

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата физико-математических наук, старшего преподавателя автономной некоммерческой образовательной организации высшего профессионального образования «Сколковский институт науки и технологий» Сергеичева Ивана Валерьевича на диссертационную работу Свиридова Андрея Александровича «Разработка методик определения расчетных характеристик материалов для обеспечения статической прочности и ресурса авиационной конструкции», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук в диссертационный совет Д 212.125.10 ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности 05.07.03 – Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов.

В диссертационной работе Свиридова Андрея Александровича решается важная научная и техническая задача, направленная на развитие методик испытаний и определения расчетных характеристик и полимерных композиционных материалов.

**Актуальность темы** подтверждается внедрением результатов, полученных в рамках диссертации, в практику отечественного авиастроения проектирования и производства силовых элементов из полимерных композиционных материалов. В настоящее время сложившаяся система нормативной документации требует совершенствования в части требований к методикам получения расчетных характеристик. В частности, остро стоит задача снижения разброса усталостных характеристик материалов этого класса и, следовательно, обоснованного снижения соответствующих коэффициентов надежности, которые в свою очередь прямо влияют на устанавливаемый ресурс летательных аппаратов.

Совершенствование производства элементов авиационных конструкций из металлических материалов требует установления степени влияния технологии на получаемые усталостные характеристики.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

*06.04.2022*

Для вновь разрабатываемой техники цикл определения расчетных характеристик занимает значительный промежуток времени, полученные Свиридовым А.А. результаты работы по допуску новых производственных участков позволяют существенно снизить материальные и временные затраты на проведение экспериментальных исследований.

В последнее время в нашей стране и за рубежом развивается научное направление разработки и валидации цифровых двойников авиационных конструкций, которые эффективно применяются для виртуальных статических и ресурсных испытаний летательных аппаратов. Для идентификации цифровых двойников необходимо располагать большим объемом данных о характеристиках материалов, полученных с максимальной достоверностью, поскольку это прямо влияет на финальные результаты моделирования испытаний.

С учетом вышесказанного можно говорить о том, что в работе А.А. Свиридова представлена и решена **актуальная научно-прикладная задача**, направленная на обеспечение необходимых статической прочности и ресурса летательных аппаратов за счет повышения достоверности определения расчетных характеристик авиационных конструкционных материалов.

По **структуре** рецензируемая диссертация состоит из 167 страниц, включая введение, четыре главы, заключение список литературы из 59 наименований и 2 приложений.

**Введение** посвящено обоснованию актуальности темы работы, сформулированы цель и задачи исследования, показана научная новизна, приведены теоретическая и практическая значимость работы, перечислены положения, выносимые на защиту, а также представлены сведения об апробации результатов диссертационной работы.

В **первой главе** обоснована необходимость разработки методик для определения расчетных характеристик по пределу прочности на сдвиг в плоскости слоев для полимерных композиционных материалов, пределу



прочности на сдвиг для тонких алюминиевых листов. Представлены основные положения методик.

**Во второй главе** проводится анализ влияния технологии производства образцов из алюминиевых полуфабрикатов типа полоса с отверстием на получаемые усталостные характеристики. Показана эквивалентность двух рассматриваемых технологий производства образцов (по рекомендациям ЦАГИ и в соответствии с технологией авиационного завода). Приводятся полученные автором экспериментальные данные и их обработка в рамках оценки влияния на усталостные характеристики современных алюминиевых полуфабрикатов частоты нагружения в эксперименте образцов типа полоса с отверстием. Подтверждены для современных алюминиевых полуфабрикатов ранее установленные закономерности по влиянию частоты нагружения.

**В третьей главе** выполнено сравнение различных технологий производства отверстий в композиционных элементах авиационной конструкции с целью минимизации влияния технологии на усталостные характеристики, а также уменьшения разброса рассеяния характеристик. Даны рекомендации по выбору технологии и экспериментально обосновано, что за счет изменения процесса производства отверстий, можно достигнуть уменьшения рассеяния усталостных характеристик вплоть до 4 раз.

**В четвертой главе** представлены данные по разработке и верификации разработанной методики определения статической и усталостной прочности композиционных соединений.

**В заключении** приведены основные результаты проведенного в работе исследования. Кроме того, выводы по каждому разделу работы кратко изложены в конце соответствующего раздела.

**В приложениях** приводятся тексты разработанных методик по определению предела прочности на сдвиг в плоскости слоев, определения статической и усталостной прочности для механических соединений.

В целом диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК, достаточно хорошо структурирована и написана научно-техническим языком.

