

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.10

Соискатель: Свиридов Андрей Александрович

Тема диссертации: Разработка методик определения расчетных характеристик материалов для обеспечения статической прочности и ресурса авиационной конструкции

Специальность: 05.07.03 – Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 26 апреля 2022 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, и принял решение присудить Свиридову Андрею Александровичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета, д.т.н., проф. Денискин Ю.И.; заместитель председателя, д.т.н., проф. Бойцов Б.В.; ученый секретарь диссертационного совета, к.т.н., доц. Денискина А.Р.; д.т.н., доц. Долгов О.С.; д.т.н., проф. Дудченко А.А.; д.т.н., проф. Комков В.А.; д.т.н., проф. Куприков М.Ю.; д.т.н., проф. Лисейцев Н.К.; д.т.н., проф. Подколзин В.Г.; д.ф.-м.н., проф. Рабинский Л.Н.; д.т.н., доц. Рахманов М.Л.; д.т.н., проф. Сидоренко А.С.; д.т.н., проф. Туркин И.К.; д.т.н., проф. Ушаков А.Е.; д.т.н., проф. Фирсанов В.В.; д.т.н., проф. Шайдаков В.И.

Председатель
диссертационного совета Д 212.125.10
д.т.н., профессор

Ю.И. Денискин

Учёный секретарь
диссертационного совета Д 212.125.10
к.т.н., доцент

А.Р. Денискина

Начальник
Т.А. Аникин



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.10,
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 УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26 апреля 2022 г. протокол № 12

О присуждении **Свиридову Андрею Александровичу**, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка методик определения расчетных характеристик материалов для обеспечения статической прочности и ресурса авиационной конструкции» по специальности 05.07.03 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов» принята к защите 22 февраля 2022 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом Д 212.125.10, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, А-80, ГСП-3, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от 02 ноября 2012 г.

Соискатель Свиридов Андрей Александрович, 10 апреля 1988 года рождения.

Свиридов Андрей Александрович в 2011 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» по специальности 03.03.01 «Прикладные математика и физика». Во время подготовки диссертации, в период с 2011 г. по 2014 г., проходил обучение в очной аспирантуре федерального

государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» на факультете аэромеханики и летательной техники по направлению подготовки 05.07.03 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов», работал в должности младшего научного сотрудника в федеральном государственном унитарном предприятии «Центральный аэрогидродинамический институт им. профессора Н.Е. Жуковского».

В настоящее время соискатель работает в должности научного сотрудника в федеральном автономном учреждении «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

Диссертация выполнена в научно-исследовательском отделении «Ресурс конструкций летательных аппаратов (ЛА)» (НИО-18) научно-исследовательского комплекса прочности ЛА ФАУ «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского».

Научный руководитель – кандидат технических наук **Панков Андрей Вячеславович**, заместитель начальника научно-исследовательского отделения «Ресурс конструкций летательных аппаратов (ЛА)» (НИО-18) научно-исследовательского комплекса прочности ЛА ФАУ «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского».

Официальные оппоненты:

Батаев Анатолий Андреевич, доктор технических наук, профессор, ректор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»,

Сергеичев Иван Валерьевич, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель автономной образовательной некоммерческой организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, филиал публичного акционерного общества «Ил» – Экспериментальный машиностроительный завод имени В.М. Мясищева, в своём положительном отзыве, подписанном кандидатом технических наук, главным конструктором Ширинянцем Валерием Андреевичем, заместителем начальника комплекса конструкции, прочности и технологичности – заместителем главного конструктора Каракешишевым Владимиром Александровичем, секретарём НТС, заместителем главного конструктора – начальником отдела Петрухиным Юрием Александровичем и утверждённом заместителем филиала – главным конструктором Лепуховым Борисом Николаевичем, указала, что диссертационная работа является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно, на высоком уровне и содержащей результаты, обладающие научной новизной и практической значимостью.

