

ЧАСТКОВО ЕЛЕКТРОДОВАНА ТРІЩИНА МІЖ ДВОМА РІЗНИМИ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИМИ КВАЗІКРИСТАЛІЧНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

В. Б. Говоруха, А. Є. Шевельова

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Інтелектуальні матеріали, активно використовуються у найбільш наукомістких галузях промисловості та відіграють визначальну роль при створенні конкурентоспроможних видів техніки. До таких матеріалів відносяться п'єзоелектричні, п'єзоелектромагнітні, а також порівняно новий вид матеріалів, що називається квазікристалами, які також можуть мати п'єзовластивості. Але вказані матеріали є схильними до крихкого руйнування, яке, як правило, спричиняється дефектами на межі поділу різних компонент, серед яких найбільш небезпечними є дефекти типу тріщин, електродів і т.д. Для вказаних дефектів отримана досить велика кількість результатів, в тому числі аналітичних, але при умові, що на берегах задані однакові граничні умови. В той же час в ряді практично важливих випадків електричні або магнітні умови на різних частинах берегів тріщин у квазікристалічному п'єзоелектричному композиті можуть відрізнитись між собою. Розв'язки такого роду задач авторам невідомі. Особливо це стосується тріщин та електродів, що знаходяться на межі поділу різних складових композита.

У даній роботі проаналізовано частково електродована тріщина між двома різними п'єзоелектричними квазікристалічними матеріалами під дією антиплоских механічних та плоских електричних навантажень. Граничні умови на берегах тріщини такі, що в центральній частині на берегах тріщини розташовані електроди, а біля вершин мають місце умови електричної проникності. Тобто, ці умови мають вигляд

$$\sigma_{23}^{(1)}(x_1, 0) = H_{23}^{(1)}(x_1, 0) = E_1^{(1)}(x_1, 0) = 0, \quad x_1 \in (a_1, a_2); \quad (1)$$

$$\sigma_{23}^{(1)}(x_1, 0) = H_{23}^{(1)}(x_1, 0) = 0, \quad \langle E_1(x_1, 0) \rangle = 0, \quad \langle D_2(x_1, 0) \rangle = 0, \quad x_1 \in (b_1, a_1) \cup (a_2, b_2); \quad (2)$$

$$\langle \sigma_{23} \rangle = 0, \quad \langle H_{23} \rangle = 0, \quad \langle D_2 \rangle = 0, \quad \langle u_3' \rangle = 0, \quad \langle E_1 \rangle = 0, \quad \langle w_3' \rangle = 0, \quad x_1 \notin (b_1, b_2). \quad (3)$$

де σ_{3i} - компоненти фазон напруження; H_{3i} - компоненти фазон напруження; E_1 , D_2 - електричне поле та електричне зміщення, $\langle \rangle$ - означає стрибок функції при переході через межу поділу матеріалів; (b_1, b_2) - координати вершин тріщини, (a_1, a_2) - координати границь електродованої частини берегів тріщини. Такі граничні умови можуть мати місце, якщо електрод між двома п'єзоелектричними квазікристалами розшарувався разом з сусідніми частинами оточуючого його інтерфейсу.

Побудовані спеціальні подання механічних та електричних компонент поля через секційно-аналітичні вектор-функції. На основі цих подань сформульовано однорідну комбіновану крайову задачу Діріхле – Рімана, яка включає умови Рімана на електроді і умови Діріхле на електропроникних частинах берегів тріщини. Отриманий аналітичний розв'язок цієї проблеми. Виведено аналітичні вирази для фазон та фазон напружень зсуву та відкриття тріщини, електричного поля, а також для стрибка електричного зміщення берегів тріщини. Визначено також коефіцієнти напруженості напружень та електричного поля. Продемонстровано залежності згаданих величин від величини зовнішнього електричного навантаження та різних співвідношень між електропровідною та електропроникною зонами берегів тріщини.