

ОТЗЫВ

научного руководителя Бадрухина Юрия Ивановича
на диссертацию Тереховой Елены Сергеевны
«Рациональное проектирование панелей из слоистого композиционного
материала по условиям прочности и устойчивости», представленной на
соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.5.14 – «Прочность и тепловые режимы летательных
аппаратов»

В самолетостроении, наряду с проблемами безопасности и экологичности, актуальной является проблема минимума веса несущей конструкции, поскольку от него в первую очередь зависят тактико-технические и экономические параметры.

Одним из эффективных способов снижения веса в современном авиастроении считается использование полимерных композиционных материалов (ПКМ), которые обладают высокой удельной прочностью, высокими усталостными характеристиками и низким весом. Однако при использовании тонкостенных пластин и оболочек в качестве силовых элементов (например, крыльевые панели, обшивка фюзеляжа и т.п.) потеря несущей способности в результате потери устойчивости обычно наступает раньше, чем напряжения в материале достигнут предела прочности.

На критические нагрузки потери устойчивости, помимо жесткости материала, в большей степени влияют размеры исследуемых панелей, укладка армирующих слоев, если речь идет о слоистом композитном материале, количество и размеры подкрепляющих элементов. Изменение одного из указанных параметров приводит к изменению критической нагрузки как общей, так и местной форм потери устойчивости. В связи с этим подбор рациональных параметров конструкции одновременно по условиям прочности и устойчивости представляет собой сложную задачу, решение которой невозможно без применения современных средств вычислений и численных алгоритмов.

Таким образом, разработка экономичного и быстрого численно-аналитического алгоритма выбора рациональных параметров панели, таких как количество и высоты подкреплений, укладка слоев в панели и подкреплениях, обеспечивающих прочность и общую и местную устойчивость при заданной комбинации нагрузок, является актуальной задачей, решению которой и посвящена диссертация.

В процессе достижения поставленной цели в работе решены ряд научно-технических задач:

1. Для повышения экономичности алгоритма получены оригинальные аналитические решения для оценки прочности и устойчивости неподкрепленных и стрингерных панелей из слоистого композита при одновременном действии продольных, поперечных и сдвиговых нагрузок при граничных условиях свободного опирания и защемления. Решения верифицированы методом конечных элементов.

2. Разработана оригинальная программа для ЭВМ, реализующая численно-аналитический алгоритм выбора рациональных параметров неподкрепленных и стрингерных панелей из слоистого композиционного материала, нагруженных продольными, поперечными и сдвиговыми нагрузками. По результатам применения программа показала себя надежным инструментом рабочего проектирования наиболее употребляемых несущих

щих композитных панелей реальных конструкций. Программа передана в Российский фонд алгоритмов и программ.

3. Проведена экспериментальная валидация численных результатов расчетов, полученных с помощью алгоритма.

4. Получены имеющие самостоятельное значение результаты исследования влияния на вес и несущую способность методов изготовления слоистых пакетов и базовых направлений укладки слоев. Показано значительное влияние на вес и несущую способность панелей укладки слоев разных направлений по толщине слоистых пакетов.

Терехова Е. С. работает в ФАУ «СибНИА им. С.А. Чаплыгина» с 2012 года после окончания НГТУ, в последние годы в должности старшего научного сотрудника. В связи с должностными обязанностями осуществляет расчетное сопровождение по несущей способности многих разрабатываемых в СибНИА проектов демонстраторов летательных аппаратов и их агрегатов как металлических, так и композитных. Терехова Е. С. отличается широким диапазоном своих компетенций при обосновании несущей способности авиаконструкций: от расчетов нагрузок на агрегаты до численно-аналитического и экспериментального анализа напряженно-деформированного состояния и подбора оптимальных параметров, активно участвует в подготовке разрешающих заключений института на проекты конструкций, разрабатываемых в ОКБ отрасли. Разработанное Тереховой Е. С. матобеспечение является её рабочим инструментом, дающим путевку в жизнь реально функционирующим полномасштабным изделиям.

Диссертация является результатом курса обучения в аспирантуре ФАУ «СибНИА им. С.А. Чаплыгина». Основные результаты диссертации изложены в 12 печатных работах, из них четыре — в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и одно свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Считаю, что диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор Терехова Е.С. заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.14 — «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Научный руководитель:

кандидат технических наук,

старший научный сотрудник

главный научный сотрудник

НИО 2 ФАУ «СибНИА им. С.А. Чаплыгина»

почетный авиастроитель РФ

Бадрухин Юрий Иванович

30.01.2025

Подпись главного научного сот
Инженер 2 категории отд

заверяю.
Соседова