

МАШИНОЗНАВСТВО. ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

УДК 539.374

Н.І. Вовкодав, к.ф.-м.н., доц.

Національний університет харчових технологій

І.Ф. Киричок, д.ф.-м.н.

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України

В.В. Михайленко, д.ф.-м.н., проф.

Житомирський державний технологічний університет

ПРО ЗГИННІ КОЛИВАННЯ ТА РОЗІГРІВ КІЛЬЦЕВОЇ П'ЄЗОКЕРАМІЧНОЇ ПЛАСТИНКИ ПРИ КЕРОВАНОМУ ПІДВОДІ ГАРМОНІЧНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ЗБУДЖЕННЯ

Розглядається задача про осесиметричні згинні коливання та дисипативний розігрів біморфної п'єзокерамічної пластинки при неоднорідному нанесенні електродів на зовнішні площини, до яких підводиться одночастотне електричне збудження. В'язкопружна поведінка п'єзокераміки моделюється концепцією комплексних модулів. Задача електромеханіки розв'язується чисельно з використанням методу дискретної ортогоналізації для інтегрування звичайних диференціальних рівнянь. Для розв'язку рівнянь теплопровідності застосовується метод кінцевих різниць. На основі числових експериментів досліджено вплив неоднорідного електродування електрично навантажених поверхонь на частотні характеристики та розподіл термомеханічних польових величин при різних умовах закріплення країв п'єзопластини.

Важливе практичне значення має дослідження закономірностей коливань та дисипативного розігріву шаруватих тонкостінних елементів з п'єзоэффектом. Такі задачі, зокрема, виникають при проектуванні електромеханічних перетворювачів енергії, що працюють на згин. Найчастіше – це тонкостінна симетрична конструкція, що складається з двох п'єзоактивних протилежно поляризованих за товщиною шарів (біморф). При інтенсивних резонансних коливаннях напружено-деформований стан конструкції супроводжується вібророзігрівом внаслідок дисипації електромеханічної енергії п'єзоматеріалу [1]. На електромеханічні процеси в таких елементах суттєво впливають різного роду неоднорідності. Зокрема, вплив неоднорідностей, обумовлених конструктивною структурою об'єкта та частковою деполіаризацією матеріалу із-за дисипативного розігріву, детально обговорюється в оглядах [2, 3]. Можливість керувати електротермомеханічними процесами при радіальних коливаннях круглих п'єзоактивних пластин з неоднорідним покриттям електродами, до яких підводиться електричне збудження, розглядається в статтях [4, 5, 6].

В цій публікації досліджується вплив неоднорідностей, обумовлених частковим покриттям електродами зовнішніх площин кільцевої біморфної п'єзопластини, на її згинні резонансні коливання та вібророзігрів при гармонічному електричному збудженні.

Постановка задачі. Розглядається тонка кільцева пластинка, що віднесена до циліндричної системи координат z, r, φ , з внутрішнім $r = r_1$ та зовнішнім $r = r_2$ радіусами відповідно. Конструктивно пластинка складається з двох жорстко скріплених в'язкопружних п'єзокерамічних шарів однакової товщини h з протилежною товщинною поляризацією. Граничні площини $z = \pm h$ діелектричним розрізом з радіусом r_0 розділені на дві кільцеві частини: „внутрішню” ($r_1 \leq r \leq r_0$) і „зовнішню” ($r_0 \leq r \leq r_2$) області. Поверхні $z = \pm h$ однієї з цих областей не електродовані, а другої – покриті електродами. Коливання пластинки збуджуються різницею потенціалів $\psi(h) - \psi(-h) = 2V_0 \operatorname{Re}(e^{i\omega t})$, що прикладена до електродованої області ($V_0 - \text{const}$, ω – кругова частота, t – час). В силу структурної симетрії при такому навантаженні в біморфній пластинці реалізуються чисто згинні коливання, що не залежать від кутової координати φ .

