

5. ЄМНІСНИЙ ТЕНЗОДАТЧИК

К.В. Рудик

Київський кооперативний інститут бізнесу і права

М.Ю. Лобжинська, С.М. Холодько

Національний університет харчових технологій

Відомі тензодатчики для вимірювання ваги, сили, тиску, напружень та прогнозування руйнування механічних об'єктів [1] звичайно складаються з планарного проволоченого, або напівпровідникового електроду на клеєвій основі, який закріплюють на діелектричному носії на поверхні тестованого об'єкту.

Але вони не забезпечують достатньої точності та достовірності вимірювань деформацій об'єкту з-за нелінійної повзучості та гістерезисної й температурної залежності опору тензорезистора, а також з-за суттєвого впливу на вихідний сигнал датчика зміни геометричних розмірів контрольованого об'єкту в ортогональному, до контрольованого, напрямку. Тому такий пристрій не може забезпечити пропорційність вимірюваної деформації зміні його опору. При цьому також під час серійного виготовлення питомий опір і опір кожного окремого тензорезистора помітно варіюються та зовсім не можуть бути передбачені й точно виготовлені та потребують перед вимірюваннями калібрування.

Для підвищення точності та достовірності вимірювань деформацій

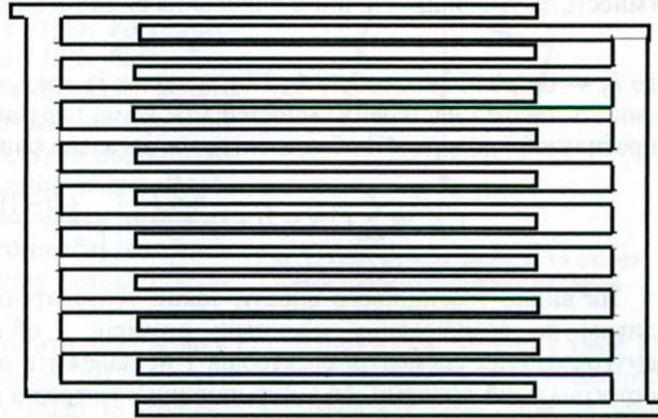


Рис. 1. Схема ємнісного тензодатчика

об'єкту на основі виключення впливу цих недоліків було запропоновано ємнісний тензодатчик, який складається [2] з двох гребінкоподібних вимірювальних електродів посеред провідної площини (заземленого електроду у триконтактній схемі вимірювання ємності конденсаторів), нанесених на ізоляційну поверхню контрольованого об'єкту (рис.1). Вимірювані зміни ємності між двома електродами тензодатчика внаслідок змін їх довжини при змінах вимірюваного лінійного розміру поверхні контрольованого об'єкту зовсім не залежать від опору електродів (i , відповідно, всіх його негативних впливів — нелінійної повзучості та гістерезисної й температурної залежності опору такого тензодатчика, впливу на опір провідного матеріалу електроду зміни геометричних розмірів контрольованого об'єкту в ортогональному, до контрольованого, напрямку). Ємність нового тензодатчика не залежить від змін ширини електродів (а тільки від їх взаємного відношення, яке при цьому не змінюється), його не треба калібрувати та підстроювати перед вимірюваннями, так його ємність чітко розраховується лише за ϵ_r і геометрією електродів — без врахування складу і стану провідного матеріалу провідників (вплив змін тиску повітря на ϵ_r складає лише 5×10^{-9} на Паскаль, а для виключення впливу інших параметрів у більш агресивних умовах можна використати інший аналогічний перетворювач не в режимі датчика у суміжному плечі вимірювального мосту).

При жорсткому з'єднанні електродів з поверхнею контрольованого об'єкту зміна її розмірів викликає однозначну зміну розмірів електродів, а отже і ємності між ними.

Ємність між двома плоскими смугоподібними електродами, оточеними третім заземленим електродом, за умови, що один із них набагато довший за інший (на практиці це означає довший за $(s+b_1+b_2) \times 5$), визначається довжиною l і складає (1):

$$C_{AB} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r l}{\pi} \ln \left[\frac{(s+b_1)(s+b_2)}{s(s+b_1+b_2)} \right] \quad (1)$$

Можна показати, що для двох гребінкоподібних вимірювальних електродів, з кількістю N смугоподібних електродів («зубців») в кожному, посеред провідної заземленої площини (третього електроду), у триконтактній схемі вимірювання ємності, за умови практичного виконання вищезгаданої умови, і коли прийняти

$$r = b/s \quad (2)$$

де b — це рівні між собою b_1 і b_2 , а також із врахуванням впливу на загальну ємність також і часткових ємностей між усіма парами смугоподібних електродів протилежної полярності обох електродів, загальна ємність конденсатора складає

$$C_{TOT} = \sum_{i=1}^n (2N - 2i + 1) \frac{\epsilon_0 \epsilon_r l}{\pi} \ln \left(\frac{(2i-1)^2 (r+1)^2}{[(2i-1)(r+1)]^2 - r^2} \right) \quad (3)$$

Як видно з останнього виразу, такий тензодатчик вперше виявляється чутливим до вимірюваних мікрозмін розмірів l об'єкту тільки вздовж його смугоподібних елементів електродів і не залежить від змін розмірів об'єкту в ортогональній площині, бо зміна ширини електродів при цьому, як видно із (3), не впливає на вихідну ємність датчика, а залежить тільки від їх взаємного відношення r , яке тут реально залишається незмінним. Крім того, такий тензодатчик, на відміну від існуючих, зовсім не споживає енергії при вимірюваннях.

ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 30129-96. Міждержавний стандарт. Датчики ваговимірювальні тензорезистивні. Загальні технічні умови. 1996, 5 с.

2. *Тарасенко І.В., Тарасенко С.Д.* Ємнісний тензодатчик. Позитивний висновок про видачу патенту на корисну модель

Наукові керівники: С.Д. Тарасенко, В.П. Шуліка