

ОТЗЫВ

официального оппонента Смердова Андрея Анатольевича

на диссертацию

Нгуен Дак Куанга

на тему «Влияние термоциклических нагрузок на механические характеристики материала композитных панелей»

по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела
на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Актуальность избранной темы

Актуальность темы диссертации определяется важностью задачи описания деградации свойств композиционных материалов при циклическом воздействии на них перепадов температур. Решение этой задачи необходимо, в частности, для создания современных и перспективных космических аппаратов различного назначения, а также иных летательных аппаратов. При движении по своим траекториям такие аппараты подвергаются многократному воздействию значительных перепадов температуры, что влияет на характеристики композитных элементов конструкции аппаратов, таких, как крупногабаритные антенны, платформы и панели для размещения высокоточной аппаратуры, тубусы космических телескопов и фотоаппаратов. Во всех указанных случаях необходима высокая размеростабильность конструкции, обеспечить которую можно только при корректном учете влияния изменения характеристик композитов. Кроме того, расчет процесса накопления повреждений в многослойном композите при циклическом воздействии необходим для определения ресурса многих несущих конструкций авиационной и ракетной техники.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в

диссертации, вполне обоснованны и вытекают из теоретических и экспериментальных результатов, полученных автором и другими исследователями.

Достоверность полученных результатов

Достоверность результатов обеспечивается использованием апробированных математических методов и сопоставлением полученных данных с экспериментальными результатами, как приведенными в диссертации, так и известными из других источников.

Новизна полученных результатов

Новизна полученных результатов обеспечивается следующими положениями:

– разработкой методики моделирования процессов деградации механических свойств с учетом циклического воздействия температуры;

– теоретическими исследованиями влияния воздействия температуры на многослойную композитную панель, проведенными с использованием разработанной градиентной модели;

– экспериментальными исследованиями влияния термоциклирования на механические характеристики образцов полимерных композитов и сравнением результатов испытаний с результатами моделирования.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая значимость результатов диссертации определяется, прежде всего, разработанной автором моделью деградации механических характеристик слоистого композита при циклическом нагружении. С использованием этой модели проведено исследование влияния циклических нагрузок на изменение значений механических характеристик композиционного материала.

Практическая значимость результатов обеспечивается возможностью их использования для проведения проектных расчетов композитных конструкций авиакосмической техники.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Цель диссертационной работы заключалась в исследовании влияния циклического воздействия температуры на характер накопления дефектов и изменение величин механических характеристик материала. В ходе достижения цели исследования автором предполагалось решить ряд задач:

– построение градиентной модели термоупругости многослойной композитной панели;

– построение моделей деградации механических характеристик слоев многослойных композиционных материалов при циклическом нагружении с учетом воздействия температуры;

– экспериментальное определение изменения величин механических характеристик при термоциклировании и сравнение полученных опытных данных с теоретическими результатами для проверки адекватности разработанного метода.

Для уточненного анализа напряжений многослойных композитных панелей автором использована неклассическая модель механики композитных материалов – так называемая градиентная модель, особенностью которой является определение напряжений с учетом повышенных порядков производных от перемещений, что позволяет учитывать локальные эффекты в распределении напряжений и деформаций в области границ сред. На основе этой модели решена задача термоупругости для многослойной среды с изотропными слоями, а также для многослойной композитной панели с прослойками с учетом перепада температуры по толщине.

Далее рассмотрена задача циклического воздействия нагрузки на многослойный материал. Вводится микромеханическая модель накопления повреждений, учитывающая одновременно два процесса, являющиеся причиной приращения микромеханической поврежденности: процесс зарождения новых дефектов и процесс роста имеющихся микродефектов. Для их описания вводятся специальные параметры, которые в соответствии

с составленным автором алгоритмом могут быть идентифицированы по результатам экспериментов. В диссертации приводятся несколько примеров таких расчетов. В частности, проведено сравнение падения механических характеристик многослойных материалов с различными схемами армирования при силовом воздействии без учета и с учетом воздействия температуры. При этом установлено, что воздействие температуры оказывает существенное влияние на процесс деградации механических свойств слоистых композитов.

Заключительная глава диссертации посвящена экспериментальным исследованиям деградации механических свойств образцов углепластика при термоциклировании в диапазоне от $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Показано, что при небольшом числе циклов их влияние на снижение характеристик достаточно велико, а с увеличением количества циклов более сорока – падает.

Диссертация в целом представляет собой вполне законченную работу, в которой описание проведенных исследований заканчивается следующими из них выводами.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Основное достоинство работы заключается в последовательном применении разработанных моделей к практическим задачам описания изменения характеристик многослойных композитов. При этом автор показывает уверенное владение достаточно сложным математическим аппаратом. Для верификации теоретических моделей использованы экспериментальные результаты.

В качестве недостатков работы следует отметить:

– в диссертации не пояснен физический смысл введенного неклассического градиентного параметра C с размерностью $\text{ГПа}/\text{мм}^2$; неясно, из каких соображений выбирать этот параметр для реальных многослойных композитов;

– неясно также, каким образом для реальных композитных панелей

могут быть определены характеристики прослоек (в многослойных полимерных композитах прослойки постоянной толщины отсутствуют);

– текст диссертации не свободен от стилистических и грамматических ошибок.

Отмеченные недостатки не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ.– 2012

Структура и оформление диссертации и автореферата полностью соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней по пунктам 10, 11 и 14

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. В ней приводятся рекомендации по использованию научных выводов. Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

При использовании результатов, полученных другими авторами, имеются необходимые ссылки.

Таким образом, диссертация соответствует критериям, установленным пунктами 10, 11 и 14 Положения о присуждении ученых степеней.

В заключение следует констатировать, что диссертация Нгуен Дак Куанга на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи определения механических характеристик материала композитных панелей при термоциклических нагрузках, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, а именно механики деформируемого твердого тела, что соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Официальный оппонент

Смердов Андрей Анатольевич

Доктор технических наук

Почтовый адрес: 141070, Московская область, г. Королев, пр-т Королева, д.6, кв. 126.

Телефон: (+7)-916-160-29-16

Адрес электронной почты: asmerdov@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский Государственный

Технический Университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ имени Н.Э. Баумана)

Научно-учебный комплекс «Специальное машиностроение»

Профессор кафедры «Космические аппараты и ракеты-носители»


А.А. Смердов

Подпись А.А. Смердова заверяю:

Руководитель НУК СМ

МГТУ им. Н.Э. Баумана


В.Т. Калугин



27.02.15г.