Математична постановка задачі про електромеханічну поведінку розглядуваної конструкції ґрунтується на гіпотезах Кірхгофа–Лява для механічних змінних та адекватних допущень для електричних величин. Останні зводяться до того, що нормальна складова вектора електричної індукції не залежить від товщинної координати z , тому $D_z = D_z(r)$ – на електродованій частині площин $z = \pm h$ та $D_z = 0$ – на неелектродованій частині. Складовими електричної індукції, що перпендикулярні напрямку поляризації, нехтуємо [1]. Із-за тонкостінності пластинки приймається, що температура дисипативного розігріву за товщиною стала. В'язкопружна поведінка п'єзокераміки описується концепцією

комплексних модулів, що не залежать від температури. Вважається, що радіальні торці пластинки механічно жорстко закріплені або вільні від напружень. На всій поверхні пластинки відбувається конвективний теплообмін із зовнішнім середовищем температури T_c .

На основі вищевказаних гіпотез розв'язувальні рівняння осесиметричного деформування круглих пластинок отримуються із загальних рівнянь теорії п'єзоактивних пластинок і оболонок, наведених в [1]. У термінах комплексних амплітуд задача про електротермомеханічну поведінку біморфної кільцевої пластинки при осесиметричних вимушених коливаннях зводиться до розв'язування рівнянь гармонічних коливань:

$$\begin{aligned} \frac{drQ_r}{dr} - 2r\rho_* h\omega^2 w &= 0, \\ \frac{drM_r}{dr} - M_\theta - rQ_r &= 0; \end{aligned} \tag{1}$$

співвідношень електров'язкопружності:

$$\begin{aligned} M_r &= D_{11}\chi_r + D_{12}\chi_\theta + M_E, \\ M_\theta &= D_{12}\chi_r + D_{11}\chi_\theta + M_E; \end{aligned} \tag{2}$$

виразів, що зв'язують згинні деформації та переміщення:

$$\chi_r = \frac{dv}{dr}, \quad \chi_\theta = \frac{1}{r}v, \quad v = -\frac{dw}{dr}; \tag{3}$$

електростатичних залежностей

$$E_z = -\frac{V_0}{h} \pm \frac{b_{31}}{b_{33}} \left(\frac{h}{2} - z\right) (\chi_r + \chi_\theta) \quad (z \geq 0, z \leq 0), \tag{4}$$

$$D_z = -b_{33} \frac{V_0}{h} + \frac{h}{2} b_{31} (\chi_r + \chi_\theta)$$

– для електродованої частини площин $z = \pm h$

$$E_z = \mp z \frac{b_{31}}{b_{33}} (\chi_r + \chi_\theta) \quad (z \geq 0, z \leq 0), \quad D_z = 0$$

– для неелектродованої частини площин $z = \pm h$;

усередненого за цикл коливань та за товщиною пластини рівняння теплопровідності:

$$\frac{1}{a} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} - \gamma_*(T - T_0) + \frac{1}{\lambda h} \overline{W} \tag{5}$$

з дисипативною функцією

$$\begin{aligned} \overline{W} &= \frac{\omega}{2} \int_{-h}^h (\sigma_r'' \varepsilon_r' - \sigma_r' \varepsilon_r'' + \sigma_\theta'' \varepsilon_\theta' - \sigma_\theta' \varepsilon_\theta'' + D_z'' E_z' - D_z' E_z'') dz = \frac{\omega}{2} \{ M_r'' \chi_r' - M_r' \chi_r'' + M_\theta'' \chi_\theta' - \\ &- M_\theta' \chi_\theta'' + [b_{31}'' (\chi_r' + \chi_\theta') + b_{31}' (\chi_r'' + \chi_\theta'')] h V_0 K_V + 2b_{33}'' \frac{V_0^2}{h} K_V \} \end{aligned} \tag{6}$$

та тепловими на кінцях пластинки і початковою умовами:

$$\frac{\partial T}{\partial r} = \pm \frac{\alpha_{1,2}}{\lambda} \cdot (T - T_c) \quad (r = r_1; r = r_2); \quad T = T_0 \quad (t = 0). \tag{7}$$

