

Изследване възможността за компенсиране на систематичните грешки на трикоординатна измервателна глава чрез използване на сигнал от докосване

Димитър Димитров, Георги Ненов
Светлана Йорданова, Виктория Карачорова

Abstract: *Compensation of systematic errors of the 3D touch probe by a signal from the touch: By experimental research has shown that measurement error using 3D touch probe is smaller when using "touch" than signal "break".*

Key words: 3D touch probe, accuracy

ВЪВЕДЕНИЕ

Установено е, че при измерване с трикоординатна измервателна глава (ТИГ), работеща по принципа на кинематичната съпротивителна система неблагоприятно влияние върху точността на измерване оказва възникваща сумарна грешка, известна като мъртъв ход и определяща се по зависимостта (1), [4]:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \Delta + g \pm \frac{1}{2} \omega \quad (1)$$

Използването на тарирание е едно практично решение за определяне на сумата от систематичните съставни на мъртвия ход на трикоординатните измервателни глави (ТИГ), но приложението му е свързано с отчитане на някои съображения и ограничения:

- Тарирание е необходимо след всяко разглобяване или замяна на измервателния накрайник.
- Възможностите на езика MACRO за програмиране и системните ресурси на ЦПУ FANUC-6 позволява задаване и работа с ограничен брой тарирани работни точки.
- Точното предварително определяне на очакваните работни точки (посоки) на измерване понякога е невъзможно.
- Времето, необходимо за тарирание на повече точки е загуба на машинно време.

За преодоляване на изброените затруднения редица фирми предлагат конструктивни решения на ТИГ, в които принципът на работа чрез кинематична съпротивителна ситема е заменен с друг. Най-често в ТИГ се прилага вграждане на допълнителна оптична, пиезорезонансна или тензометрична система. Общото при тях е, че имат нисък праг за генериране на измервателен сигнал в зависимост от големината на необходимата приложена върху накрайника сила при измерване. По този начин в голяма степен се намалява характерното влияние на използваната лостова система в ТИГ и се постига значително по-малка систематична закономерна и постоянна грешка в сравнение с моделите, работещи по кинематично-съпротивителен принцип.

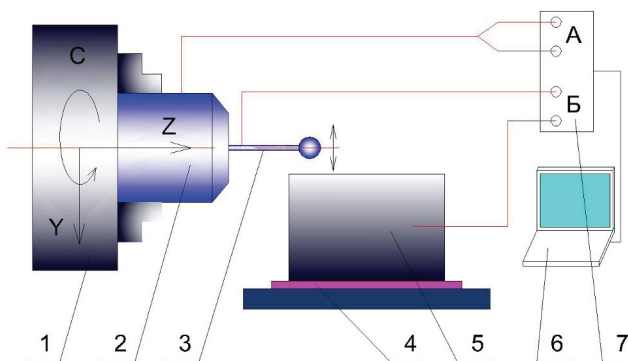
Освен по-високата цена на такива ТИГ експлоатационен проблем за приложението им е тяхната уязвимост на външни, смущаващи влияния като вибрации и температура. Това ги прави по-подходящи за окомплектоване на специални координатни измервателни машини с ЦПУ, работещи в изолирани от производствената среда помещения.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В настоящата публикация се разглежда възможността при координатни измерванията върху металорежещите машини с ЦПУ за получаването на измервателен сигнал да служи докосването на накрайника с измерваната

повърхнина. За целта е необходимо накрайникът на ТИГ и измервания детайл да са електропроводими, да са взаимно изолирани, и да бъдат част от обща, отворена, управляваща електрическа верига, която се затваря при контакт между тях. В такъв случай измервателният сигнал се генерира по-рано в сравнение със сигнала, получаван при работа по принципа на кинематичната съпротивителна система. Причината измервателен сигнал от докосване да се генерира по-рано се дължи на обстоятелството, че за създаване на електрическа връзка между две контактуващи повърхнини е необходимо незначително притискащо ги една към друга измервателно усилие, за разлика от принципа на кинематична съпротивителна система, за която е необходима достатъчно голяма измервателна сила, която да преодолее съпротивителните сили и моменти в системата. Следователно може да се предположи, че в резултат от прилагане на този вариант е възможно намаляване и дори изключване на систематичните съставни – постоянна (Δ) и закономерна (g) от сумарната грешка (ϵ_{Σ} - мъртвия ход) на ТИГ, дължащи се именно на големината и изменението на измервателната сила.

