

УДК 621.891

М.Р.Пігур, О.М.Роман, В.А.Ковальов

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського»

Конструктивні особливості вимірювальних щупів для верстатів з ЧПК

Забезпечення високої точності виготовлення деталей на верстатах з ЧПК вимагає постійного контролю від установки заготовки до зняття готової деталі, що в значній мірі реалізується за допомогою вимірювальних щупів. Вони допомагають зменшити час на установку заготовки, забезпечують точне визначення розмірів інструменту та його періодичний контроль, виключають можливість браку внаслідок поломки інструменту і подовжують терміни експлуатації верстатів, підвищують точність деталей та стабілізують якісні характеристики оброблених поверхонь.

Фірма HEIDENHAIN займає провідні позиції на ринку по розробці, виготовленню та впровадженню вимірювальних щупів різних конструкцій і призначення.

Для вимірювання заготовок безпосередньо на верстаті пропонуються 3D-щупи серії TS. В затискний патрон вони вставляються вручну або автоматично. Доторкнувшись до заготовки вимірювальний стержень відхиляється в сторону і щуп створює комутативний сигнал, який через інфрачервоний передавач або по кабелю передається в систему ЧПК. Система ЧПК в цей момент зберігає фактичне положення вісі вимірювального приладу і оброблює отриманий сигнал.

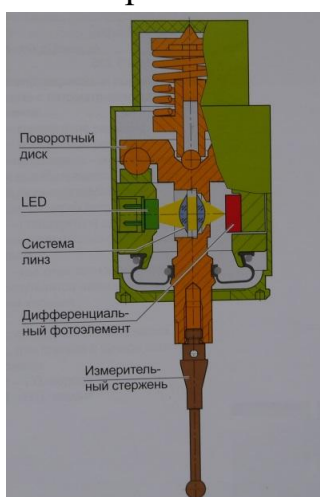


Рис. 1. Принципова схема безконтактного оптичного сенсора

Сигнал комутації в щупах TS 2xx, TS 44x та TS 640 створюється оптичним сенсором (чутливим елементом), що працює без зносу і забезпечує таким чином високу надійність та стабільність їх роботи. Світловий пучок,

що створюється світлодіодом LED, фокусується системою лінз в точку на диференціальному фотоелементі. При відхиленні вимірювального стержня диференціальний фотоелемент генерує комутаційний сигнал. Вимірювальний стержень жорстко з'єднується є перемикачем, який закріплений на корпусі в трьох точках і забезпечує надійне орієнтування.

Щуп TS 740 використовує прецизійний датчик тиску. Комутаційний сигнал генерується шляхом аналізу діючої сили. Відхилення сили, що діє на датчики тиску при оштупуванні заготовки, оброблюються і генерується комутаційний сигнал. Цей спосіб дає можливість виконувати вимірювання в діапазоні 360°.

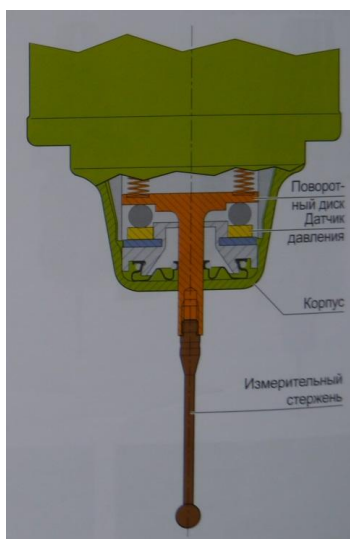


Рис. 2. Принципова схема датчика тиску в щупах

Відхилення вимірювального стержня щупа TS 740 визначається як середнє між показаннями кількох датчиків тиску, що розташовані між поворотним диском та корпусом датчика. Завдяки невеликим силам, що діють при вимірюванні, можлива висока точність ($\pm 5\text{ мкм}$) і повторюваність результатів вимірювань. Під повторюваністю розуміють похибку, що виникає при багаторазових вимірюваннях зразка в однакових умовах.

