

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.13, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18.06.2020 г. № 2

О присуждении Тимофееву Александру Николаевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Ресурс и срок службы авиационной конструкции с коррозионным повреждением» по специальности 05.07.03 — «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов» принята к защите 09 апреля 2020 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом Д 212.173.13, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ), Минобрнауки России, 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, Приказ 717/НК от 9 ноября 2012 г.

Соискатель Тимофеев Александр Николаевич 1949 года рождения. В 1972 году окончил Новосибирский электротехнический институт (с 2012 г. федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ), Минобрнауки России). В июне 1981 г. окончил заочную аспирантуру «Сибирского научно-исследовательского института авиации имени С. А. Чаплыгина (ФГУП «СибНИА им. С. А. Чаплыгина»). В настоящее время является начальником сектора «Исследований эксплуатационно-климатических факторов и коррозионно-механических воздействий на усталостную долговечность конструкционных материалов и элементов авиаконструкций» научно-исследовательского отделения «Сопровождения создания и эксплуатации

авиационной техники» федерального государственного унитарного предприятия «Сибирский научно-исследовательский институт авиации им. С.А Чаплыгина (ФГУП «СибНИА им. С. А. Чаплыгина», Минпромторг России).

Диссертация выполнена в ФГУП «СибНИА им. С. А. Чаплыгина» (Минпромторг России).

Научный руководитель — доктор технических наук, старший научный сотрудник Белов Василий Кириллович, гражданин РФ, федеральное государственное унитарное предприятие «Сибирский научно-исследовательский институт авиации им. С.А Чаплыгина, главный специалист по прочности летательных аппаратов.

Официальные оппоненты:

Гриневиц Анатолий Владимирович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов, Государственный научный центр Российской Федерации)», главный научный сотрудник лаборатории «Прочность и надёжность материалов воздушного судна»;

Адегова Людмила Алексеевна, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения», доцент кафедры «Строительная механика»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского» (ЦАГИ), г. Жуковский, Московская область, **в своём положительном отзыве**, утверждённым заместителем генерального директора — начальником комплекса прочности ЛА канд. техн. наук, доцентом Зиченковым М. Ч. и подписанным ведущим научным сотрудником канд. техн. наук Дубинским В. С., указала, что диссертационная работа Тимофеева А. Н. является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложено новое научно обоснованное решение задачи поддержания лётной годности воздушного судна по условиям коррозии. Содержание диссертационной работы Тимофеева

А.Н. соответствует паспорту специальности 05.07.03 — «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов» и требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 14 работ, из них опубликованы в рецензируемых научных изданиях 6. Другие опубликованные по теме диссертации работы представлены в виде статей в журналах и сборниках трудов международных и российских научных конференций. Общий объём опубликованных работ по теме диссертации — 4,53 п. л., авторский вклад — 3,57 п. л. Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Тимофеев, А. Н. Критерии коррозионного состояния авиационных конструкций / А. Н. Тимофеев // Научный вестник НГТУ. — 2008. — № 4. — С. 141–154..

2. Белов, В. К. Анализ характеристик коррозионных повреждений, необходимых для оценки остаточной усталостной долговечности авиационных конструкций / В. К. Белов, А. Н. Тимофеев // Авиационная промышленность. — 2011. — № 3. — С.37–42.

3. Тимофеев, А. Н. Оценка допустимости коррозионного повреждения элемента конструкции / А. Н. Тимофеев, В. К. Белов, О. В. Корелина // Авиационная промышленность. — 2012. — № 2. — С. 49–53.

4. *Timofeev, A. N. Mathematical Model of Corrosion Damage Tolerance for Structures Loaded by Varying Load / A. N. Timofeev, V. K. Belov // Journal of Machinery Manufacture and Reliability.— 2017.—Vol. 46, no. 3.— P. 253–258. — DOI: 10.3103/S1052618817030165.*

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов, все они положительные:

- 1) отзыв зав. кафедрой «Электротехника, диагностика и сертификация» ФГБОУ ВО СГУПС д-ра техн. наук, профессора Степановой Л. Н. (без замечаний);
- 2) отзыв Генерального директора ООО «Западно-Сибирский центр по сертификации объектов воздушного транспорта» канд-та техн. наук Лапаева В. П.

