

П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ

П'єзoeлектричні перетворювачі застосовують для побудови приладів, призначених для вимірювання змінних тисків, прискорень, сил.

Основними перевагами п'єзоперетворювачів є висока жорсткість (дуже мала деформація при навантаженні), висока чутливість, можливість конструювати прилади виключно малих розмірів, проста конструкція.

Однак, до їх недоліків можна віднести той факт, що в звичайному виконанні їх не можна використовувати для вимірювання статичних або повільно змінюваних зусиль.

П'єзoeфект кристалів кварцу, сегнетової солі, фосфату амонію, кераміки титанату барію та інших п'єзокристалів полягає в тому, що при стиску або розтягу пластини, виготовленої з такого кристала, на гранях виникає електричний заряд, пропорційний до діючої сили. Знак заряду залежить від виду деформації і при переході від стиску до розтягу змінюється на протилежний.

П'єзoeфект є оберненим. Це означає, що коли вмістити таку пластину в електричне поле, геометричні розміри її змінюються. Ця зміна тим більша, чим більший електричний потенціал, під яким перебувають грані п'єзопластини.

На рисунку 1 приведено схему приладу для вимірювання прискорення та вібрацій, в основу якого покладено п'єзoeлектричний чутливий елемент.

У момент прискорення виникає сила інерції, що рухає масу 3 відносно корпусу 1, закріпленого на досліджуваному об'єкті. П'єзопакет 4, що знаходиться між масою 3 і підставкою 5, що прикріплена до корпусу 1, піддається стиску під дією інерційної маси 3 за допомогою мембрани 2. Величина п'єзoeлектричних зарядів, що в результаті йдуть через провідник 6, буде пропорційна до величини прискорення.

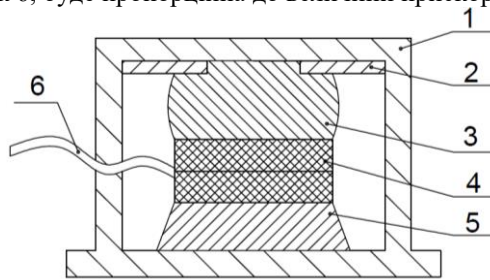


Рисунок 1 – Схема п'єзоперетворювача

Оскільки в п'єзoeлектричних приладах вимірюють не заряд q , а напругу u , яка розвивається на ємності, що утворена обкладками пластини, то за формулою 1 можна розрахувати значення напруги, яка виникає в пластині в момент прикладення сили.

$$u = \frac{k \cdot d \cdot F_x}{\varepsilon \cdot S_x}, \quad (1)$$

де k – п'єзoeлектрична стала (для кварцу $2,14 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н);

F_x – сила, що направлена вздовж механічної осі пластин п'єзопакета;

$\varepsilon = \varepsilon_k \varepsilon_0$; $\varepsilon_k = 3,5$ – діелектрична стала для кварцу;

S_x, d – відповідно площа та товщина-поверхні пластини;

ε_0 – діелектрична стала вакууму ($8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м).

Мінімальне значення частоти вимірюваного перетворювачем зусилля визначається за формулою 2.

$$f_{min} \gg \frac{1}{\tau}; \quad \tau = R_{\Sigma} C_{\Sigma} \quad (2)$$

де R_{Σ} – сумарний опір витоку, утворений поверхневим та об'ємним опорами п'єзоперетворювача і вхідним опором вимірювального кола;

C_{Σ} – сумарна ємність між гранями п'єзоперетворювача та вхідного кола вимірювального приладу.

Отже, щоб виміряти зусилля, частота якого наближається до нуля, потрібно мати $\tau = \infty$. Для $P = \text{const}$ $f \rightarrow 0$, $\tau \rightarrow \infty$.

Список використаних літературних джерел

Безвесільна, О. М. Перетворювачі фізичних величин. Технічні засоби автоматизації / Підручник з грифом ЖДТУ. НПО «Пріорітети»: К. 2019 – 809 с.