

ПЕРІОДИЧНІ ЗАДАЧІ ТЕРМОМАГНІТОЕЛЕКТРО- ПРУЖНОСТІ ТІЛ ІЗ ТОНКИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ

Андрій Васишин

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

Сучасні анізотропні термомагнітоелектропружні (смарт) матеріали володіють безліччю корисних властивостей. Вони поєднують в собі чотири різних фізичних поля (теплове, механічне, електричне та магнітне), що дозволяє використовувати їх у виробництві точних приладів і сенсорних систем. У порівнянні із застосуванням традиційних матеріалів, використання термомагнітоелектропружних матеріалів дозволяє забезпечити відповідні характеристики жорсткості та міцності істотно зменшуючи вагу виробу.

Проте, як і звичайні, смарт матеріали можуть містити безліч дефектів, у формі тріщин та тонких включень. Вони можуть бути, як природними, так і впровадженими навмисно, для зміни тих чи інших властивостей. Наявність таких дефектів призводить до виникнення поблизу їх вершин значних концентрацій напружень які впливають на розподіл фізико-механічних полів, що може призвести до руйнування конструкцій чи їх елементів. У зв'язку з цим під час дослідження таких неоднорідних матеріалів виникають задачі вивчення напружено-деформованого стану тіл як із поодинокими включеннями, так із системами, у тому числі, регулярно розташованих неоднорідностей.

Періодичні системи тріщин в ізотропних матеріалах розглянуто у великій кількості праць, зокрема [1]. Проте, значно менше робіт стосується періодичних систем тріщин в анізотропному середовищі. Серед них можна відзначити праці [2,3]. Крім цього у статті [5] для дослідження періодичних системи тонких включень в анізотропному тілі, було побудовано систему інтегральних рівнянь методу граничних елементів. На їхній основі отримано низку замкнутих розв'язків задач для періодичних систем тріщин і жорстких плівкових включень в анізотропному матеріалі. Тривимірна задача для періодичної системи включень розглянута за допомогою методу граничних елементів у праці [4]. Взаємодія регулярно розташованих тонких пружних включень в анізотропному середовищі мало вивчена і потребує додаткового дослідження.

Метою даної роботи є розробка підходу, що дав би можливість розв'язувати задачі теплопровідності та термомагнітоелектропружності для <http://www.iapmm.lviv.ua/chyt2021>

**Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2021»,
26–28 травня 2021 р., Львів**

анізотропних тіл, втім і біматеріальних, із періодичними системи тонких неоднорідностей, включаючи тріщини. У його основу був покладений метод інтегральних рівнянь. Для побудови останніх, використовувався формалізм Стро, методи функцій комплексної змінної, та принцип спряження континуумів різної вимірності. Розглянуто необхідні умови періодичності сформульованих задач термомагнітоелектропружності. Для розв'язування отриманих систем сингулярних інтегральних рівнянь використовувався модифікований метод граничних елементів [6], який довів свою ефективність у розв'язуванні задач механіки для тонких включень в анізотропних термомагнітоелектропружних матеріалах.

Отримано розв'язки низки задач, продемонстровано низку ефектів, що виникають за взаємодії тонких неоднорідностей або тріщин. Вказано на вплив властивостей складових біматеріальних тіл на концентрацію фізико-механічних полів поблизу неоднорідностей, що взаємодіють між собою.

1. Сулим Г. Т. Основи математичної теорії термopужної рівноваги деформівних твердих тіл з тонкими включеннями. – Львів: Дослідно-видавничий центр НТШ, 2007. – 716 с.
2. Божидарник В. В., Максимович О. В. Пружна та гранична рівновага анізотропних пластинок з отворами і тріщинами. – Луцьк: ЛДТУ, 2003. – 228 с.
3. Chen Y. Z. Periodic rigid line problem in an infinite plate // Archive of Applied Mechanics (Ingenieur Archiv). – 1993. – Vol. 63, No. 7. – P. 464-471.
4. Clouteau D., Elhabre M. L., Aubry D. Periodic BEM and FEM-BEM coupling // Comp. Mech. – 2000. – Vol. 25, No. 6. – P. 567-577.
5. Пастернак Я. М. Плоска задача теорії пружності анізотропного тіла з періодичними системами тонких неоднорідностей // Вісн. Дон. нац. ун-ту, Сер. А: Природничі науки. – 2012. – № 1. – С. 83–90.
6. Pasternak Ia. Coupled 2D electric and mechanical fields in piezoelectric solids containing cracks and thin inhomogeneities // Engineering Analysis with Boundary Elements. – 2011. – Vol. 35, No. 4. – P. 678-690.

**PERIODIC PROBLEMS OF
THERMOMAGNETOELECTROELASTICITY OF SOLIDS WITH THIN
INCLUSIONS**

This paper presents an approach that allows solving the problems of thermal conductivity and thermomagnetoelasticity for anisotropic solids with periodic systems of thin inhomogeneities, including cracks. It is based on the method of integral equations. A modified method of boundary elements was used to solve the obtained systems of singular integral equations. The numerical analysis of new problems is held and results are presented.