

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации Пугачёва Александра Олеговича  
«Щёточные уплотнения в роторных системах авиационных двигателей»,  
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по  
специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и  
энергоустановки летательных аппаратов**

На сегодняшний день в авиационной промышленности актуальным вопросом является повышение экономичности ГТД за счет повышения КПД узлов. Одним из путей повышения КПД двигателя является сведение к минимуму паразитных утечек воздуха в компрессоре и турбине, для чего применяют различные типы уплотнений в системе охлаждения и суфлирования.

В условиях высоких окружных скоростей обычно используют лабиринтные уплотнения, эффективность которых зависит от величины радиального зазора, числа гребешков и их конфигурации. Однако, минимальная величина радиального зазора определяется технологией изготовления, радиальным перемещением ротора и температурного расширения деталей.

Кроме лабиринтных применяют уплотнения, работающие при малых окружных скоростях и небольших перепадах давления, изготавливаемые в основном на основе графита. Уплотнения такого типа выходят из строя при повышенных вибрациях или осевом перемещении ротора.

Все эти проблемы заставляют ведущих авиадвигателестроителей вести поиск более совершенных типов уплотнительных элементов для повышения эффективности ГТД.

С конца 50-х годов за рубежом проводились программы, направленные на совершенствование характеристик ГТД, в которые включались исследования по новым типам уплотнений. Разработан ряд перспективных уплотнений, значительно снижающих утечки и перетечки. Сегодня в серийное производство внедрены только щёточные уплотнения (ЩУ). Их эффективность доказана эксплуатацией двигателей различных типов, начиная с Т406 (АЕ2100) – 1993 г.

Из представленного на рецензирование автореферата видно, что работа посвящена:

- созданию научных основ и методологии для расчета узлов со щеточными уплотнениями, а также динамики многоопорных роторов с учетом влияния уплотнений;
- получению новых теоретических и экспериментальных результатов;
- созданию подходов к проектированию щеточных уплотнений;
- обеспечению эффективности и надежности функционирования роторных систем со щеточными уплотнениями.

Целью работы было развитие научно-технического направления, связанного с технологией щеточных уплотнений.

Инструменты исследования: ANSYS, OpenFOAM, MATLAB. Экспериментальные исследования проводились на стендах кафедры энергетических систем Мюнхенского технического университета с использованием программы LabVIEW.

Теоретические исследования дополнены обширными экспериментальными исследованиями, выполненными для различных конфигураций уплотнений с использованием двух экспериментальных установок. Сравнительный анализ расчетных и экспериментальных результатов показывает вполне удовлетворительную сходимость. Автором внесен ценный вклад в повышение достоверности расчетных исследований роторов со щеточными уплотнениями.

Практическая значимость и новизна работы состоит в разработке теоретических основ расчета динамики поведения уплотнений в составе ротора. Получены данные, позволившие разработать новые закономерности для расходных характеристик и динамических коэффициентов жесткости и демпфирования узлов со щеточными уплотнениями, а также влияния узлов со щеточными уплотнениями на динамику ротора.

Автореферат написан профессионально грамотным языком, четко структурирован; на наш взгляд, дает хорошее представление о выполненном диссертационном исследовании. Наглядность результатов исследования обеспечивается благодаря представленным рисункам.

В целом, диссертационное исследование А.О. Пугачева «Щёточные уплотнения в роторных системах авиационных двигателей» представляет собой самостоятельное, завершённое научное исследование, отличается новизной и теоретической значимостью.

Работа соответствует требованиям п. 7 и п. 8 Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК при Минобрнауки России (в редакции постановления Правительства РФ от 20 июня 2011 г. № 475), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Рецензенты

Генеральный конструктор  
АО «Климов»,  
зам. Председателя НТС



А.В. Григорьев

Зам.генерального конструктора  
по перспективным разработкам,  
руководитель экспертного совета



В.В. Леонтьев

Инженер-конструктор, к.т.н.



Н.А. Шарова

Подпись рецензентов  
(их ф.и.о., учёные степени, должности)

Заверяю:

Секретарь НТС,  
Начальник отдела научных программ



Е.Ю. Орлова



декабря 2015 г.