

Възможности за автоматична самодиагностика на обработващи центри

Виктория Карачорова, Димитър Димитров

Abstract: Opportunities for automatic diagnosis of machining centers.

For checking of the automatic diagnosis on geometric accuracy of machining center is used 3D touch probe

Key words: 3D touch probe, automatic diagnosis, geometric accuracy

ВЪВЕДЕНИЕ

За технологичното проектиране е необходимо да се разполага с актуални данни относно състоянието на редица експлоатационни параметри на металорежещата машина (МРМ). Целта е осигуряване условия на работа, постигащи оптимални и близки до оптималните [6],[7], предварително зададени, стойности на показателите на ефективността на технологичния процес [5]. А при обработване на повърхнините на детайлите съществено значение върху точността на формата и взаимното им разположение оказват отклоненията в геометричната точност на машината. За контрол на геометричната точност са разработени и утвърдени специални стандарти с подходящи процедури, но повечето от тях са неудобни поради ниска степен и възможност за автоматизация, бавни и скъпи за приложение в ежедневно практика на потребителя.

Едно от възможните решения на проблема е да се осъществи автоматично самодиагностициране на геометричната точност на машината чрез координатни измервания с помощта на контактна, трикоординатна измервателна глава (ТИГ). За целта необходимо условие е металорежещата машина да е с подходяща система за ЦПУ и да разполага със система за координатни измервания, чийто основен елемент е ТИГ. И тъй като в съвременните условия повечето МРМ с ЦПУ и главно обработващите центри са оборудвани с ТИГ това води до снижаване размера на необходимата инвестиция. Така повечето от разходите са всъщност еднократни за разработване на подходящ алгоритъм, осигуряване на необходимите еталони и съставяне на съответни измервателни програми, отчетищи конкретните конструктивни особености на металорежещата машина с ЦПУ. Но за да бъде приложимо предложеното решение на проблема е необходимо да бъдат удовлетворени в достатъчна степен основните изискванията на потребителя за точност, производителност, себестойност, универсалност и обхват на задачите, удобство и др.

ИЗЛОЖЕНИЕ

На първо място, като основно изискване за приложимост на предложения подход, са неговите възможности по отношение на осигуряваната точност. В случая точността ще зависи главно от сумарната грешка (ε_{Σ}) при измерване със системата за координатни измервания, с която се определя съответното отклонение в геометричната точност. А изискването е да бъде изпълнено неравенството:

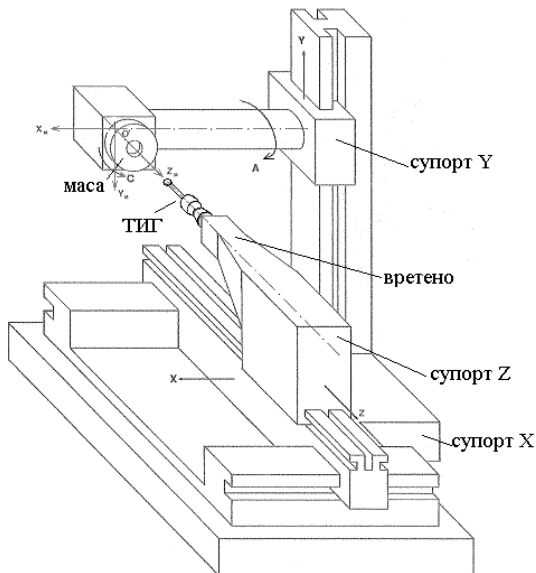
$$\varepsilon_{\Sigma} < 0.3 * T, \quad (1)$$

където T е допускът на контролирания параметър

В настоящата публикация е представен анализ на приложимостта на автоматичната самодиагностика за контролиране на два от важните параметри на геометричната точност на обработващ център MC 032, а именно – допустимото

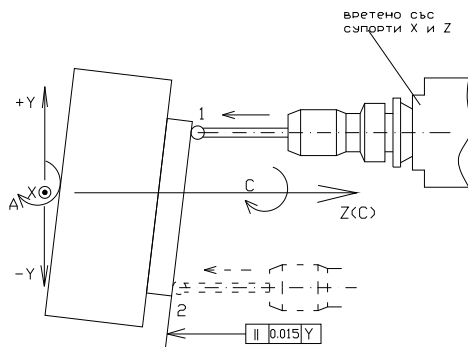
отклонение от успоредност на челната равнина на работната маса на машината спрямо направлението на ос X и спрямо направлението на ос Y. За установяването на тези отклонения е достатъчно да се определят координатите на две точки по всяка от осите X и Y чрез измервания по направление на ос Z. Препоръчително е това да са възможно най-отдалечени една от друга точки по повърхността на масата.

