

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук Ярославцева Сергея Владимировича на диссертационную работу Зубко Алексея Игоревича «Комплексная методика виброакустической диагностики технического состояния подшипниковых опор газотурбинных двигателей», представленную в диссертационный совет Д212.125.08 на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Актуальность темы диссертационной работы

Подшипники опор роторов оказывают существенное влияние на работоспособность и надежность всего ГТД. С точки зрения сегодняшнего дня нагрузки на подшипники опор роторов перспективных двигателей будут только увеличиваться. Поэтому вопрос их надежности и диагностики будет всегда находиться в центре внимания разработчиков и эксплуатантов ГТД.

Конструкция газотурбинных двигателей вызывает сложности определения технического состояния подшипников, что требует применения комплексного подхода в выборе методов диагностирования. Поэтому работа, направленная на разработку комплексной методики виброакустической диагностики технического состояния подшипниковых опор газотурбинных двигателей однозначно актуальна.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертационная работа Зубко А.И. состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы. Общий объем диссертационной работы составляет 167 страниц 96 рисунков и 5 таблиц. Список литературы включает 189 наименований.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, приведены – постановка задач, и краткая аннотация содержания работы по разделам, дана оценка научной новизны, теоретической и практической значимости полученных результатов и представлены разработанные методы исследования.

В первой главе проведен обзор работ посвященных современному состоянию проблемы диагностирования подшипников опор роторов, анализ ГТД как объекта диагностирования и определены его особенности и специфика диагностирования. Рассмотрены основные факторы, влияющие на

Федеральное документационное
обеспечение МАИ

03.12.2020

ресурс подшипников опор ГТД. Сформулированы требования к системе диагностики подшипников опор ГТД. Проведена сравнительная оценка рассмотренных методов по ряду критериев оценки технического состояния подшипников опор, которая показывает, что они становятся информативны и эффективны при существенных повреждениях подшипников опор, сопровождаемых прогрессирующим износом взаимодействующих рабочих поверхностей и ни один из них, полностью не удовлетворяет предъявляемым требованиям. Показано, что для реализации задач диагностирования подшипников опор (в том числе межроторных) необходима разработка новых более эффективных методов диагностики.

Вторая глава посвящена разработке диагностической модели технического состояния подшипников опор ГТД. Рассмотрены виды отказов подшипников опор роторов ГТД. Сформированы физическая, математическая и диагностическая модели развития повреждения подшипников опор ГТД.

Третья глава посвящена разработке комплексной методики виброакустической диагностики технического состояния подшипников опор газотурбинных двигателей. Для этого были разработаны или адаптированы методы: орбитального анализа вибрации, определения фазы колебаний ротора без использования датчика измерения мгновенного углового положения ротора, диагностики подшипников опор ГТД по анализу амплитуды колебаний роторов, диагностики подшипников опор по спектральному анализу акустического давления работающего ГТД, которые составляют основу комплексной методики.

Четвертая глава посвящена использованию комплексной методики виброакустической диагностики технического состояния подшипников опор газотурбинных двигателей. Объединены результаты всех исследований, приведены примеры использования комплексной методики виброакустической диагностики подшипников опор роторов.

Степень обоснованности научных положений выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Автором изучены и проанализированы известные достижения других авторов в области вибрационной диагностики. В работе просматривается большой личный вклад автора в планирование и проведение экспериментальных исследований по поиску причин повреждений подшипников опор ГТД. Анализ и систематизация результатов проведенных работ позволили ему создать методику определения технического состояния подшипников роторных систем на основе комплексного подхода к использованию разработанных им методов. Это позволило найти правильный подход к группированию диагностических признаков различных

неисправностей в систематизированную матрицу состояния и сделать обоснованные выводы.

Обоснованность результатов выдвинутых соискателем подтверждается соответствие результатов полученных расчетным путем, с использованием математической модели, результатам испытаний, а также сходимость с результатами, представленными в литературных источниках.

Достоверность экспериментальных результатов подтверждается сравнением с результатами полученными на сертифицированных установленном порядком стендах АО КБХА, Лыткаринского машиностроительного завода. Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 52 работах автора.

Практическая значимость результатов исследований

Разработанная комплексная методика виброакустической диагностики подшипников опор ГТД позволяет проводить определять их техническое состояние непосредственно в процессе эксплуатации двигателей.

Метод орбитального анализа, использующий в качестве исходных данных информацию от датчиков вибрации установленных на корпусе двигателя, позволяет получить легкодоступную визуализацию процессов перемещения центра ротора в пространстве, которая может использоваться как для диагностических, так и исследовательских целей.

В комплексной методике реализован метод определения фаз колебаний ротора, применение которого является перспективным направлением диагностики подшипников опор роторных систем различных типов.

В качестве недостатков и замечаний диссертации следует отметить:

1. В диссертационной работе обобщены результаты очень большого количества экспериментальных работ, на основании которых получены очень интересные алгоритмы и методы диагностирования, но в ряде случаев не всегда приводится достаточная количественная аргументация полученных результатов.

2. Результаты численного моделирования перемещений корпуса и положений центров роторов в зазоре подшипниковых опор на рисунках 2.14, 2.15, 2.16 и 2.17 имеют недостаточно информативное отображение, что затрудняет представление данных процессов за один оборот ротора.

3. В тексте диссертации встречается несколько повторов отдельных мыслей, количество которых незначительно.

4. Несмотря на высокое качество и доступность изложения в работе встречаются отдельные стилистические ошибки.

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

Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней

Диссертация Зубко А.И. является завершённой и самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне. Автором решена важная научная задача диагностирования подшипников опор роторных систем много роторных ГТД. Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Автореферат и публикации работы автора в полном объеме отражают содержание, выводы и результаты работы.

Диссертация соответствует всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, и ее автор Зубко Алексей Игоревич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Кандидат технических наук (05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»),
ученый секретарь АО «Турбонасос»

С.В. Ярославцев

С.В. Ярославцев
03.12.2020

Ярославцев Сергей Владимирович

Адрес: 394052, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Острогжская, 107

Телефон: +7-(903)-656-11-74

E-Mail: ssvvyy@mail.ru

Подпись Ярославцева С.В. заверяю.

И.о. начальника службы управления персоналом

О.Ю. Штандратюк

О.Ю. Штандратюк



С отзывом официального отчета о работе *Зубко А.И.*
03.12.2020