

УДК 621.891

Артеменко О., Колода Я.М. - студенти, **Ковальов В.А.**, к.т.н. доцент
Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського»

Розглянуті конструктивні особливості та практичне використання вимірювальних 3D-щупів та лазерної вимірювальної системи фірми HEIDENHAIN для контролю різального інструменту на верстатах з ЧПК.

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

Підвищення продуктивності при збереженні високої точності виготовлення деталей на верстатах з ЧПК вимагає, поряд з різними заходами по контролю за точністю установки і вимірювання заготовок, також контролю розмірів інструменту, що досягається вимірюванням радіусу та довжини інструменту. Це дозволяє суттєво економити час та зменшувати або виключати можливість появи бракованих деталей, що особливо важливо для автоматизованого виробництва.

Фірма HEIDENHAIN пропонує два способи вимірювання інструменту: контактний за допомогою 3D-щупів серії TT та безконтактний з використанням лазерної системи TL.

Для реалізації контактного способу розроблено вимірювальний щуп TT140, який дозволяє виконувати ощупування в трьох координатах. Осьова сила торкання при цьому складає 8Н, а радіальна – 1Н. Вимірювальний стержень має головку у формі шайби, яка відхиляється при вимірюванні, генеруючи сигнал комутації, що передається в систему ЧПК і оброблюється там. Щуп оснащений також двома світловими діодами для візуального контролю відхилення стержня з вимірювальною шайбою. Вимірювальна шайба має високу твердість, що дозволяє виконувати вимірювання при обертанні інструменту проти напрямку різання з частотою до 1000об/хв в залежності від діаметра інструменту, який контролюється. В стержні передбачена точка надламування для захисту щупа від пошкодження при помилці оператора. Зламаний стержень швидко замінюється на новий без додаткового тестування щупа. Сигнал комутації створюється надійним безконтактним оптичним сенсором (чутливим елементом), що працює без зносу. Світловий пучок, що створюється світловим діодом (LED), фокусується системою лінз в точку на диференціальному фотоелементі. При відхиленні вимірювального стержня диференціальний фотоелемент генерує комутаційний сигнал. Вимірювальний стержень з наконечником у вигляді

шайби жорстко з'єднується є перемикачем, який закріплений на корпусі в трьох точках і забезпечує надійне осьове орієнтування.