(замечание об отсутствии рекомендаций применения разработанных методов для зарубежных воздушных судов и не указании перехода от рассматриваемой автором меры коррозионного поражения к параметрам, наиболее часто используемым в эксплуатации для оценки допустимости коррозии — её геометрическим размерам (например, глубины и площади коррозии);

3) отзыв генерального директора Научно-технического центра «Ползучесть» канд-та техн. наук Раевской Г. А. (без замечаний);

4) отзыв ведущего научного сотрудника лаборатории статической прочности ФГБУН ИГиЛ СО РАН д-ра техн. наук, доцента Легана М. А. (замечание о положении на графике предельного значения концентрации напряжений при стремлении относительной глубины коррозионной язвы к нулю и замечание о необходимости учёта влияния анизотропии материала при применении меры коррозии);

5) отзыв начальника лаборатории «Климатические, микробиологические исследования и пожаростойкость материалов» ФГУП ВИАМ, ГНЦ РФ д-ра техн. наук Старцева В. О. (замечания о избыточности объёма раздела автореферата «Степень разработанности темы исследований» и недостаточно подробном анализе коррозионных повреждений лонжерона крыла самолёта Су-27);

6) отзыв учёного секретаря АО «ПАНХ» д-ра техн. наук Асовского В. П (замечания: о не достаточно точном соответствии названия диссертационной работы её фактическому содержанию; об отсутствии изображений площадных параметров повреждений на рисунках расчётных схем; о недостаточно конкретной и чёткой формулировке содержания и практических аспектов применения выделенных в работе двух условий допустимости повреждений);

7) отзыв главного научного сотрудника лаборатории «Структурной механики и физики разрушения» «Института металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН» д-ра техн. наук профессора Ботвиной Л.Р. (замечания: об отсутствии в автореферате результатов металлографических и фрактографических исследований и необходимости оценки кинетики малых усталостных трещин, очагами зарождения которых могут являться поверхностные коррозионные повреждения; о неудачных выражениях типа «выносливость зоны повреждения»,

«долговечностей зон конструктивной концентрации», «моделью установлены методы определения» и др.)

8) отзыв профессора кафедры «Авиа- и ракетостроение» Омского государственного технического университета д-ра техн. наук, профессора Трушлякова В.И. (замечания: об отсутствии в автореферате математической модели, на основании которой установлены методы определения допустимых размеров повреждений, остаточного ресурса и календарного срока службы, связи ресурса и календарного срока службы в ожидаемых коррозионно-климатических условиях эксплуатации; в тексте автореферата не раскрыт пункт задачи исследования «Определить условия полной отработки назначенного ресурса ЛА в ожидаемых коррозионно-климатических условиях эксплуатации и возможности минимизации затрат времени простоя на ремонт коррозии, разработать алгоритм отработки ресурса»; не определен алгоритм отработки назначенного ресурса; не раскрыты метод определения сопротивления усталости элемента конструкции с коррозионным повреждением; метод определения остаточного ресурса конструкции и метод определения календарного срока службы силовой конструкции по условиям коррозии; не представлено сравнение результатов расчетных и экспериментальных исследований).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается близостью решаемых ими научных задач к тематике диссертационной работы Тимофеева А. Н., компетентностью специалистов в области, наличием публикаций в указанных областях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая методика поддержания лётной годности воздушного судна по условиям коррозии, обеспечивающая выполнение требований современных Норм лётной годности;

предложен оригинальный подход к организации технического обслуживания воздушного судна, базирующийся на анализе текущего коррозионного состояния и его прогнозе в ожидаемых на этапе эксплуатации условиях разработанными методами оценки ресурса и срока службы;

доказано наличие закономерностей связи усталостной долговечности повреждённого коррозией металла с видом и размерами локального повреждения ; **введен** новый термин: “мера коррозии, определяющая выносливость повреждённого металла”.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность существования безопасных коррозионных повреждений силовой конструкции воздушного судна, расширяющая представления о условиях безопасности эксплуатации авиационной техники и допустимости повреждений; **разработаны методика** определения показателей длительности безопасной эксплуатации воздушного судна — ресурса и срока службы при повреждении коррозией и **способ** поддержания безопасного состояния повреждённой конструкции в ожидаемых коррозионно-климатических условиях эксплуатации;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс базовых методов исследований в области усталостной прочности, в том числе: механических испытаний, фрактографии, металлографии, анализа напряжённо-деформированного состояния методом конечных элементов, статистического анализа, а также математические методы обработки и представления результатов испытаний;