Отмечено, что диссертация содержит новые научные результаты в области получения расчётных характеристик по статической прочности и усталости для полимерных композиционных и металлических материалов, разработки методик проведения испытаний. Разработанные методики испытаний позволили восполнить пробелы в отечественной нормативной базе, а также расширить границы применения существующих методов. Даны рекомендации по снижению рассеяния усталостных характеристик полимерных композиционных материалов, что позволяет в перспективе увеличить назначаемый ресурс современным авиационным конструкциям. Подчёркнута практическая ценность диссертации в рамках сохранения необходимого уровня безопасности при внедрении новых материалов в создаваемые летательные аппараты. Результаты внедрены и используются в деятельности ФАУ «ЦАГИ», ПАО «Ил», ПАО «Корпорация «Иркут». Полученные результаты могут быть также использованы при выпуске отраслевых и государственных стандартов, а также для совершенствования производства авиационной техники.

Работа отвечает требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской

Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор, Свиридов Андрей Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.03 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Соискатель имеет 8 печатных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 2 работы.

Научные публикации соискателя посвящены:

- развитию методов получения механических свойств полимерных композиционных материалов;
- образованию усталостных повреждений при циклическом нагружении в современных алюминиевых сплавах;
- расчётно-экспериментальному исследованию деградационных процессов в механических композиционных соединениях;
- прогнозированию статической прочности для фюзеляжных панелей.

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

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Перечень работ, рецензируемых ВАК:

1. Свиридов, А.А. Развитие методов получения механических свойств полимерных композиционных материалов / А.А. Свиридов // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2021. – №37 – С.53-64.

2. Исследование особенностей развития малых усталостных трещин в образцах из алюминиевого сплава 2524-T3 / Л.Р. Ботвина, Г.И. Нестеренко, А.П. Солдатенков, Ю.А. Демина, А.А. Свиридов // Деформация и разрушение материалов. – 2016. – № 7 – С. 39-46.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы. В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационной работы, дан краткий анализ работы, отмечены новизна и достоверность полученных результатов, а

также их практическая значимость и рекомендации по использованию результатов. Все отзывы положительные.

Отзыв на диссертацию ведущей организации – филиала публичного акционерного общества «Ил» – Экспериментального машиностроительного завода имени В.М. Мясищева. Отзыв положительный.

Наряду с несомненной положительной оценкой диссертационной работы, считаем целесообразным указать на наличие некоторых замечаний, к числу которых относятся следующие:

1. Представленные в работе зависимости в виде графиков иногда имеют надписи только на английском языке, что затрудняет их интерпретацию.

2. Обзор содержит большой объём информации о зарубежных исследованиях, отечественным работам уделено меньше внимания.

3. Не представлен полный перечень методик по испытаниям современных металлических и композиционных материалов, которые необходимо разработать. Это бы позволило сформировать направление для дальнейших исследований.

4. В главе 4 не чётко представлены результаты апробации разработанной методики по определению статической и усталостной прочности механических композитных соединений.

Однако указанные замечания не влияют на общую положительную оценку представленной диссертационной работы А.А. Свиридова и представляют собой рекомендации. Цель исследования достигнута, полученные выводы и результаты соответствуют паспорту специальности 05.07.03 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Отзыв на диссертацию официального оппонента Батаева Анатолия Андреевича – доктора технических наук, профессора, ректора федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В литературном обзоре недостаточно подробно рассмотрены факторы, влияющие на рассеяние характеристик, получаемых при усталостных испытаниях, не приведены данные о влиянии факторов, связанных с технологией изготовления композитных материалов.

2. В главе 1 (п. 1.2.) указаны различия в геометрии образцов из композиционных материалов, регламентированных отечественным и зарубежным стандартами для оценки механических свойств при растяжении, но не приводятся данные о влиянии формы образцов на рассеяние анализируемых характеристик.

3. Автор отмечает, что наиболее высокие значения сдвига фиксируются с использованием оснастки, соответствующей стандарту ASTM D7078. Было принято решение использовать этот стандарт в качестве основы при разработке проекта методики по определению предела прочности материалов на сдвиг в плоскости листа. Однако в работе не представлено обоснование данного выбора с точки зрения получения искусственно завышенных значений исследуемой характеристики.

4. В разделе 1.5 диссертационной работы приведена методика испытаний на сдвиг тонких алюминиевых листов на основе стандарта ASTM B 831-93. При этом не указаны пункты стандарта, в которые были внесены изменения. Одна из задач указанного раздела была связана с подтверждением возможности определения предела прочности на сдвиг по формуле $\tau_{12} \approx 0.5\sigma$. Однако в выводах ничего не указано о проверке корректности данной формулы.

