

## ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ДЕТАЛЕЙ СКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНИМИ ДАТЧИКАМИ

Сучасний стан розвитку авіабудування пред'являє до метрологічного забезпечення все більш високі вимоги до точності, чутливості та швидкодії засобів та методів вимірювання. Тому актуальною є задача розробки нових прецизійних швидкодіючих засобів та методів вимірювання та контролю лінійних і кутових розмірів деталей складної геометричної форми, що стає одним з необхідних вимог підтримки прийнятих галузевих стандартів якості, зменшення ймовірності браку і поліпшення експлуатаційних показників.

Незважаючи на дискретний характер процесу вимірювання, в більшості випадків його можливо здійснити тільки дистанційно, особливо за умови великих розмірів вимірювальних об'єктів. Цим зумовлено широке використання координатно-вимірювальних машин (КВМ), специфічною рисою яких є можливість проводити вимірювання таких об'єктів з високою точністю і порівнювати дійсні розміри з розмірами їх математичної моделі, контролювати відхилення від форми і взаємного розташування поверхонь деталей.

Доведено, що основними проблемними чинниками, які існують у виробничих умовах при дистанційних вимірюваннях є міжканальний вплив сигналів, наявність перешкоди загального вигляду, широкий динамічний діапазон вхідних сигналів, обмеженість коефіцієнта придушення завад загального і нормального вигляду [6,7].

Для усунення вищезгаданих недоліків була розроблена структурна схема аналогового інтерфейсу для дистанційних вимірювань потенціометричних датчиків переміщень з метрологічними характеристиками швидкодії та завадо захищеності, що в десятки разів перевищують аналогічні характеристики існуючих систем.

Схема включає потенціометричний датчик  $R_{\partial}$ , який включено по диференціально-реостатній схемі з вимірювальним підсилювачем з диференціально-струмовими входами типу перетворювач «струм – напруга» ( $I \rightarrow U$ ). Це дає можливість виключити вплив опору ковзного контакту на результат вимірювання, на відміну від класичної реостатної схеми з вимірювальним підсилювачем типу ( $U \rightarrow U$ ), завдяки тому, що він опиняється з боку генераторної ланки, тобто послідовно з нескінченно великим вихідним опором джерела струму.

При цьому «потенціометричний» датчик працює як резистивний подільник струму  $I_0$  ( $i_1$  та  $i_2$ ) між входами вимірювального підсилювача, який виконує також роль інтегратора ітераційного інтегруючого перетворювача [11], що дає змогу зменшити кількість використаних операційних підсилювачів, завдяки поєднанню функцій придушення завад загального, нормального виду та підсилення корисного сигналу в одному блоці. Вихідна напруга ( $U_1$ ) такого багатофункціонального перетворювача, виконаного на операційних підсилювачах ОП<sub>1</sub> ... ОП<sub>3</sub>, якщо вважати опори ліній зв'язку  $r_{л1}, \dots, r_{л5}$  однаковими та рівними  $r_{л}$ , то значення вихідної напруги  $U_1$  цього перетворювача буде дорівнювати

$$U_1 = 2 \cdot I_0 \cdot \delta \cdot \left( 1 - \frac{2r_{л}}{R_{\partial}} \right) \cdot R_{\Sigma},$$

де  $\delta = \frac{\Delta R_{\partial}}{R_{\partial}} = \frac{\Delta l}{l}$  – відносна зміна опору датчика під впливом вимірюваної величини  $\frac{\Delta l}{l}$  відносно середини опору датчика.

Це досягається за рахунок використання ПП з диференціально-струмовими входами, що зменшує вплив паразитних ємностей під'єднувальних кабелів завдяки шунтуючій дії практично нульового вхідного опору та дає змогу підвищити частоту тестового сигналу, який підвищує добротність первинної обмотки ІДПТТ і, як наслідок, зменшує вплив дестабілізуючих факторів на чутливість датчика.

Представлена система, яка дає можливість поєднати в одному блоці такі функції як придушення завад загального та нормального виду і підсилення (астатичне) корисного сигналу. «Обмін» інформацією між датчиками (при розрахунку результату вимірювання) дає можливість ізолювати генераторні обмотки датчиків (за «рахунок» датчиків) від вимірювальної частини аналогового інтерфейсу, завдяки чому значно підвищується завадозахищеність.

Запропоновано алгоритм корекції похибок вимірювального каналу за допомогою TEDS в умовах нелінійності каналу та міжканальних зв'язків.

### Література:

1. Аш Дж. и соавторы. Датчики измерительных систем: В 2-х книгах. Кн. 1. Пер. с франц. – М.: Мир, 1992. – 480 с.
2. Diao F. ElKott. Automatic Sampling for CMM Inspection Planning of Free Form Surfaces / Diao F. ElKott. Windsor. – Canada: Ontario, 2001. – 162 p.
3. Зубарев Ю. М. Автоматизация координатных измерений [учебное пособие] / Ю. М. Зубарев, С. В. Косаревский, Н. Н. Ревин. – СПб.: изд-во ПИМаш, 2011. – 160с.