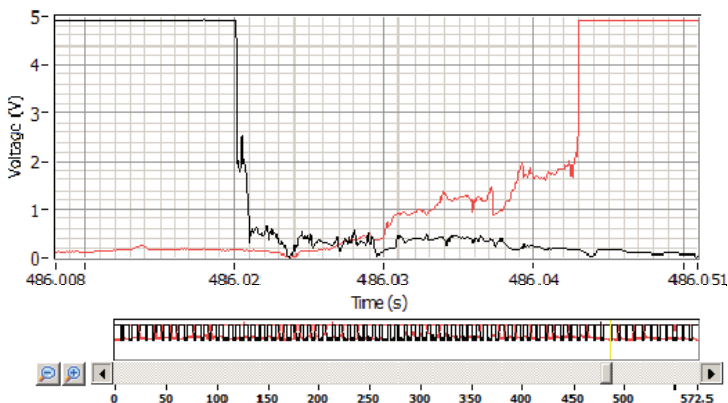
За проверка на формулирания очакван резултат е проведен експеримент. За целта в измервателната система е включен допълнителен модул, с който могат независимо да се регистрират във времето моментите на генериране на двата последователни измервателни сигнала – първият при докосване на накрайника с детайла, а другият при сработване на кинематичната съпротивителна система в резултат на достатъчно голямо отклонение на накрайника. На фиг.1 е показана принципната схема на експерименталната установка. С поз.2 е означена измервателната глава, която се установява с помощта на универсален, тричелюстен, самоцентриращ патронник (поз.1) към маса С на обработващ център MC032. Така се осигурява възможност чрез завъртане на масата по ос С (в експеримента е през 5°) измервателните глави да бъдат изследвани в различна посоки на действие в равнината XY.



Фиг.1 Принципна схема на опитната установка

Изследването е изпълнено с две измервателни глави – едната е „RENISHAW MP3”, а другата е ТИГ, оригинална разработка на лабораторията по „Обработка на детайли върху машини с ЦПУ” към катедра ТММРМ на РУ. На дата вида ТИГ е зададена минимално допустима стойност на измервателното усилие, осигуряващо надеждната им работа и е използван един и същи стоманен накрайник със сферичен връх (3). Измервателното преместване е по ос Y (фиг.1), а подавателните скорости са – 3, 30, 300 и 3000mm/min. Измервания обект (поз.5) е установен върху корпуса (поз.4) на машината. Сигналят от докосване се предава при затваряне на

електрическата верига, свързана към вход “Б” на аналого-цифровия преобразувател (поз.7). Сигналът от прекъсване в кинематично-съпротивителната система на ТИГ е включен към вход “А”. След подходящо преобразуване и обработване двата сигнала се предават към персонален компютър (поз.6). Полученият краен резултат е файл със запис на електрическите сигнали по двете вериги, представен под формата на времедиаграма.



Фиг. 2 Времедиаграма

На фиг.2 е показан отрязък от записа на времедиаграмата, описваща измерванията при подавателна скорост 30mm/min с ТИГ RENISHAW. В горната част на фигурата спрямо координатна мрежа (V, T) достатъчно ясно могат да се отчетат по предните фронтове моментите на генериране на двата вида измервателен сигнал. В черен цвят е графиката на сигнала докосване, а в червен – на сигнала от прекъсване на кинематичната съпротивителна система в ТИГ. В долната част е показана цялата времедиаграма, в която са записани всички точки на измерване, получени след завъртане на ТИГ през 5°. Като се има предвид големината на подавателната скорост може отчетените времена във всяка точка да се трансформират в измнат път между двата сигнала, прилагайки зависимостта:

$$S_i = V * (t_{пр,i} - t_{док,i}) \quad (2)$$

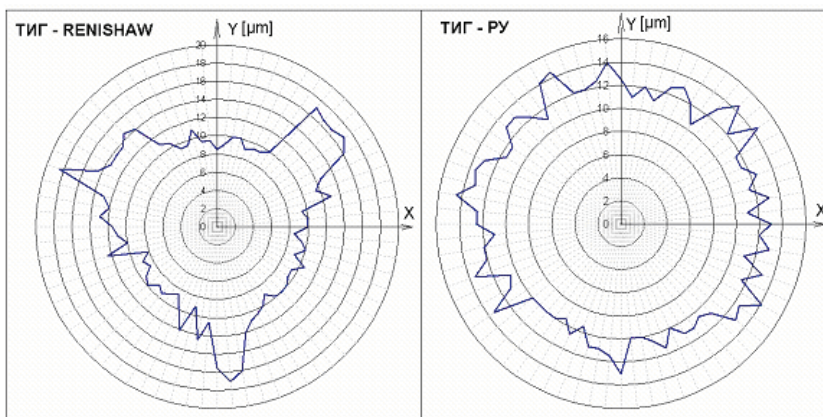
където:

$t_{пр,i}$ е моментът на генериране на сигнал от прекъсване на кинематично-съпротивителната система при измерване в i -тата точка.

