

РОЗРАХУНОК ТА ДОСЛІДЖЕННЯ П'ЄЗОМАНОМЕТРА ДЛЯ СПОВІЩУВАЧА СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

П'єзореzистивний ефект – це залежність зміни опору матеріалу чутливого елемента від величини його деформації при прикладених силі або тиску.

П'єзореzистивні перетворювачі складаються з двох основних компонентів: діафрагми або мембрани із заданою робочою площею S , що піддається дії прикладених силі F або тиску p , і реєстратора або датчика, вихідна напруга якого змінюється пропорційно до прикладеної сили F або тиску p .

Діафрагму п'єзореzистивного перетворювача виготовляють з кремнію Si . Резистори розміщують на верхній частині діафрагми методом наплення (методом іонної дифузії) у зв'язку з мініатюрними розмірами датчика тиску. Тензорезистори включається за мостовою схемою або схемою моста Уінстона.

Переваги: діафрагми з кремнію мають гарні пружні характеристики, в датчиках, на їх основі, відсутній гістерезис, вони мають незначну повзучість. Коефіцієнт тензочутливості кремнію перевищує коефіцієнт звичайного тензоелемента.

Недоліки: максимальна вихідна напруга таких датчиків не значна і складає максимум сотні мілівольт, тому на виході вони потребують підсилювачів напруги. Кремнієві резистори досить чутливі до температурних дій, тому такі датчики потребують заходів для їх компенсації.

Розробка математичної моделі п'єзоманометра

Вважатимемо, що P – максимальне значення тиску, а E – модуль Юнга для кварцу, то сила, що діє на мембрану набуде такого вигляду:

$$F = \frac{P * R^4}{64 * Z} = \frac{P * R^4 * 3 * (1 - \mu^2)}{16 * E * h^3}$$

В якості вторинного перетворювача виступає п'єзореzистивний перетворювач. Визначимо остаточну формулу вихідної напруги:

$$U = \frac{k * d * F}{\epsilon_k * \epsilon_0 * S}$$

де:

k – п'єзоелектрична стала, для кварцу $k = 2,14 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н;

d – товщина кремнієвої пластини, м;

ϵ – діелектрична стала пластини, Ф/м;

$\epsilon_k = 3,5$ – діелектрична стала для кварцу;

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – діелектрична проникність вакууму;

S – площа поверхні кремнієвої платини, м²;

μ – коефіцієнт Пуассона для кварца;

P – максимальне значення тиску;

R – радіус мембрани, м;

h – товщина мембрани, м;

F – прикладена сила, Н.

$$\epsilon = \epsilon_k * \epsilon_0$$

$$U = \frac{k * d * P * R^4 * 3 * (1 - \mu^2)}{\epsilon * S * 16 * E * h^3}$$

Графік статичної характеристики п'єзоманометра показаний на рисунку 1.

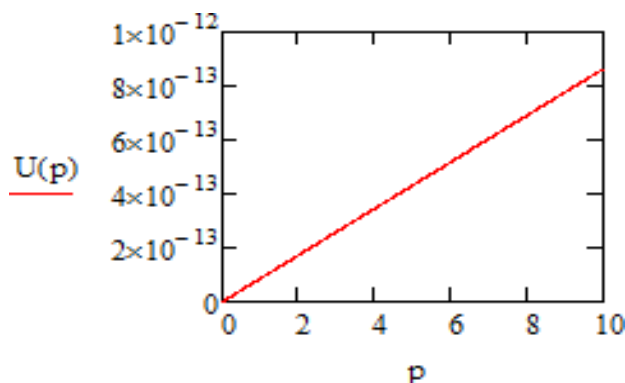


Рис. 1. Графік статичної характеристики

Використання тензодатчика з п'єзоелектричним способом виміру деформації можна використовувати у сповіщувачах системи пожежної безпеки.