

ГРАНИЧНО-ЕЛЕМЕНТНА МЕТОДИКА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ТУНЕЛЬНОЇ ПОРОЖНИНИ У ДОВГОМУ ЦИЛІНДРИЧНОМУ ТІЛІ НА ОСНОВІ ДАНИХ ІЧ-ТЕРМОГРАФІЇ

Сінькевич О.О.

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН
України, deneb.acvvg@gmail.com

У публікаціях [2,3] наведені результати виявлення засобами ІЧ-термографії приповерхневих дефектів у тонкостінних об'єктах різної форми. На основі отриманих даних на сформоване теплове зображення, зокрема, на його контрастність впливають розміри дефекту в плані та в напрямку зондування, а також глибина його залягання. Тому, метод не дозволяє кількісно відновлювати геометричні параметри дефектів у твердих тілах на основі їхніх теплових зображень.

Метою роботи є побудова гранично-елементної моделі для задач ідентифікації порожнин у твердих тілах, розробка та апробація математичного і програмного апарату для розв'язування прямих та обернених задач, дослідження геометричних параметрів включень, зокрема, їх вплив на температурне поле тіла. Використовуючи граничні інтегральні рівняння [1], була сформульована відповідна двовимірною прямою задачею, виконана її гранично-елементна реалізація та здійснено числові експерименти. Також запропонований варіаційний метод для розв'язання оберненої задачі.

Характеристичні параметрами, які описують циліндричну тунельну порожнину є полярні координати центру (ρ_0, φ_0) та власний радіус r_0 . За результатами експериментів було з'ясовано, що при співпадінні азимуту опромінення $\omega \in [0, 2\pi]$ з кутовою координатою центру включення досягається максимум температурного збурення на межі тіла у відповідній точці з еквівалентною кутовою координатою. Для отримання решти параметрів була розв'язана обернена задача як послідовність прямих задач з деякими наборами характеристичних параметрів. Маючи певне емпіричне значення збуреного температурного поля Δu^e , величини

$$f_1^e = \max(\Delta u^e), \quad (1)$$

$$w_{\max}^e = \sqrt{x_2^2 - x_1^2}, \quad (2)$$

$$f_2^e(x_i) = \frac{1}{\sqrt{2}} u_{\max}^e, \quad i = 1, 2. \quad (3)$$

Шуканий розв'язок отримуємо з системи рівнянь

$$r_0^e = f_j(\rho_0^e), \quad j = 1, 2 \quad (4)$$

Спираючись на розподіл значень теплового поля та потоків на межі області отримано висновок щодо можливості ідентифікації параметрів, що описують геометрію включення, а такої глибини її залягання.

1. *Becker A.A.* The boundary element method in engineering. – McGraw Hill International Limited, UK. – 1992.
2. *Brett J. Ingold.* Selecting a Nondestructive Testing Method, Part VI: Thermal/Infrared Inspection Techniques – Thermography, The AMMТІАС Quarterly.–2008, V 3, N 2, pp.10-12.
3. *Souza M.P.V., Rebello J.M.A., Soares S.D., Freitas G.A.* Defect detection in fiberglass reinforced epoxy composite pipes reproducing field inspection conditions/9th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography: July 2-5, 2008, Krakow – Poland.
4. *Ищук И.Н., Фесенко А.И., Громов Ю.Ю.* Идентификация свойств скрытых подповерхностных объектов в инфракрасном диапазоне волн. – М.:«Машиностроение», 2008.
5. *Чекурін В.Ф., Сінькевич О.О.* Гранично-елементний підхід до ідентифікації порожнин у твердих тілах із використанням ІЧ-термографії/XVII Всеукраїнська наукова конференція «Сучасні проблеми прикладної математики та інформатики» присвячена 350-річчю Львівського національного університету імені Івана Франка, 6-7 жовтня 2011 року. Матеріали конференції. М. Львів: ЛНУ ім. І. Франка. – с.103.

THE BOUNDARY ELEMENT METHOD FOR PROBLEMS OF CYLINDRICAL TUNNEL-LIKE CAVITY IN A LONG CYLINDRICAL SOLID IDENTIFICATION BASED ON IR THERMOGRAPHY DATA

Mathematical model for cavity identification in solids by infrared thermography has been considered. In the scope of the model direct and inverse 2-d problems have been formulated. Numerical solutions of the problems have been obtained with the use of boundary element method.