

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.06

Соискатель: Нгуен Тхань Шон

Тема диссертации: Методика оценки влияния эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора ГТД.

Специальность: 2.5.15. — «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации.

На заседании 30 января 2023 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, приведенным в "Положении о присуждении ученых степеней", утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, и принял решение присудить Нгуен Тхань Шону ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета Равикович Ю.А., ученый секретарь диссертационного совета Краев В.М., члены диссертационного совета: Агульник А.Б., Абашев В.М., Демидов А.С., Кочетков Ю.М., Лесневский Л.Н., Марчуков Е.Ю., Молчанов А.М., Мякочин А.С., Надирадзе А.Б., Назаренко И.П., Никитин П.В., Попов Г.А., Силуянова М.В., Тимушев С.Ф., Хартов С.А.

Ученый секретарь диссертационного совета
24.2.327.06, д.т.н., доцент

Краев В.М.

Начальник отдела УДС М
Т.А. Аникина



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.06,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30.01.2023 г. № 36

О присуждении Нгуен Тхань Шону, гражданину Вьетнама, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика оценки влияния эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора ГТД» по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» принята к защите 28.11.2022 г., (протокол заседания № 24) диссертационным советом 24.2.327.06, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»; 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4; приказ Министерства науки и высшего образования РФ о создании диссертационного совета – №669/нк от 24.06.2022 г.

Соискатель Нгуен Тхань Шон, 14.12.1986 года рождения, в 2013 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национального исследовательского университета)» по специальности «Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки» (диплом с отличием ОК № 31357 от 01.03.2013 г.).

В период с 2018 г. по 2022 г. проходил обучение в очной аспирантуре на

кафедре 203 «Конструкция и проектирование двигателей летательных аппаратов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) по специальности «Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки» (диплом №107718 1244300 от 11.07.2022 г)».

Диссертация выполнена на кафедре 203 «Конструкция и проектирование двигателей летательных аппаратов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Сиротин Николай Николаевич, профессор кафедры 203 «Конструкция и проектирование двигателей летательных аппаратов», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

Евдокимов Алексей Иннокентьевич, доктор технических наук, профессор, главный специалист филиала АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» «Научно-исследовательский институт технологии и организации производства двигателей» (филиал АО «ОДК» «НИИД»);

Марков Данил Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, преподаватель 74 кафедры аэродинамики и безопасности полета ФГКВУ ВО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет гражданской авиации (МГТУ ГА), в своем положительном отзыве, подписанном В.Н. Котовским, доктором технических наук, профессором кафедры двигателей летательных аппаратов (ДЛА) ФГБОУ ВО МГТУ ГА, О.Ф. Машошиным, доктором технических наук, профессором,

заведующим кафедрой ДЛА ФГБОУ ВО МГТУ ГА и утвержденном проректором по научной работе и инновациям МГТУ ГА д.т.н., профессором В.В. Воробьевым, указала, что диссертация Нгуен Тхань Шона «Методика оценки влияния эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора ГТД» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, имеющие важное значение при разработке и эксплуатации авиационных двигателей. Данная работа соответствует паспорту специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов». Рассматриваемая диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Нгуен Тхань Шон заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, все по теме диссертации, общим объёмом 3 п.л., из них в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК или в журналах, входящих в систему цитирования Scopus - 3 и 6 тезисов докладов и материалы конференций. Все работы написаны в соавторстве.

Данные публикации посвящены исследованиям эксплуатационных повреждений лопаток компрессора ГТД.

Авторский вклад соискателя заключается в разработке научно-методического подхода построения модели повреждаемости ГТД на основе численного моделирования эксплуатационных повреждений ГТД, методике численного моделирования влияния эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора ГТД и построении математических моделей.

Соискатель показал степень влияния повреждений рабочих лопаток компрессора различного рода на ухудшение характеристик компрессора низкого давления и установил диапазон частот вращения ротора, в котором это

влияние наиболее значимо, которые он классифицировал как опасные режимы.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые работы соискателя:

1. Сиротин Н. Н., Нгуен Тхань Шон. Методика численного моделирования эксплуатационных повреждений рабочих лопаток ротора компрессора низкого давления турбореактивного двигателя // Вестник Московского авиационного института. 2021. Т. 28. № 4. С. 131-150.

2. Сиротин Н. Н., Нгуен Тхань Шон, Журинский А. А. Численное моделирование эксплуатационных повреждений лопаток компрессора авиационного ТРДД типа РД-33, зависящие от условий эксплуатации и определяющие эффективность компрессора, качество функционирования двигателя и безопасность полетов ВС // Научно-технический журнал «Авиационная промышленность». № 1-2-2022г.С. 92-101.