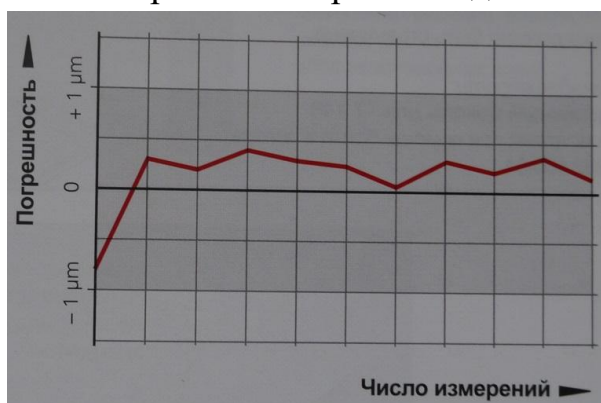


Рис. 3. Типова діаграма повторюваності результатів вимірювань 3D-щупа TS 2xx

Визначення геометрії деталі або її положення за допомогою вимірювального щупа виконується шляхом механічного оцупування. При цьому щуп повинен бути чистим, щоб уникнути помилок при вимірюванні. Тому вимірювальні щупи з інфрачервоним передавачем оснащуються системою обдування стисненим повітрям або змащувально-охолоджувальною рідиною через три отвори в нижній частині щупа, що дозволяє видаляти частки бруду з вимірюваної поверхні і елементи стружки. Така система дозволяє повністю автоматизувати виробничий процес. На верстаті повинно бути передбачене підведення стисненого повітря або ЗОР.

Необхідно враховувати також, що надійність вимірювань залежить від швидкості передачі сигналу та величини максимального відхилення вимірювального стержня. Допустима швидкість оцупування задається в технічних характеристиках щупа а максимальне допустиме відхилення складає 5мм в кожному напрямку.

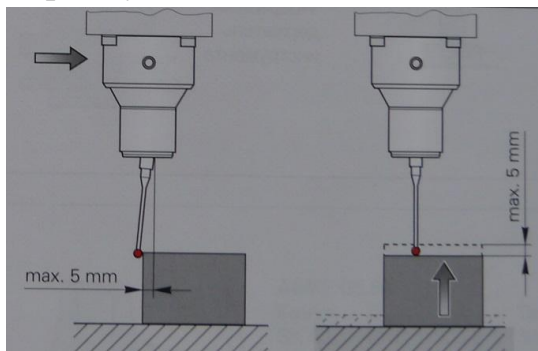


Рис. 4. Граничні відхилення вимірювального щупа

Точність вимірювання в значній мірі залежить і від конструкції вимірювальних стержнів. Для щупів TS фірмою розроблені вимірювальні стержні довжиною від 21мм до 40мм з рубіновими кульками діаметром від 1мм до 8мм. Усі вимірювальні стержні з'єднуються зі щупом різьбою, а стержні з діаметром кульки більше 4мм мають точку надламування для захисту щупа від пошкодження. Також передбачені подовжувачі для вимірювань глибоких порожнин.



Рис. 5. Вимірювальні стержні з рубіновими кульками.

При використанні вимірювального щупа точне розташування заготовки вздовж осей верстата не обов'язкове. Він визначає відхилення при ощупуванні заготовки а система ЧПК компенсує це відхилення обертанням координатних осей або обертанням поворотного столу.

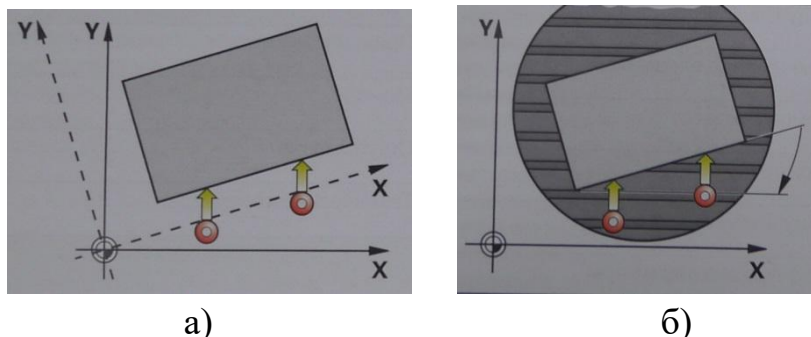


Рис. 6. Компенсація відхилення заготовки від напрямку координатних осей: а – обертанням координатних осей; б – обертанням поворотного столу

