

Безвесільна О. М., д-р. техн. наук, професор,  
Морозов А. В., канд. техн. наук, доц.,  
Котляр С. С., канд. техн. наук, асистент,  
Нічик В. С., магістрант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
Державний університет «Житомирська Політехніка»

## ЄМНІСНИЙ МЕМС АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРИЛАДОВОГО КОМПЛЕКСУ СТАБІЛІЗАТОРА

Одним з основних елементів МЕМС є *актюатори* – вузли, що виконують функцію перетворення одного виду енергії на інший вид. Для створення цих вузлів можуть використовуватися різні фізичні явища і їх кількість безперервно зростає. Кожен з відомих видів актюаторів має переваги для якогось конкретного випадку, що зумовлено технологічними умовами та конструкторським рішенням. Спектр наявних типів сенсорів в арсеналі конструктора значно ширший та різноманітніший, що зумовлено багатоплановим застосуванням МЕМС.

Ємнісні перетворювачі (ЄП) часто використовуються для вимірювання прискорень та переміщень різноманітних механічних елементів. Часто сам перетворювач має вигляд гребнів електродів, що своїми пальцями входять у міжпальцеві проміжки іншого гребеневого електрода. Іншою конструкцією ЄП можуть бути і дві пластини, одна з яких нерухома. Конструкція ЄП забезпечує зміну відстані між пластинами чи площі поверхонь пластин.

Всі елементи та вузли багатьох МЕМС можна розділити на дві групи: група основних елементів та вузлів, призначених для безпосереднього виконання основної функції, заради якої було створено прилад, та інша група – група допоміжних елементів та вузлів, призначених для забезпечення працездатності основної групи.

Ємнісні МЕМС – акселерометри, вироблені компаніями Analog Devices, Bosch, Delphi, Denso, Freescale, Kionix, SiliconDesigns, ST Microelectronics, VTI Technologies, займають лідируючі позиції на сучасному ринку.

Зважаючи на перспективність використання ємнісних МЕМС акселерометрів в якості чутливих елементів стабілізаторів озброєння (СО) рухомих об'єктів (РО), у подальшому ми будемо досліджувати доцільність їх використання у комплексі СО ЛБТ.

Інерціальне прискорення перетворюється у зміну зазору між пластинами, а потім – у зміну вихідної напруги. На кафедрі автоматизації та систем неруйнівного контролю КПІ ім. Ігоря Сікорського розроблено та досліджено одноканальний ємнісний гравіметр (ЄГ) (рис. 1).

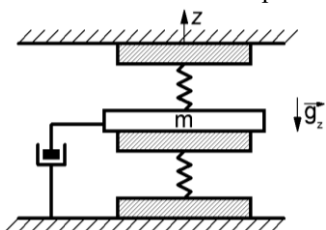


Рис. 1.5. Принципова схема одноканального ЄГ

Чутливий елемент ЄГЕ розміщений у герметичному корпусі і виконаний у вигляді верхньої та нижньої металевих обкладинок, розділених діелектриком. Верхня металева обкладка з'єднана з герметичним корпусом, а нижня – через ізолятори з пружною мембраною, до якої прикріплена сейсмічна маса.

Ці обкладки, розділені діелектриком, утворюють конденсатор зі змінним зазором  $\delta$  та ємністю  $q$ . Під час дії прискорення сили тяжіння  $g_z$  на сейсмічну масу виникає сила тяжіння, яка зумовлює її рух.

Унаслідок такого руху пружна мембрана починає згинатися, чим змінює зазор  $\delta$  між верхньою та нижньою металевими обкладками, розділеними діелектриком, а отже, і ємність  $q$ , яка обернено пропорційна прискоренню  $g_z$ . Параметри чутливого елемента ЄГЕ підібрані так, що частота його власних коливань дорівнює найбільшій частоті гравітаційних прискорень, яка може бути виміряна на фоні завад. Тобто, ємнісний чутливий елемент виконує також функції фільтра низьких частот.

*Основні переваги ЄГЕ:* лінійність, малі габарити та вага, висока чутливість; стійкість показань.

*Основні недоліки ЄГЕГ:* наявність власних шумів; мала потужність вихідного сигналу; недостатня точність  $1 \cdot 10^{-5} \text{ м с}^{-2}$ ; наявність залишкових похибок.

Вказані недоліки можна подолати, якщо як ЧЕ СО ЛБТ застосовувати новий двоканальний ємнісний МЕМС ЧЕ. Доцільність дослідження даного типу ЧЕ пояснюється тим, що сьогодні ємнісні МЕМС акселерометри (різновидом яких є ємнісний ЧЕ) мають лінійну вихідну характеристику, є найбільш чутливими і мають найменші масогабаритні параметри. Ці пристрої конструюються для використання в екстремальних умовах (перевантаження до  $30g$ , діапазон температур від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+75^{\circ}\text{C}$ ; тиск повітря від 650 до 800 мм рт. Ст.). Умови їх використання як ЧЕ СО ЛБТ є значно простішими.