

2. Капустин А.М. Автоматизация машиностроения / А.М. Капустин, Н.П. Дьякова, П.М. Кузнецов; Под ред. А.М. Капустина. – М.: Высшая школа, 2003. – 223 с.

УДК 621.791:389

Тонконогий В.М., докт. техн. наук, професор
Голофєєва М.О., канд. техн. наук
Левинський О.С., старший викладач
Клімов С.В., аспірант

Національний університет «Одеська політехніка», mgolofeyeva@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ДЕФЕКТОСКОПІ ВИРОБІВ З НЕМЕТАЛЕВИХ ГЕТЕРОГЕННИХ МАТЕРІАЛІВ МЕТОДОМ АКТИВНОЇ ТЕРМОГРАФІЇ

Основною задачею роботи є розробка оптимальних алгоритмів визначення кожного дефекту виробу з неметалевого гетерогенного матеріалу з встановленням точного його розташування, в тому числі, глибини залягання, а також його геометричних параметрів. На сьогоднішній день одним з найбільш перспективних для дефектоскопії виробів із зазначеного класу матеріалів вважається метод теплового неруйнівного контролю [1]. Цей вид дефектоскопії базується на візуалізації теплового поля поверхні об'єкта дослідження за допомогою приладів інфрачервоної техніки та аналізу аномалій цього поля.

При такому підході аналізується змінення температур на поверхні досліджуваного зразка в бездефектній зоні $T_{\text{бд}} = f(x, y, t)$ та в проекції дефекту $T_{\text{д}} = f(x, y, t)$ після нагрівання поверхні одиничним тепловим імпульсом кінцевої довжини $t_{\text{и}}$.

Залежність температурного контрасту від часу має екстремум ΔT_{max} у момент часу $t_{\text{м}}$, який є оптимальним часом спостереження дефекту. Обидва зазначені параметри є основними параметрами амплітудного методу теплового контролю і залежать не тільки від теплофізичних характеристик досліджуваного неметалевого гетерогенного матеріалу, але і від глибини залягання та розмірів безпосередньо дефекту [2].

Суттєвим недоліком безконтактних методів вимірювання температури приладами інфрачервоної техніки є відсутність даних щодо випромінювальної здатності поверхні об'єкта дослідження в умовах експерименту. Здатність об'єкта виділяти інфрачервоне випромінювання може змінюватися, оскільки залежить не тільки від, власне, матеріалу, але і від властивостей поверхні (наприклад, шорсткості, наявності забруднень, масляних плівок і тому подібне) та напрямку спостереження цієї поверхні [3]. Саме невизначеність в задаванні коефіцієнту випромінювальної здатності поверхні об'єкта дослідження є основною складністю у розрахунках температур за результатами тепловізійних вимірювань. А, відтак, це вносить додаткову методичну похибку у результати визначення глибини залягання дефектів в неметалевих гетерогенних матеріалах.

Тому перед тим, як проводити дослідження теплових процесів на поверхнях зразків з метою їх дефектоскопії проводилися визначення коефіцієнту випромінювальної здатності поверхні в реперних точках. До числа останніх обов'язково включалися точки поверхні з відмінним від базового станом поверхні. Наприклад, із іншою шорсткістю, наявністю подряпин, покриттів, плівок і тому подібне, що за термограмою могли сприйматися в якості дефектів. Ця операція обов'язково має проводитися під час дефектоскопії виробів, що були в експлуатації, оскільки стан поверхні в різних точках може суттєво відрізнятися один від одного.

Визначення коефіцієнту випромінювальної здатності проводили в такому порядку. В характерній зоні досліджуваної поверхні без температурних аномалій обиралися реперні точки, температури в яких вимірювалися контактним термометром (термопарою). В цих самих точках вимірювали температуру тепловізором при заздалегідь встановлених параметрах знімання (відбитої температури фону, температурі та вологості навколишнього

середовища, відстані до об'єкта дослідження). У випадку, якщо фіксувалася різниця в результатах вимірювання температур контактним та безконтактним методом, з панелі тепловізору підбирали таке значення коефіцієнту випромінювальної здатності, яке зводило цю різницю до нуля. Отримане таким чином значення коефіцієнту випромінювальної здатності приймали за характеристику поверхні в досліджуваній реперній точці та використовували в подальшому тепловізійному контролі.

