

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Чан Куэт Тханг «Теоретическое и экспериментальное исследование демпфирующих характеристик слоистых металлополимерных композиционных материалов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Актуальность.

История развития авиационной техники свидетельствует о постоянном стремлении снизить вес летательных аппаратов. Авиационная промышленность активно работает над уменьшением весовых характеристик при сохранении требуемой прочности, что ставит перед собой задачу создания новых перспективных материалов. Одним из таких материалов является алюмостеклопластик, так же известный как GLARE (Glass laminate aluminium reinforced epoxy). Данный материал представляет собой композит, состоящий из чередующихся слоев алюминиевого сплава и стеклопластика. Алюмостеклопластик обладает рядом преимуществ, среди них можно выделить повышенную удельную прочность, высокие статические свойства, огнестойкость, коррозионная стойкость, а также легкость изготовления и ремонта. Эти характеристики делают его отличным материалом для использования в авиации. Однако до сих пор остается актуальной задача исследования демпфирующих свойств металлополимерных композитных материалов подобного типа для силовых элементов летательных аппаратов, работающих в условиях динамического нагружения (колебаний и вибраций).

В настоящей работе предложены новые методы экспериментального определения динамических свойств алюмостеклопластика, а также методы аналитического и численного решения задач идентификации динамических характеристик указанного материала, что несомненно является актуальной задачей при создании конструкций перспективных летательных аппаратов.

Научная новизна работы.

1. Разработан инновационный метод экспериментально-теоретической идентификации динамических свойств алюмокомпозитов. Он базируется на анализе параметров свободных затухающих колебаний образцов, закрепленных на консолях, и решении обратной задачи механики слоистых балок для определения комплексной частоты и коэффициента потерь материала.

2. Исследовано воздействие амплитуд деформаций на демпфирующие характеристики образцов. Определены характеристические значения коэффициентов потерь в продольном и поперечном направлениях в монослоях композитов в составе однородных и металлокомпозитных структур.

3. Проведен анализ точности различных подходов к решению обратных задач идентификации диссипативных свойств композитов. Этот анализ включает использование статических упругих свойств монослоев или их динамических характеристик с последовательным и одновременным определением коэффициентов потерь. Исследовано влияние межслойного сдвига и краевого эффекта в заделке и других факторов на динамические свойства слоистых композитов с разными схемами армирования.

Задачи исследования следующие:

- определение механических характеристик образцов сплава Al-Li, композитов и алюмокомпозитов при испытаниях на одноосное растяжение. Обработка результатов статических испытаний для определения механических свойств материалов;

- исследование динамических свойств образцов сплава Al-Li, композитов и алюмокомпозитов при частоте 20 - 60 Гц, построение амплитудно-частотных характеристик и определение коэффициентов потерь;

- определение упругих свойств монослоя на основе известных значений динамических характеристик образцов композитов с разными схемами армирования и на основе решения обратных задач в рамках различных моделей слоистых композитов (классическая модель балки, модель с учетом податливости на сдвиг);

- исследование влияния межслойного сдвига и краевого эффекта в заделке и других факторов на динамические свойства слоистых композитов с разными схемами армирования.

Краткий анализ содержания работы.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы. Общий объем работы составляет 138 страниц, включая 62 рисунка и 73 таблицы. Список литературы содержит 97 источников.

Во введении отмечается актуальность темы диссертационной работы, представлена научная новизна, формируются цели, объект, предмет и задачи исследования, обсуждается практическая ценность полученных результатов, проводится список работ автора по теме исследования, а также перечень конференций, на которых докладывались и обсуждались результаты данной работы.

Первая глава посвящена обзору работ по теме научного исследования, в ней представлена история развития металлополимерных композиционных материалов, а также дана оценка степени разработанности темы исследования.

Вторая глава дает описание исследуемых материалов, оборудования и методов проведения статических и динамических экспериментальных исследований.

В третьей главе приводятся результаты экспериментальных исследований. Глава условно разделена на два раздела: в разделе 3.1 представлены результаты квазистатических испытаний на растяжение исследуемых образцов; в разделе 3.2 представлены результаты динамических испытаний образцов и способ их обработки. Расчет первой собственной частоты балки производился с использованием АЧХ и метода преобразования Фурье, а коэффициент потерь определялся по ширине пика на АЧХ, обработка результатов производилась с использованием Wolfram Mathematica. В главе также представлен расчет максимальной деформации исследуемых образцов при динамических испытаниях. Дан сравнительный анализ полученных результатов.