У співвідношеннях (1)–(7) позначено:

$$\begin{aligned} D_{11} &= \frac{2}{3} (c_{11} + \frac{b_{31}^2}{b_{33}} K_D) h^3; \quad D_{12} = \frac{2}{3} (c_{12} + \frac{b_{31}^2}{b_{33}} K_D) h^3; \\ c_{11} &= \frac{1}{S_{11}^E (1 - \nu_E^2)}; \quad \nu_E = -\frac{S_{12}^E}{S_{11}^E}; \quad c_{12} = \nu_E c_{11}; \quad M_E = b_{31} V_0 h K_V; \\ b_{31} &= \frac{d_{31}}{S_{11}^E (1 - \nu_E)}; \quad K_p^2 = \frac{2d_{31}^2}{\varepsilon_{33}^T S_{11}^E (1 - \nu_E)}; \quad b_{33} = \varepsilon_{33}^T (1 - K_p^2); \quad \gamma_* = \frac{\gamma_3 L}{h}; \quad \gamma_3 = \frac{\alpha_3 L}{\lambda}; \\ S_{11}^E &= S_{11}^E (1 - i\delta_{11}); \quad d_{31} = d_{31}' (1 - i\delta_{31}); \quad \varepsilon_{33}^T = \varepsilon_{33}' (1 - i\delta_{33}); \quad L = r_2 - r_1; \end{aligned} \tag{8}$$

$w = w' + iw''$ – комплексна амплітуда прогину пластинки; $Q_r = Q_r' + iQ_r''$, $M_r = M_r' + iM_r''$, $M_\theta = M_\theta' + iM_\theta''$ – аналогічні величини перерізуючої сили та згинних радіального і колового моментів; $S_{11}^E, d_{31}, \varepsilon_{33}^T$ – комплексні податливість, п'єзомодуль і діелектрична проникливість відповідно; λ, a –

коефіцієнти тепло- і температуропровідності ; $\alpha_3, \alpha_1, \alpha_2$ – коефіцієнти теплообміну на граничних $z = \pm h$, $r = r_1$, $r = r_2$ поверхнях; ρ_* – питома густина п'єзокераміки. Одним і двома штрихами позначено дійсну і уявну складові комплексних величин. Дисипативна функція (6) обчислювалась з урахуванням того, що п'єзомодуль d_{31} відповідно при $z > 0$ і $z < 0$ має різні знаки. Крім того, необхідно враховувати, що у виразах (6), (8) параметри $K_D = \frac{1}{4}$, $K_V = 1$ на електродованих і $K_D = 1$, $K_V = 0$ на неелектродованих ділянках граничних площин $z = \pm h$.

Побудова розв'язку. Вибираючи за основні (визначальні) комплексні функції Q_r, M_r, w, v , систему рівнянь (1), (3) запишемо у нормальній формі Коші:

$$\frac{dQ_r}{dr} = -\frac{1}{r}Q_r - 2\rho_*h\omega^2w; \quad \frac{dM_r}{dr} = Q_r - \frac{1}{r}M_r + \frac{1}{r}M_\theta; \quad \frac{dw}{dr} = -v; \quad \frac{dv}{dr} = \chi_r. \quad (9)$$

Використовуючи залежності (2) і (3), знаходимо:

$$M_\theta = v_D M_r + D_{11}(1 - v_D^2)\frac{v}{r} - (1 + v_D)M_E, \quad (10)$$

$$\chi_r = J_D M_r + v_D \frac{v}{r} + J_D M_E,$$

де

$$v_D = -\frac{D_{12}}{D_{11}}, \quad J_D = \frac{1}{D_{11}}.$$

Підставляючи (10) в (9), остаточно отримуємо:

$$\frac{dQ_r}{dr} = -\frac{1}{r}Q_r - 2\rho_*h\omega^2w;$$

$$\frac{dM_r}{dr} = Q_r - \frac{1}{r}(1 + v_D)M_r + D_n(1 - v_D^2)\frac{1}{r^2}v - \frac{1}{r}(1 + v_D)M_E;$$

$$\frac{dw}{dr} = -v;$$

$$\frac{dv}{dr} = J_D M_r + \frac{1}{r}v_D v + J_D M_E.$$
(11)

