

УДК 535.08; 681.7.08

МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДІВ НАДЛИШКОВИХ ВИМІРЮВАНЬ ПРИ КУБІЧНІЙ ФУНКЦІЇ ПЕРЕТВОРЕННЯ

Г.О. Корогод, кандидат технічних наук

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: надлишкові вимірювання, математична модель методу, підвищення точності вимірювань, нелінійна функція перетворення сенсора, система нелінійних рівнянь величин.

У сучасних умовах конкурентоспроможності продукції вітчизняна промисловість постійно потребує підвищення якості товарів при одночасному зниженні витрат на виробництво. Це стимулює впровадження нових технологій та методів, які б дозволили з високою точністю контролювати технологічний процес в цілому і його параметри зокрема.

При вимірюваннях фізичних величин ненадлишковим методом виникає ряд задач з підвищення точності: по-перше, існуючі методи не забезпечують безпосереднє виключення систематичних складових похибки, які обумовлені нестабільністю параметрів функції перетворення вимірювального каналу під дією дестабілізуючих факторів; по-друге, отримання в реальному масштабі часу лінійної залежності результату вимірювання від інформативного потоку оптичного випромінювання (оскільки параметри функції перетворення з часом змінюються, а обробка результатів продовжується за заданою програмою). Підвищення точності, в свою чергу, сприяє підвищенню достовірності контролю, за результатом якого («придатне» чи «непридатне» вимірюване значення інформативного параметра) здійснюється управління технологічним процесом.

Саме тому, у загальній сукупності інформативних методів, методи надлишкових вимірювань зарекомендували себе як надійний інструмент підвищення точності вимірювання під час проведення технологічного процесу.

Методи надлишкових вимірювань — це методи, засновані на виконанні кінцевої сукупності вимірювальних перетворень інформативної фізичної величини і декількох нормованих за значенням фізичних величин, при незмінних і дискретно змінених на нормовані значення параметрах нелінійної функції перетворення. В результаті чого складається система рівнянь величин з наступним визначенням значення інформативної фізичної величини за рівнянням надлишкових вимірювань.

В якості прикладу розглянемо математичну модель, що реалізує методи надлишкових вимірювань, у випадку, коли параметри функції перетворення (ФП) можуть бути нормовано змінені, тобто керованими.

Продемонструємо застосування методів надлишкових вимірювань на прикладі кубічної ФП:

$$y'_n = S'_n x^3 + S'_n x + \Delta y'_n, \quad (1)$$

де $\Delta y'_n$ – зміщення функції перетворення з урахуванням адитивної складової похибки;

y'_n – сигнал на виході вимірювального каналу чи сенсора;

$S'_{н1}, S'_{л1}$ – крутість перетворення нелінійної і лінійної складових ФП;

x – інформативна фізична величина.

Таким чином, при застосуванні надлишкових методів з можливістю проведення 5 тактів вимірювань, система нелінійних рівнянь величин при кубічній ФП має вид:

$$\begin{cases} y_{н1} = \Delta y_n; \\ y_{н2} = S'_н \Delta x^3 + S'_л \Delta x + \Delta y_n; \\ y_{н3} = S'_н k_{л1}^3 \Delta x^3 + S'_л k_{л1} \Delta x + \Delta y_n; \\ y_{н4} = S'_н x^3 + S'_л k_{л1} x + \Delta y_n; \\ y_{н5} = S'_н x^3 + S'_л \frac{x}{k_{л1}} + \Delta y_n, \end{cases} \quad (2)$$

де $k_{л1}$ – коефіцієнт локальної лінеаризації, що не дорівнює нулю чи одиниці;

y'_{ni} – сигнал на виході вимірювального каналу чи сенсора (в i -му такті вимірювань);

Δx – нормована фізична величина.

В результаті рішення системи (2), отримуємо рівняння надлишкових вимірювань:

$$x = \frac{k_{л1}(y_{н5} - y_{н4})}{S'_л(1 - k_{л1}^2)} = \frac{(y_{н5} - y_{н4})k_{л1}\Delta x(k_{л1} - k_{л1}^3)}{(1 - k_{л1}^2)[(y_{н3} - y_{н2}k_{л1}^3) - y_{н3}(1 - k_{л1}^3)]}. \quad (3)$$

Отримане рівняння надлишкових вимірювань (3) забезпечує визначення інформативного значення вхідної фізичної величини x , яке приведене до входу. Крім того, результат вимірювання не залежить від параметрів нелінійної функції перетворення та їх відхилень від номінальних значень (за умови, що ці зміни залишаються постійними за час проведення тактів вимірювання).

В цілому, можна стверджувати про ефективність методів надлишкових вимірів в сфері підвищення точності вимірювання при нелінійній функції перетворення.

Список використаних джерел

1. Shcherban' V., Korogod G., Chaban V., Kolysko O., Shcherban' Yu., Shchutska A.. Computer simulation methods of redundant measurements with the nonlinear transformation function. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019, Vol 2, No 5 (98), p.16–22.

2. Кондратов В.Т., Корогод. А.А. Избыточная пирометрия: состояние и перспективы развития. Вісник Хмельницького національного університету. – 2017. – С. 37 – 47.