

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Физическая мезомеханика.
Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина

в рамках
**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТОВ ПРИ НАНЕСЕНИИ УДАРНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ФИКСИРОВАННОЙ ЭНЕРГИИ

¹Красновойкин В.А., ¹Дружинин Н.В., ^{1,2}Дерусова Д.А., ²Шпильной В.Ю.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*

²*НИ Томский политехнический университет, Томск*

В ракетно-космической и авиастроительной отрасли широко используются композиционные материалы с заданными свойствами. Они позволяют повысить надежность и эффективность изделий за счет своих высоких удельных прочностных характеристик. Кроме этого, изделия из композитов должны обладать заданными динамическими характеристиками (собственные формы и частоты, коэффициенты демпфирования) и не менять их в определенных пределах в случае повреждения. В свою очередь, характеристики зависят от таких факторов как внутренняя структура и конфигурация материалов, частота и амплитуда прикладываемых динамических нагрузок. Степень устойчивости композита к ударным повреждениям определяется конфигурацией его внутренней структуры и коэффициентом армирования. В связи с этим, для максимизации эффективности авиационной и ракетно-космической техники, помимо прочностных характеристик необходимо знать поведение материала при приложении динамических нагрузок в неповрежденном и поврежденном состоянии, а так же оптимальную конфигурацию внутренней структуры, обеспечивающую наибольшую стойкость к повреждениям.

Для проведения исследований динамических характеристик композиты с различной конфигурацией структуры подвергались периодическому нестационарному воздействию с использованием сонотрода (подавался широкополосный сигнал вида sweep с частотой 50 Гц и модуляцией частоты в диапазоне от 100 Гц до 20 кГц, сгенерированный на генераторе специальных сигналов типа «Актаком AWG-4163»). При этом образцы подвергались такому воздействию как в исходном состоянии поставки, так и после внесения ударных повреждений с энергией от 5 до 25 Дж. Методом сканирующей лазерной доплеровской виброметрии (использовался виброметр Polytec PSV-500-3D-HV) исследовались параметры колебаний на первых трех собственных частотах как на наиболее энергоемких. В зависимости от конфигурации внутренней структуры композита меняются собственные частоты, коэффициент демпфирования и чувствительность материала к повреждениям. Синхронно с подводом импульсов возбуждения, проводилось поверхностное сканирование образцов композита виброметром. По результатам сканирования в программном обеспечении виброметра были построены картины распределения амплитуд виброскоростей на поверхности исследуемых объектов для каждой отдельной частоты и всего спектра сканирования. Установлены частоты собственных форм кручения, продольного и поперечного изгиба, определены их коэффициенты демпфирования при ударных повреждениях энергией 5-25 Дж. Установлено, что не зависимо от типа укладки, с увеличением энергии удара до 13-19 Дж наблюдается снижение коэффициента демпфирования для крутильной моды и моды поперечного изгиба, а в дальнейшем - его монотонный рост. Проведен модальный анализ композитов. На основе полученных данных построены зависимости коэффициентов демпфирования от энергии ударных повреждений для выбранных собственных форм и частот колебаний. Установлены значения энергии ударных повреждений, где происходят наибольшие изменения коэффициентов демпфирования. Установленные зависимости, а так же результаты модального анализа пригодны для выработки практических рекомендаций к проектированию компонентов аэрокосмической техники с учетом внутренней структуры.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, проект III.23.2.4. При финансовой поддержке РФФИ и Томской области в рамках научного проекта № 18-41-703002 установлены типы укладки слоев композита, наиболее устойчивых к ударным повреждениям.