

УПРУГОДЕМПФИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ ВЫСОКОЧАСТОТНОМ НАГРУЖЕНИИ

Постнов А.В.¹, Постнов В.И.², Вязкин В.Н.³

¹Ульяновский филиал ОАО «Туполев» - конструкторское бюро

²Ульяновский научно-технический центр филиал ФГУП «ВИАМ»

³Самарский государственный аэрокосмический университет

В работе представлены результаты исследований упругодемпфирующих свойств металлополимерных композиционных материалов типа АЛОР и СИАЛ. Модуль упругости в пределах $5,50 \cdot 10^{10} - 7,2 \cdot 10^{10}$ Па, коэффициент Пуассона 0,24 – 0,35, логарифмический декремент колебаний не превышает 5% и, как показали исследования, практически не зависят от уровня нагружения в исследуемом диапазоне относительных деформаций ($\epsilon = 50 \cdot 10^{-5} - 200 \cdot 10^{-5}$), а для сплава Д16 декремент колебаний не превышает 0,6%.

Важность применения композиционных материалов (КМ) в элементах конструкций летательных аппаратов связана с необходимостью улучшения их тактико-технических характеристик, таких как надежность, ресурс и т.п. Это объясняется тем, что ряд КМ таких, как например металлополимерные композиционные материалы (МПКМ) обладают более высокими по сравнению с традиционно применяющимися металлами удельными механическими свойствами и благодаря характеру восприятия разных типов нагружений, МПКМ позволяет снизить массу и при этом значительно увеличить ресурс конструкции. Например в обшивках подверженных виброакустическим нагрузкам, таких как обшивки в зоне монтажа силовой установки, или как на носке крыла. Мест, где так или иначе для обеспечения надежности в связи с условиями использования материалов, конструкторам приходилось увеличивать по массе, в каркасе самолета большое множество, и как минимум в 30% таких конструкций возможно применение МПКМ.

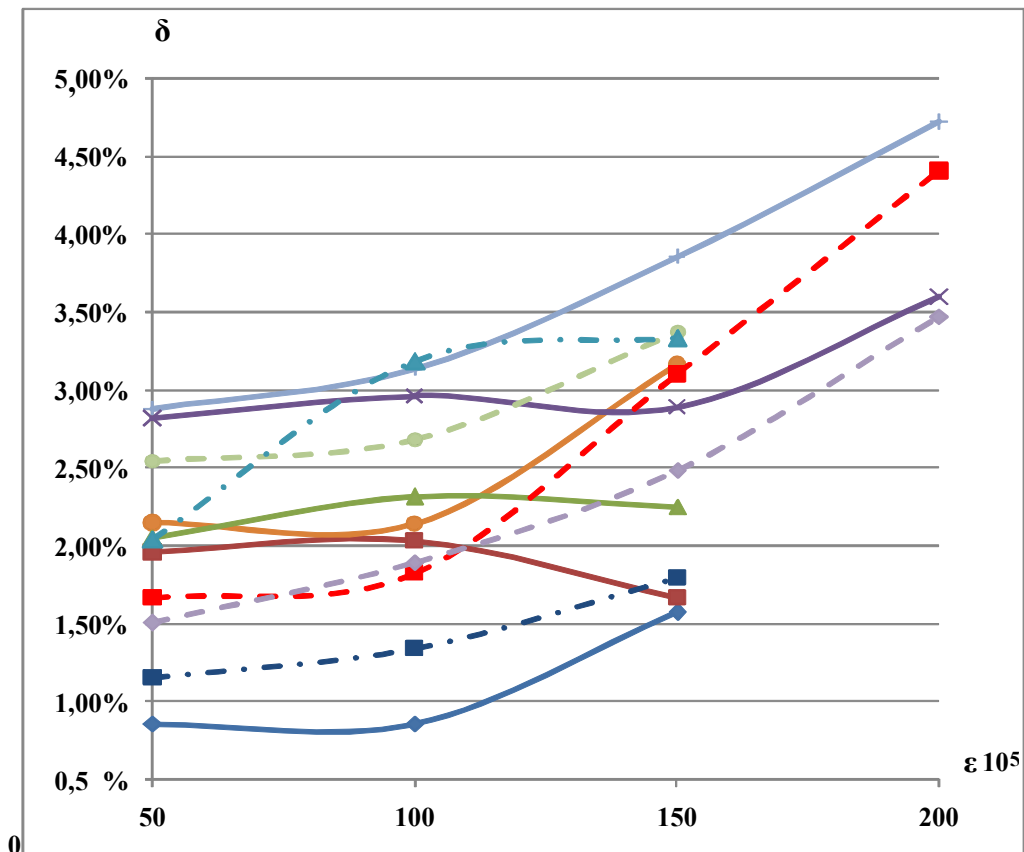
МПКМ, имеют большую выносливость, чем просто алюминиевые сплавы, благодаря свойству прекращать интенсивное развитие трещин в конструкции с помощью слоев полимерных композиционных материалов, зародившихся из-за динамического нагружения. Но применение новых материа-

