

Отзыв на автореферат диссертации Пугачева Александра Олеговича на тему «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.

Одной из числа важнейших задач развития двигателестроения, поставленных перед создателями ГТД V и VI поколений, является уменьшение числа ступеней компрессора и турбины. При этом одним из действенных резервов такого совершенствования является повышение объемного КПД лопаточных машин за счет снижения утечек в многочисленных уплотнениях и обеспечения стабильности этих параметров по мере наработки ресурса.

По мнению большинства специалистов, применение щеточных уплотнений позволит радикально решить поставленную выше проблему. Однако широкому внедрению этих прогрессивных решений препятствует практическое отсутствие в настоящее время теоретических и экспериментальных основ проектирования подобных перспективных уплотнительных узлов с податливыми элементами. Изложенное, безусловно, подтверждает **актуальность темы** диссертационной работы, сформулированной в задачах исследования.

Научная новизна проведенных исследований подтверждается предложенной модификацией модели пористой среды описывающей набор волокон в щёточном пакете, которая послужила базой для разработки комплекса математических моделей различной степени сложности для расчёта узлов щёточных уплотнений с использованием методов вычислительной гидродинамики. Получены новые закономерности влияния внешних условий, геометрических и структурных параметров пакета на расходные характеристик и динамические коэффициенты жёсткости и демпфирования узлов щеточных уплотнений. Разработан инженерный подход для оценки расходных характеристик щёточных уплотнений. Выявлены закономерности влияния узлов со щёточными уплотнениями на динамику ротора.

Достоверность результатов работы подтверждена путем сравнения результатов моделирования с фактическими измерениями при проведении экспериментальных исследований на модельных стендах.

Результаты работы автора опубликованы в 60 работах, размещенных, в том числе в одной монографии, 31 статье в журналах из перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, среди них 14 - во входящих в международные базы Web of Science и Scopus. Автор также является обладателем трех патентов и 4 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Судя по автореферату, **построение работы логично. В ней исследованы и решены следующие ключевые проблемы:**

1. Разработка математических моделей для расчёта расходных и динамических характеристик узлов с щёточными уплотнениями на основе методов вычислительной гидродинамики.

2. Разработка теоретических инструментов для анализа щёточных уплотнений и динамической системы «ротор - уплотнения».

3. Изучение закономерностей работы узлов с щёточными уплотнениями современных турбомашин с использованием теоретических и экспериментальных методов.

4. Проверка адекватности разработанных теоретических моделей и достоверности полученных результатов с использованием экспериментальных данных.

5. Разработка упрощённых инженерных методик для расчёта щёточных уплотнений.

6. Разработка рекомендаций по проектированию и эксплуатации щёточных уплотнений, в том числе применительно к авиационным двигателям.

Теоретическая и практическая значимость. Разработанные в диссертации математические модели и методологии расчёта позволяют проводить как поверочные, так и проектировочные расчёты системы «ротор — уплотнения». Результаты проведённых исследований, а также упрощённые методики могут быть использованы при внедрении щёточных уплотнений в конструкциях авиационных двигателей.

Результаты работы внедрены и используются при проектировании уплотнительных узлов со щёточными уплотнениями в ОАО «Климов», «ЗМКБ «Прогресс» имени академика А.Г. Ивченко»,

Вместе с тем, судя по автореферату, работа не лишена **недостатков**.

1. «Заключение», приведенное в автореферате содержит большое количество рассуждений общего плана. Оценка автором степени и качества выполнения задач, сформулированных в разделе «Общая характеристика работы», в «Заключении» присутствует, но отражена «расплывчато».

2. В автореферате присутствуют предложения с нарушением синтаксической структуры. Пример на странице 35 – «Приводятся результаты по применению разработанной методики...»; «Целью обобщения результатов является в компактной форме...»; на странице 36 – «Представляется сложным выбор одного параметра, по которому проводить сравнение...».

Вывод: Несмотря на указанные недостатки, автореферат и научные публикации автора позволяют сделать вывод, что диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным самостоятельно на высоком научном уровне. Впервые приведены результаты, позволяющие квалифицировать их как вполне законченное научное исследование, представляющее собой новое крупное научное достижение в области создания комплекса математических моделей для

расчёта узлов щёточных уплотнений с использованием методов вычислительной гидродинамики. Получены новые закономерности влияния внешних условий, геометрических и структурных параметров пакета на расходные характеристик и динамические коэффициенты жёсткости и демпфирования узлов щеточных уплотнений. Разработан инженерный подход для оценки расходных характеристик щёточных уплотнений. Выявлены закономерности влияния узлов со щёточными уплотнениями на динамику ротора.

Работа соответствует классификационным признакам диссертации, определяющим характер результатов докторской диссертационной работы. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа базируется на достаточном числе исходных данных и примеров. Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям ВАК России, а Пугачев Александр Олегович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Начальник 73 кафедры авиационных двигателей
кандидат технических наук, доцент
«25» декабря 2016 г.

А. Черкасов

Подпись Черкасова Александра Николаевича удостоверяю.

Начальник отдела кадров ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)



2016 г.

С. Нелысов

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
Адрес: 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54 «А»,
тел. (473) 244-76-13, факс - (473) 244-78-60, e-mail: gliden@inbox.ru