5. В разделе 2.5.1 при обосновании влияния частоты нагружения образца на его усталостную долговечность для алюминиевых сплавов приводятся данные по испытаниям при частотах 0.17 Гц и 40 Гц. При этом указывается на монотонность роста долговечности с увеличением частоты. На основании экспериментальных данных по двум значениям частот не корректно говорить о монотонном росте влияния.

6. В главе 4 приводятся рекомендации по изменению оснастки. В то же время в работе не приведены результаты испытаний материалов с

использованием новой оснастки, нет количественных показателей, свидетельствующих об эффективности разработанных рекомендаций.

7. В работе встречаются некорректные выражения, например,

- «Применяемая во ФГУП «ЦАГИ» методика ... дает возможность испытывать образцы любой толщины...»;

- «Уровень оборотов 1000 об/мин...» (следует говорить о скорости вращения 1000 об/мин);

- «... в результате которого были разработаны дополнительные доработки».

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку представленной диссертационной работы А.А. Свиридова. Цель исследования достигнута, полученные выводы и результаты соответствуют паспорту специальности 05.07.03 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Отзыв на диссертацию официального оппонента Сергеичева Ивана Валерьевича – кандидата физико-математических наук, старшего преподавателя автономной образовательной некоммерческой организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

Наряду с положительной оценкой диссертационной работы, считаю необходимым указать на ряд недостатков:

1. В работе не обсуждаются вопросы статистической обработки получаемых экспериментальных данных.

2. В главе 4 представлены результаты расчётов с помощью программного комплекса Abaqus, однако подробное описание применяемых моделей механического поведения материалов и критериев разрушения.

3. Не в полной мере сформулированы ограничения применимости разработанных методик.

4. Существуют огрехи в оформлении работы.

5. Сформулированные предложения дальнейших исследований не в полной мере охватывают все рассмотренные в работе вопросы.

Указанные замечания не влияют на общую высокую положительную оценку представленной диссертационной работы А.А. Свиридова и представляют собой рекомендации. Цель исследования достигнута, полученные выводы и результаты соответствуют паспорту специальности 05.07.03 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Отзыв на автореферат диссертации автономной образовательной некоммерческой организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий», подписанный старшим научным сотрудником, кандидатом технических наук Федоренко А.Н.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В главе 2 приведены статистические критерии, однако не везде указано, при каком количестве образцов они были применены (или рекомендуются к применению).

2. Насколько можно понять, в главе 4 рассматривается многоцикловая усталость, однако эксперимент проведен для нескольких циклов.

3. В главе 4 не указаны модели материалов, применяемые в конечно-элементных расчётах с использованием Abaqus.

Отзыв на автореферат диссертации публичного акционерного общества «Туполев», подписанный начальником бригады проектно-конструкторского центра «Прочность», кандидатом технических наук, Абдуллиным М.Р.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В автореферате скупо представлены результаты валидации и верификации разработанных методик.

2. Не совсем убедительно обоснована необходимость разработки новых методик испытаний.

3. При рассмотрении вопроса допуска новых производственных участков к производству образцов в рамках сертификационных работ не обоснована достаточность выбранного количества образцов с точки зрения применимости математической статистики. Представленный результат можно считать предварительным, однако это не снижает его практической и научной ценности.

4. Выбранные режимы нагружения образцов при оценке влияния на результат частоты нагружения не до конца понятны. Рекомендуются в дальнейших исследованиях предусмотреть испытания на промежуточных частотах, для построения более полной зависимости.

Отзыв на автореферат диссертации публичного акционерного общества «Таганрогский авиационный научно-технический комплекс имени Г.М. Бериева», подписанный кандидатом технических наук, главным специалистом отделения перспективных проектов Бондарец А.Я.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Не в полной мере отражен процесс и последовательность работ по разработке методик, тогда как исследование диссертанта представляет большой практический интерес, в том числе с точки зрения приобретенного им опыта проведения лабораторных испытаний.

