

**СИСТЕМА ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ КОЛИВАНЬ
ПЬЕЗОРЕЗОНАТОРА З ГРАДІЄНТНИМ ПОЛЕМ ЗБУДЖЕННЯ
В ПЛОЩИНІ КРИСТАЛІЧНОГО ЕЛЕМЕНТУ**

Хуторненко С.В., Васильльчук Д.П.

Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків, м. Артемівськ

Актуальним є управління частотою п'єзореzonатора електричним полем. При даному способі управління в площині кристалічного елемента окрім основного (збудливого) електричного поля діє ще і градієнтне електричне поле у напрямку однієї з осей.

Отримана математична модель товщинно-зрушувальних коливань п'єзоелемента у вигляді системи диференціальних рівнянь стану п'єзоелектрика. При цьому кристалічний елемент розташований в площині $(\tilde{O}_1; \tilde{O}_3)$ вісь \tilde{O}_2 направлена у напрямі товщини елемента. Градієнт електричного поля збудження направлений уздовж осі \tilde{O}_3 при цьому $\left(\frac{\partial j}{\partial \tilde{a}_1} = 0; \frac{\partial u}{\partial \tilde{a}_1} = 0\right)$.

$$\begin{cases} m \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_2^2} + m \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_3^2} - e_{11} \frac{\partial^2 j}{\partial x_2^2} - e_{14} \frac{\partial^2 j}{\partial x_2 \partial x_3} = r \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} \\ e_{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_2^2} + e_{14} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_2 \partial x_3} + e_{11} \frac{\partial^2 j}{\partial x_2^2} = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

де e_{kp}, e_{ij} - п'єзоелектричні і діелектрична постійні; m - постійна Ляме; r - щільність; U_1 - механічний зсув у напрямі осі \tilde{O}_1 ; j - потенціал.

Отримано його рішення у вигляді диференціального рівняння еліптичного типу:

$$\left(m + \frac{e_{11}^2}{e_{11}}\right) \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_2^2} + \left(m + \frac{e_{14}^2}{e_{11}}\right) \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_3^2} + 2 \frac{e_{14} e_{11}}{e_{11}} \frac{\partial^2 j}{\partial x_2 \partial x_3} = r \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} \quad (2)$$

Сформульовані механічні та електричні граничні умови:

$$T_{21} = 0, \quad i \text{ дè } \tilde{O}_2 = \pm h, \quad j = \pm j_0 \cos wt, \quad i \text{ дè } \tilde{O}_2 = \pm h \quad (3)$$

Рівняння (2) з граничними умовами (3) є основою для отримання виразів зсуву $U_1(x_2; x_3; t)$, потенціалу $j(x_2; x_3; t)$, хвилевого числа h і резонансної частоти товщинно-зрушувальних коливань f .