Для системи рівнянь (11) розглянемо наступні граничні умови на радіальних контурах r_1 і r_2 :

1) внутрішній контур жорстко закріплений, а зовнішній – вільний:

$$w = 0, \quad v = 0 \quad (r = r_1); \quad Q_r = 0, \quad M_r = 0 \quad (r = r_2); \quad (12)$$

2) внутрішній контур – вільний, а зовнішній – жорстко закріплений:

$$Q_r = 0, \quad M_r = 0 \quad (r = r_1); \quad w = 0, \quad v = 0 \quad (r = r_2). \quad (13)$$

Просторовий розподіл комплексних амплітуд радіальних σ_r та колових σ_θ напружень чистого згину через деформаційні χ_r, χ_θ та електростатичні E_z параметри визначається такими залежностями:

$$\sigma_r = c_{11}z\chi_r + c_{12}z\chi_\theta - b_{31}E_z, \quad \sigma_\theta = c_{12}z\chi_r + c_{11}z\chi_\theta - b_{31}E_z. \quad (14)$$

Для розглядуваного випадку, коли властивості п'єзокераміки вважаються незалежними від температури, крайова задача розпадається на дві: задачу електромеханіки (11), (12), (13) для знаходження в'язкопружного стану і задачу теплопровідності для знаходження температури дисипативного розігріву (5)–(7). Крайова задача (11) за умов (12) або (13) інтегрується числовим методом дискретної ортогоналізації з використанням типової програми розв'язування звичайних диференціальних рівнянь [7]. Для розв'язання задачі теплопровідності (5)–(7) після обчислення дисипативної функції (6) використовується явна схема методу кінцевих різниць. При цьому використовуються безрозмірні просторова $x = (r - r_1)/L$, $L = r_2 - r_1$ та часова $\tau = at/L^2$ координати.

Результати розрахунків. Числовий аналіз впливу неоднорідного електродовання граничних площин біморфної кільцевої пластинки на її термомеханічну поведінку при згинних моногармонічних коливаннях проводився для п'єзокераміки ЦТС₇БС-2 з такими значеннями комплексних характеристик [8]:

$$S'_{11} = 12,5 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{Н}; \quad d'_{31} = -1,6 \cdot 10^{-10} \text{ Кл/м}; \quad \varepsilon'_{33} = 21 \cdot 10^2 \quad \varepsilon_0;$$

$$\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}; \quad \delta_{11} = 0,16 \cdot 10^{-2}; \quad \delta_{31} = 0,4 \cdot 10^{-2}; \quad \delta_{33} = 0,35; \quad \nu_E = 0,37.$$

Геометричні розміри пластинки такі: $r_1 = 0,01\text{ м}$; $r_2 = 0,05\text{ м}$; $h = 0,5 \cdot 10^{-3}\text{ м}$. При розв'язанні задачі теплопровідності використані наступні безрозмірні параметри теплообміну: $\gamma_s = \frac{\alpha_3 L}{\lambda} = 0,002$; $\gamma_{1,2} = \frac{\alpha_{1,2} L}{\lambda} = 0,002$; коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 1,25\text{ Вт/(м}\times\text{град)}$; питома густина п'єзокераміки $\rho_* = 7520\text{ кг/м}^3$; $T_0 = T_c = 20\text{ }^\circ\text{C}$; амплітуда електричного навантаження $V_0 = 1\text{ В}$.

