

В диссертационный совет 24.2.327.09
на базе ФГБОУ ВО «Московский
авиационный институт (национальный
исследовательский университет)»
(125993, г. Москва, Волоколамское
шоссе, д. 4)

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

д.т.н. Сухомлинова Льва Георгиевича
на диссертационную работу

Волкова Антона Николаевича

на тему «Моделирование и расчет сложных трехслойных конструкций с
дискретным заполнителем», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.5.14. – «Прочность и
тепловые режимы летательных аппаратов»

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Волкова Антона Николаевича посвящена моделированию и прочностному расчету трехслойных конструкций с дискретным заполнителем. Направленность работы связана с тем, что путём использования легких заполнителей различной структуры можно добиться высокой весовой эффективности летательного аппарата с одновременным повышением жесткости и прочности конструкции, а также с уменьшением количества деталей в конструкции. Применение такого типа заполнителя позволяет эффективно использовать межслоевое пространство с различными целями, например, для транспортировки жидкости или газа. Дискретная структура заполнителя кроме того позволяет наиболее оптимально формировать жесткостные параметры элементов конструкции, что является важной задачей при создании летательного аппарата. В связи с этим, диссертация А. Н. Волкова представляется выполненной на актуальную и важную в теоретическом и прикладном отношении тему.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«29» 11 2023

Цель работы

Разработка математических моделей для решения задач определения напряженно-деформированного состояния трехслойных конструкций с конусообразным дискретным заполнителем.

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие основные задачи:

- предложен метод определения приведенных упругих свойств конусообразного дискретного заполнителя;

- предложены способы аналитического расчета трехслойной панели с конусообразным дискретным заполнителем;

- предложены способы определения допустимых геометрических параметров заполнителя;

- выполнены экспериментальные и теоретические исследования трехслойных конструкций с дискретным конусообразным заполнителем.

Новизна исследования и полученных результатов

Предложены методы определения напряженно-деформированного состояния при изгибе трехслойных пластин с конусообразным дискретным заполнителем.

Предложены методы определения приведенных или эквивалентных упругих и геометрических параметров трехслойной конструкции с дискретным заполнителем.

Получено аналитическое выражение для функции цилиндрической жесткости конусообразного дискретного заполнителя.

Определены граничные геометрические параметры типовой ячейки трехслойной конструкции с дискретным конусообразным заполнителем.

Установлены особенности и предложены методы расчета местной потери устойчивости несущих слоев в трехслойной конструкции с дискретным заполнителем.

Практическая значимость полученных результатов

Практическая значимость исследований заключается: в разработке методов проведения численных и аналитических расчетов напряженно-деформированного состояния трехслойных конструкций с дискретным заполнителем в рамках подходов, основанных на гомогенизации структуры

заполнителя; в разработке метода расчета местной потери устойчивости несущих слоев конструкции с учетом дискретной структуры заполнителя; в выполненном исследовании по влиянию на напряженно-деформированное состояние изменения параметров заполнителя при изготовлении конструкции.

Содержание работы, соответствие паспорту специальности

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы из 107 наименований и приложений с результатами испытаний. Работа изложена на 132 страницах, включая 81 рисунок и 28 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, проанализирована степень разработанности темы исследования, указаны цель и задачи работы, определены объекты и предмет исследования. Также приведены положения, определяющие научную новизну, практическую значимость диссертации и основные положения, выносимые на защиту.

В Главе 1 представлен обзор современных проблем по обеспечению прочности трехслойных конструкций с легкими заполнителями, рассмотрены существующие методы определения эквивалентных свойств заполнителей различной формы, представлены общие сведения о трехслойных конструкциях с заполнителем.

Глава 2 посвящена методам прочностного расчёта трехслойных панелей с учетом особенностей напряженно деформированного состояния, характерного для конструкций, содержащих конусообразный дискретный заполнитель. Представлены результаты исследований влияния формы типовой ячейки на деформированное состояние несущих слоев и два метода аналитического расчета НДС трехслойных панелей с учетом гомогенизации структуры заполнителя. Выявлены особенности расчета трехслойных панелей, содержащих конусообразный заполнитель на местную потерю устойчивости несущих слоев.

