

І.В. ГРИГОРЕНКО, к.т.н., доцент НТУ «ХПІ»

А.С. БЕЛЄВЦОВА, магістр НТУ «ХПІ»

ПОБУДОВА ТЕСТОВИХ ВПЛИВІВ ДЛЯ ДІАГНОСТИЧНОГО ПРИБАДУ ЛАЗЕРНИХ СИСТЕМ

У статті запропоновано варіант побудова тестових впливів для діагностичного приладу лазерних систем контролю. Висвітлені аналітичні залежності, які визначають процеси зміни вхідного сигналу у динамічному режимі.

Ключові слова: системи лазерного контролю, корекція похибки системи лазерного контролю, тестові методи контролю лазерних систем, алгоритм підвищення точності системи.

Вступ. Задача контролю лазерних систем виникла разом зі самими системами. На цей час існують багато систем лазерного контролю як технологічних процесів, так і окремих об'єктів, які дають можливість вирішувати конкретні задачі, але не відповідають на запитання: наскільки достовірні данні цього контролю?

Аналіз основних досягнень і літератури. В роботі [1] розглянуто пристрій для контролю лазерних приладів, оптичний блок якого виконаний у вигляді призми й двох клинів, розташованих перед об'єктивом, проте даний винахід механічно ускладнений і вимагає великих матеріальних затрат. В роботі [2] пристрій для контролю лазерних технологічних процесів містить відеокамеру з об'єктивом і фотодіод, оптично зв'язані з системою лазера, що сканує і фокусує, але він має невисоку точність вимірювання та низьку швидкодію. Запропонований у роботі прилад має значні переваги по точності контролю у порівнянні з попередніми, що дозволяє значно підвищити точність вимірювання геометричних розмірів та якості поверхні виробів завдяки використанню тестових зразкових ділянок. Питання тестування систем за допомогою подання адитивних і мультиплікативних тестів з подальшим обчисленням реляційно-різницевих операторів корекції розглядалося в роботі [3].

Мета дослідження, постановка задачі. Метою роботи є розробка методу тестового контролю для існуючого лазерного діагностичного приладу, який надасть можливість практично реалізувати теорію реляційно-різницевих операторів корекції для підвищення точності контролю лазерних систем.

Матеріали досліджень. В роботі [4] вперше запропоновано метод підвищення точності вимірювальних перетворювачів (ВП) на основі динамічних реляційно-різницевих операторів корекції, що дозволило значно знизити похибку нелінійності та динамічну складову похибки, за рахунок

впровадження «ковзаючого» тестового контролю ВП одночасно з дією вхідного сигналу. Розглянемо можливість використання такого підходу для побудови тестових сигналів у лазерних системах контролю. У таких системах – маємо справу зі світловими потоками. Оскільки інтенсивність світлового потоку можна перетворити на електричний сигнал, то відповідно є можливість порівняти два сигнали – один від об’єкту вимірювання, другий – від еталонної поверхні.

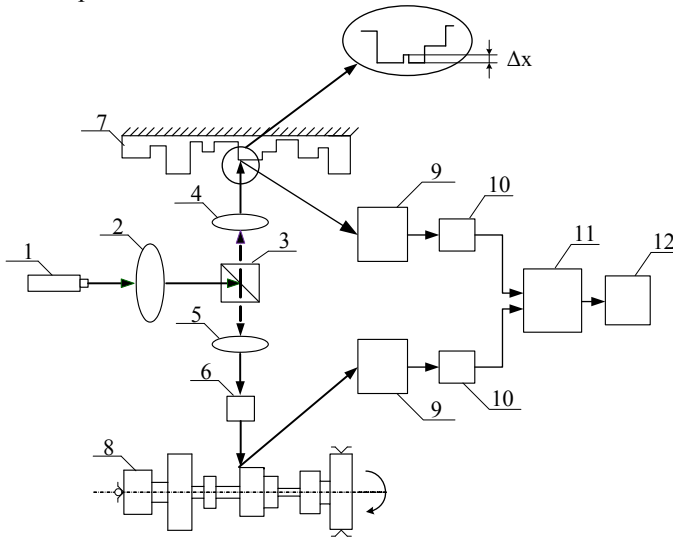


Рис. 1 – Схема системи контролю

Сутність роботи системи пояснюється рис. 1. Пристрій, працює наступним чином: Світловий потік від лазерного каналу 1, проходячи через фокусувальну двоопуклу лінзу 2, потрапляє на світлоподільну призму 3, яка ділить один світловий потік на два різних за інтенсивністю світлопотока. Обидва потоки фокусується за допомогою окремих фокусувальних систем 4, 5.

