

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЙ АНКЕРІВ НА РОБОТУ ЄМНІСНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ

© Теслюк В.М., Каркульовський Б.В., 2010

Досліджено вплив конструктивних особливостей анкерів на вихідні параметри ємнісних конструкцій інтегральних акселерометрів.

Ключові слова: ємнісний акселерометр, MEMS, анкер.

The article analyzes anchors influence of structural features on capacitive accelerometers integral structures output parameters.

Keywords: capacitive accelerometer, MEMS, anchor.

Вступ

Сьогодні активно розвиваються мікротехнології, що привело до появи нової науково-прикладної галузі мікроелектромеханічних систем (MEMS). Одним з найважливіших напрямів використання MEMS технологій є розроблення акселерометрів, гіроскопів, давачів кутової швидкості, мультисенсорних давачів тощо.

Сьогодні існує багато різних варіантів мікроакселерометрів, але найпоширенішими є п'єзореzystивні та ємнісні інтегральні пристрої вимірювання прискорення. Такі акселерометри відрізняються доволі простою реалізацією з використанням MEMS технологій.

Ємнісні акселерометри здебільшого мають дві типові конструкції, а саме: пластинчасту та зустрічно-стрижневу, кожна з яких має переваги та недоліки [1–4].

Кожний акселерометр містить анкери, які істотно впливають на їхні вихідні параметри та призначені для підтримки інерційної маси.

Кожний акселерометр виготовляють на монокристалічній кремнієвій підкладці, до якої він, як правило, кріпиться чотирма анкерними болтами. Кожна фіксована обкладка формує з рухомими пластинами конденсатора схему давача прискорення. Обкладка конденсатора складається з двох підобкладок, які мають активні поверхні на сторонах, протилежних до центра конденсатора.

Анкер – це пружний елемент, який з'єднує дві пластини конденсатора ємнісного акселерометра (основу та інерційну масу). Залежно від характеристик анкера акселерометри мають різні вихідні технічні характеристики. Тому виконання досліджень, які дають змогу дослідити вплив конструкцій анкерів на вихідні параметри акселерометрів, є актуальною задачею сьогодення.

Виконання аналізу конструкцій

Для дослідження виберемо типову пластинчасту конструкцію ємнісного акселерометра з різними варіантами конструкцій анкерів. Приклад першої зображено на рис. 1, другої та третьої на рис. 2 і 3, відповідно.

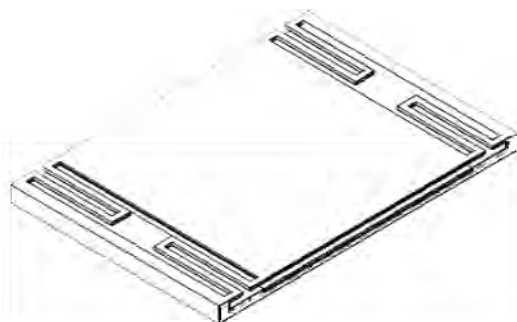


Рис. 1. Загальний вигляд акселерометра
(конструкція 1)

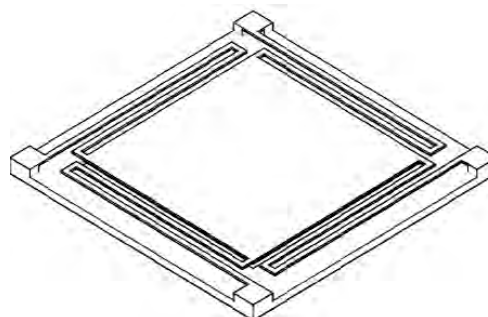


Рис. 2. Загальний вигляд акселерометра
(конструкція 2)

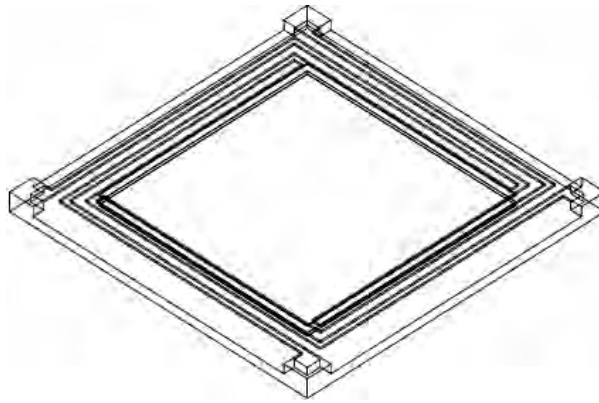


Рис. 3. Загальний вигляд акселерометра (конструкція 3)

