

ОБРАННЯ КРИТЕРІЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕДУРИ ТЕПЛОВОГО НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Коваленко К.В.

e-mail: kristina.kovalenko@nure.ua

Науковий керівник – к.т.н., доц. Мягкий О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. Фізики
м. Харків, Україна

The work implies a thermophysical model of the active thermographic inspection (ATC) process and investigates the influence of interference on the defect process. The influence of the inhomogeneity of the surface emissivity and the unevenness of heating on the formation of the useful signal and the interference signal is analyzed. According to the modeling results, the time dependences of the surface temperature of the control object, as well as the signal/interference components, are investigated. It is shown that the moment of maximum time of the useful signal does not coincide with the moment of maximum interference, which creates the possibility of optimizing the ATC procedure by choosing the optimal time of temperature field registration. The results obtained allow us to assess the influence of various factors on the accuracy of defect detection. It is established that the level of interference significantly affects the sensitivity of the method and the ability to detect defects that lie at different depths. The proposed approach can be used to improve the efficiency of non-destructive testing of materials and structures.

Метою роботи є аналіз впливу перешкод на процес виявлення дефектів у методі активного термографічного контролю та обґрунтування критерію оптимізації часу реєстрації температурного поля на основі максимізації співвідношення сигнал/перешкода. Додатковим завданням є дослідження часових характеристик формування температурного сигналу на поверхні об'єкта контролю. Також метою є визначення умов, за яких забезпечується найбільша чутливість методу до дефектів різної глибини. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення методик проведення активного термографічного контролю.

Аналіз теплофізичної моделі процесу АТК дозволяє розглянути вплив перешкод (зокрема, неоднорідності випромінювальної здатності ε та нерівномірності нагрівання q на виявлення порогових дефектів з метою створення методу оптимізації процедури АТК.

Оскільки відомо, що флуктуації потоку інфрачервоного випромінювання пропорційні флуктуаціям коефіцієнта випромінювання [1,2], то для вирішення цих завдань використовувалося еквівалентне зміни випромінювальної здатності $\Delta\varepsilon$ зміна потужності нагріву Δq . Результати моделювання впливу перешкод наведено на рис. 1 [3,4], де представлено розвиток у часі температури поверхні ОК для двох випадків: бездефектний

зразок з відхиленням ε (перешкода ΔT_ε) та зразок з дефектом (корисний сигнал ΔT_δ); на рис. 2 показано розвиток у часі корисного сигналу та перешкоди, а також відношення сигнал/перешкода.

Аналіз поданих залежностей (рис. 1 – 2) показує, що моменти часу, що відповідають максимальним значенням перешкоди ΔT_ε та корисного сигналу ΔT_δ , не збігаються: сигнал від перешкоди досягає максимуму відразу після закінчення нагрівання, а корисний сигнал – з певним часом запізнення. У той самий час максимум співвідношення сигнал/перешкода настає у певний час, що не збігається з моментами максимумів ΔT_ε і ΔT_δ . [5].

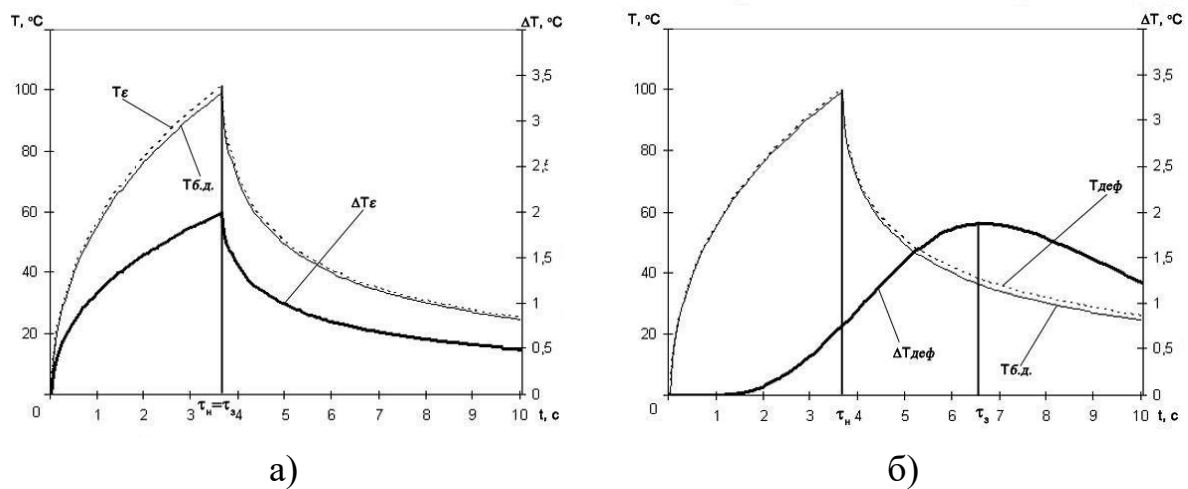


Рисунок 1 – Розвиток у часі поверхневої температури для: а) бездефектного зразка з відхиленням ε ; б) зразка з дефектом