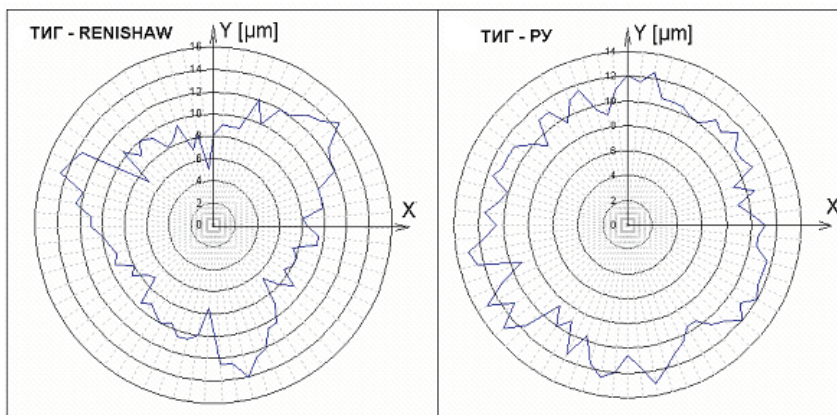
$t_{док,i}$ е моментът на генериране на сигнал от докосване между накрайника на ТИГ и образеца при измерване в i -тата точка.

Пресметнатите стойности (S_i) представляват големината на мъртвия ход във всяка точка на измерване.

На кръговите диаграми (фиг. 2 и 3) графично са представени получените стойности на мъртвия ход.



Фиг.2 Мъртъв ход при подавателна скорост 30mm/min.



Фиг.3 Мъртъв ход при подавателна скорост 300mm/min

От получените резултати се установява:

- При използване на кинематична съпротивителна система ТИГ RENISHAW генерира значителни по големина и изменение системачни грешки (мъртъв ход). като закономерната грешка (g) е около $7\div 9\mu\text{m}$, а постоянната (Δ) около $8\div 10\mu\text{m}$ в сравнение с ТИГ на РУ, което се дължи на конструктивните им разлики.

- При измерване със скорост 30mm/min в сравнение със 300mm/min се получава по-голяма постоянна и закономерна грешка. За RENISHAW увеличаването и на двете съставни е с около $2\mu\text{m}$, на сумарната грешка е $4\mu\text{m}$, а на ТИГ РУ увеличаването на сумарната грешка е с около $2\mu\text{m}$. Това се обяснява с близките до статичните условия на натоварване при ниски скорости на измерване.

- Поради конзолното закрепване на подвижния елемент на ТИГ и накрайника върху момента на възникване на измервателния сигнал и отчетените резултати влияние оказват вибрациите на металорежещата машина, предизвиквайки колебания в големината на електрическия сигнал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на направения анализ на получените резултати могат да се формулират следните изводи и заключения:

- При използване на сигнал „докосване“ се намалява значението на систематичните грешки, което потвърждава очаквания ефект;

- Осъществяването на измервания по сигнал „докосване“ не налага допълнителни изисквания и съществени изменения в конструкцията на ТИГ и системата за координатни измервания. Основно условие е измерваната повърхнина да бъде електропроводима;

- Изключването на закономерната грешка е предпоставка за отпадане на голяма част от задачите, решавани чрез тарирание на ТИГ;

- Изключването на въздействието на големината на измервателна сила върху мъртвия ход с работа по сигнал „докосване“ би позволило чрез известно увеличаване на измервателната сила да се намали влиянието на вибрациите върху работата и увеличи надеждността на установяване ТИГ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] BLUM, Probe Catalog 2009;

[2] HEIDENHAIN, General Catalog, November 2010;

[3] RENISHAW, Touch-trigger probing technology Catalog 2010;

[4] Димитров Д., „Трикоординатна измервателна глава“, АМТЕСН'07 ноември, Габрово

За контакти:

гл.ас. Димитър Стефанов Димитров, катедра “ТММРМ”, РУ“Ангел Кънчев” – Русе,
email: ddimitrov@uni-ruse.bg,

доц. д-р инж. Георги Василев Ненов, катедра “ТММРМ”, РУ“Ангел Кънчев” – Русе,
email: gnenov@uni-ruse.bg,

гл.ас. инж. Светлана Колева Йорданова, катедра “ТММРМ”, РУ“Ангел Кънчев” – Русе,
email: svetla@uni-ruse.bg

инж. Виктория Веселинова Карачорова, магистърски курс “Технологии за машини с ЦПУ”, РУ“Ангел Кънчев” – Русе, email: vickie_best@abv.bg

Докладът е рецензиран