изложены аргументы в доказательство устойчивости к виду и форме коррозионного повреждения корреляции между выносливостью металла и величиной повреждения, измеряемого предложенной мерой; в доказательство существования безопасных, не снижающих ресурс исходной конструкции, повреждений; в доказательство сведения всех случаев коррозии к двум основным расчётным схемам;

раскрыто несоответствие применяемого в практике для определения допустимости коррозии принципа равной вероятности усталостного разрушения по критическому месту конструкции и по коррозионному повреждению условию не снижения безопасности конструкции при допустимом повреждении;

изучены: связь между ресурсом и календарным сроком службы по условию коррозии, закономерности образования магистральной усталостной трещины на корродированной поверхности, влияние коррозионно-активных сред и частоты нагружения на зарождение и рост усталостных трещин в алюминиевых сплавах, условия эквивалентности программ эксплуатационных спектров нагружения с коррозионными воздействиями;

проведена модернизация существующего алгоритма планирования технического обслуживания воздушного судна в эксплуатации, обеспечившая исключение возможности списания судна из-за коррозии до полной выработки ресурса и минимизирующая затраты на ремонт коррозии.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработаны основные элементы технологии поддержания лётной годности по условиям коррозии: определены необходимые для измерений при осмотрах параметры коррозии, установлены условия допустимости повреждений, выведены формулы для определения допустимых размеров повреждений, остаточного ресурса и календарного срока службы конструкции с повреждением. Разработаны методы получения в эксперименте необходимых для расчётов характеристик сопротивления усталости повреждённых коррозией материалов и алгоритм назначения интервалов осмотров;

разработанная методика и результаты исследований использованы в целях индивидуального продления срока службы до первого ремонта с 10 до 20 и более лет самолётов типа Су-27 и назначенных сроков службы с 20 до 35 лет и повышения уровня технической экспертизы авиационной техники, о чём имеются акты, представленные ОКБ Сухого ПАО «Компания Сухой» и ФГУП «СибНИА им. С. А. Чаплыгина»;

определены перспективы практического применения разработанных методик для разработки соответствующих мировой практике и отсутствующих в отечественной Программ технического обслуживания, соответствующих конкретным условиям эксплуатации;

создана математическая модель допустимости коррозионных повреждений, устанавливающая методы расчётной оценки ресурса и срока службы авиационной

конструкции с коррозионным повреждением и обеспечивающая анализ подходов к допустимости повреждений на предмет соответствия критерию лётной годности; **представлены** рекомендации, обеспечивающие надёжность оценок ресурса повреждённой конструкции при ограниченном объёме экспериментальных данных.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные исследования выполнены с использованием сертифицированного испытательного и аналитического оборудования, уровень которого соответствует современным лабораториям в области усталостных испытаний материалов и элементов конструкций; показана воспроизводимость результатов исследований, проведённых на различных материалах и элементах натурной конструкции самолётов Су-27 и Су-30;

теория построена на проверяемых данных и согласуется с опубликованными результатами экспериментов по теме диссертации;

идея математической модели допустимости коррозионных повреждений **базируется** на анализе требований современных Норм лётной годности, практики и обобщения передового отечественного и зарубежного опыта;

использованы результаты экспериментальных исследований известных авторов для сравнения с полученными в диссертационной работе;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов, полученных в усталостных испытаниях конструкционных сплавов с коррозионными повреждениями, с результатами, представленными в независимых литературных источниках для тех же сплавов;

экспериментальные исследования выполнены с **использованием** сертифицированного оборудования;

использованы программные продукты MathCAD, SolidWorks, COSMOSWorks для выполнения расчётов и оформления результатов, составления программ, построения 3D-моделей и анализа напряжённо-деформированного состояния.

Личный вклад соискателя состоит в: подготовке литературного обзора по тематике диссертации, постановке задач исследования, разработке программ испытаний; моделировании и анализе коррозионных повреждений, анализе усталостных изломов, металлографических исследований (совместно

с О. В. Корелиной), проведении научных экспериментов и измерений коррозии, разработке алгоритмов обработки и интерпретации результатов; выполнении расчётов, апробации результатов исследований в испытаниях элементов натуральных конструкций.

На заседании 18 июня 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Тимофееву А. Н. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов по специальностям рассматриваемой диссертации, участвующих в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета

Н. В. Пустовой

Ученый секретарь диссертационного совета

А. Г. Тюрин

«18» июня 2020 г.