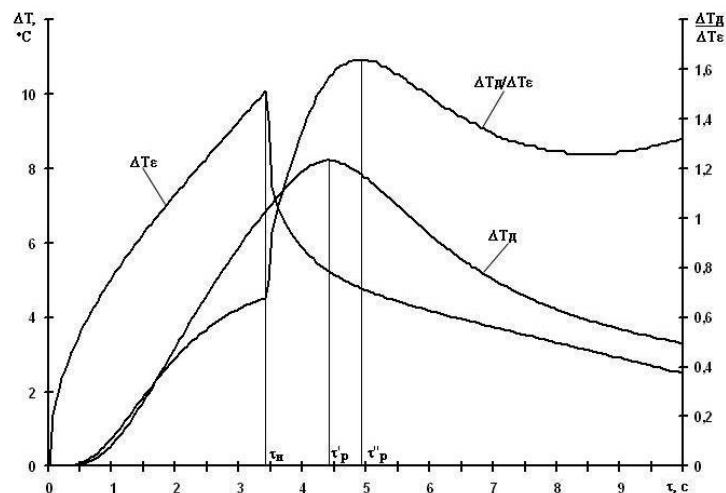


Рисунок 2 – Розвиток у часі сигналу, перешкоди та відношення сигнал / перешкода

Це відкриває можливість максимізувати відношення сигнал/перешкода (тобто $\Delta T_\delta / \Delta T_\varepsilon$) шляхом вибору відповідного моменту реєстрації

температурного поля, що лежить на поверхні об'єкта контролю. Обґрунтованість вибору критерієм оптимізації режиму АТК умови максимуму відношення сигнал/перешкода ілюструють дані, наведені на рис. 3 де показано розвиток у часі корисного сигналу для дефектів, що залягають на різній глибині, і сигналу перешкоди для двох значень.

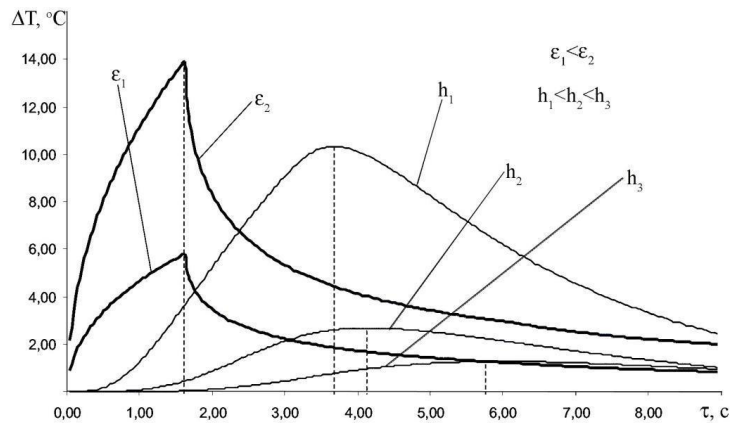


Рисунок 3 – Порівняння часової залежності перешкод та корисних сигналів

З рис. 3 видно, що рівень перешкоди перевищує корисний сигнал від дефекту навіть у момент часу, коли цей сигнал є максимальним. Аналогічний результат має місце й у випадку дефекту меншої глибини, якщо рівень перешкоди більше. Таким чином, явно видно, що рівень перешкоди є фактором, що обмежує розмір дефектів, що виявляють, тобто чутливість АТК.

Звідси випливає, що запропонований критерій оптимізації вибору часу реєстрації з умови максимізації відносин сигнал/перешкода максимально обґрунтований.

Список використаних джерел:

1. Guide for Examining Electrical and Mechanical Equipment with Infrared Thermography: ASTM E1934 – 99a.
2. Стороженко В. О., Малік С.Б., Мягкий О.В. Оптимізація режимів теплової дефектоскопії на основі теплофізичного моделювання // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ": зб. наук. пр. Темат. вип.: Прилади та методи контролю та визначення складу речовин, Харків: НТУ "ХПІ", 2008. № 48. С. 50-54.
3. Utter O. J. Inspections on agricultural aircraft// Proceedings of InfraMation Conference 2003. Orlando, 2003.
4. Норми випробування електрообладнання: ГKD 34.20.302-2002.
5. Sivathanu Y. Natural gas leak detection in pipelines: technology status report. U.S. Department of Energy, 2003. 8 p.