Програми оброблювання на верстатах з ЧПК прив'язуються до опорних точок, положення яких швидко і точно визначаються за допомогою вимірювального щупа, що суттєво економить час і підвищує точність оброблювання. Можливе і автоматичне визначення опорної точки в залежності від циклів вимірювання ЧПК.

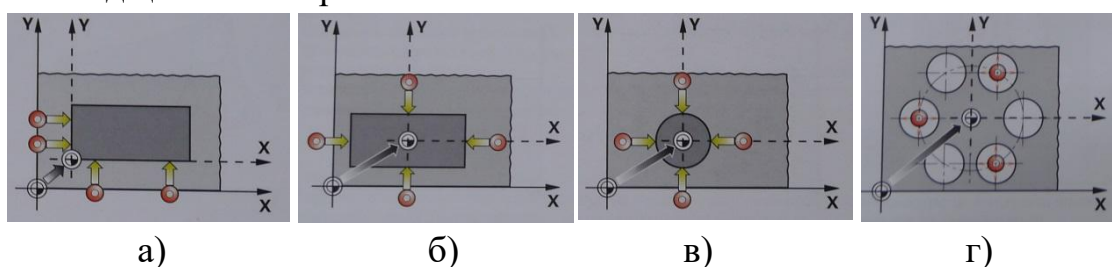


Рис. 7. Визначення опорних точок для за допомогою вимірювального щупа: а – зовнішній кут; б – центр прямокутної заготовки; в – центр циліндричної заготовки; г – центр отворів, виконаних по колу

3D-щупи TS дозволяють виконувати вимірювання заготовки між двома циклами оброблювання в автоматизованому режимі, використовуючи результати вимірювань для компенсації зносу інструменту.

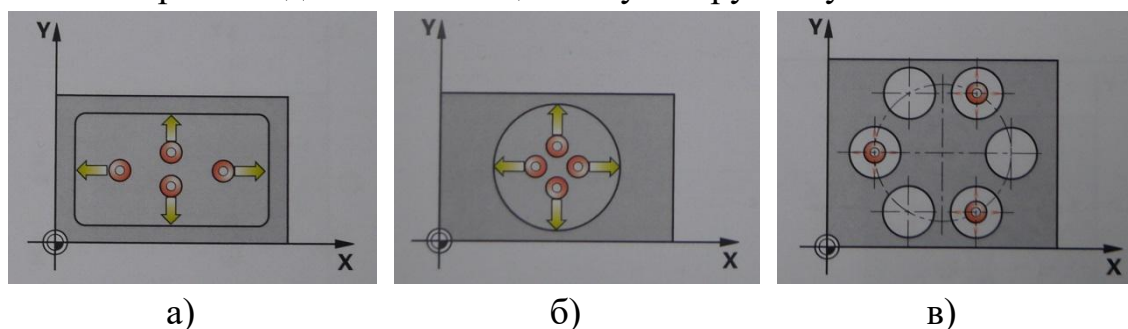


Рис. 8. Приклади вимірювання розмірів заготовок на верстаті: а – прямокутної кишені; б – круглої кишені; в – отворів по колу

Проведений огляд конструктивних особливостей, оснащення та умов використання вимірювальних щупів на верстатах з ЧПК на прикладі розробок фірми HEIDENHAIN показує необхідність їх використання для забезпечення точності і повторюваності результатів оброблювання в промислових умовах.

Офіційний сайт Heidenhain [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.heidenhain.ru/fileadmin/pdb/media/img/350457-R3_Lieferuebersicht_ru.pdf