2. На практике часто необходимо получить расчетные характеристики ПКМ при толщине пакета меньше или равной 1 мм, к сожалению, существующие отечественные стандарты и приспособления для испытания подобных образцов на сжатие и сдвиг (предельные напряжения и модули упругости) дают большое рассеяние результатов. Конечно, данные толщины несвойственны силовым элементам авиационной техники, но при проектировании радиопрозрачных обтекателей, удовлетворяющих заданные радиотехнические характеристики, без таких пакетов ПКМ не обойтись. Поэтому желательно, чтобы автором диссертации были продолжены исследования расчетных характеристик ПКМ в области малых толщин.

3. Результаты численного моделирования эксперимента для определения степени овализации отверстия с помощью ПО Abaqus представлены в «качественном» виде (деформации (мм), овализация (%)), в то же время «количественный» анализ результатов виртуальных и реальных испытаний по действующим напряжениям был бы очень информативен и полезен.

Отзыв на автореферат диссертации федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова» Российской академии наук, подписанный главным научным сотрудником, профессором, доктором технических наук Ботвиной Л.Р.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Кривые усталости, построенные по данным испытания при двух-трех амплитудах напряжения, вероятно, соответствуют отраслевым методикам оценки долговечности материала при циклическом нагружении, но ограничивают возможности изучения природы влияния исследуемого фактора на процесс разрушения.

2. Обзор литературных данных по влиянию частоты нагружения не является полным, и, к сожалению, не включает результаты, полученные на алюминиевых сплавах В.Н. Шебалиной, установившей 5-10 кратное увеличение долговечности при высоких частотах нагружения в области разрыва кривых усталости.

Отзыв на автореферат диссертации открытого акционерного общества «Всероссийский институт легких сплавов», подписанный главным научным сотрудником лаборатории металловедения и технологии металлургии гранул жаропрочных никелевых и титановых сплавов №3 ОАО «ВИЛС», доктором технических наук Швечковым Е.И.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. К недостаткам работы следует отнести схематичность рис. 14, не соответствующая его названию.

Отзыв на автореферат диссертации Научного центра по поддержанию летной годности ВС государственного научно-исследовательского института гражданской авиации, подписанный главным специалистом-экспертом 139 отдела НЦ ПЛГВС ГосНИИ ГА, кандидатом технических наук Садиковым Д.А.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Результаты по влиянию частоты нагружения при усталостных испытаниях представлены только для металлических полуфабрикатов.

2. Не приведены экспериментальные данные по новой методике определения овализации отверстия в сравнении с имеющимися данными, полученными по ранее применяемой аналогичной методике.

3. В отношении предложенной методики испытаний на срез тонких металлических листов не совсем понятна природа выбора величины параметра W . Представляется, что величина данного параметра может зависеть как от толщины листа, так и от диаметра отверстия засверливания. Также вызывает вопросы приведённое сравнение вариантов технологии выполнения пропила с учетом того, что, в конечном счете, кончики этих пропилов засверливаются одним и тем же сверлом с одинаковым диаметром.

Отзыв на автореферат диссертации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», подписанный доцентом кафедры прикладной механики, кандидатом технических наук Быковым А.А.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. На рисунках 2, 3 и 4 приведены изображения захватов и чертежи образцов, которые автором предлагаются для проведения исследования материалов по разработанным автором методикам. Также из текста автореферата следует, что предлагаемые захваты и новые образцы используются в новых разработанных методиках. Однако, понять особенности методик и конструкции захватов и образцов сложно, и не приведены

результаты, подтверждающие эффективность разработок. Следующие полученные результаты описаны в автореферате более подробно.

2. В автореферате на странице 16 описано, что сверление с полимерной плёнкой отверстий является более эффективным методом сверления по сравнению со стандартными и с последующей обработкой абразивным материалом. Однако, из текста невозможно понять, что на практике означает термин «сверление с пленкой», и каким именно образом плёнка применяется при сверлении.

3. На рисунке 12 приведён график в настолько низком качестве, что понять, есть ли на графике экспериментальные точки и аппроксимирующая кривая, практически невозможно.

4. В автореферате большое количество орфографических ошибок, пропущенных запятых и опечаток.

