

УДК 539.3:534.1

Деркач О. Л., канд. техн. наук

Кобзар В. Л., аспірант

Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України, м. Київ,

[derkach@ipp.kiev.ua](mailto:derkach@ipp.kiev.ua)

## ЗАСТОСУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗСІЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ВІБРОДІАГНОСТИКИ ПОШКОДЖЕНЬ У ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛАХ

Полімерні композитні матеріали широко застосовуються як конструкційні елементи в авіаційній техніці, а також в деталях перспективних авіаційних двигунів, що є пріоритетним напрямом підвищення їх техніко-економічних показників. Однак, при їх експлуатації можуть виникати пошкодження, найбільш типовими з яких є розшарування та поперечне розтріскування матриці. Пошкодження від низькоенергетичних ударів суттєво погіршують здатність конструктивних елементів, виготовлених з багатошарових полімерних композитних матеріалів, витримувати статичні та вібраційні навантаження. Внутрішні пошкодження такого типу важко виявити за допомогою візуального огляду. Тому для забезпечення надійності та безпеки функціонування технічних об'єктів необхідно мати засоби діагностики пошкоджень.

Вібраційна діагностика є відносно простим методом, який базується на аналізі зміни модальних характеристик конструктивних елементів. Однак, дослідження показують, що зміна власних частот коливань композитних конструктивних елементів при наявності локальних пошкоджень цього типу є недостатньою для реєстрації у реальних умовах експлуатації. Більш чутливими, але водночас й більш складними у технічній реалізації, є методи, що ґрунтуються на аналізі нелінійних коливань. Крім того, поява локальних неоднорідностей у багатошарових композитах призводить до підвищення рівня внутрішнього тертя в околі пошкодження, що може слугувати вібродіагностичним ознакою структурної цілісності. Однак, характеристики розсіювання енергії мають менш стабільні значення, і дані, наведені в літературі, часто суперечать одне одному.

Метою представленої роботи є експериментальне дослідження ефективності застосування характеристик розсіювання енергії та їх похідних для вивчення впливу локальних пошкоджень від низькоенергетичних (до 20 Дж) ударів на зразки з багатошарового вуглепластику плетеної структури. В основі експериментальних методів дослідження лежить концепція амплітудно-залежного розсіювання енергії коливань у матеріалі. Дослідження дисипативних властивостей матеріалів здійснено на призматичних зразках за умови їх чистого згину, що дозволяє забезпечити рівномірний напружений стан вздовж робочої частини зразка [1].

За результатами проведених досліджень встановлено закономірності впливу енергії удару на рівень розсіювання енергії коливань у зразках матеріалу та його залежність від амплітуд відносної циклічної деформації в діапазоні  $10^{-4} \dots 10^{-3}$ . Показано, що для пошкоджених зразків залежність логарифмічного декременту коливань від амплітуди циклічної деформації має локальний максимум при малих значеннях. Однак відносно великий приріст рівня розсіювання енергії та зазначений характер його залежності від амплітуди спостерігається для пошкоджених зразків з критичним значенням енергії удару.

### Список посилань

1. Богініч О.Є. Вплив низької і підвищеної температури на дисипативні властивості тканих вуглепластиків [Текст] / О.Є. Богініч, О.Л. Деркач, В.Л. Кобзар // Проблеми міцності. – 2023. – Т. 55, №1. – С. 71–84.