За допомогою середовища ANSYS виконаємо послідовно спряжений фізичний аналіз – це поєднання аналізів з двох різних дисциплін, котрі обмінюються вихідними даними, щоб розв’язати глобальну інженерну задачу. Тобто здійснюється перший фізичний аналіз, а після нього наступний, причому результати першого аналізу перетворюються на вхідні дані для наступного. Якщо аналіз повністю спряжений, то результати другого аналізу змінять певні вхідні дані для наступного аналізу. Уся множина граничних умов та навантажень складається з:

- базових фізичних навантажень, котрі не є функцією іншого фізичного аналізу. Такі навантаження називають номінальними граничними умовами;
- спряжених навантажень, котрі є результатом попередньої фізичної симуляції.

Програма ANSYS виконує послідовно спряжені фізичні аналізи, використовуючи концепцію фізичного середовища.

Кінцевим результатом моделювання є залежність ємності конденсатора між нерухомою пластиною на основі акселерометра і пластиною, що закріплена на пружних елементах.

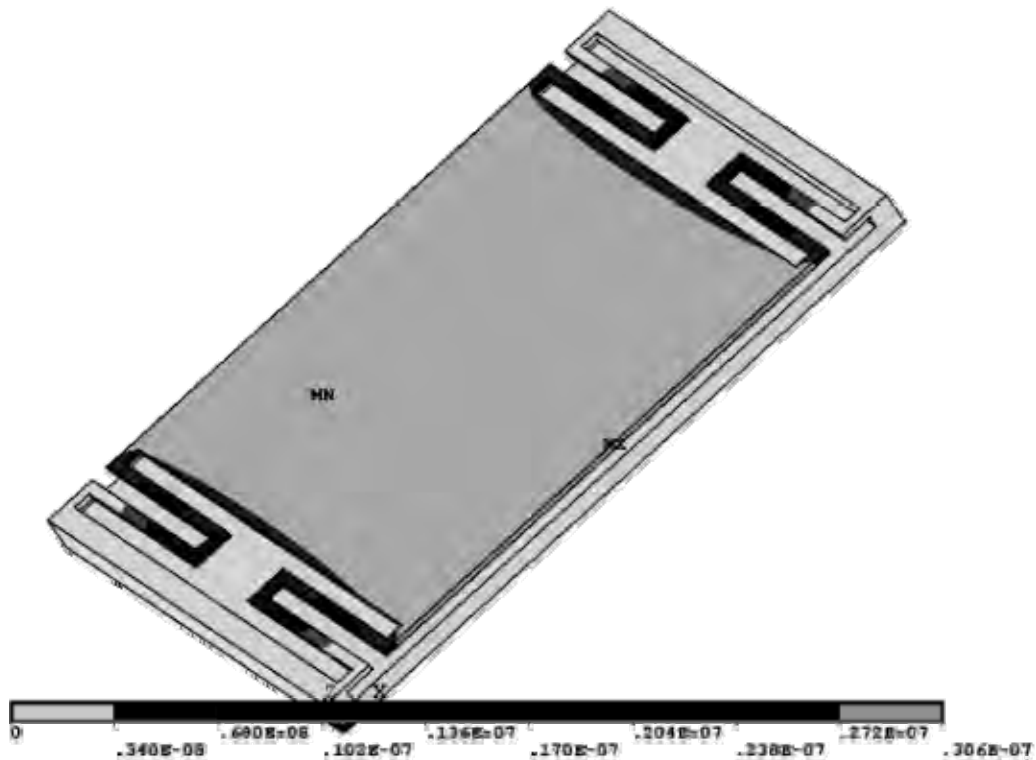


Рис. 4. Схематичне зображення зміщення елементів пристрою у разі прикладення навантажень

Для аналізу конструкції необхідно звернути увагу на переміщення верхнього електрода залежно від прискорення.

