

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЇ ПЕРЕТВОРЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ СЕНСОРІВ

Залуцька Т.М., студентка; Мотало В.П., доц., к.т.н.
(Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів,
Україна).

Одною із найбільш актуальних задач в області технічних засобів автоматизації технологічних об’єктів та процесів є створення високоточних первинних *вимірювальних перетворювачів (датчиків, сенсорів)*, призначених для перетворення вимірюваних (контрольованих) фізичних величин, характеризуючих стан об’єктів чи процесів, в електричні сигнали, зручні для подальшого опрацювання і введення в комп’ютер.

Одними із найбільш поширених і перспективних первинних вимірювальних перетворювачів є *ультразвукові сенсори (УЗС)*, які використовуються при вимірюваннях таких технологічно важливих величин, як температура, витрата газів і рідин, густина, вологість тощо [1]. Принцип дії УЗС, оснований на тому, що швидкість ν поширення ультразвукових хвиль (УЗХ) в певному середовищі залежить від структури і характеристик цього середовища, зокрема, від модуля пружності, E твердих матеріалів: $\nu = \sqrt{E/\rho}$ (тут ρ - густина матеріалу). Модуль пружності E , в свою чергу, як структурно-чутлива характеристика матеріалу залежить від різних зовнішніх факторів, наприклад, від температури [1] - $E = E_0 [1 - k \cdot f(T/\theta_D)]$, де E_0 - значення модуля пружності при 0°C ; T - температура, $^\circ\text{C}$; k і θ_D - сталі величини, що характеризують даний матеріал.

Для точного відтворення функції перетворення УЗС необхідно знати точне значення модуля пружності його матеріалу, який зазвичай визначають шляхом вимірювання швидкості ν поширення УЗХ в сенсорі і густини ρ :

$$E = \rho \nu^2, \quad (1)$$

Похибка вимірювання модуля пружності на основі (1) складається з похибки вимірювання швидкості δ_ν і густини δ_ρ :

$$\delta_E = \delta_\nu + \delta_\rho, \quad (2)$$

і становить десяти долі відсотка.

Автори відомих робіт не враховують впливу дефектів внутрішньої структури матеріалу сенсора (точкових дефектів і дислокацій), внутрішніх механічних напружень в сенсорі на значення E . Такий вплив існує і може призвести до виникнення додаткової методичної похибки вимірювання модуля, яка становить в різних випадках 1...5%, тобто є набагато більшою від інструментальної похибки δ_E , формула (2).

Корекція, тобто виконання методичної похибки здійснюється додатковим вимірюванням одної із структурно – чутливих характеристик матеріалу сенсора, наприклад, питомої електропровідності γ або діелектричної проникності ϵ , і визначення істинного значення модуля пружності матеріалу сенсора E_o за формулами [2]:

$$E_o = \rho_o \nu^2 \gamma_o / \gamma, \quad \text{та} \quad E_o = \rho_o \nu^2 \epsilon_o / \epsilon,$$

де ρ_o - густина бездефектного матеріалу; γ_o, ϵ_o - питома електропровідність та діелектрична проникність бездефектного матеріалу.

Запропонована методика вимірювання модуля пружності дозволяє виключати методичну похибку і суттєво підвищити точність вимірювання модуля пружності сенсора, тобто підвищити точність визначення його функції перетворення.

Перелік видань

1. Луцик Я., Буняк Л., Стадник Б. Застосування ультразвукових сенсорів. – Львів: СП “БаК”, 1998. – 232с.

2. Патент 22180А, Україна, МПК G01 N 29/00. Спосіб вимірювання модуля пружності діелектричних матеріалів. /Б.І. Стадник, В.П. Мотало (Україна) // Пром. власність, 1998, №3.