

ВПЛИВ ІНТЕРФЕЙСУ ВИСОКОЇ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ У БІМАТЕРІАЛЬНИХ СКІНЧЕННИХ ТІЛАХ

Андрій Васишин, Іван Звізло

Львівський національний університет імені Івана Франка, vasylyshyn.c.h@gmail.com

Львівський національний університет імені Івана Франка, zvizloivan0@gmail.com

У сучасному інженерному проектуванні і на розвинутих високотехнологічних виробництвах, особливо приладів точної механіки інноваційного характеру, широко використовують біматеріальні та мультиматеріальні структури [1]. Останні дають можливість поєднувати в собі та перерозподіляти енергію чотирьох полів різної фізичної природи (механічного, температурного, електричного та магнітного). Вони здатні самоналагоджуватися та в реальному часі діагностувати стан конструкції, а тому мають великі перспективи застосування у приладових та сенсорних системах, пристроях точного позиціонування, перетворювачах енергії тощо. Створення таких біматеріалів відбувається шляхом механічного поєднання в єдине ціле піроелектричних (сегнетоелектричних) та магнітострикційних (п'єзомагнітних) матеріалів. У результаті цього, на межі поділу виникає тонкий міжфазний шар. За, майже ідеального, електромеханічного контакту, цей прошарок може значно впливати на температурні поля всередині структурно неоднорідного тіла. Якщо температура є неперервною функцією на межі контакту, а нормальний тепловий потік має стрибок пропорційний до похідної від температури, то це інтерфейс високої теплопровідності [2]. У цьому випадку, умови неідеального теплового контакту можна записати наступним чином

$$\begin{aligned} \mathcal{G}^{(1)}(x_1, x_2) \Big|_{x_2=0} &= \mathcal{G}(x_1) + \mu_0 \theta_{,1}(x_1), \mu_0 = 2h^{\text{int}} k_{22}^{\text{int}}, \\ \mathcal{G}^{(2)}(x_1, x_2) \Big|_{x_2=0} &= \mathcal{G}(x_1), \end{aligned} \quad (1)$$

$$\theta^{(1)}(x_1, x_2) \Big|_{x_2=0} = \theta^{(2)}(x_1, x_2) \Big|_{x_2=0} = \theta(x_1), \forall x_2 = 0. \quad (2)$$

Тут μ_0 - теплопровідність інтерфейсу, $2h^{\text{int}}$ - товщина міжфазного шару, k_t^{int} – коефіцієнт теплопровідності шару. Незважаючи на те, що даний тип інтерфейсу суттєво впливає на розподіл температур у смарт матеріалах, досліджень, які б вивчали цю проблему для термомагнітоелектропружних

Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2022», 25–27 травня 2022 р., Львів

біматеріальних тіл практично немає [3]. Саме тому, у даній роботі розглянуто термомагнітоелектропружне біматеріальне тіло скінченних розмірів з інтерфейсом високої теплопровідності та ідеальним магнітоелектромеханічним контактом складових, що може містити тонкі деформівні вклучення або тріщини. Розроблена відповідна математична модель. Сформульовано підхід, що базується на формалізмі Стро, теорії функції комплексної змінної та методі граничних елементів. Розв'язано декілька задач.

Для верифікації розробленого підходу було додатково використано напіваналітичний метод, який використовує розвинення комплексних потенціалів Стро у скінченні ряди Лорана та метод найменших квадратів. Аналіз числових результатів показав, що навіть незначна зміна параметра теплопровідності інтерфейсу, впливає на розподіл фізико-механічних полів, що обов'язково слід враховувати, при проектуванні різних діагностичних чи сенсорних систем.

1. *Elhajjar R., La Saponara V., Muliana A.* (Eds.) Smart Composites: Mechanics and Design, Boca Raton: CRC Press, 2013.
2. *Benvensite Y.* A general interface model for a three-dimensional curved thin anisotropic interface between two anisotropic media // J. Mech. Phys. Solids. – 2006. – Vol. 54. – P. 708 – 734.
3. *Quang H.L., Phan T.L., Bonnet G.* Effective thermal conductivity of periodic composites with highly conducting imperfect interfaces // International Journal of Thermal Sciences. – 2011. – 50. – P. 1428–1444.

INFLUENCE OF HIGH TEMPERATURE CONDUCTING INTERFACE IN FINITE BIMATERIAL SOLIDS

The paper presents a method for solving plane problems of thermomagnetoelasticity of finite bimaterial solids with a high thermal conductivity interface. The method is based on the extended Stroh formalism and on the theory of complex variable function. Based on this, integral equations of the Somigliana type are constructed. A modified boundary element method was used to solve the latter. The calculation and analysis of solutions of a number of problems for finite solids with inclusions that can interact with each other is performed.