Як впливає з рис. 5, максимальне переміщення чутливої маси є лінійно залежним від прискорення системи. Це насамперед пов'язано з типом конструкції самого акселерометра – рівномірно тонка пластина, прикріплена пружними елементами до основи.

Для аналізу конструкції важливо звертати увагу на максимальне напруження, що виникає внаслідок зміщення та деформації, що зображено на рис. 6:



Рис. 5. Діаграма залежності переміщення чутливої маси від прискорення

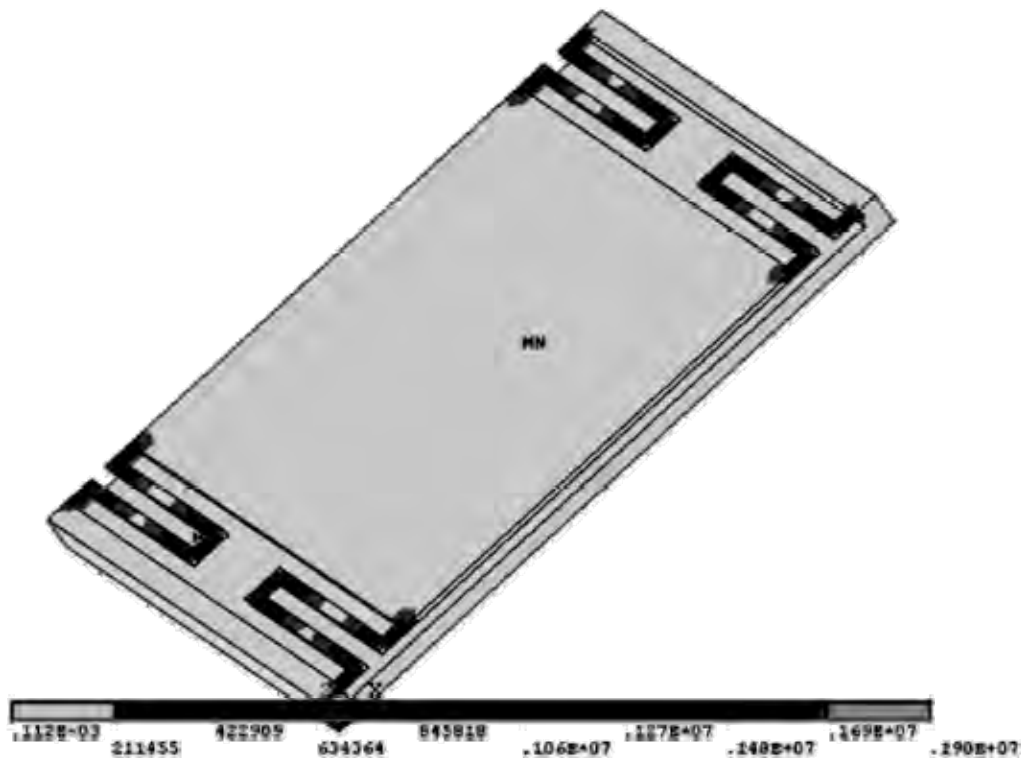


Рис. 6. Схематичне зображення напруження на вузлах у разі прикладення навантажень та деформації

Така конструкція має істотний недолік – як впливає з рис. 4, зміщення пластини є нерівномірним – зміщення країв пластини є значно меншим, ніж зміщення середини. Це, насамперед, пов'язано з особливістю кріплень – жорсткі пружні елементи розміщені несиметрично.

Порівняння отриманих результатів

Після опрацювання вихідних результатів дослідження виконаємо їх порівняльний аналіз. Як впливає з рис. 9, конструкція № 3 є найчутливішою до зміни прискорення. Проте на її функціонування необхідно накласти певні обмеження.

З рис. 7 можна зробити висновок про те, що максимальним прискоренням за якого може функціонувати акселерометр, $\epsilon \approx 1,5E+3 \text{ м/с}^2$. Подальше збільшення прискорення чутливої маси приведе до контакту електродів конденсатора.

Зважаючи на показники максимального напруження, напруження у вузлах акселерометра цієї конструкції є більшими, порівняно з іншими, проте вони не досягають гранично допустимих значень – близько $E+09$, тому особливих умов напруження не накладає.

