

МЕТОД ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ЗАДАЧ ТЕРМОПРУЖНОСТІ КВАЗІКРИСТАЛІЧНИХ ТІЛ

BOUNDARY ELEMENT METHOD FOR SOLUTION OF SPATIAL THERMOELASTICITY PROBLEMS FOR QUASICRYSTAL SOLIDS

Віталій Козелко, Ярослав Пастернак

Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, Луцьк, 43025, Україна

Abstract. *This study presents a solid approach for boundary element solution of 3D thermoelasticity problems for quasicrystal solids containing cracks and thin soft inclusions.*

На даний час квазікристалічні матеріали привертають до себе значну увагу дослідників та інженерів через нові непересічні властивості, що можуть бути використаними у точному приладобудуванні та аерокосмічній техніці [1]. З іншого боку, такий інтерес зумовлює розвиток математичних методів моделювання поведінки таких матеріалів, зокрема, й термопружної. На разі добре вивченими є методи аналізу двовимірних термомеханічних полів у квазікристалічних матеріалах [2], проте дослідженню просторових задач приділено не так багато уваги. Однак останні є надзвичайно важливими для практичних застосувань, адже у більшості випадків умови двовимірності полів, особливо теплових та термомеханічних, не задовольняються. З іншого боку, аналітичне розв'язування відповідних задач є надзвичайно громіздким та трудомістким.

Через це у цій роботі розвиваються аналітично-числові підходи до аналізу просторових задач термопружності квазікристалічних тіл із використанням раніше побудованих інтегральних рівнянь [3]. Для обчислення двовимірних сингулярних та гіперсингулярних інтегралів у роботі запропоновано використовувати розривні квадратичні прямокутні граничні елементи та переходити до полярної системи координат при визначенні особливих інтегралів. При цьому у числовій реалізації сумісно застосовуються квадратура Гаусса для регулярного інтеграла за полярним кутом та модифікована квадратура Кутта для гіперсингулярних інтегралів за радіальною координатою. Модифікація квадратури Кутта полягає у використанні чебишевських вузлів, що значно збільшує точність цієї квадратури порівняно з рівномірно заданими вузлами. Отримано вагові коефіцієнти цієї формули для гіперсингулярних інтегралів. Для врахування кореневої особливості фізико-механічних полів на фронті тріщини запропоновано використовувати спеціальні функції форми. Вивчено низку тестових задач, що засвідчили ефективність (швидкість та високу точність) розробленого підходу.

Бібліографія

1. Fan T.-Y. Mathematical Theory of Elasticity of Quasicrystals and Its Applications, Second Edition. Springer, 2016. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-1984-5>
2. Кушнір Р., Пастернак Я., Сулим Г. Розширений формалізм Стро для розв'язування плоских задач теорії термопружності квазікристалічних середовищ. XXIII МНТК “Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта”, Київ, 2023. <http://conf.mmi.kpi.ua/proc/article/view/277903>
3. Пастернак Я. М., Козелко В. Я. Інтегральні рівняння просторових задач термопружності квазікристалічних тіл. V-і читання Анатолія Вадимовича Свідзинського: матеріали доповідей (м. Луцьк, 29 лютого – 01 березня 2024 р.). Луцьк, 2024. С. 34–36. <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/24067>