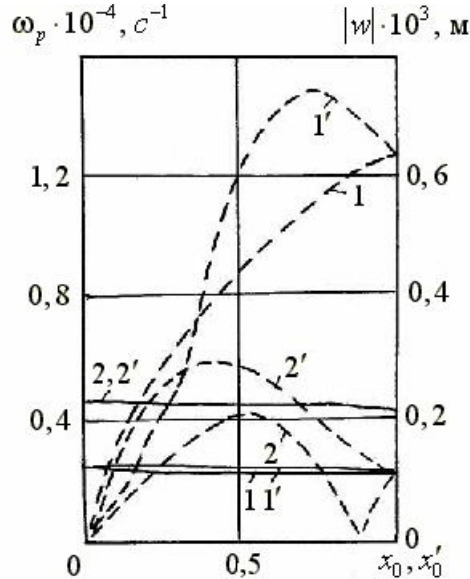


Рис. 1

На рис. 1 наведено криві 1, 1' і 2, 2' залежності частоти першого резонансу згинної моди коливань (суцільні лінії) та модуля $|w| = (w'^2 + w''^2)^{1/2}$ амплітуди прогинів вільного від закріплення краю пластинки (штрихові лінії) від розміру електрода, розраховані для граничних умов (12) і (13) відповідно. Криві 1, 2 відповідають „внутрішньому” електроду з безрозмірною координатою $x_0 = (r_0 - r_1) / L$, а криві 1', 2' – „зовнішньому” електроду з координатою $x'_0 = (r_2 - r_0) / L$.

Аналіз кривих показує, що на динамічні характеристики п'єзопластинки суттєво впливає розмір площі електрода та координати його нанесення на граничних площинах $z = \pm h$. Характер впливу визначається умовами закріплення контурів пластинки. Так, збільшення площі кільцевого електрода супроводжується монотонним зменшенням резонансної частоти ω_p згинної форми коливань (суцільні криві). Вплив на власну частоту розмірів „внутрішнього” (криві 1) та „зовнішнього” (криві 1') електродів більш помітний в пластинках при граничних умовах (12).

Значення амплітуд, розраховані на власній частоті неоднорідно електродованої пластинки, характеризуються нелінійною залежністю від розміру електрода. Аналіз кривих 2, 2' та проведені чисельні експерименти показують, що при умовах закріплення (13) розглядуваної пластинки існують оптимальні розміри $x_0 = 0,54$ для „внутрішнього” та $x'_0 = 0,42$ для „зовнішнього” електродів, при яких досягаються максимальні значення амплітуд прогину при фіксованому електричному навантаженні. При граничних умовах (12) наявність оптимального розміру $x'_0 = 0,74$ має місце тільки для „зовнішнього” електрода (крива 1'). Для „внутрішнього” електрода (крива 1) максимальні переміщення досягаються при повному електродуванні граничних площин $z = \pm h$ пластинки.