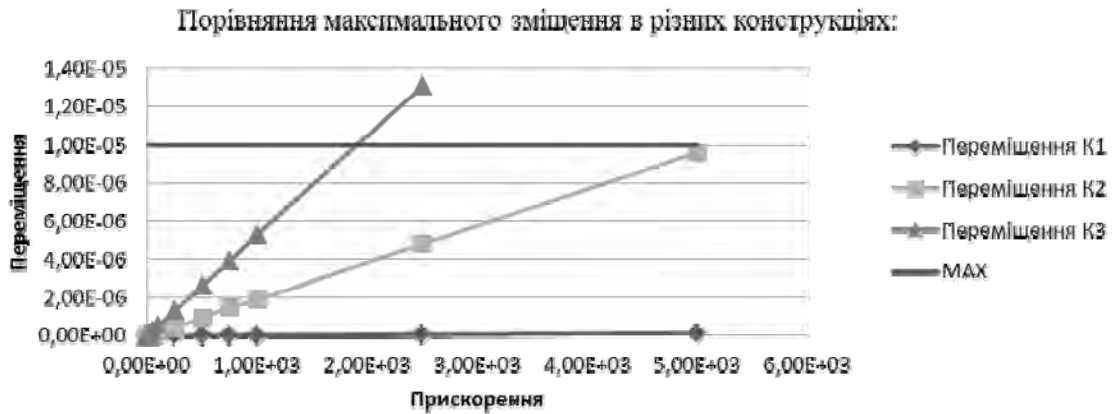


Рис. 7. Порівняння переміщення чутливих елементів залежно від прискорення

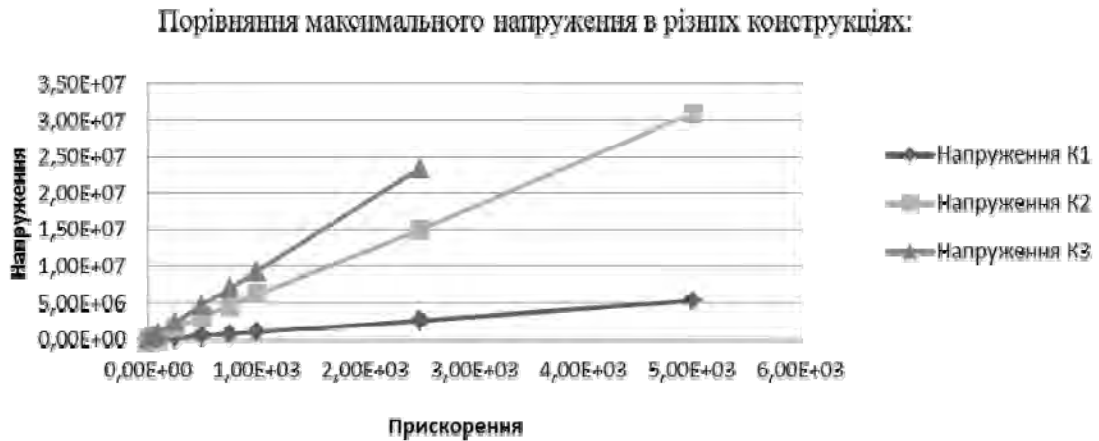


Рис. 8. Порівняння максимального напруження у різних конструкціях

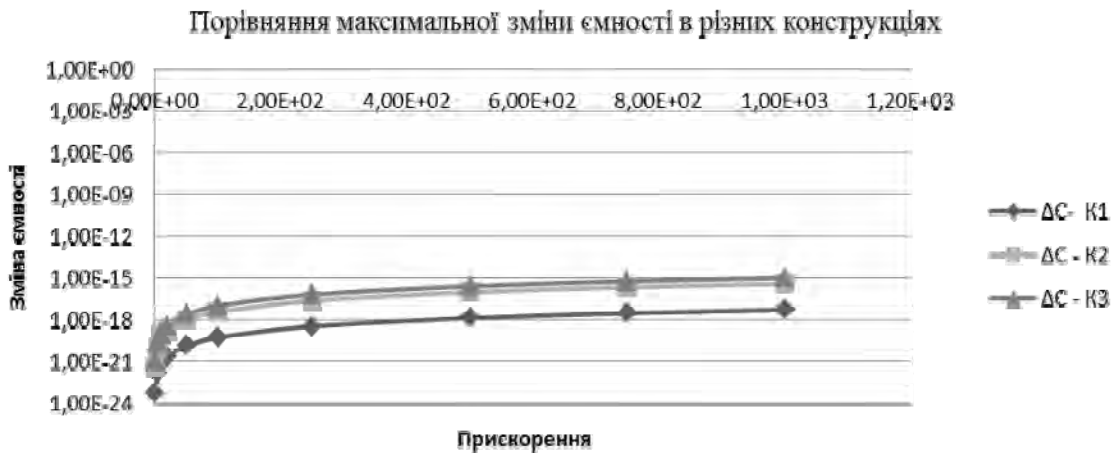


Рис. 9. Порівняння максимальної зміни ємності у різних конструкціях

Висновки

На основі виконаних досліджень можна зробити такі висновки:

1. Варіант 1 – така конструкція має найменшу чутливість до зміни прискорення через жорсткість кріплень електрода до основи. Застосування цієї конструкції рекомендується для визначення прискорень, більших, ніж 1000 м/с^2 .

2. Варіант 2 – конструкція володіє більшою чутливістю, через зменшення жорсткості кріплень, а саме: товщина кріплень є тоншою, а довжина більшою. Застосування інтегрального приладу на основі цієї конструкції рекомендується для вимірювання прискорення, що не перевищує 5000 м/с^2 .

3. Варіант 3 – така конструкція акселерометра порівняно з першою конструкцією найчутливіша до зміни прискорення, внаслідок зменшення жорсткості кріплень, та рівномірного розподілу навантажень.

4. У жодній з трьох конструкцій напруження у вузлах не перевищує максимально допустимого, тому ніяких обмежень на урахування напруження не накладається.

1. Волович А., Волович Г. *Интегральные акселерометры // Компоненты и технологии.* – 2000.

2. Amarasinghe R. et al *Design and fabrication of miniaturized six-degree of freedom piezoresistive acceleromete MEMS 2005: 18th IEEE International Conference on microelectromechanical systems.* – P. 351–354.

3. *A capacitive humidity sensor integrated with micro heater and ring oscillator circuit fabricated by CMOS–MEMS technique Sensors and Actuators B: Chemical.* – 2006. – 116, Issue 1.

