

ОТЗЫВ

официального оппонента
кандидата технических наук, преподавателя 74 кафедры аэродинамики
и безопасности полета,

ФГКВОУ ВО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского
и Ю. А. Гагарина» Маркова Данила Сергеевича

на диссертационную работу

НГУЕН ТХАНЬ ШОНА

на тему: «Методика оценки влияния эксплуатационных повреждающих
воздействий на качество функционирования компрессора ГТД»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и
энергоустановки летательных аппаратов»

Актуальность темы.

В настоящее время проблема преждевременного съема с эксплуатации
авиационных двигателей (ПСД), по причине их повреждения посторонними
предметами (ПП), птицами и др. является актуальной для самолетов военной и
гражданской авиации. Повреждение двигателей ПП приводит к простоям
авиационной техники, увеличению материальных затрат на транспортировку,
хранение и восстановление на авиаремонтных предприятиях. Поэтому
возникает необходимость разработки различных защитных мероприятий,
предотвращающих попадание ПП в двигатель и направленных на снижение
уровня ПСД. В основе разработки таких мероприятий, как и в целом в основе
создания эффективных систем защиты ГТД от воздействия ПП лежат
комплексные экспериментальные и расчетные исследования. Целью таких
исследований является воспроизведение процесса взаимодействия ПП с
элементами ГТД и оценка последствий, возникающих в результате такого
взаимодействия. При этом важной особенностью является то, что проведение
экспериментальных исследований сопряжено с большими материальными
затратами и риском повреждения авиационной техники. Поэтому в настоящее
время особую роль играют расчетные исследования, результаты которых
должны свести к минимуму количество дорогостоящих экспериментов.

В этой связи тема диссертационной работы Нгуен Т.Ш., в которой
решена научная задача по разработке методики численного моделирования

Отдел документационного
моделирования

09.01.2023

эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора ГТД является **актуальной**.

Общая характеристика содержания работы.

В *первой главе* автор провел глубокий анализ причин, вызывающих эксплуатационные повреждения компрессора ГТД, а также анализ основных направлений целью которых является снижение уровня ПСД с акцентом на необходимость разработки методик численного моделирования эксплуатационных повреждений элементов конструкции авиационных ГТД.

Вторая глава посвящена обоснованию необходимости разработки методики численного моделирования эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора ГТД. Проведен глубокий анализ влияния повреждающего воздействия ПП на качество функционирования и эффективность компрессора низкого давления (КНД), а также изучены подходы к численному моделированию влияния уровня повреждения профиля рабочей лопатки КНД на характер обтекания воздушным потоком, в результате исследования автору удалось установить, что повреждение входной кромки лопатки, в виде забоины глубиной 0,3 мм, приводит к уменьшению осевой скорости по спинке профиля лопатки в среднем до 25 %.

В *третьей главе* разработана методика численного моделирования эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора ГТД. Автором предложен подход к моделированию поврежденного компрессора и сравнению его параметров с компрессором эталоном. В качестве инструмента для реализации предложенного подхода выбран коммерческий программный продукт NUMECA Fine/Turbo, доработанный автором путем включения дополнительных модулей, позволяющих учесть наличие и характер повреждения рабочей лопатки КНД.

Проведены достаточно обширные расчетные исследования по оценке изменения значений параметров КНД после воздействия ПП, выявлены опасные режимы работы поврежденного ГТД. Установлено, что повреждение

рабочих лопаток КНД ГТД типа РД-33 приводит к уменьшению запаса газодинамической устойчивости КНД на режимах $n_{пр} = 80 \%$, 85% на величину $26,4 \%$ и $31,8 \%$.

Четвертая глава посвящена исследованию повреждений рабочих лопаток на качество функционирования КНД ГТД типа РД-33. Представлены результаты исследований при единичных и множественных повреждениях различного характера рабочих лопаток первой ступени КНД, а также представлены результаты исследований влияния эрозионных повреждений.

Несмотря на достаточно большой объем исследований содержание главы носит констатационный характер, что не позволяет ответить на вопросы связанные с разработкой мероприятий направленных на снижение негативных последствий воздействия ПП на рабочие лопатки КНД.