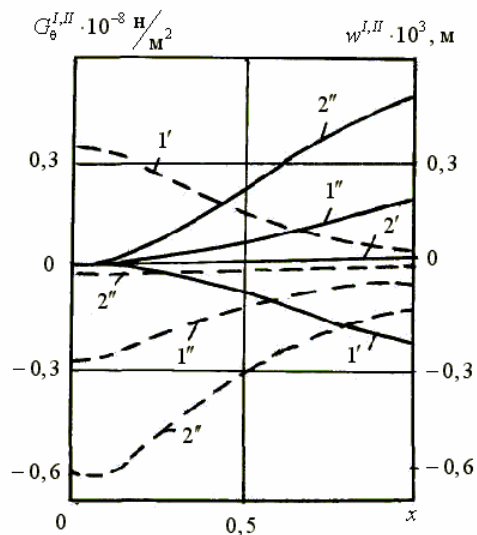


Рис. 2

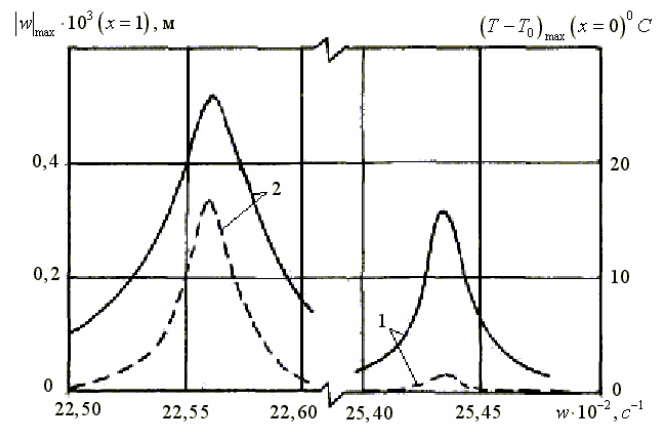


Рис. 3

На рис. 2 показано розподіл вздовж радіуса дійсних та уявних складових комплексних амплітуд переміщень w' , w'' (суцільні лінії) та колових напружень $\sigma'_{\theta/z=h}$, $\sigma''_{\theta/z=h}$ (штрихові лінії) в п'єзопластині з граничними умовами (12) при наявності на граничних площинах $z = \pm h$ рівної площі ($r_0 = \sqrt{(r_1^2 + r_2^2)}/2$) „зовнішнього” (криві 1, $\omega_p = 2543 \text{ c}^{-1}$) або „внутрішнього” (криві 2, $\omega_p = 2256 \text{ c}^{-1}$) електродів. Амплітудно-частотні (суцільні лінії) в точці $x=1$ характеристики та температурно-частотні (штрихові лінії) в точці $x=0$ залежності стаціонарної температури розігріву ($\tau = 10$) для вказаної п'єзопластинки показані на рис. 3. Порівняння кривих 1, 2 на рис. 2, 3 показує, що неоднорідне електродування граничних площин пластинки за допомогою координатного розташування електродів, навіть рівних за площею нанесення, призводить до значного, по просторовій координаті, кількісного перерозподілу її електротермомеханічних польових величин.

Висновок.

Отже, неоднорідне покриття суцільними електродами зовнішніх площин біморфної п'єзокерамічної пластинки, навантажених електричним гармонічним збудженням, суттєво впливає на її динамічний термомеханічний стан при згинних вимушених коливаннях. За допомогою такого електродування можна керувати власною частотою п'єзоактивної пластинки та визначити оптимальні розміри електродів, при яких досягаються максимальні прогини при мінімальному електричному навантаженні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Карнаухов В.Г., Киричок И.Ф. Механика связанных полей в элементах конструкций. Электротермовязкоупругость. – К.: Наук. думка, 1988. – Т. 4. – 320 с.
2. Карнаухов В.Г., Киричок И.Ф., Козлов В.И. Электромеханические колебания и диссипативный разогрев вязкоупругих тонкостенных элементов с пьезоэффектом // Прикл. механика. – 2001. – 37. – № 2. – С. 1–35.
3. Карнаухов В.Г., Михайленко В.В. Нелинейные одночастотные колебания и диссипативный разогрев неупругих пьезокерамических тел // Прикл. механика. – 2002. – 38. – № 5. – С. 13–48.
4. Вовкодав Н.І., Киричок І.Ф., Михайленко В.В. Про радіальні коливання та розігрів поляризованої по товщині круглої п'єзопластини з неоднорідно електродованими зовнішніми площинами // Вісник ЖДТУ. – 2002. – 1 (20). – С. 16–22.
5. Киричок И.Ф. Радиальные колебания и разогрев кольцевой пьезопластины при подводе электрического возбуждения к неоднородно электродированным плоскостям / Прикл. механика. – 2004. – Т. 40. – № 3. – С. 80–88.
6. Борисейко О.В. Планарні коливання п'єзокерамічного диска при керованому підводі електричного збудження // Сучасні науково-методичні проблеми математики в вищій школі. Всеукр. наук.-метод. конф. – К.: УДУХТ. – 2001. – С. 95–98.
7. Григоренко Я.М., Мукоєд А.П. Решение нелинейных задач теории оболочек на ЭВМ. – К.: Вища школа, 1983. – 278 с.
8. Болкисев А.М., Карлаш В.Л., Шульга Н.Л. О зависимости свойств пьезокерамических материалов от температуры // Прикл. механика. – 1984. – 20. – № 7. – С. 70–74.

ВОВКОДАВ Наталія Іванівна – кандидат фізико-математичних наук, доцент Національного університету харчових технологій.

