УДК 004

Н.М. ЄНА, НТУ «ХПІ», Харків, Україна
С.І. КОНДРАШОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Бездемонтажні методи контролю та корекції метрологічних характеристик первинних вимірювальних перетворювачів

Особливість технологічних процесів сучасних виробництв, яка вимагає від автоматизованих інформаційних систем контролю і керування довготривалої безперервної роботи, не дозволяє демонтувати перетворювач для здійснення повірки. Для багатьох технічних об'єктів демонтаж первинних перетворювачів взагалі неможливий через високий рівень інтегрованості первинних вимірювальних перетворювачів (ПВП) до складу об'єктів [1].

Неможливість застосування традиційних методів метрологічного забезпечення для підвищення точності ПВП надає практично єдину можливість підвищення точності вимірювання вхідних сигналів електричними вимірювальними перетворювачами, а саме, застосування бездемонтажного тестового контролю точнісних характеристик (ТХ) ПВП і створення електричних ПВП зі здатністю до автоматичної корекції похибок результатів вимірювання.

Похибка нелінійності функції перетворення електричних вимірювальних перетворювачів має істотно більший вплив на результати обчислення значення вхідного сигналу у разі використання тестових методів корекції. Одночасно, похибка нелінійності має мультиплікативний характер, а реляційні моделі дозволяють знизити вплив мультиплікативної складової похибки. Цей процес дозволяє корегувати похибки для простої тестової РМ оператора корекції вхідних значень електричних ВП. Використання реперних РМ дозволяє ще далі зменшити похибку нелінійності функціональних операторів. Це зумовлюється тим, що у функціональних реперних РМ визначається відношення двох значень сигналів у точках шкали ВП, які не можуть бути значно віддалені одне від одного. З урахуванням монотонного характеру нелінійності ФП реальних електричних ВП, вдається значно зменшити похибки нелінійності реперної реляційно-різницевої моделі за рахунок того, що робоча і реперна точки шкали знаходяться достатньо близько одна від одної на монотонній ФП електричного ВП [1].

Проведемо аналіз похибки нелінійності тестової РМ.

Тестова РМ визначається із співвідношення

$$\psi_{\text{тест}} = \frac{\Delta y_{20}}{\Delta y_{10}}, \qquad (1)$$

де $\Delta y_{10} = y_1 - y_0$ – різниця першого порядку, обчислена після дії адитивного тесту $\bar{}$;

$\Delta y_{20} = y_2 - y_0$ – різниця першого порядку обчислена після дії мультиплікативного тесту kx;

ISSN 978-966-593-724 (ч. 3) Матеріали конференції, 2015

y_0, y_1, y_2 – значення вихідного сигналу ВП у разі дії вимірюваної величини x та тестових впливів: адитивного $\cdot^{-}$ та мультиплікативного kx.

Похибка нелінійності різниці першого порядку розраховується як

$$\Delta_{нел}(\Delta y_{10}) = \Delta y_{10\,л} - \Delta y_{10нсх} = y_{1л} - y_{1нсх}, \quad (2)$$

де $\Delta y_{10\,л}$ – значення різниці 1-го порядку, обчислене шляхом лінійного наближення;

$\Delta y_{10нсх}$ – значення різниці першого порядку, обчислене за номінальною статичною характеристикою (НСХ), якщо у якості ПВП використовувався термоелектричний перетворювач;

$y_{1л}$ – значення вихідного сигналу після тестового впливу, обчислене шляхом лінійного наближення;

$y_{1нсх}$ – значення вихідного сигналу після тестового впливу, визначене за НСХ.

Значення вихідного сигналу після дії тесту за лінійним наближенням визначається першими двома членами розкладання функції в ряд Тейлора в околі робочої точки, біля якої проводяться тестові випробування

$$y_{1л} = y(x) + y^{(I)}(x)\cdot^{-}. \quad (3)$$

Похибка нелінійності може бути визначена як

$$\Delta_{нел}(\Delta y_{10}) = -\left[\sum_{i=2}^{n}\frac{1}{i!}y^{(i)}(x)\cdot^{-i}\right]. \quad (4)$$

Оскільки різниці 1-го порядку Δy_{10}, Δy_{20} мають похибку нелінійності, обумовлену нелінійністю ФП, то і тестова РМ $\cdot_{тест}$ буде мати похибку нелінійності, абсолютне значення якої визначається з використанням методики оцінки похибки опосередкованих вимірювань [2].

Абсолютна похибка нелінійності функціонального оператора розраховується за формулою

$$\Delta_{нел}C_{\cdot} = \sum_{i=1}^{n}\frac{\partial C_{\cdot}}{\partial \cdot_i}\Delta_{нел}\cdot_i, \quad (8)$$

де $\Delta_{нел}\cdot_i$ – абсолютна похибка нелінійності тестової РМ $\cdot_i$.

Список літератури:

1. *Кондрашов, С.І.* Підвищення точності вимірювальних перетворювачів з формуванням у реальних умовах тестових впливів: дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: 05.11.05 / *С. І. Кондрашов*// 2004. – С. 412.

2. МИ 2083 – 90. Государственная система обеспечения единства измерений. Рекомендация. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценка их погрішностей.