



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,
ИНН 6316000632, КПП 631601001

12.11.2019 № 32-5757

На № _____ от _____

Председателю диссертационного совета

Д 212.125.08 на базе ФБГОУ ВО

«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский
университет)» (МАИ)

доктору технических наук, профессору

Ю.А. Равиковичу

Волоколамское ш., д.4, г. Москва А-80,

ГСП-3, 125993

Тел./факс: +7 (499) 158-29-77

Уважаемый Юрий Александрович!

Направляем Вам отзыв официального оппонента заведующего кафедрой «Основы конструирования машин» ФБГОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» доктора технических наук, профессора Балякина Валерия Борисовича на диссертацию Лаврентьева Юрия Львовича «Разработка метода прогнозирования теплового состояния и долговечности гибридных подшипников качения опор быстроходных роторов авиационных газотурбинных двигателей», представленную в диссертационный совет Д 212.125.08 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

ПРИЛОЖЕНИЕ: Отзыв в 2-х экз. на 4 л каждый.

С уважением,

Учёный секретарь университета

В.С. Кузьмичёв

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № 20-11 2019

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора Балякина Валерия Борисовича

на диссертационную работу Лаврентьева Юрия Львовича

«Разработка метода прогнозирования теплового состояния и долговечности гибридных подшипников качения опор быстроходных роторов авиационных газотурбинных двигателей», представленную в диссертационный совет Д 212.125.08 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Актуальность темы диссертационной работы

Подшипники роторов авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) работают в условиях высоких частот вращения, нагрузок и температур. Для характеристики быстроходности подшипников в промышленности используется параметр $d \cdot n$, равный произведению его среднего диаметра на частоту вращения. С развитием авиационных двигателей постоянно совершенствуются их параметры, такие как величина отношения тяги к массе двигателя, удельный расход топлива и другие. Для достижения требуемых характеристик двигателей повышаются их термогазодинамические параметры и частоты вращения роторов. В результате эволюции газотурбинных двигателей современные авиационные подшипники работают при параметрах быстроходности $d \cdot n = 3 \dots 3,5 \cdot 10^6$ мм·об/мин.

Для обеспечения работоспособности и ресурса подшипников, работающих в таких условиях, перспективным является применение гибридных подшипников, имеющих лёгкие керамические тела качения и стальные кольца. В связи с этим работа автора, посвященная разработке метода прогнозирования теплового состояния и долговечности гибридных подшипников качения опор быстроходных роторов авиационных газотурбинных двигателей, является весьма актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автором на основании результатов достаточного количества экспериментальных исследований предложен и реализован метод прогнозирования теплового состояния и долговечности гибридных подшипников качения опор быстроходных роторов авиационных двигателей, сделаны обоснованные выводы и предложены рекомендации по применению гибридных подшипников в опорах роторов ГТД.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № _____
20 11 2019 г.

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается проведением экспериментальных исследований на аттестованном в установленном порядке стенде с оценкой погрешности эксперимента; применением классических методов планирования эксперимента и аппроксимации массивов экспериментальных данных; соответствием расчётных значений результатам испытаний.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна заключается в разработке метода прогнозирования теплового состояния гибридных подшипников качения, обеспечивающего соответствие расчетных значений результатам испытаний. На основании полученного расчётного теплового состояния подшипников предложен метод прогнозирования долговечности гибридных подшипников качения с учётом их теплового состояния. Автором диссертации разработаны и предложены критерии, по которым можно оценить область рационального использования гибридных подшипников качения. Подтверждены преимущества применения гибридных подшипников качения при наличии перекоса колец, в условиях консистентной смазки и при прекращении подачи масла.

Практическая значимость

Результаты диссертационной работы имеют практическую значимость, позволяя решить вопросы подбора необходимого расхода масла для охлаждения высокооборотных гибридных подшипников. Предложенный в диссертационной работе метод позволяет при расчете долговечности подшипников учесть изменение радиального зазора в зависимости от условий эксплуатации. Предложенные критерии позволяют оценить преимущества гибридных подшипников качения над стальными в зависимости от условий эксплуатации подшипников.

Структура и содержание диссертации

Диссертация Лаврентьева Ю.Л. состоит из введения, шести глав, основных выводов и списка литературы. Общий объём диссертационной работы составляет 134 страниц основного текста, 69 рисунков, 20 таблиц и 1 приложение. Список литературы включает 109 наименований.

Во введении автор показывает актуальность работы, раскрывает научную новизну и практическую значимость. Формулируется цель и задачи работы.

В первой главе выполнен обзор работ, посвященных исследованию гибридных подшипников качения. Приведены проблемы использования подшипников с телами качения из керамических материалов. Представлены результаты сравнительных испытаний гибридных и стальных подшипников.

Во второй главе рассмотрены вопросы тепловыделения в подшипниках. Представлен обзор существующих методов оценки тепловыделения в подшипниках общего применения и в высокооборотных авиационных подшипниках.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований гибридных подшипников с внутренними диаметрами 30, 130 и 150 мм, проведенных на подшипниковых стендах ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова».

В четвертой главе изложен разработанный в диссертации метод прогнозирования теплового состояния подшипников, работающих при высоких частотах вращения. Представлены результаты сравнения расчётных значений с экспериментальными данными.

В пятой главе приводится разработанный метод прогнозирования долговечности гибридных подшипников, который позволяет учесть тепловое состояние подшипника.

В шестой главе предложены критерии, использование которых позволяет определить рациональную область использования гибридных подшипников.

В Заключении приведены основные выводы по результатам диссертационной работы.

Замечания

1. Разработанный метод прогнозирования теплового состояния представлен не в критериальной форме, что затрудняет его применение для всех размеров гибридных подшипников.
2. Не приведена относительная погрешность аппроксимации экспериментальных данных, что затрудняет оценку достоверности результатов исследования.
3. Имеются незначительные замечания в оформлении диссертации, так после номера рисунка стоят точки вместо тире, а в конце подрисуночных подписей встречаются точки, например, рисунки 4.6, 5.2, 5.3...

Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, не снижают научной и практической ценности проведенного исследования.

