

ДВОКАНАЛЬНИЙ ЄМНІСНИЙ МЕМС ГРАВІМЕТР

Сьогодні відсутні науково-теоретичні та практичні роботи, присвячені дослідженням можливості та доцільності використання у якості гравіметра двоканального ємнісного МЕМС гравіметра, перевагами якого перед відомими гравіметрами є високі точність та чутливість, малі масогабаритні характеристики, простота конструкції та інші. Оскільки аналогів серед відомих гравіметрів на даний момент не існує, то для проектування конструкції спираємось на аналоги серед ємнісних МЕМС акселерометрів. Найактуальнішою та найбільш практичною вважається конструкція (рис.1), що складається з нерухою основи (1), часто з'єднаної з корпусом, та рамки (2) з чутливим елементом (3), прикріпленої до верхньої рухомої обкладинки (4). На обох пластинках напилено шар діелектрику (5). Обкладки являють собою електроди, які є провідниками певної форми та знаходяться у робочому середовищі. Для обкладок не слід використовувати матеріали з високою рухливістю атомів, такі, як мідь або золото. Атоми цих металів, проникаючи в діелектрик, можуть утворювати провідні перемички між обкладками. Матеріал обкладки повинен мати гарну адгезію до матеріалу підкладки і до діелектрика.

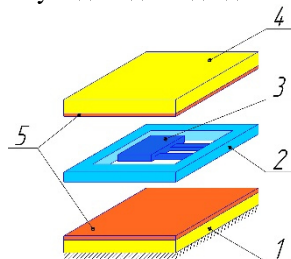


Рис.1. Типова конструкція ємнісного МЕМС акселерометра

Розглядаючи питання оптимізації конструкції і зменшення масо-габаритних характеристик, доцільно прагнути до скорочення величини інерційної маси, одночасно досягаючи при цьому збільшення значень частот власних коливань чутливого елемента. Доцільним рішенням є виключення інерційної маси і використання тільки розподіленої маси консолі. Диференціальна структура дозволяє збільшити амплітуду і поліпшити лінійність сигналу (рис. 2).

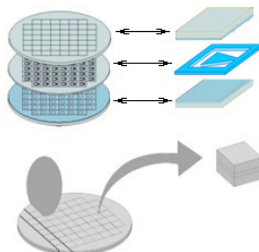


Рис.2. Розміщення ємнісних МЕМС перетворювачів з оптимізованим чутливим елементом на одній пластині

Для забезпечення принципу двоканальності, симетрично одній МЕМС – пластині, встановлено ідентичну їй другу МЕМС – пластину, сигнали яких сумуються в суматорі й передаються на подальшу обробку та підсилення. Симетрія ЧЕ зменшує залежність від температури і чутливості по осі і покращує лінійність. На ємнісні елементи обох каналів діє прискорення сили тяжіння g , вертикальне прискорення \ddot{h} літака та інструментальні похибки Δi від впливу залишкової неідентичності конструкцій однакових пластин та мас, від впливу змін температури, вологості та тиску зовнішнього середовища, крайових ефектів. Якщо спроектувати всі ці впливи на вимірювальну вісь гравіметра, то отримаємо:

$$u_1 = k(mg_z + m_i \ddot{h} + \Delta i); \quad u_2 = k(mg_z - m_i \ddot{h} - \Delta i),$$

де u_1 – вихідний електричний сигнал ємнісного МЕМС гравіметра ЄМГ1 одного каналу; u_2 – вихідний електричний сигнал ємнісного МЕМС гравіметра ЄМГ2 другого каналу; m_i – інерційна маса у кожному каналі; k – електрична стала.

Вихідні електричні сигнали u_1 та u_2 ємнісних елементів обох каналів сумуються у суматорі, тому отримаємо u_z :

$$u_z = u_1 + u_2 = 2kmg_z.$$

Отже, для зменшення залежності від впливів залишкової неідентичності конструкції, змін температури, вологості та тиску, крайових ефектів і для покращення чутливості та лінійності, доцільно встановити симетрично одній МЕМС – пластині, повністю ідентичну їй другу МЕМС – пластину з чутливим елементом трикутної форми, сигнали яких сумуватимуться й передаватимуться на подальшу обробку й підсилення.