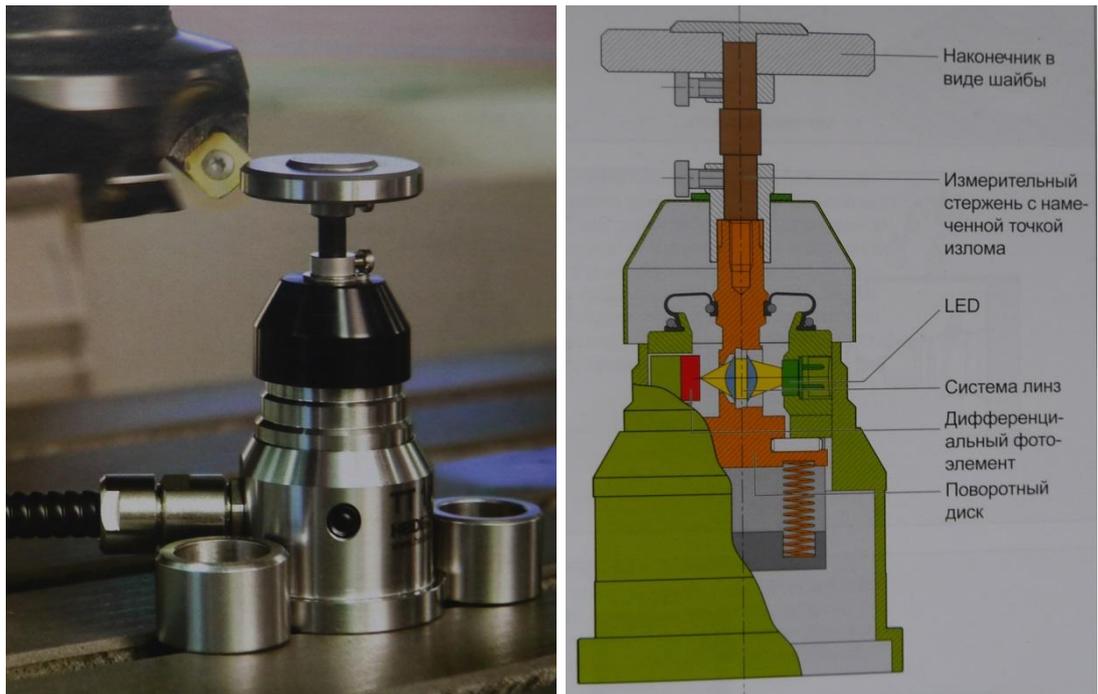


Рис. 1. Загальний вигляд та принципова схема щупа ТТ140 та безконтактного оптичного сенсора

В поєднанні з циклами вимірювання системи ЧПК щуп ТТ140 дозволяє автоматичне вимірювання діаметру та довжини інструменту, результати якого записуються в таблицю інструментів. Це дозволяє при перевірці інструменту під час роботи вчасно реєструвати його знос або поломку. Система ЧПК блокує або автоматично замінює інструмент, параметри якого вийшли за допустимі межі.

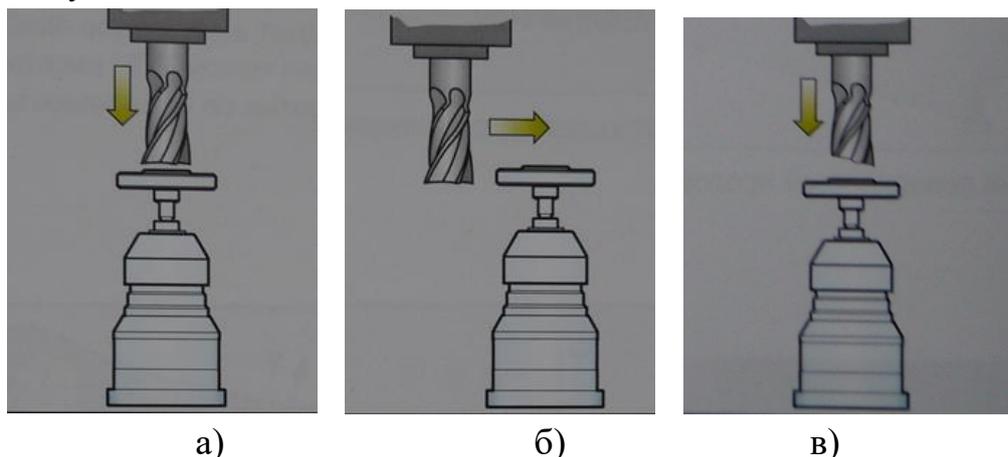


Рис. 2. Принципова схема вимірювання інструменту на верстаті:

а – вимірювання діаметру; б – вимірювання довжини; в – контроль поломки

Лазерні системи TLMicro та TLNano дозволяють проводити безконтактне вимірювання інструменту при його обертанні з номінальною

швидкістю в двох координатах: $\pm X, +Z$ та $\pm Y, +Z$, що виключає можливість пошкодження зубів інструменту.