Для вирівнювання інтенсивностей на шляху робочого світлового потоку встановлено оптичний атенюатор 6. Світлові потоки потрапляють відповідно на еталонну за геометричними розмірами поверхню 7 і об’єкт вимірювання 8.

На еталонну поверхню нанесено ділянку зразкового перепаду розміру ΔX . З об’єктів 7 і 8 зчитується інформація про якість їх поверхні за допомогою відбиття світлових потоків від поверхонь даних об’єктів. Відбиваючись від об’єктів 7 і 8, світловий потік потрапляє на фотоприймачі 9, які перетворюють інтенсивність світлового потоку в електричний сигнал. З виходів фотоприймачів 9 обидва електричні сигнали (напруга) підсилюються, надходячи до підсилювачів 10. Для порівняння електричних сигналів використовуємо компаратор 11. Дані передаються на блок обробки даних 12.

Для перетворення відбитих світлових потоків у розглянутій системі використані фотодіоди. Схему фотопідсилювача можливо скласти таким чином, як показано на рисунку 2 [5]. Обидва резистори R_1 та R_2 мають однакові номінали.

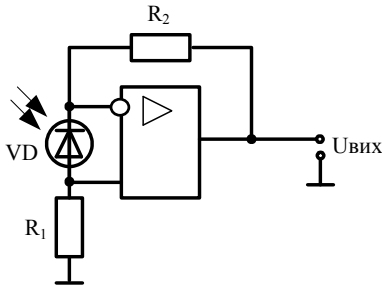


Рис. 2 – Схема фотопідсилювача з фотодіодом

У схемі фотодіод працює в режимі генерації фото-ЕРС (струм через діод визначається тільки значенням фотоструму). Фотодіодний режим характеризується малою інерційністю, підвищеною чутливістю до довгохвильової частини оптичного спектра, широким динамічним діапазоном лінійності характеристик. Інерційність фотодіодів залежить від часових характеристик процесу фотогенерації носіїв, умов поділу електронно-діркових пара, ємності переходу, а також опору навантаження.

Розглянемо як здійснюється формування вихідного сигналу підсилювачів.

На рисунку 3 (а, б, в) представлені графічні зображення результатів тестового контролю при скануванні ділянок вимірюваного об'єкта і зразка. Зображені залежності напруг від часу, за який лазерний промінь проходить вздовж поверхні деталі.

На рисунку 3а зображений графік залежності напруги на виході фотоприймача U_1 при скануванні поверхні деталі

На рис. 3б зображений графік залежності напруги на виході фотоприймача U_2 від часу, який витрачає інший лазерний промінь на сканування зразкового об'єкта, на який нанесено зразкові ділянки певного розміру. Геометричні розміри деталі і зразкового об'єкта однакові.

На рис. 3в - графік вихідної напруги з компаратора $U_{\text{вих}}(t)$. Глибина зразкових ділянок відповідає амплітуді Δ – відхиленню номінального значення розміру об'єкту вимірювання від зразкового об'єкта.

