

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Рыбинский государственный авиационный  
технический университет  
имени П.А. Соловьева»  
(РГАТУ имени П.А. Соловьева)

Пушкина ул., д. 53, Рыбинск,  
Ярославская обл., 152934.  
Тел. (4855) 28-04-70. Факс (4855) 21-39-64.  
E-mail: [root@rgata.ru](mailto:root@rgata.ru)

18.03.2016

№ У301/429

Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский  
университет)

125993, Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

Учёному секретарю диссертационного совета  
Д 212.125.08 д.т.н., профессору  
Зуеву Ю.В.

### Отзыв

на автореферат диссертации  
Пугачева Александра Олеговича

«Щеточные уплотнения в роторных системах авиационных двигателей»  
на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности  
05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки  
летательных аппаратов

Авиационные газотурбинные двигатели пятого и шестого поколений помимо роста параметров цикла характеризуются и уменьшением размерности газогенератора, что неизбежно приводит к возрастанию влияния уплотнительных элементов конструкции на эффективность двигателя и его эксплуатационные свойства. Одними из наиболее перспективных и малоизученных уплотнений газотурбинных двигателей являются щёточные уплотнения. Главной отличительной особенностью проектирования таких уплотнений является необходимость одновременного определения их расходных и динамических характеристик, поэтому актуальность данной работы не вызывает никакого сомнения.

Цель работы состоит в развитии научнс-технического направления, связанного с технологией щёточных уплотнений; заключается в создании научных основ и методологии расчёта узлов с щёточными уплотнениями, а

также динамики многоопорных роторов с учётом влияния уплотнений, в получении новых теоретических и экспериментальных результатов, в создании подходов к проектированию щёточных уплотнений и в обеспечении эффективности и надёжности функционирования роторных систем с щёточными уплотнениями. Все поставленные в работе цели достигнуты.

Все основные разделы и положения диссертационной работы обладают признаками научной новизны, которые содержатся в классификации уплотнительных узлов с податливыми элементами, в комплексе математических моделей различной степени сложности для расчёта узлов с щёточными уплотнениями, в теоретических основах расчёта динамических характеристик уплотнений, в новых закономерностях для расчёта расходных характеристик и динамических коэффициентов жёсткости и демпфирования узлов с щёточными уплотнениями, в выявлении закономерностей влияния характеристик узлов с щёточными уплотнениями на динамику ротора, в разработке инженерного подхода для оценки расходных характеристик щёточных уплотнений.

Достоверность представленных результатов подтверждена достаточным количеством публикаций в рецензируемых научных изданиях и выступлениями на авторитетных международных и отечественных конференциях и симпозиумах.

В качестве замечаний по автореферату следует сказать следующее:

1. Отсутствует анализ работы щеточных уплотнений на переходных режимах ГТД, а также оценка инерционных свойств щеточных уплотнений на этих режимах.

2. В автореферате не приводится анализ типичных эксплуатационных дефектов щеточных уплотнений, таких как сваривание волокон.

3. Разработанные математические модели не предусматривают возможности оценки влияния окружной неравномерности давления в полости на величину утечки через щеточные уплотнения и на их динамические характеристики.

4. В автореферате не представлены результаты проведенного автором обобщения опыта использования щеточных уплотнений в авиационных двигателях (стр. 12 автореферата).

5. При описании используемой модели щеточного уплотнения (стр. 24 автореферата) не указывается в чем ее отличие от модели подшипника скольжения.

Указанные замечания не влияют на общую высокую оценку представленной работы, которая является законченным научным трудом и содержит решение важной научно-технической проблемы современного двигателестроения. Диссертационная работа в полной мере соответствует

требованиям пункта 8 положения ВАК РФ по присуждению учёной степени доктора технических наук, а Пугачев Александр Олегович заслуживает присвоения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Заведующий кафедрой  
«Авиационные двигатели»  
доктор технических наук, доцент



Ремизов  
Александр Евгеньевич

Подлинность подписи Ремизова Александра Евгеньевича заверяю.

Проректор по науке и инновациям  
РГАТУ имени П.А. Соловьёва,  
доктор технических наук, профессор



Кожина  
Татьяна Дмитриевна