4. Muller R.S. and K.Y. Lau, “Surface-Micromachined Microoptical Elements and Systems,” in *Integrated Sensors, Microactuators, Microsystems (MEMS), Vol.86, No. 8, Aug.1998.*

УДК 681.324

У.В. Поліщук¹, Ю.В. Цимбал¹, І.Ю. Юрчак²

Національний університет “Львівська політехніка”,

¹кафедра автоматизованих систем управління,

²кафедра систем автоматизованого проектування

МЕТОД КАСКАДНОГО ЗАСТОСУВАННЯ КОМПРЕСУЮЧОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ТА МЕТОДІВ КОНТЕКСТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

© Поліщук У.В., Цимбал Ю.В., Юрчак І.Ю., 2010

Розглянуто варіант послідовного застосування компресуючої нейронної мережі та методів контекстного моделювання для ефективного ущільнення даних, зокрема зображень та аудіосигналів. Запропонований метод оснований на поданні проміжного архіву зберігання даних у форматі чисел з фіксованою комою та забезпечує покращення характеристики щодо коефіцієнта компресування та якості відтворення первинних даних.

Ключові слова: нейронна мережа, компресія даних, відтворення первинних даних

A variant of consistent application of the compressive neural network and context modeling techniques for efficient data compression, including images and audio signals is being viewed. The method is based on the representation of intermediate storage archive in a fixed-point format and provides improved performance of compression coefficient and quality of primary data reproduction.

Keywords: neural network, data compression, primary data reproduction

Вступ

Ущільнення даних належить до процедур перекодування, які здійснюють з метою зменшення об'єму даних та є необхідним для раціональнішого використання пристроїв зберігання інформації, а також передавання даних каналами зв'язку. Метою компресування може бути також ефективніше подання вхідної інформації для порівняння процедур її опрацювання, зокрема прогнозування, розпізнавання, порівняння.