

ЛАЗЕРНО-ИНТЕРФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Кесарійський О.Г., к.т.н.

e-mail: algeo57k@gmail.com

ООО Лаборатория комплексных технологий

Постол Ю. О., к.т.н.

e-mail: yuliapostol111@ gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Постановка проблеми. Композиційні матеріали знайшли широке застосування в енергетичному машинобудуванні. Використовуються вони не тільки в конструкціях, що сприймають статичні навантаження як, наприклад, газгольдери, а і у динамічно навантажених агрегатах, наприклад, лопатевих роторах вітроенергетичних установок. В процесі роботи таких установок, на лопаті із композиційних матеріалів, діють знакозмінні та імпульсні навантаження. Під впливом таких навантажень навіть незначні пошкодження деталей можуть стрімко розвиватися і призводити до раптового руйнування конструкції. Очевидно, що для попередження аварійних ситуацій потрібно проводити контроль технічного стану деталей та вузлів [1,2].

Основні матеріали досліджень. Композиційні матеріали характеризуються високими питомими фізико-механічними характеристиками, хорошою стійкістю до дії агресивних середовищ, можливістю цілеспрямованого управління структурою матеріалу на стадії виготовлення деталей з урахуванням робочих навантажень на конструкцію. Проте діагностика напружено-деформованого стану деталей з таких матеріалів надзвичайно ускладнена. Це пояснюється тим, що традиційні засоби визначення напружено-деформованого стану, наприклад, за допомогою методів електротензометрії погано пристосовані для таких вимірювань, оскільки структура більшості композиційних матеріалів не дозволяє забезпечити рівномірний механічний зв'язок тензодатчиків з контрольованою поверхнею. Окрім того, вимірювання в поодиноких точках конструкції, наприклад, лопаті турбіни, не дозволяє визначити загальний стан деталі та появу дефектних зон. Для вирішення таких проблем потрібно використовувати більш інформативні методи вимірювання, що дозволяють реєструвати ПОЛЯ переміщень або деформацій. Застосування лазерно-інтерференційних методів визначення напружено-деформованого стану дозволяє суттєво підвищити інформативність контролю таких деталей.

Суть лазерно-інтерференційного контролю, наприклад, із застосуванням методів голографічної інтерферометрії, полягає у тому, що реєструють голограму початкового стану контрольованої деталі, після чого деталь піддають дії тестового навантаження, а потім повторно реєструють голограму деталі. Отримане зображення являє собою фотографію об'єкту контролю, вкритого системою інтерференційних смуг, що мають однозначний зв'язок із полем деформування деталі під дією тестового навантаження. Чутливість такого методу надзвичайно висока і дозволяє реєструвати формозміну контрольованої поверхні у 0.1 мікрона. Таким чином можна не тільки виявити істотні дефекти деталей із композиційних матеріалів, а і зареєструвати деформаційні аномалії, що можуть бути зародками дефектів та сепарувати їх за критерієм допустимості для подальшої експлуатації конструкції.

На рис.1а показано дослідження фрагменту аеродинамічного профілю, виконаного з композиційного матеріалу. Мета експерименту полягала у виявленні впливу локального дефекта (поз.1) на формування напружено-деформованого стану деталі. У якості тестуючого навантаження використовувався перепад розподіленого тиску на поверхню зразка.

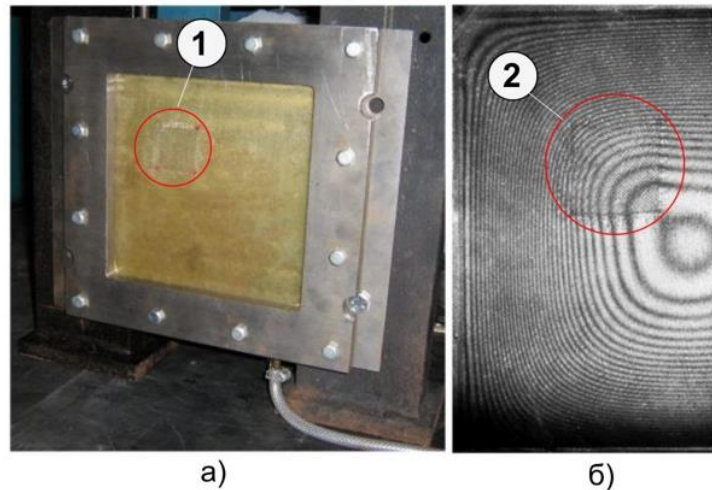


Рис.1. Дослідження фрагмента аеродинамічного профілю.

а - об'єкт контролю, поз.1 - дефект поверхні. б - інтерферограма, отримана при тестуванні, поз.2 - зона дефекту.

Проведені дослідження показали, що дефект ушкодження одного з 7 шарів композиційного матеріалу впевнено виявляється при тестуючому перепаді тиску у 5 мм водяного стовпа. На рис.2. показано поле переміщень поверхні композиту у напрямку нормалі до поверхні композитної деталі, що отримано за результатами досліджень.

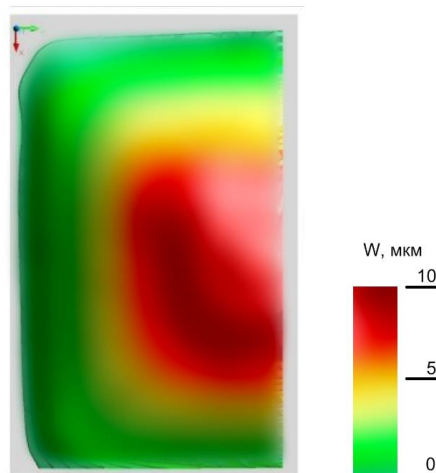


Рис.2. Поле переміщень за інтерферограмою рис.1б.

Висновки. Лазерно-інтерференційна технологія діагностики композиційних матеріалів дозволяє не тільки виявити дефекти, та оцінити їх вплив на працездатність деталей із композиційних матеріалів, а і відслідковувати зміну технічного стану таких конструкцій на протязі їх життєвого циклу, порівнюючи,

наприклад з еталонним розподілом деформаційного поля, отриманим при виготовленні конструкції.

Сучасні технічні засоби лазерної діагностики вже дозволяють реалізувати контроль технічного стану композитних деталей не тільки в лабораторії, а і в умовах їх експлуатації.

Список використаних джерел

1. Кесарийский А. Г., Постол Ю. А., Сатокин В. В. Исследование деформирования резьбового соединения головки и блока цилиндров поршневого двигателя. Двигатели внутреннего сгорания. 2010. № 1. С. 51–53.

2. Кесарійський О.Г., Постол Ю.О. Лазерно-інтерференційний контроль метало-композиційних з'єднань. Матеріали І Всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конференції «Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 37-38.