3. Nguyen Thanh Son, Sirotin N. N, Research on clarification and identification of new regularities of change in the functioning quality of the compressor of the engine type RD-33 from the damaging effect of operating factors based on numerical simulation data // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments, ISSN: 1024-1752, Vol. 44, No. 11, pp. 123-131. Published Year 2021.

4. Сиротин Н. Н., Нгуен Тхань Шон. Влияние эксплуатационных повреждений авиационного компрессора на качество его функционирования // Сборник трудов 8-й Всероссийской научной конференции с международным участием им. И. Ф. Образцова и Ю. Г. Яновского «механика композиционных материалов и конструкций, сложных и гетерогенных сред». 18-19 декабря 2018 г. С.96-100.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы (все отзывы положительные).

Отзыв на диссертацию ведущей организации — ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет гражданской авиации (МГТУ ГА) содержит замечания:

1. Как экспериментально подтверждены результаты моделирования и выполненных теоретических оценок с использованием численного моделирования? В главе 4 представлены результаты анализа моделирования по алгоритмам главы 3, но на защиту представлены лишь результаты моделирования с использованием пакета коммерческих программ. Глава 4 не содержит необходимых результатов экспериментов по оценке влияния повреждений и их устранения на характеристики компрессора, которые необходимы для подтверждения достоверности результатов, выполненного численного моделирования. Соискатель утверждает о сходимости результатов численного моделирования с экспериментальными данными, при этом не приводя экспериментальные данные.

2. Содержание подраздела 2.1 не в полной мере раскрывает его название.

3. Полученные оценки влияния забоин на характеристики обтекания профиля представляются не всегда обоснованными, например, что “повреждение входной кромки лопатки, в виде забоины глубиной $\delta=0,3$ мм, дно которой представляет собой плоскость, приводит к уменьшению осевой скорости по спинке профиля в среднем до 25 %”.

4. Часть отдельных моделируемых повреждений лопаток и их сочетаний, количества и размеров носит искусственный характер, так как двигатели с анализируемыми повреждениями лопаток не допускаются к эксплуатации или должны быть выключены в полете. При этом в работе не в полной мере отражены результаты для изменения формы пера лопатки после устранения допустимых к устранению в процессе эксплуатации повреждений. Из рис. 4.57 (геометрическая модель загиба пера лопатки, подраздел 4.8. Пример применения методики для моделирования) не совсем очевидно, рассматривается лопатка с загибом или с запилом пера, т.е. устраненным повреждением.

5. Не приведены причины, по которым в первой главе работы в качестве основного объекта анализа принят ТРДД типа ПС-90А, однако дальнейшее изложение по построению моделей и оценки влияния повреждений на характеристики компрессоров строится для первой ступени КНД ТРДДФ типа

РД-33.

6. Название работы позволяет предполагать, что в работе будут рассмотрены как компрессоры авиационных ГТД в составе силовых установок воздушных судов, так и компрессоры ГТД в составе наземных, судовых и др. установок. Однако в диссертации рассматривается влияние на характеристики компрессоров только повреждений лопаток первых ступеней КНД ГТД (ТРДДФ типа РД-33). Повреждающие воздействия, заявленные в названии работы, не обязательно приводят к повреждениям, возникновению и развитию неисправностей компрессоров ГТД.

7. Избыточное количество подразделов в содержании раздела 3 (15 подразделов в содержании) и в разделе 4 (11 подразделов в содержании). Диссертация содержит значительное количество стилистических и орфографических ошибок.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Евдокимова А.И.,

доктора технических наук, профессора содержит замечания:

1. Полученные расчетные результаты, даже при использовании скрупулезно созданной модели повреждения и современных численных методов нуждаются в экспериментальных подтверждениях в процессе модельных и, тем более, натурных стендовых испытаний.

2. К сожалению, в работе отсутствует оценка и рекомендации по выбору размера ячеек расчетной сетки течения в межлопаточном канале в области передней кромки лопатки, особенно при наличии повреждения на лопатке.

3. Важнейшим в данном направлении работ является этап моделирования реального повреждения. «Гладкое» моделирование повреждения (забоин) через уменьшение хорды профиля, принятое автором, не позволяет в должной мере оценить вредное влияние забоин с рваными кромками с их отгибом, изогнутостью части профиля лопатки, вырывами. Именно такие, не «гладкие» повреждения чаще всего встречаются в эксплуатации, они оказывают наибольшее влияние на процесс обтекания поврежденных профилей лопаток компрессора и его газодинамические параметры в эксплуатации.