Отзыв на автореферат публичного акционерного общества «Корпорация «Иркут», подписанный заместителем генерального директора по разработке АТ – директором инженерного центра, главным конструктором МС-21 Поповичем К.Ф. и начальником отделения прочности – заместителем главного конструктора по прочности Яшутиным А.Г.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В работе отсутствует информация о возможности разработки аналогичных методик для испытаний плоских образцов на статическое растяжение и сжатие с незаполненным отверстием.

2. В работе отсутствует информация о возможности применения предлагаемых подходов для других типов образцов, например, конструктивно-подобных.

3. В работе отсутствуют рекомендации по технологии производства зенкованных (конических и т.д.) отверстий в элементах авиационной конструкции.

Отзыв на автореферат федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский

государственный университет имени М.В. Ломоносова», подписанный доктором физико-математических наук, профессором кафедры теории пластичности механико-математического факультета Федуловым Б.Н.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Не в полной мере отражен процесс и последовательность работ по разработке методик.

2. Для технологии сверления отверстий в композиционном материале не представлены параметры технологического процесса для каждой технологии. Скорость сверления, скорость подачи инструмента и т.д.

3. Нет обобщающей таблицы с представленными рациональными предложениями автора при разработке предлагаемых методик. Специалисту, не погруженному глубоко в специфику проблемы, довольно сложно оценить все плюсы предложенных методов.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их многолетним опытом, профессионализмом и компетентностью в отрасли науки, к которой относится диссертационная работа Свиридова Андрея Александровича и подтверждается их научными публикациями в данной отрасли.

Батаев Анатолий Андреевич имеет учёную степень доктора технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов». За предыдущие 5 лет имеет не менее 15-ти научных публикаций, входящих в перечень рецензируемых научных изданий. Тематика публикаций связана с направлением исследований диссертации.

Сергеичев Иван Валерьевич имеет учёную степень кандидата физико-математических наук 01.02.04 «Механика деформируемого тела». За предыдущие 5 лет имеет не менее 6-ти научных публикаций, входящих в перечень рецензируемых научных изданий. Тематика публикаций связана с направлением исследований диссертации.

Вышеизложенное позволяет считать, что выбор официальных оппонентов является обоснованным, соответствует Постановлению Правительства РФ о порядке присуждения учёных степеней № 842 от

24 сентября 2013 г. и Положению о совете по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук, утверждённому приказом Министерства образования и науки РФ № 1093 от 10 ноября 2017 г.

Выбор ведущей организации обоснован достижениями филиала публичного акционерного общества «Ил» – Экспериментального машиностроительного завода имени В.М. Мясищева в области научных исследований и разработок для создания образцов авиационной техники, в том числе и разработки методов прогнозирования прочности создаваемых образцов авиационной техники. В ведущей организации проводятся исследования в обеспечение создания перспективных конструктивно-силовых схем летательных аппаратов, позволяющие реализовывать свойства композиционных материалов наиболее эффективным образом. Ведутся работы по исследованию деградации усталостных свойств металлических материалов с течением времени. Это позволяет им оценить актуальность, научную новизну и практическую ценность результатов исследования, также сформировать рекомендации по практическому использованию этих результатов для предприятий отрасли, занимающихся обеспечением статической прочности и ресурса авиационных конструкций. Список основных публикаций сотрудников ведущей организации за последние 5 лет:

1. Говорун М.В., Чернышов Д.Ю. Программа расчёта геометрических характеристик сечений элементов панели крыла для задания жесткостных характеристик глобальной конечно-элементной модели // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021661128. Заявка № 2021618612 от 03.06.2021 г.

2. Азиков Н.С., Зизин А.В., Алипов А.Е., Косарев В.А. Эффективность применения анизотропных композитных элементов в силовых конструкциях крыла самолёта // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2021. – № 3. – С. 91-101.

