

ЕЛЕКТРИЧНО ЗАРЯДЖЕНІ МІЖФАЗНІ ТРІЩИНИ У П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОМУ БІМАТЕРІАЛІ

¹ Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Анотація

Запропонований метод аналізу п'єзоелектричного композиту з двома електрично зарядженими міжфазними тріщинами. Побудований аналітичний розв'язок, проаналізовано вплив електромеханічних чинників на напруження та розкриття тріщини.

Ключові слова: тріщина, п'єзоелектрик, інтерфейс, напруження, електромеханічні фактори.

Вступ

Сучасні актуатори та інші електронні пристрої часто створюються з використанням тонкоплівкових електродів, розташованих між п'єзоелектричними шарами. Такі електроди зазвичай виготовляють із металевого порошку, провідних полімерів тощо. Вони не змінюють механічних властивостей матриць. Відшарування таких електродів може призвести до появи електрично провідних міжфазних тріщин. Отже, якщо актуатор має два електроди на межі розділу п'єзоелектричних матеріалів і вони обидва розшаровуються, то виникає проблема взаємодії двох електрично провідних тріщин, що розглядається у даній роботі.

Постановка задачі та результати дослідження

Розглядаються дві відкриті електропровідні тріщини $c \leq x_1 \leq a$, $b < x_1 < d$ на межі поділу двох п'єзоелектричних півпросторів $x_3 > 0$ і $x_3 < 0$. Вважається, що вектор попередньої поляризації колінеарний осі x_3 . На нескінченності задані рівномірно розподілені нормальне та дотичне напруження, а також горизонтальна складова електричного поля. Вважається також, що ліва та права тріщини мають сумарний електричний заряд D_L та D_R , відповідно.

Використані представлення електричних та механічних факторів через кусково-аналітичні функції. З їх використанням проблема зведена до задачі лінійного спряження, для якої представлений точний аналітичний розв'язок. Отримані вирази для механічних та електричних компонент на берегах тріщин та на частинах інтерфейсу поза тріщинами.

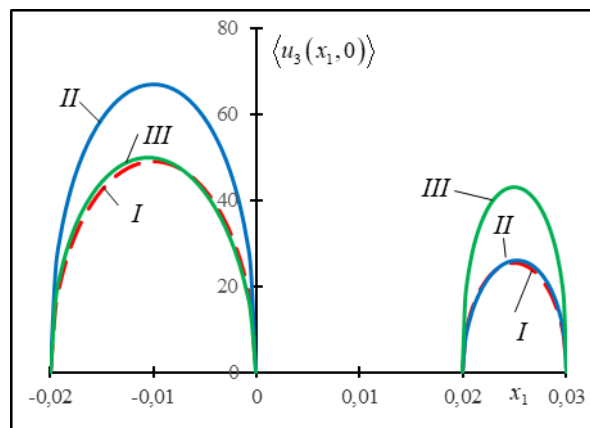


Рис. 1. Зміна розкриття тріщин для різних значень заряду на тріщині

На рис. 1 наведені графіки розкриття тріщин отримані при $a=0$ і $b=0.02$ м, $c=-0.02$ м, $d=0.03$ м під дією нормального напруження рівного 10^6 Па. Лінії I на цьому рисунку побудовані для $D_L = D_R = 0$, II – для $D_L = 3 \times 10^{-3}$ Кл/м, $D_R = 0$ і III – для $D_L = 0, D_R = 3 \times 10^{-3}$ Кл/м.

З рис. 1 видно, що вплив сумарного електричного заряду на тріщині на її розкриття є більш суттєвим, ніж цей вплив на напруження. Зокрема, збільшення величини електричного заряду приводить до збільшення розкриття тріщин.

Висновки

Розглянуто дві електропровідні тріщини на межі поділу п'єзоелектричних матеріалів, які можуть мати довільні довжини і можуть бути довільним чином розташованими на інтерфейсі. Використовуючи представлення електромеханічних факторів через кусково-аналітичну вектор-функцію, проблема зведена до задачі лінійного спряження. Одержаний точний розв'язок цієї задачі у вигляді досить простих аналітичних формул. Встановлено, що найбільш суттєвий вплив електричного заряду на напруження та розкриття проявляється в околі тих тріщин, на яких відбувається зміна заряду.

Костенко Микита Вікторович — аспірант механіко-математичного факультету, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Гергель Ірина Юрївна — канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Шевельова Алла Євгенівна — д-р фіз.-мат. наук, професор кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Лобода Володимир Васильович — д-р фіз.-мат. наук, завідувач кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, e-mail: loboda@dnu.dp.ua

Electrically charged interfacial cracks in a piezoelectric bimaterial

Abstract

The method for the analysis of a piezoelectric composite with two electrically charged interfacial cracks is suggested. An analytical solution is constructed and the influence of electromechanical factors on the stresses and the crack opening is carried out.

Keywords: crack, piezoelectric, interface, stress, electromechanical factors

Kostenko Mykyta V. — Postgraduate Student at the Department of Theoretical and Computer Mechanics, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro

Gergel Iryna Yu. — Cand. of Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor of the Department of Theoretical and Computer Mechanics, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro

Sheveleva Alla E. — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor at the Department of Computational Mathematics and Mathematical Cybernetics, Oles Honchar Dnipro National University

Loboda Volodymyr V. — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Chair of the Department of Theoretical and Computer Mechanics, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, email: loboda@dnu.dp.ua