4. Отсутствие конкретных рекомендаций по уровню допустимых

повреждений с точки зрения газодинамических характеристик компрессора (они автором планировались и включены в наименование главы 4) существенно снижает вклад работы в разработке направлений по решению актуальной проблемы снижения преждевременного съема двигателей с эксплуатации.

5. Ряд представленных графических результатов параметрических исследований требует пояснения такому протеканию кривых. Например, на рисунках 3.24, 3.25 диссертации представлено влияние величины повреждений лопаток компрессора на газодинамическую устойчивость ΔK_y , где при забоине больше 2 мм запас устойчивости не изменяется. В работе не дается разъяснений и обоснований по неочевидному результату. Трудно объяснить причину несоответствия значений запаса газодинамической устойчивости, представленных на рисунках 4.74, 4.82 с результатами, представленными на предыдущих рисунках (на одних - запас неповрежденного компрессора меньше 70%, а на других - этот же запас больше 70%). В работе нет объяснения, почему в ходе сравнительных исследований исходный (для неповрежденного компрессора) запас газодинамической устойчивости имеет столь высокие показатели, значительно превышающие запасы устойчивой работы вентилятора базового двигателя типа РД-33.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Маркова Д.С., кандидата технических наук содержит замечания:

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 ТРДД от действия ЭН 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.

Отзыв на автореферат диссертации ПАО «ОДК-Сатурн» составленный Дмитриевой М.Н., к.т.н., экспертом конструкторского отдела компрессоров, содержит замечания:

1. в работе подробно описан процесс построения расчетной сетки, используемой для аэродинамического расчета компрессора низкого давления, однако, в автореферате уделено крайне мало внимания процессу построения сетки в местах повреждений лопаток, а также не ясно, каким именно образом при построении расчетной сетки учитывалась геометрия повреждений, в частности, форма забоин по входной кромке лопатки рабочего колеса; при этом в работе, помимо всего прочего, сделан вывод о влиянии на характеристики компрессора, в том числе, и формы забоины;

2. в автореферате сделано заключение о том, что на характеристики поврежденного компрессора низкого давления и качество работы двигателя влияют только значительные эксплуатационные повреждения определенного вида.; при этом в автореферате не приведена какая-либо оценка степени значительности повреждений, что затрудняет распространение результатов работы на иные типоразмеры ГТД:

3. оценка влияния забоин на входной кромке поврежденных лопаток на характеристики КВД рассмотрена только для случая возникновения не более трех забоин; при этом не рассматривается вариативность сочетания различных

форм забоин и их расположения по высоте лопатки, что было бы весьма ценным для оценки влияния именно геометрии повреждений на параметры работы газотурбинного двигателя.

Отзыв на автореферат диссертации АО «ММП имени В.В. Чернышева» составленный Дьяченко Д.А., к.т.н., главным конструктором, не содержит замечаний.

Отзыв на автореферат диссертации АО «ОДК-Климов» составленный Герасимовым А.Б., к.т.н., доцентом, ведущим конструктором по расчетам и Суоровым А.В., к.т.н., ведущим инженером-конструктором содержит следующие замечания:

1. Влияние поврежденных лопаток компрессора на снижение эффективности его работы как лопаточной машины априори не нуждается в доказательствах. В этой связи первый пункт научной новизны следовало формулировать иначе, например, «С помощью метода численного моделирования установлен характер влияния поврежденных лопаток компрессора на снижение эффективности его работы как лопаточной машины».
2. При описании второй главы вместо понятия «струя», возможно, корректнее использовать понятие «трубка тока».
3. В тексте автореферата указано, что расчеты проведены для КНД ТРДД типа РД-33 и на рисунке 6 представлена расчетная зависимость изменения КПД от степени сжатия воздуха. Вместе с тем, полуэмпирические зависимости КПД КНД двигателей РД-33 от степени сжатия воздуха являются гладкими с одной точкой перегиба, что вызывает сомнения в верности валидации численной модели.

Отзыв на автореферат диссертации «ОКБ им. А. Люльки» филиала ПАО «ОДК-УМПО» составленный Зубко А.И, к.т.н., ведущим конструктором отдела систем диагностики и Гогаевым Г.П., к.т.н., ведущим конструктором по изделию отдела ведущих конструкторов по изделиям содержит следующие замечания:

1. Не полностью описан процесс моделирования формы, размеров и

положения эксплуатационных повреждений на рабочих лопатках компрессоров, а также используемые допущения и их корреляция с реальными статистическими данными.