лов требует, в частности, знания их физико-механических характеристик (модуля упругости, демпфирующих свойств, выносливости), определение таких характеристик возможно путем испытаний образцов новых материалов, так как их практически нельзя получить при эксплуатации изделия в целом.

В качестве параметра, характеризующего рассеяние энергии в материале, принят логарифмический декремент колебаний δ , который определяется по ширине резонансной кривой при изгибных колебаниях стержня со свободными концами, подвешенного на струнах в узловых линиях. Результаты исследований упругодемпфирующих характеристик МПКМ представлен в виде графических зависимостей $\delta=f(\epsilon)$ (рис. 1).

В результате проведенных испытаний полученные модуль упругости и коэффициент Пуассона исследуемых образцов панелей МПКМ практически не зависят от уровня нагружения в исследуемом диапазоне относительных деформаций ($50 \cdot 10^{-5} - 200 \cdot 10^{-5}$) и близки к модулю упругости и коэффициенту Пуассона деформируемого алюминиевого сплава Д16, а демпфирующая способность слабо зависит от структуры МПКМ и не превышает 5%. Это объясняется тем, что композитный материал находится вблизи нейтрального слоя и при изгибных колебаниях образцов практически не участвует в рассеянии энергии. В тоже время логарифмический декремент колебаний сплава Д16 не превышает 0,6%.

Также установлено, что среднее число нагружений консольно закрепленных элементов фюзеляжа на вибростенде до начала его усталостного разрушения (падение резонансной частоты на 3%) при максимальных напряжениях $\sigma_{\max}=100$ МПа составляют: АЛОР-2/1 – 641000 циклов, Сиал 3-3/2 – 524447 циклов, Д16чАТ – 410500 циклов.



- 1. СИАЛ-1-2/1-1,25мм (α=0°)
- 2. СИАЛ-3-2/1-1,25мм (α=0°)
- 3. АЛОП-2/1-1,5мм (α=0°)
- 4. АЛОП-2/1-1,5мм (α=45°)
- 5. СИАЛ-1-3/2-1,4мм (α=0°)
- 6. СИАЛ-1-3/2-1,4мм (α=90°)
- 7. АЛОП-2/1-1,8мм (α=0°, предварительное растяжение - 0,6%)
- 8. АЛОП-2/1-1,25мм (α=90°, предварительное растяжение - 3%)
- 9. АЛОП-2/1-1,5мм (α=45°, предварительное растяжение - 8%)
- 10. СИАЛ-3-2/1-1,25мм (α=0°, термовлажностное воздействие - 12 суток)
- 11. АЛОП-2/1-1,5мм (α=0°, термовлажностное воздействие - 12 суток)

Рис. 1. Зависимость логарифмического декремента колебаний от амплитуды относительной деформации МПКМ разной структуры (δ – логарифмический декремент колебаний, ε – амплитуда относительной деформации, α – схема вырезки образца)

Таким образом, элементы из СИАЛ и Алоп обладают большей выносливостью, чем из Д16чАТ, что было подтверждено лет-

ной эксплуатацией этих материалов в качестве стопперов трещин на самолете Ан-124-100.