3. Щербань К.С., Сурначев А.А., Наумов С.М., Стерлин А.Я., Калиш А.Г., Чувилин О.П. Проведение статических и усталостных испытаний на единой натурной конструкции транспортного самолёта // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2020. – Т. 86. – № 12. – С. 54-63.
4. Щербань К.С., Сурначев А.А., Калиш А.Г., Чувилин О.В. Способ прочностных испытаний натуральных конструкций // Патент на изобретение RU 2717750 СТ, 25.03.2020. Заявка № 2019125904 от 16.08.2019.
5. Shcherban K.S., Surnachev A.A., Limonin M.V., Kalish A.G., Chuvilin O.V. Combined static and fatigue tests of the full-scale structure of a transport aircraft // Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2020. – С. 736-746,
6. Зизин А.В., Говорун М.В., Применение метода перекашивания пластин для определения прочности и трещиностойкости композитных материалов при сдвиге // Материалы XXV международного симпозиума имени А.Г. Горшкова. – 2019. – С. 73-75.
7. Желонкин С.В., Сурначев А.А., Щербань К.С., Говорун М.В., Можаяев И.Л., Чувилин О.В. Нагруженность и НДС траверсы шасси транспортного самолёта при усталостных испытаниях // В сборнике: Прочность конструкций летательных аппаратов. Сборник статей научно-технической конференции. Сер. «Труды ЦАГИ», под редакцией М.М. Зиченкова. – 2018. – С. 107-109.
8. Азиков Н.С., Зизин А.В., Алипов А.Е., Косарев В.А., Васечкин А.П. Конструктивно-силовая схема крыла с пространственными сетчатыми композитными нервюрами. Прочностной расчет и технология изготовления // Труды Третьей международной конференции «Деформирование и разрушение композиционных материалов и конструкций». – 2018. – С. 3-5.
9. Жолобов А.Б., Зиченков М.Ч., Калиш А.Г., Коновалов В.В., Куликов С.В., Сахин В.Х., Цурков С.И., Чубань В.Л., Щербань К.С. Обзор ресурсных испытаний натуральных авиаконструкций в ЦАГИ в период с 2015 по 2017 годы // В сборнике: Прочность конструкций летательных аппаратов.

Сборник статей научно-технической конференции «Прочность конструкций летательных аппаратов». – 2017. – С. 110-123.

10. Юнисов Р.Н., Говорун М.В. Оптимизация типовых шпангоутов тяжёлого военно-транспортного самолёта с помощью программных продуктов MSC Software // В сборнике: Гагаринские чтения - 2016. XLII Научные труды Международной молодёжной научной конференции. – Том 1. – Москва, 2016. – С. 325-326.

11. Лукьянов И.А., Говорун М.В. Анализ влияния прогиба крыла на величину реакций в опорах сервокомпенсатора элерона // В сборнике: Гагаринские чтения – 2016. XLII Научные труды Международной молодёжной научной конференции. – Том 1. – Москва, 2016. – С. 311-312.

Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований:

доказана актуальность темы исследования по разработке методик определения расчетных характеристик материалов для обеспечения статической прочности и ресурса авиационной конструкции;

проведён анализ существующих методик получения механических характеристик композиционных и металлических материалов, современных способов производства отверстий в композиционном материале;

разработаны методики, позволяющие определять предел прочности на сдвиг для композиционных материалов и тонких алюминиевых листов;

разработана методика определения механических свойств и усталостных характеристик механических композитных соединений;

предложен и обоснован способ снижения рассеяния усталостных характеристик композитных материалов и повышения назначаемого ресурса летательных аппаратов;

установлено увеличение долговечности для современных алюминиевых сплавов при повышении частоты нагружения в испытаниях на многоцикловую усталость в 10 раз;

новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследования обосновывается тем, что, определена степень влияния используемых методов и условий испытаний на получаемые расчетные характеристики, выявление возможности прямого моделирования процессов разрушения ПКМ с помощью МКЭ для получения прочностных свойств различных типовых укладок ПКМ.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанные методики и рекомендации позволяют значительно сократить временные затраты при проведении специальной квалификации современных материалов, повысить назначенный ресурс летательного аппарата, усовершенствовать технологию производства элементов конструкции.

Представленные в диссертации методики и разработанные рекомендации были применены в рамках формирования научно-технического задела и выпуска стандартов организации ФАУ «ЦАГИ», ПАО «Корпорация «Иркут», ПАО «Ил».

Указанные стандарты организации были использованы при обеспечении статической прочности и ресурса самолетов МС-21, Ил-114, SSJ-100, вертолетов Ми-28, Ми-171А2.