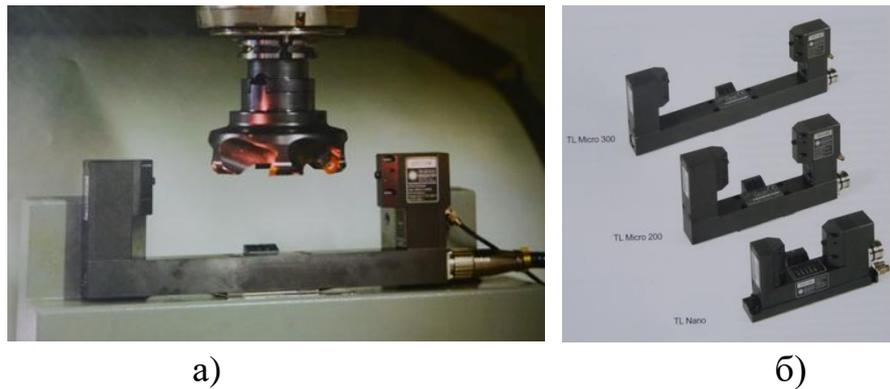


Рис. 3. Лазерні системи вимірювання інструментів TL: а – на верстаті під час вимірювання; б – конструкції для різних розмірів інструменту

Не дивлячись на те, що вимірювання виконуються при номінальній швидкості, контролюється кожний зуб інструменту та геометрія спеціального інструменту. Це дозволяє вчасно виявляти пошкодження та максимальний знос і добиватись постійної якості оброблювання.

Цикли вимірювання дозволяють вимірювати довжину та діаметр інструменту, контролювати форму окремих зубів, знос, знаходити тріщини і фіксувати пошкодження.

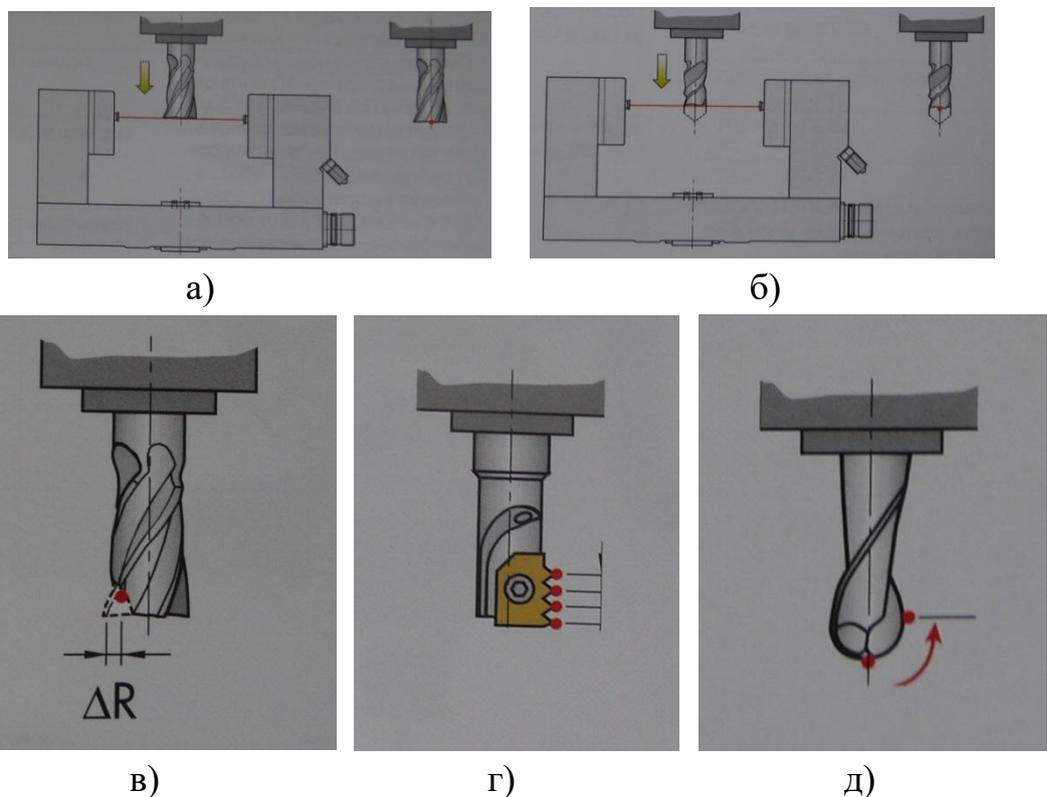


Рис. 4. Безконтактний метод вимірювання лазерною системою TL: а – вимірювання довжини інструменту; б – розпізнавання поломки; в - вимірювання радіусу інструменту та розпізнавання пошкоджених зубів; г- контроль окремих зубів; д - контроль форми зубів