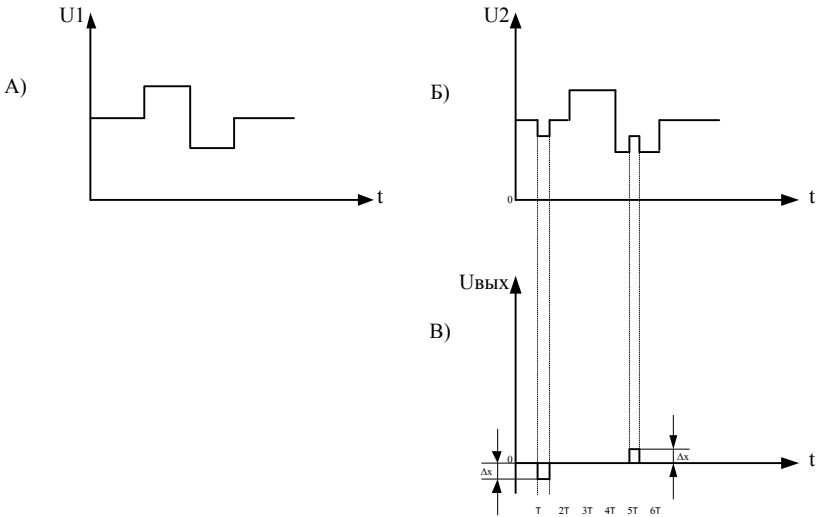


Рис. 3. – Графіки залежності $U_{\text{вих}}(t)$

Таким чином, якщо система, що контролюється, реагує на зразкові ділянки, то на виході блоку обробки даних маємо різницевий сигнал заданого рівня, що говорить про чутливість та точність роботи системи.

Оригінал функції вхідного сигналу представимо у вигляді системи рівнянь

$$\begin{cases}
 Y_1(t_1) = Y(0) + \alpha \cdot t_1; & [t_1 \in 0, T] \\
 Y_2(t_2) = Y(0) + \alpha \cdot t_2 + k \cdot (\alpha \cdot (t_2 - T) + Y(0)); & [t_2 \in T, 2T] \\
 Y_3(t_3) = Y(0) + \alpha \cdot t_3 + k \cdot (\alpha \cdot (t_3 - 2T) + Y(0)) - & \\
 \quad - k \cdot (\alpha \cdot (t_3 - 3T) + Y(0)); & [t_3 \in 2T, 3T] \\
 Y_4(t_4) = Y(0) + \alpha \cdot t_4, & [t_4 \in 3T, 4T]
 \end{cases} \quad (1)$$

де $Y(0)$ – значення сигналу на початку контролю;

α – розрахункове значення оцінки швидкості зміни вхідного сигналу;

t_1, t_2, t_3, t_4 – моменти поточного часу, віддалені одне від одного на інтервал T :

T :

$$t_1 - t_0 = T, \quad t_2 - t_0 = 2T, \quad t_3 - t_0 = 3T, \quad t_4 - t_0 = 4T.$$

k – рівень мультиплікативного тестового впливу;

Таким чином динамічна різницева модель оператору корекції має вигляд

$$\Delta Y(t) = \begin{cases} \Delta Y_{21}(t2, t1) = Y_2(t2) - Y_1(t1), & t2 \in [T, 2T] \\ \Delta Y_{31}(t3, t1) = Y_3(t3) - Y_1(t1), & t3 \in [2T, 3T] \end{cases} \quad (2)$$

Для розрахунку співвідношення (2) необхідно формувати також адитивний тестовий вплив, що є цілком можливим.

Результати досліджень. Аналіз отриманих результатів дає можливість стверджувати, що при динамічному контролі лазерних систем необхідно проводити періодичне тестування безпосередньо в процесі експлуатації та використовувати при обробці результатів реляційно-різницевої моделі операторів корекції.

Висновки. Використання діагностичного приладу для лазерних систем контролю надасть можливість підвищити точність вимірювань завдяки наявності тестових зразкових ділянок. У наступній роботі буде розглянута використання реляційно-різницевої моделі з урахуванням адитивного тесту, що є необхідним для подальших досліджень.

Список літератури: 1. Г.І. Федченко, С.І. Щеглов, С.М. Зубок. Устройство для контроля лазерного прибора./Патент РФ № 2419079, кл. G01M11/02, 2009. 2. J.-P.Kruth, J.Duflou et al. // Proceedings of the 5th LANE 2007. V.1. P.23-30. Erlangen. Germany. 3. Григоренко І.В. Розвиток тестових методів підвищення точності електричних компенсаційних вимірювальних перетворювачів у динамічних режимах: дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.11.05 / Ігор Володимирович Григоренко – Харків, 2010. – 224 с. 4. Кондрашов С.І. Підвищення точності вимірювальних перетворювачів з формуванням у реальних умовах тестових впливів: дис. на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук: 05.11.05 / Сергій Іванович Кондрашов – Харків, 2004. – 412 с. 5. В.І. Щербаків, Г.І. Гнездов. Электронные схемы на операционных усилителях: Справочник. - К.: Техніка, 1983.-213с.

