

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ SMART-МАТЕРІАЛІВ

О.Л. Деркач, студ. гр. ІМ-093

Науковий керівник: В.Г. Дубенець, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри ТіПМ
Чернігівський державний технологічний університет

Сучасним перспективним напрямом досліджень є вивчення матеріалів, які одержали загальну назву «розумні» матеріали (smart materials). Ідея «розумних» або «інтелектуальних» (intelligent) структур запозичена з природи, де всі живі організми реагують на зовнішні подразники. П'єзокерамічні елементи розглядають як ідеальні «розумні» структури. Завдяки прямому і зворотному п'єзоелементу вони використовуються як універсальні перетворювачі електромеханічної енергії. П'єзоелементи (типу ЦТС, PZT) застосовують у гідроакустичних перетворювачах для адаптивних систем управління вібраціями. Створення п'єзоактивних композиційних матеріалів і адаптивних конструкцій, а також методів їх розрахунку є актуальним завданням.

Для побудови й аналізу математичних моделей конструкцій із smart-матеріалів використовуються методи теорії електропружності. Цей науковий напрям знаходиться на перетині двох класичних напрямів: механіки твердого деформованого тіла та електродинаміки суцільних середовищ.

У цій роботі на прикладі конструкції з активними п'єзокерамічними елементами (рисунок 1) проведено оцінку здатності цих елементів впливати на стаціонарні коливання консольної пластини.

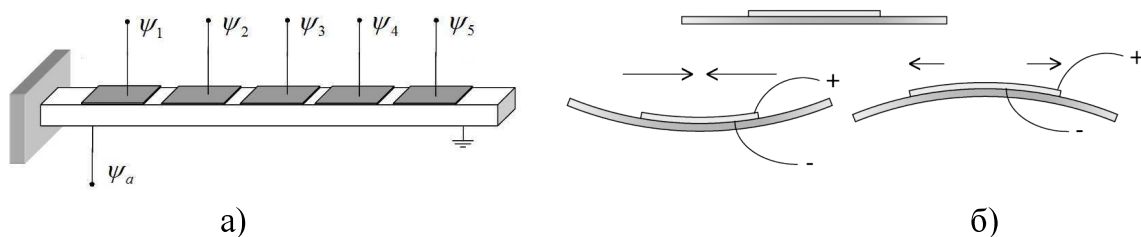


Рис. 1. Консольно закріплена пластинка з п'єзоактивним шаром (а);
схема деформування елемента пластинки при коливанні з відповідним
сенсором-актуатором (б)

Для дослідження демпфірування коливань за допомогою п'єзоелектричних перетворювачів побудовано скінченно-елементну модель пластини. Для побудови використано скінченні елементи зв'язаних полів з бібліотеки ANSYS, а саме: PLANE13 (coupled-field quadrilateral), CIRCU94 (piezoelectric circuit). Розв'язок задачі електропружності за допомогою методу скінченних елементів засобами програмного комплексу ANSYS Multiphysics Direct Coupled-Field Analysis [1] проведено за залежностями (1) [2]

$$\begin{bmatrix} \mathbf{M} & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{\mathbf{x}} \\ \ddot{\mathbf{v}} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{C} & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{\mathbf{x}} \\ \dot{\mathbf{v}} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{K} & \mathbf{K}^Z \\ \mathbf{K}^{Z^T} & -\mathbf{K}^d \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{v} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \mathbf{F} \\ \mathbf{L} \end{Bmatrix}, \quad (1)$$

де M – матриця мас, C – матриця демпфірування, K – матриця жорсткості, K^Z – матриця п'єзоелектричних модулів, K^d – матриця діелектричних проникностей, x, v – відповідно механічна й електрична складові переміщень, F – повний вектор навантажень, L – вектор зарядів ψ .

Встановлено вид залежності між максимальними вузловими переміщеннями і величиною електричної напруги, яку треба надати актуатору для компенсації коливань. Побудовано осцилограму найбільших переміщень (рисунок 2). Показано збільшення розсіяння енергії коливань зі зміною напруги на актуаторах.

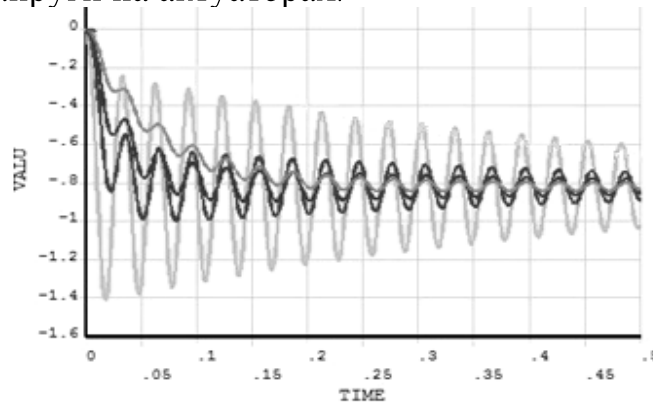


Рис. 2. Зменшення коливань при різних параметрах активної системи керування

Математична модель конструкції відповідно до схеми підключення [2] дозволяє налаштувати систему керування коливаннями у широкому діапазоні частот, що має велике практичне значення.

Список використаних джерел: 1. Coupled-Field Analysis Guide. Ansys, Inc., 2009. – 282 р. 2. Gabbert U., Nesterovic T. Modelling, control and simulation of piezoelectric smart structures using FEM and optimal LQ control // Facta Universitatis. Mechanics, Automatic Control and Robotics. – 2002. – № 12. – PP. 417-430.

УДК 539.3

ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАНОКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

О.Л. Деркач, студ. гр. ІМ-093

Наукові керівники: В.Г. Дубенець, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри ТіПМ;

О.О. Горбатко, канд. техн. наук, доц. кафедри ТіПМ

Чернігівський державний технологічний університет

Нанокompозити – це неоднорідні структури, побудовані за методами нанотехнологій. Уже сьогодні нанотехнології та наноматеріали відіграють важливу роль у багатьох галузях виробництва та є найбільш активною й інтенсивною сферою досліджень з початку цього сторіччя. Великий інтерес до нанокompозитних матеріалів спричинений їх унікальними фізико-механічними властивостями [1]. Найбільш поширені наноматері-