Научная новизна проведённых исследований и полученных результатов заключается в том, что

- разработана методика численного моделирования эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора ГТД, основанная на численном решении уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу, с целью определения параметров трёхмерного течения потока с использованием коммерческих программных продуктов типа NUMECA и ANSYS. Методика отличается от известных, введением дополнительных блоков, позволяющих уточнить влияние наличия и характера повреждения рабочих лопаток КНД на его параметры;

- уточнены закономерности влияния различных видов эксплуатационных повреждений КНД на характеристики поврежденного компрессора, как лопаточной машины.

Лично автором впервые были получены закономерности влияния различных видов эксплуатационных повреждений КНД на характеристики поврежденного компрессора, как лопаточной машины.

Автор лично разработал методику численного моделирования эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора ГТД.

Разработан новый научно-методический подход построения моделей поврежденных лопаток, обтекаемых воздушным потоком.

Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки заключается в теоретическом обосновании и установлении закономерностей изменения параметров КНД в зависимости от размера и характера повреждения рабочих лопаток в результате воздействия ПП.

Значимость результатов диссертации для практики состоит в том, что, с их помощью появляется возможность:

- оценки влияния различных повреждений посторонними предметами на параметры КНД на всех режимах работы;
- выявить опасные режимы работы поврежденного двигателя.

Степень обоснованности и достоверности каждого из полученных результатов, выводов и заключений, содержащихся в диссертации не вызывает сомнений и подтверждается адекватной постановкой задач, корректным использованием математического аппарата, а также согласованностью результатов численного моделирования с результатами экспериментальных исследований.

Автореферат полностью отражает основные идеи, результаты, выводы и соответствует содержанию диссертационной работы.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» по пунктам 2, 6, 12, 20.

Подтверждение опубликования полученных результатов в печати.

По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, из них 2 работы в журналах, рекомендованных ВАК для публикации материалов кандидатских диссертаций.

Диссертация написана грамотным языком с применением общепринятого в данной предметной области понятийного аппарата, изложение текста характеризуется как логическое и завершённое.

Поставленные в работе задачи решены в полном объеме.

Недостатки работы

В диссертационной работе можно выделить следующие недостатки:

1. На странице 9 представлены направления, целью которых является уменьшение числа досрочного съема авиационных ГТД с эксплуатации, однако отсутствуют ссылки на работы ученых, занимающихся их разработкой. В частности, не совсем понятно, каким образом создание и совершенствование методик моделирования эксплуатационных повреждений элементов конструкции ГТД способствует уменьшению числа досрочно снимаемых с эксплуатации ГТД и позволяет обеспечить повышение безопасности полетов.

2. На странице 56, по тексту говорится, что разработанная методика позволяет оценить надежность ГТД, однако далее из содержания работы неясно как происходит оценка надежности ГТД и какой в этом случае использован критерий оценки.

3. На странице 87, в названии п.4 сказано «... разработка рекомендаций, обеспечивающих уменьшение повреждений элементов конструкции ГТД от действия ЭП в условиях эксплуатации», однако из текста главы неясно какие именно разработаны рекомендации и как они повлияют на эффективность компрессора после воздействия посторонних предметов.

4. Исходя из представленных зависимостей в п.4.4, 4.5 изменение места расположения и увеличение количества поврежденных лопаток рабочего колеса, в результате воздействия посторонних предметов, не приводит к существенному изменению характеристик первой ступени КНД, что скорее всего может быть связано с равномерным распределением повреждённых лопаток по всему лопаточному венцу.

Отмеченные недостатки не снижают достоинств диссертационной работы в целом.

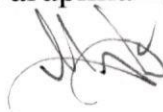
Диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно и содержит новые научные результаты, имеющие научную и практическую значимость. Работа отражает положения, которые выносятся на защиту.

По степени актуальности, научной новизне и практической значимости, работа отвечает критериям ВАК для кандидатских диссертаций, указанным в

пункте 9 «Положение о присуждении ученых степеней», а ее автор, **НГУЕН ТХАНЬ ШОН** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

Кандидат технических наук,
преподаватель кафедры аэродинамики и безопасности полета Военного учебно-научного центра военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)



Д.С. Марков

394007, г. Воронеж, улица Старых Большевиков, д. 54, к. А

тел. 8-980-670-11-03

d_markov787@mail.ru

Подлинность подписи МАРКОВА Данила Сергеевича ЗАВЕРЯЮ.

Старший помощник начальника строевого отдела
Военного учебно-научного центра военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

«26» декабря 2022 г.



Ю.В. Фокин

С отзывом ознакомлен

09.01.2023