Материал работы изложен последовательно и в логической последовательности.

Стоит отметить, что в работе представлено большое количество экспериментальных данных, которые автор получил и обработал лично. Представлен обзор актуального отечественного и зарубежного опыта по рассматриваемой проблематике. Для планирования экспериментов и анализа полученных результатов применялся, в том числе, и метод конечных элементов на базе программного комплекса Simulia Abaqus.

Таким образом, **научная новизна** диссертационной работы А.А. Свиридова заключается в разработке и апробации методик определения расчетных характеристик, которые закрывают пробел в существующей системе нормативной требований в рамках сертификации авиационной техники. На основе значительного объема полученных автором экспериментальных данных им разработаны рекомендации по совершенствованию технологии производства отверстий в элементах конструкции летательного аппарата из полимерных композиционных материалов. Результаты диссертационной работы позволили:

- Обосновать более эффективный способ сверления отверстий в элементах конструкции из ПКМ, позволяющий снизить коэффициенты надежности и повысить ресурсные характеристики конструкции за счет снижения рассеяния получаемых характеристик прочности.

- Подтвердить рекомендованный диапазон частот нагружения при определении усталостных характеристик современных металлических материалов.

- Разработать методику определения статических и усталостных характеристик по критерию овализации отверстия для соединений из ПКМ, позволяющая значительно повысить уровень получаемых допустимых контактных напряжений в конструкции.

**Теоретическая значимость** состоит в определении степени 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.

**Практическая значимость** работы подтверждается применением результатов представленной работы в ПАО «Корпорация «Иркут» для выпуска СТО по испытаниям в рамках проекта МС-21-300. Возможностью в дальнейшем использовать представленные рекомендации и методики испытаний для обеспечения прочности и ресурса разрабатываемой в Российской Федерации авиационной техники.

Результаты работы использовались автором при сертификации отечественной и зарубежной техники.

**Достоверность и научная обоснованность** проведенного диссертационного исследования 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. Сравнение полученных результатов автором с ранее полученными и опубликованными результатами.

**Полнота опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации**

Основные научные результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, опубликованы в 2 статьях в журналах, рекомендованных ВАК РФ, и в 6 научных публикациях в других изданиях, а также обсуждались на большом количестве конференций всероссийского и международного уровня.

**Автореферат и опубликованные работы полностью раскрывают содержание диссертационной работы.**

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 расчетов 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.

#### **Заключение по диссертационной работе**

Диссертационная работа Свиридова Андрея Александровича «Разработка методик определения расчетных характеристик материалов для обеспечения статической прочности и ресурса авиационной конструкции» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач расширения и совершенствования существующей отечественной нормативно-методической базы в части определения расчетных характеристик современных авиационных материалов. Получение свойств материалов в соответствии с переложенными методиками и рекомендациями позволяет повысить определяемые значения и уменьшить их разброс, что приводит к более высоким оценкам статической прочности и ресурса авиационных конструкций. Представленные автором оценки влияния различных типов сверления отверстий в элементах авиационной конструкции,



выполненной из полимерных композиционных материалов, могут быть использованы для выбора технологии и разработки соответствующей технологической инструкции.

Автореферат диссертации полностью отражает структуру диссертации, основное содержание исследования и его результаты.

Полученные результаты имеют существенное значение для развития технологий отечественного авиастроения, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Свиридов Андрей Александрович заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.07.03 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Старший преподаватель  
автономной некоммерческой  
образовательной  
организации высшего  
профессионального  
образования «Сколковский институт  
науки и технологий», кандидат  
физико-математических наук

Сергеичев Иван Валерьевич



04.04.2022г.

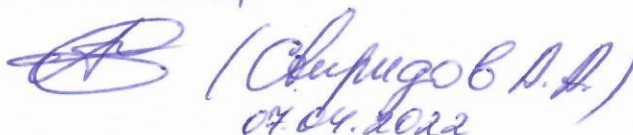
Подпись старшего преподавателя, к. физ.-мат. наук Сергеичева Ивана Валерьевича заверяю:

Руководитель отдела  
кадрового администрирования



Краткие данные организации: Автономная некоммерческая образовательная организация высшего профессионального образования «Сколковский институт науки и технологий», 121205, Московская область, город Москва, улица Большой бульвар, дом 30 строение 1, тел. +7 (495) 280 14 81, e-mail: [inbox@skoltech.ru](mailto:inbox@skoltech.ru).

С отзывом ознакомлен



(Свиридов А.А.)  
07.04.2022