**градуювальна характеристика п’єзорезонансного датчика мікропереміщень**

*Автор: Семенець М.Д., асистент*

*кафедри ЕМС ННППІ УІПА*

П’єзорезонансні датчики (ПРД) - один з найбільш універсальних типів первинних вимірювальних перетворювачів (ІП). Універсальність п’єзорезонатора як перетворювача фізичних величин визначається можливістю варіювати в широких межах його властивості і вибірковість реакцій на дії різної фізичної природи. Великі ресурси для управління властивостями перетворювача закладені в анізотропії п’єзоелектриків і різноманітті типів коливань вібратора. Використання вказаних чинників створює передумови до застосування ПРД для вирішення широкого круга завдань, тому розробка нових типів вимірювальних перетворювачів на базі ПРД є актуальною задачею у вимірювальній техніці.

На відміну від традиційних п'єзодатчиків генераторного типу, що працюють на основі прямого п'єзоефекту, п’єзорезонансні є датчиками параметричного типу, в яких перетворення вхідної дії здійснюється в результаті модуляції параметрів п'єзорезонатора.

Згідно класифікації [1], всі різновиди ПРД за типом ефекту або механізму, відповідального за модуляцію параметрів резонаторів, можуть бути віднесені до однієї з наступних груп.

1. ПРД на основі чутливості до полів різної фізичної природи (ПРД на основі тензочутливих п'єзорезонаторів, ПРД на основі термочутливих п'єзорезонаторів, ПРД на основі п'єзорезонаторів, чутливих до акустичного навантаження, ПРД на основі вагачутливих ПР).

2. ПРД на основі чутливості до варіацій геометрія приладу, в якій еквівалентні параметри резонаторів міняються при взаємному зсуві елементів конструкції ПР, наприклад при зміні зазору між електродом і вібратором.

3. ПРД на основі гірочутливих п’єзоперетворювачів. У цих пристроях вимірюваною дією є частота обертання.

В дійсний час більшість ПРД побудована на основі термочутливості та сило чутливості п’єзорезонансних систем. Датчики, в яких змінюється зазор між електродом і вібратором є менш розповсюджені, розробці таких пристроїв приділяється недостатня увага, хоча використання таких ПРД для вимірювання переміщень та тиску є перспективним.

У представленій роботі запропоновані співвідношення для визначення градуювальної характеристики ПРД мікропереміщень для величини вимірюваних переміщень у межах (1…200) мкм.

В роботі [2] визначені основні співвідношення електричної еквівалентної схеми п’єзорезонансної системи (ПРС) з зазором між електродом і п’єзокристалом. Подальше продовження ці співвідношення отримали в роботі [3], де зокрема визначена градуювальна характеристика ПРД з зазором:

, (1)

де  - резонансна частота ПРД при наявності міжелектродного зазору *х*,  - базова резонансна частота ПРС при відсутності зазору, *т* - ємкісне відношення ПРС,  - відносна діелектрична проникливість п’єзокристалу,  - товщина п’єзокристалу.

В запропонованому співвідношенні вважається, що при наявності зазору *х* ємкісне відношення *т* є незмінним, або його зміна є незначною.

В роботі [4] визначені основні параметри електричної еквівалентної схеми ПРС, на підставі чого можливо врахувати зміни величин статичної та динамічної ємкості ПРС та отримати уточнену градуювальну характеристику ПРД:

, (2)

де , , ,  - коефіцієнт електромеханічного зв'язку п'єзокристалу,  *-* діелектрична постійна п'єзокристалу.

Література

1. Малов В.В. Пьезорезонансные датчики. / В.В. Малов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 272 с.
2. Горошковский Я. Генерирование высокочастотных колебаний и стабилизация частоты. Перевод с польского. / Я. Горошковский: М.: Издательство иностранной литературы, 1953. – 363 с.
3. Колпаков Ф.Ф. Пьезорезонансные механотроны в измерениях параметров сердечно-сосудистой системы человека / Ф.Ф. Колпаков, С.К. Пидченко, А.А. Таранчук, А.Е. Опольская // Радіоелектронні і комп’ютерні системи. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2009. – №2(36). – C. 60-71.

Савченко В.М. Параметри електричної схеми Batterworth – Van Dyke п’єзоелемента з міжелектродним зазором і однобічним масонавантаженням / В.М. Савченко, С.В. Хуторненко // Системи озброєння і військова техніка. – X.: Харк. ун-т повітр. сил ім. Івана Кожедуба, 2008. – №2(14). – С. 104 – 107