В четвертой главе проведена идентификация статических и динамических свойств монослоя, используя известные значения динамических характеристик образцов композитов с разными схемами армирования. Для этого использовались теория многослойных балок и метод комплексных модулей. Исследовано влияния межслойного сдвига на динамические свойства балки из алюмокомпозитов.

В пятой главе выполнено трехмерное численное моделирование динамических характеристик образцов композита с учетом концентрации напряжений в зоне закрепления с применением программного комплекса COMSOL Multiphysics. Представлен расчет собственной частоты, коэффициента потерь балки, а также оценка воздействия обжатия в захватах на динамические свойства затухающих колебаний балки из композита с различными схемами армирования.

В заключении диссертации подробно перечислены основные результаты, полученные в ходе проведенного исследования.

Публикации по теме диссертации.

По теме диссертации опубликовано 9 работ в научных журналах, в том числе 2 научные статьи в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК РФ и 7 научных статей в научных журналах, входящих в МСЦ. Апробация результатов диссертационной работы проводилась на различных международных симпозиумах и научно-практических конференциях.

Достоверность и обоснованность полученных результатов и выводов подтверждается использованием строгих и апробированных методов теории упругости, теории многослойных балок, а также механики композиционных материалов. Экспериментальные исследования проводились с использованием современного и широко известного оборудования, в соответствии с существующими стандартами проведения испытаний. Конечно-элементный расчет проводился при помощи известного программного комплекса мультифизического моделирования COMSOL Multiphysics. При конечно-

элементном анализе также был проведен подбор параметров сетки для оценки сходимости результатов расчета.

Замечания по диссертации и автореферату.

1. Необходимо пояснить из каких условий определялись выбранные диапазоны амплитуды вибраций, для которых определялись коэффициенты демпфирования?

2. Полученные оценки для зависимости коэффициентов демпфирования от амплитуды вибраций являются качественными, так как в испытываемых образцах реализуется неоднородное напряженное состояние с максимальной концентрацией вблизи заделки. В диссертационной работе желательно было бы предложить вариант испытаний, обеспечивающий точное определение этой зависимости в условиях однородных деформаций?

3. В диссертации присутствует незначительное количество орфографических опечаток.

4. В автореферате, стр. 22, диаграммы плохо различимы.

Автореферат соответствует тексту диссертационной работы.

Сделанные замечания не снижают общую положительную оценку работы, а также теоретическую и практическую значимость полученных результатов.

Заключение.

Представленная работа Чан Куэт Тханг «Теоретическое и экспериментальное исследование демпфирующих характеристик слоистых металлополимерных композиционных материалов» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне и посвященной актуальной проблеме в области динамики машин. Полученные в работе результаты являются новыми, представляют как научный, так и практический интерес. Основное содержание работы соответствует паспорту специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин, в частности, в пунктах 3, 11, 15.

Результаты диссертационной работы, докладывались на 7 научно-технических конференциях, опубликованы в 9 научных работах в

рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК РФ и в изданиях из международной системы цитирования Scopus.

Считаю, что диссертационная работа Чан Куэт Тханг **соответствует** критериям и требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями и дополнениями), а ее автор Чан Куэт Тханг, **заслуживает** присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
«Машиноведения и инженерной графики»
Казанского национального
исследовательского технического
университета им. А.Н. Туполева-КАИ.

Митряйкин В.И

«23» апреля 2024г.

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Адрес места работы: 420111, г. Казань, ул. Карла Маркса, д.10.

Телефон+7 (843) 231 00 89

E-mail: vmitryaykin@bk.ru

Научная специальность, по которой защищена диссертация: 05.07.03 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Ученое звание профессора по кафедре «Машиноведения и инженерной графики».

Подпись профессора, доктора технических наук Митряйкина Виктора Ивановича удостоверяю:

должность уполномоченного лица

подпись

И.О. Фамилия

Подпись Митряйкина В.И.
заверяю. Начальник управления
делопроизводства и контроля



С отзывом ознакомлен

Гурьев
27.04.2024