начальник управления
делами КНИТУ-КАИ

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Черняева А.И. на тему: «Использование структурно-энергетической теории отказов при оценке надежности и прогнозировании долговечности рабочих лопаток авиационного двигателя», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - «Тепловые электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, ученое звание	Сведения о работе		Список основных публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (но не более 15 публикаций)
			Полное наименование организации, почтовый адрес (индекс, город, улица, дом), телефон, адрес электронной почты	Должность с указанием структурного подразделения	
1	2	3	4	5	6
1	Макаева Розалия Хабибулловна	Доктор технических наук. Доцент	Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10. +7 9178578152 E-mail: Roskh2001@mail.ru	Профессор кафедры технической физики	1. Макаева Р.Х. , Каримов А.Х., Царева А.М. «Диагностика деталей и узлов турбомашин по их вибрационным характеристикам с применением голографической интерферометрии». Монография. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та. 2011. 242 с. 2. Макаева Р.Х. , Каримов А.Х., Царева А.М., Фатыхова Э.Р. Исследование резонансных частот и форм колебаний лопаток компрессора ГТД с применением голографической интерферометрии//Авиационно-космические техника и технологии. Украина. - 2011. - № 8 (85). - С. 57 - 60. 3. Макаева Р.Х. , Каримов А.Х., Царева А.М., Фатыхова Э.Р. Экспериментально-теоретические исследования вибрационных характеристик рабочей лопатки компрессора ГТД //Изв. вузов. Авиационная техника. – 2012. - № 1. – С. 20 – 22. 4. Мухин В.М., Галимов Э.Р., Макаева Р.Х. , Царева А.М., Курынцев С.В. Особенности автоматической сварки алюминиевых деталей вертолёта. Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2012. № 1, С 39 – 43.

1	2	3	4	5	6
					<p>5. Макаева Р.Х., Каримов А.Х., Царева А.М. Исследование резонансных колебаний дисков с применением голографической интерферометрии //Вісник двигунобудування (Вестник двигателестроения). Украина, г. Запорожье: Изд-во АО «Мотор Сич». – 2012. - № 2. – С. 161 - 165. по Материалам XVII Международного конгресса двигателестроителей. (ВАК Украины).</p> <p>6. Макаева Р.Х., Каримов А.Х., Царева А.М. Применение голографической интерферометрии для контроля паяных и сварных соединений.//Авиационно-космическая техника и технология. Харьков, 2013. - № 7 (104). – С. 7 -15. (ВАК Украины).</p> <p>7. Макаева Р.Х., Каримов А.Х., Царева А.М., Гайфуллин Б.Р.. Неразрушающий контроль перегрева лопаток турбины ГТД с применением голографической интерферометрии //Вестник двигателестроения. Украина, г. Запорожье: Изд-во АО «Мотор Сич». – 2014. - № 2. – С. 229 – 232. (0,5 п.л.).</p> <p>8. Макаева Р.Х., Каримов А.Х., Царева А.М. Голографические исследования колебаний прямоугольных пластин применительно к лопаткам авиационных ГТД //Голография. Наука и практика: Сб. трудов 12-й Междунар. науч. конф. «ГолоЭкспо-2015». Казань, Россия 12 – 15 октября 2015 года – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ. 2015. С. 214 – 216.</p> <p>9. Макаева Р.Х., Каримов А.Х., Царева А.М. Анализ вибрационных характеристик рабочих лопаток ГТД с использованием результатов голографических исследований консольных пластин //Международный форум двигателестроения. Научно-технический конгресс по двигателестроению. Москва. ЦИАМ. 19-21 апреля 2016 г. С. 144-146.</p>



Подпись Макаева Р.Х.
 заверяю. Начальник управления
 делами КНИТУ-КАИ

Chalov