За допомогою описаного методу були проведені тепловізійні дослідження контрольних вуглепластикових зразків в даному дослідженні вивчали особливості розподілення температури в дефектній зоні. Проводився аналіз текстури температурного поля в зоні дефекту типу розшарування та бездефектній зонах. На рисунку 1 показана термограма досліджуваної поверхні та графіки змінення температурних контрастів у вказаних точках поверхні з плином часу

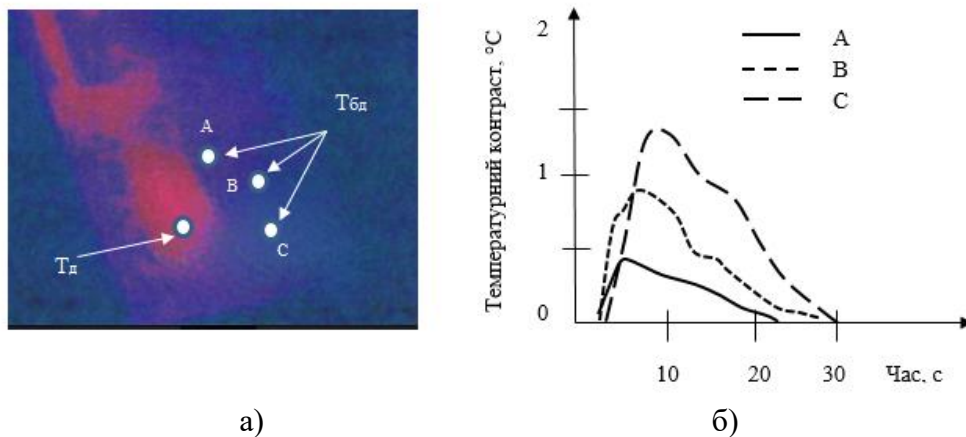


Рис. 1 – Термограма досліджуваної поверхні а) та графіки змінення температурних контрастів у вказаних точках поверхні з плином часу б)

З рисунку видно, що змінення амплітуд контрастів в момент часу t_m оптимального спостереження дефекту залежить від положення бездефектної зони відносно температурної аномалії (дефектної області). Відповідно, змінюється розраховане значення глибини залягання дефекту. Очевидно, враховуючи, що умови тепловідведення в зонах А, В, та С однакові, можна зробити висновок, що така різниця в показаннях викликана наявністю методичної похибки від неврахування відмінності коефіцієнтів випромінювальної здатності поверхні в реперних точках.

В результаті проведених досліджень теплових процесів на поверхні контрольних вуглепластикових зразків вдалося виявити більшість дефектів (використовувана апаратура не дозволила виявити 15 % закладних дефектів). При цьому, завдяки використанню запропонованої методики виключення методичної похибки, що викликана відмінністю коефіцієнту випромінювальної здатності в досліджуваних точках поверхні, вдалося підвищити точність встановленні глибини залягання дефектів.

Список посилань

1. Диагностика композитных материалов элементов самолетов методом активной термографии / [Э.Ю. Гордиенко, Н.И. Глушак, Ю.В. Фоменко, Г.В. Шустакова, И.И. Дзешульская, Ю.Ф. Иванов] // Nauka innov: 2018, 14(2). – С. 39-50
2. Maldague X.P. Theory and Practice of Infrared Technology for Nondestructive Testing. / Maldague X.P. – New-York: John Willey & sons, 2001. – 682 p.
3. Oborsky G. The effect of surface observation angle on accuracy of non-contact temperature measurement method / Oborsky G., Levinsky O., Holofieieva M. // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2017. – №1/2(33). – с. 19-23.