2. Не представлены методы определения ресурса и оценки надежности поврежденных лопаток компрессоров, получаемые с использованием разработанной методики.

Отзыв на автореферат диссертации АО ТМКБ «Союз», составленный Петренко В.М., к.т.н., ведущим научным сотрудником научно-исследовательского отдела и Подлевским А.П., к.т.н., ведущим научным сотрудником конструкторского, содержит замечания:

1. На стр.10 автореферата автор приводит теоретические положения по обоснованию необходимости создания и разработки «Методики оценки влияния эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора ГТД». Вопрос: какими отличиями обладает предлагаемая методика от ранее разработанных?

2. На стр.17 автореферата автор указывает, что применение предлагаемой методики позволяет «3. Оценить надежность поврежденного ТРДД», но при этом не указано по каким критериям проводится оценка?

Выбор Евдокимова А.И., доктора технических наук, профессора, главного специалиста филиала АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» «Научно-исследовательский институт технологии и организации производства двигателей» (филиал АО «ОДК» «НИИД») в качестве официального оппонента обосновывается его широкой компетентностью в вопросах анализа и оценке повреждаемости элементов силовых установок, что подтверждается многочисленными публикациями в рецензируемых журналах.

Выбор Маркова Д.С., кандидата технических наук, доцента, преподавателя 74 кафедры аэродинамики и безопасности полета ФГКВ ОУ ВО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» в качестве официального оппонента обосновывается его широкой компетентностью в

вопросах определения живучести и стойкости воздушных винтов, что подтверждается многочисленными публикациями в рецензируемых журналах.

Ведущая организация ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет гражданской авиации (МГТУ ГА) выбрана в соответствии с тем, что она является ведущей научной организацией в области теоретических и практических исследований повреждаемости рабочих лопаток компрессоров. Ведёт научно-исследовательские работы по изучению влияния эксплуатационных факторов на работоспособность лопаток ГТД. Специалисты ведущей организации, в том числе составившие отзыв на диссертацию, обладают опытом изучения процессов повреждаемости, протекающих при эксплуатации ГТД. Это позволяет им оценить актуальность, научную новизну и практическую ценность результатов диссертации, а также сформировать рекомендации по практическому использованию этих результатов для предприятий отрасли, занимающихся конструированием, производством и эксплуатацией ГТД.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана методика численного моделирования эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора газотурбинного двигателя (ГТД);

- разработан научно-методический подход построения моделей поврежденных лопаток с учетом воздушного потока, обтекающего поврежденные лопатки, основанный на численном моделировании;

- проведена апробация разработанной методики на прототипе двигателя и дана оценка влияния уровня и характера забоин на входных кромках лопаток компрессора и эрозионного износа лопаток компрессора на его характеристики.

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что:

- определен уровень и вид повреждений, влияющих на характер изменения местных значений степени повышения давления, КПД и запаса газодинамической устойчивости компрессора на всех рабочих режимах;

- оценена степень снижения запаса газодинамической устойчивости поврежденного компрессора низкого давления (КНД) при работе на разных режимах.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- доказано, что методами численного моделирования может проводиться оценка влияния эксплуатационных повреждений лопаток компрессора на снижение эффективности его работы как лопаточной машины;

- уточнены закономерности влияния различных видов эксплуатационных повреждений КНД на характеристики поврежденного компрессора;

- показано, что эксплуатационные повреждения лопаток КНД двигателя оказывают влияние на характеристики поврежденного КНД и качество работы двигателя.

Оценка достоверности результатов исследования подтверждается:

- использованием общепринятых апробированных подходов математического моделирования, современных численных методов для расчета характеристик и известных методик;

- верификацией полученных расчетных данных с экспериментальными данными других исследователей.

Личный вклад соискателя состоит в:

- разработке основных положений методики численного моделирования эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора ГТД;

- непосредственном участии в проведении численного моделирования и обработке полученных данных для построения моделей.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний, которые ставили бы под сомнение обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизну.

Соискатель Нгуен Тхань Шон ответил обстоятельно и аргументированно на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 30 января 2023 года диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи разработки методики оценки влияния эксплуатационных повреждающих воздействий на качество функционирования компрессора газотурбинного двигателя, имеющей значение для развития авиационного двигателестроения, присудить Нгуен Тхань Шону ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 11 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 17, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель
диссертационного совета 24.2.327.06
доктор технических наук,
профессор



Равикович Юрий Александрович

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.327.06
доктор технических наук,
доцент

Краев Вячеслав Михайлович

30 января 2023 г.