Наукові інтереси:

– розв'язок зв'язаних задач електромеханіки пластин та оболонок із в'язкопружних п'єзоактивних матеріалів з врахуванням взаємодії механічних, електричних і теплових полів при гармонічному навантаженні.

Тел.: 277–96–16.

КИРИЧОК Іван Федорович – доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України.

Наукові інтереси:

– розробка теорії і методів розв'язку зв'язаних задач термомеханіки і електромеханіки пластин та оболонок із в'язкопружних пасивних і п'єзоактивних матеріалів з врахуванням взаємодії механічних, електричних і теплових полів при гармонічному навантаженні.

Тел.: 441–77–63.

МИХАЙЛЕНКО Василь Васильович – доктор фізико-математичних наук, завідувач кафедри вищої математики Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– термомеханіка в'язкопружних п'єзоелектричних матеріалів та елементів.

Подано 07.04.05

Вовкодав Н.І., Киричок І.Ф., Михайленко В.В. Про згинні коливання та розігрів кільцевої п'єзокерамічної пластинки при керованому підводі гармонічного електричного збудження

Вовкодав Н.И., Киричок И.Ф., Михайленко В.В. О изгибных колебаниях и разогреве кольцевой пьезокерамической пластинки при управляемом подводе гармонического электрического возбуждения

Vovkodav N.I., Kirichok I.F., Mihailenko V.V. About curving vibrations and heating of a circled piezoceramic plate with guided extending of harmonic electric excitation

УДК 539.374

Про згинні коливання та розігрів кільцевої п'єзокерамічної пластинки при керованому підводі гармонічного електричного збудження / Н.І. Вовкодав, І.Ф. Киричок, В.В. Михайленко

Розглядається задача про осесиметричні згинні коливання та дисипативний розігрів біморфної п'єзокерамічної пластинки при неоднорідному нанесенні електродів на зовнішні площини, до яких підводиться одночастотне електричне збудження. В'язкопружна поведінка п'єзокераміки моделюється концепцією комплексних модулів. Задача електромеханіки розв'язується чисельно з використанням методу дискретної ортогоналізації для інтегрування звичайних диференціальних рівнянь. Для розв'язку рівнянь теплопровідності застосовується метод кінцевих різниць. На основі числових експериментів досліджено вплив неоднорідного електродування електрично навантажених поверхонь на частотні характеристики та розподіл термомеханічних польових величин при різних умовах закріплення країв п'єзопластини.

УДК 539.374

О изгибных колебаниях и разогреве кольцевой пьезокерамической пластинки при управляемом подводе гармонического электрического возбуждения / Н.И. Вовкодав, И.Ф. Киричок, В.В. Михайленко

Рассматривается задача об осесимметричных изгибных колебаниях и диссипативном разогреве биморфной пьезокерамической пластинки при неоднородном нанесении электродов на внешние плоскости, нагруженных одночастотным электрическим возбуждением. Вязкоупругое поведение пьезокерамики моделируется концепцией комплексных модулей. Задача электромеханики решается численно с использованием метода дискретной ортогонализации для интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Для решения уравнения теплопроводности применяется метод конечных разностей. На основе числовых экспериментов исследовано влияние неоднородного электродирования электрически нагруженных поверхностей на частотные характеристики и распределение термомеханических полевых величин при различных условиях закрепления краев пластинки.

УДК 539.374

About curving vibrations and heating of a circled piezoceramic plate with guided extending of harmonic electric excitation / N.I. Vovkodav, I.F. Kirichok, V.V. Mihailenko.

A latent problem of axlesymmetrical curving vibrations and dissipative heating of a bimorfial piezoceramic plate with the heterogeneous cover of electrodes on the outer planes, which are loaded with onefrequent electric excitation. Viscoelastic behaviour of the piezoceramic is simulate by the complex modules conception. Electromecanical problem is solved numerically with the method of discrete orthogonalization for the integration of simple differential equations. For solving equations of heat – conducting, using method of finite differences. Based on the numerical experiments researched an influence of the heterogeneous cover of electrodes of loaded surfaces on the frequent characteristics and distribution thermomechanical field values with different conditions of fixing the plate borders.