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее:

– **достоверность** определяется большим количеством экспериментальных данных, на основании которых были верифицированы результаты работы; использованием аттестованного испытательного оборудования; применением коммерческого программного обеспечения с открытыми теоретическими моделями деформирования композитных материалов и критериев разрушения; достаточным количеством экспериментальных данных для формирования обоснованных заключений. Результаты работы были апробированы при подготовке доказательной документации по сертификации самолёта МС-21-300 по п. 613.

Результаты работы доложены на конференциях «Живучесть и конструкционное материаловедение» (ИМАШ РАН) (2014 г., г. Москва),

молодежной конференции ЦАГИ-DLR (2016 г., г. Жуковский), ICAS 2016 (2016 г., г. Тэджон, Южная Корея), ICAS 2014 (2014 г., г. Санкт-Петербург), Юбилейной конференции СибНИА (2021 г., г. Новосибирск), 63-й международной конференции МФТИ (2021 г., г. Москва).

По данному направлению автором было выпущено более 50 научно-технических отчётов. Результаты работы применялись при выполнении международных контрактов.

Дополнительно следует отметить, что автор диссертационной работы возглавлял экспертные группы, которые проводили аудит по заказу ПАО «Корпорация «Иркут» испытательных лабораторий в г. Риге и г. Новосибирске.

Личный вклад соискателя состоит в выполнении постановки задач и выборе методов исследования, представленных в диссертационной работе; личном участии при проведении большого количества экспериментальных исследований в обеспечение выполнения специальной квалификации материалов, на основании которых разработаны новые редакции методик.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие замечания и вопросы:

1. В работе отсутствует информация о возможности разработки аналогичных методик для испытаний плоских образцов на статическое растяжение и сжатие с незаполненным отверстием.

2. Не в полной мере отражен процесс и последовательность работ по разработке методик, тогда как исследование диссертанта представляет большой практический интерес, в том числе с точки зрения приобретенного им опыта проведения лабораторных испытаний.

3. Для технологии сверления отверстий в композиционном материале не представлены параметры технологического процесса для каждой технологии. Скорость сверления, скорость подачи инструмента и т.д.

4. В разделе 2.5.1 при обосновании влияния частоты нагружения образца на его усталостную долговечность для алюминиевых сплавов приводятся данные по испытаниям при частотах 0,17 Гц и 40 Гц. При этом указывается на

монотонность роста долговечности с увеличением частоты. На основании экспериментальных данных по двум значениям частот не корректно говорить о монотонном росте влияния.

Соискатель Свиридов Андрей Александрович ответил на высказанные замечания и вопросы и привёл собственную аргументацию.

1. Методика по испытаниям образцов типа «полоса с отверстием» на статическое растяжение и сжатие разработана, однако участие автора диссертации в этих работах было не столь значительным. В ближайшее время методика будет выпущена в ФАУ «ЦАГИ» в виде стандарта организации.

2. Разработка методик велась фактически экспериментальным путем, поскольку факторы, которые влияют на получение зачётного результата, трудно формализовать и увязать в теоретическую зависимость. В результате было получено большое количество промежуточных результатов. Согласен с замечанием, что необходимо было привести несколько неудачных вариантов методики.

3. Вопросы по формированию оптимальной технологии сверления отверстий в композиционном материале в данной диссертации не рассматривались. Использовались результаты доктора технических наук В.Д. Вермеля и кандидата технических наук С.А. Титова.

4. Замечание понятно и законно. В данный момент исследования по данному направлению сосредоточены на получении промежуточных результатов (между 5 и 40 Гц) для построения зависимости усталостных характеристик современных алюминиевых сплавов от частоты нагружения.

Соискатель указал, что все высказанные замечания будут учтены в ходе проведения дальнейших исследований.

На заседании 26 апреля 2022 года диссертационный совет **принял решение:** за решение актуальной и практически значимой научно-технической задачи по разработке методик определения расчётных характеристик материалов для обеспечения статической прочности и ресурса авиационной конструкции, имеющей существенное значение для развития отечественной


авиационной отрасли, присудить Свиридову Андрею Александровичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.07.03 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета

 Денискин Юрий Иванович

Учёный секретарь
диссертационного совета

 Денискина Антонина Робертовна

26 апреля 2022 года

Начальник
Т.А. А