Результати вимірювань система ЧПК оброблює, виконує необхідні розрахунки і записує в таблицю інструментів. Вимірювання виконуються достатньо швидко і просто за допомогою програми, яка позиціонує вимірювальний щуп і починає цикл вимірювання, який може бути проведений в любий момент – між двома переходами або після завершення оброблювання заготовки. Сфокусований промінь лазера вимірює інструмент діаметром від 0,03мм. Відхилення розмірів при повторних вимірюваннях знаходяться в межах $\pm 1\mu\text{м}$. Для досягнення найкращої повторюваності результатів вимірювань лазерна система повинна встановлюватись строго паралельно до двох осей. Інструмент перед вимірюваннями необхідно очистити обдуванням стиснутим повітрям або змащувально-охолоджувальною рідиною, що гарантує високу надійність вимірювань. Для цього усі лазерні системи оснащені вбудованою системою обдування. Оптика системи захищена від попадання ЗОР та стружки діафрагмою з вбудованою системою закривання. Діафрагма відкривається стисненим повітрям тільки під час вимірювань. Передавач та приймач лазерного променя обдувається спеціально очищеним повітрям, що захищає від появи конденсату. На приймачі додатково розміщені світлові діоди, для забезпечення візуального контролю стану лазерної системи вимірювань. Це дозволяє оператору миттєво визначати її робочий стан, в якому режимі вона знаходиться та чи передає в даний момент динамічний сигнал.

Ощупування інструменту виконується в наступній послідовності. Від джерела випромінювання лазерний промінь попадає на приймач. При кожній зміні стану системи під час вимірювання інструменту, наприклад, відсутності випромінювання на приймачі або при його появі генерується динамічний комутаційний сигнал DYN тривалістю 20с, що оброблюється системою ЧПК верстата. У випадку поломки, тобто відсутності зуба або виходу за межі допуску, динамічний вихідний сигнал DYN приймає низький рівень до 100с. Додатково для визначення часу відсутності сигналу на приймачі лазерна система видає статичний сигнал STA.

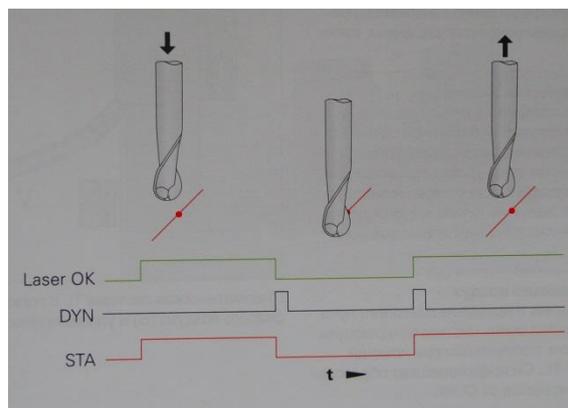


Рис. 5. Схема ощупуванні інструменту лазерною системою

Важливе значення має напрямок вимірювань, який суттєво впливає на надійність та точність. Розрізняють два види вимірювань: при підведенні до та при відведенні інструменту від лазерного променя. Вимірювання при відведенні інструменту забезпечує надійний захист від залишків ЗОР та інших забруднень. Вимірювання при підведенні інструменту більше підходить для інструментів малого діаметру.

Перед початком вимірювань обов'язково необхідно калібрувати лазерну систему, тобто визначити точні координати точок вимірювання в системі координат верстата за допомогою еталону у вигляді циліндра зі скошеним краєм для проведення вимірювань в обох напрямках осі Z. Циліндр вставляється в затискний патрон шпинделя і вимірюється його довжина, діаметр та висота над столом в системі координат верстата.

Проведений огляд конструктивного виконання, можливостей системи лазерного вимірювання інструменту та особливостей використання у виробничих умовах на верстатах з ЧПК показує її ефективність у забезпеченні точності та стабільної повторюваності результатів оброблювання.

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