В главе 3 представлено несколько различных способов определения эквивалентных параметров трехслойной панели: в первом случае трехслойная панель заменяется однослойной с эквивалентной толщиной, определяемой, исходя из характеристик типового элемента панели; во втором случае вычисляются эквивалентные толщины и упругие параметры материала путем проведения серии численных расчетов с использованием метода конечных элементов; последний подход заключается в вычислении эквивалентных упругих характеристик конусообразного дискретного

заполнителя с учетом его структуры и материала изготовления. Представлены результаты исследования вклада заполнителя в общую цилиндрическую жесткость конструкции и проведено сравнение методов расчета напряженно-деформированного состояния трехслойных пластин.

В главе 4 представлены результаты экспериментов по определению прогибов трехслойных панелей с конусообразным дискретным заполнителем. В постановке эксперимента рассматривалась шарнирно закрепленная панель, нагруженная сосредоточенной нагрузкой в центре. Приведено подробное описание процесса изготовления образцов и оснастки для проведения испытаний. Результаты испытаний и их сравнение с расчетными величинами позволяют подтвердить способ определения эквивалентного модуля сдвига заполнителя и корректность предложенных решений. Путем проведения дополнительной серии экспериментальных исследований подтвержден способ определения эквивалентного модуля Юнга дискретного заполнителя.

В Заключение сформулированы и изложены основные результаты и выводы по данному диссертационному исследованию.

Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 2.5.14 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Автореферат соответствует содержанию диссертации по необходимым квалификационным признакам: цели, задачам, новизне, актуальности, достоверности, научной и практической значимости, правильности отражения содержания диссертации.

Основные положения диссертации отражены в 12 печатных работах, 5 из которых в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, а 2 статьи – в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus. Кроме того, по материалам международных конференций опубликовано 3 тезиса докладов и получено 2 патента на изобретения.

Достоверность научных результатов

Достоверность полученных в диссертации результатов определяется сопоставлением экспериментальных данных с известными аналитическими и численными решениями принятых к рассмотрению задач для трехслойных панелей с лёгким заполнителем.

Рекомендации по использованию результатов и выводов

Результаты диссертационной работы предлагается использовать в научно-исследовательских работах по созданию многослойных конструкций с перспективными видами заполнителей, а также материалах специальных курсов лекций для студентов старших курсов и аспирантов авиационных ВУЗов.

Замечания по диссертационной работе

1. В тексте диссертации имеется ряд описок и опечаток (например, на стр. 14,17,31,71,121 и др., в ссылке на публикацию №62), на что было указано автору.
2. Следовало бы в тексте диссертации дать более подробное описание конечно-элементных моделей, используемых для подтверждения получаемых расчетных значений.
3. В экспериментальных исследованиях получено расхождение результатов до 23% по сравнению с расчетными величинами максимальных прогибов трехслойной панели с шарнирным опиранием, но в сопутствующем тексте не приводятся пояснения возможных причин получаемых отклонений.
4. В диссертации подробно не рассмотрено соединение конусообразного заполнителя и несущих слоев. Желательно провести дополнительные исследования, что позволило бы дополнить практическую значимость работы.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и могут быть учтены автором при проведении дальнейших исследований. Диссертационная работа Волкова А.В. по содержанию и полноте изложенных результатов соответствует паспорту специальности 2.5.14 – Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов.

Заключение

Диссертация Волкова Антона Николаевича выполнена на актуальную тему и является законченной научно-квалификационной работой.

Автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертации. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 – п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в редакциях от 21.04.2016 №335 и 12.10.2018 №1168). А.В. Волков заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.14 – Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов.

Официальный оппонент
доктор технических наук (по специальности
01.02.04 – Механика деформируемого
твёрдого тела), профессор, главный научный
сотрудник Комплекса прочности АО
«Центральный научно-исследовательский
институт машиностроения»

« 24 » 11 2023 года



Сухомлинов Лев Георгиевич

Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения»

141074, Московская область, г. Королёв, ул. Пионерская, д.4

Тел.:(495) 513-55-49, e-mail: FilatovaNV@tsniimash.ru.

Подпись и должность Сухомлинова Льва Георгиевича заверяю:

Главный ученый секретарь



Клюшников В.Ю.

М.П.

Сотзубаи ознакомили

29.11.23



Баев А.Н.