Bibliography (transliterated): 1. H.I. Fedchenko, S.I. Shcheghlov, S.M. Zubok. Ustroystvo dlya kontrolya lazernoho prybora./Patent RF # 2419079, kl. G01M11/02, 2009. 2. J.-P.Kruth, J.Duflou et al. // Proceedings of the 5th LANE 2007. V.1. P.23-30. Erlangen. Germany. 3. Hryhorenko I.V. Rozvytok testovykh metodiv pidvyshchennya tochnosti elektrychnykh kompensatsiynykh vymiryval'nykh peretvoryuvachiv u dynamichnykh rezhymakh: dys. na zdobuttya naukovoho stupenya kandydata tekhnichnykh nauk: 05.11.05 / Ihor Volodymyrovych Hryhorenko – Kharkiv, 2010. – 224 s. 4. Kondrashov S.I. Pidvyshchennya tochnosti vymiryval'nykh peretvoryuvachiv z formuvannyam u real'nykh umovakh testovykh vplyviv: dys. na zdobuttya naukovoho stupenya doktora tekhnichnykh nauk: 05.11.05 / Serhiy Ivanovych Kondrashov – Kharkiv, 2004. – 412 s. 5. V.I. Shherbakov, G.I. Gnezdov. Jelektronnnye shemy na operatsionnykh usiliteljah: Spravochnik. - K.: Tehnika, 1983.-213s.

Надійшла (received) 14.12.2013

В.К. ГУСЕЛЬНИКОВ, канд. техн. наук, проф. НТУ «ХПІ»;
Т.С. ДЕМЕНТ'ЄВА, студентка НТУ «ХПІ»

ЦИФРОВИЙ ВИМІРЮВАЧ ТЕМПЕРАТУРИ

У статті розглянуті питання побудови цифрового вимірювача температури. Було обґрунтовано підхід до вибору датчика температури, також була проведена оцінка похибок даного приладу.

Ключові слова: вимірювання, температура, датчики температури, мікроконтролер, інтерфейс RS 485, похибка.

Вступ. Вимірювання, контроль і регулювання температури є одним з невід'ємних і важливих завдань в сучасному світі. Таке завдання стоїть і перед промисловістю, і перед сільським господарством, і в побуті, і навіть в області високих технологій. У різних випадках завдання регулювання температури має свою індивідуальну мету і спосіб вирішення.

Хоча поняття температури інтуїтивно зрозуміле, як стан тепла й холоду, її вимірювання, тобто співставлення з певною одиницею температури й кількісне вираження у вигляді числа, є методологічно складною проблемою. Температуру неможливо виміряти безпосередньо. Проте, при нагріванні або охолодженні тіла змінюються його фізичні властивості: довжина і об'єм, густина, пружні властивості, електропровідність тощо. Основою для вимірювання температури може бути зміна будь-якої властивості будь-якого тіла, якщо для нього відома залежність даної властивості від температури. Вибране для вимірювання температури тіло називають термометричним, а прилад для вимірювання температури - термометром.

В сучасному світі вимірювання, контроль і регулювання температури є одним з невід'ємних і важливих завдань. Таке завдання стоїть і перед промисловістю, і перед сільським господарством, і в побуті, і навіть в області високих технологій. У різних випадках завдання регулювання температури має свою індивідуальну мету і спосіб вирішення.

Покладати на людину завдання контролю і регулювання температури технологічних процесів в епоху високих комп'ютерних технологій просто не раціонально. Сьогодні для цього використовують різні цифрові датчики та регулятори температури з використанням мікропроцесорної техніки.

Мета статті. Температуру вимірюють за допомогою пристроїв, що використовують різні термометричні властивості рідин, газів і твердих тіл. Існують десятки різних пристроїв, що використовуються в промисловості, при наукових дослідженнях, для спеціальних цілей. Метою статті є розробка цифрового вимірювача температури в діапазоні від -40 °C до $+120$ °C, похибка вимірювання не повинна перевищувати 1 %. Цей прилад може