За целта конзолата на машината по команда се извежда в позиция $A0^{\circ}$, а масата е в позицията $C0^{\circ}$, както е показано на фиг. 1



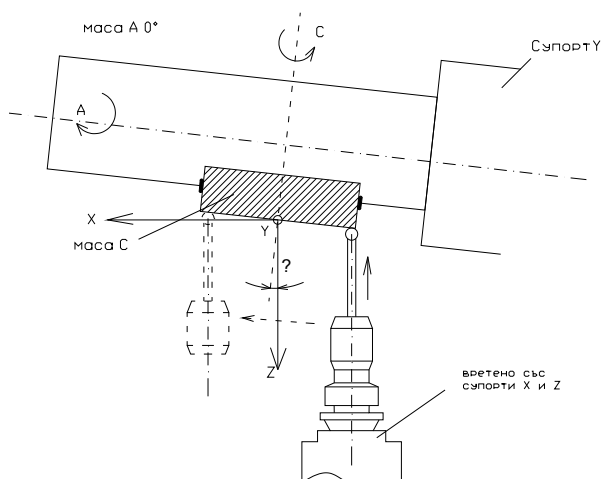
Фиг.1 Обработващ център MC 032 в позиция за диагностика на масата

Първоначално се проверява за евентуалното отклонение от успоредност на положението на маса A спрямо ос Y (фиг.2). При установяване на отклонение, по-голямо от допустимото, същото се отстранява чрез автоматично въвеждане на подходяща по големина и посока корекция в параметрите на системата за ЦПУ.



Фиг.2 Измерване на отклонение от успоредност по ос Y

В следващия етап се проверява за отклонение от успоредност на масата спрямо ос X (фиг. 3). При установяване на стойност, по-голяма от допустимата, отклонението може да се отстрани само чрез ремонт на масата.



Фиг.3 Измерване на отклонение от успоредност по ос X

И двете проверки (по ос X и ос Y) се осъществяват с измервания в по две контролни точки. За да се изключи въздействието на челното биене на масата е необходимо за всяка провeка да се направи същото измерване и при позиция по ос C180°, а резултатът от двете измервания да се усредни. В конкретния случай при измерванията се използва една и съща работна точка от найкрайника, следователно не е необходимо тарирание, а влиянието на мъртвия ход на ТИГ може да се изключи. Систематичната грешка от топлинни деформации и позициониране на машината по ос Z също се изключва поради близките позиции на двете контролни точки по тази ос. Но се препоръчва предварително да бъде определена случайната грешка от позициониране.

Тогава при едноточково измерване сумарната грешка на системата е:

$$\omega_1 = \frac{1}{K_{\Sigma}} \cdot \sqrt{k_i \cdot \omega_{ТИГ}^2 + k_i \cdot \omega_{поз.м.}^2 + k_i \cdot \omega_c^2} \quad (2)$$

където

$\omega_{ТИГ}$ - поле на случайната грешка на ТИГ;

$\omega_{поз.м.}$ - поле на сумарната случайна грешка от позициониране

ω_c - поле на грешката от сканиране на входовете на контролера на МРМ с ЦПУ.

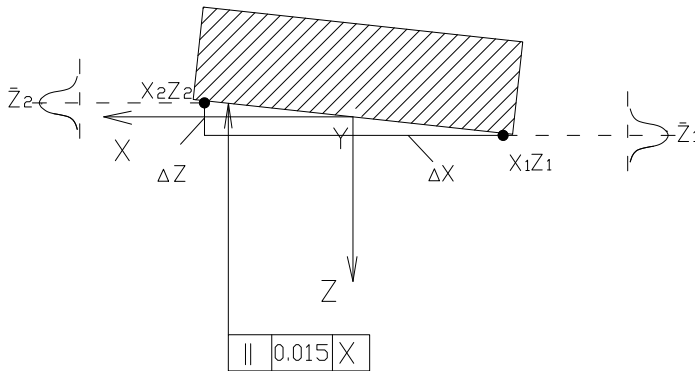
Големината на тази съставна зависи от т. нар. времеконстанта на контролера на МРМ за сканиране на входа, към който се подава външен сигнал за прекъсване (SKIP), а също и от скоростта на съответното работно движение при измерване.

В горната зависимост коефициентите (k_i), които отчитат относителното разсейване на $\omega_{ТИГ}$ и $\omega_{поз.м.}$ са единица тъй като величините са независими и имат нормален закон на разпределение. Същото се отнася и за K_{Σ} за изходната величина.

За да се намали големината на случайната грешка при необходимост се прилагат многократни повторения (n) на измерванията във всяка точка.

$$\omega_{ик} = \frac{\omega_i}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

където $\omega_{ик}$ е получената като резултат коригирана стойност на ω_i .



Фиг.4 Схема на двуточково измерване

Следователно при двуточково измерване (фиг.4) за конкретния случай възможната сумарна грешка е:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \sqrt{k_i \cdot \omega_{1к}^2 + k_i \cdot \omega_{2к}^2} \quad (4)$$

където:

$\omega_{1к}, \omega_{2к}$ са случайните коригирани грешки при измерване съответно в точка едно и точка две.

Поради близостта в разположението на двете измервания по ос Z може да се приеме, че грешките ω_1 и ω_2 са равни, а също и коригираните им стойности $\omega_{1к}$ и $\omega_{2к}$:

$$\omega_{1к} = \omega_{2к} \quad (5)$$

След преобразуване на (4) се получава:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \sqrt{2k_i \cdot \omega_{1к}^2} = \omega_{1к} \cdot \sqrt{2} \quad (6)$$

При използване на известни и установени стойности на отделните съставни на сумарната грешка при координатни измервания:

$\omega_{\text{тиг}} = 0.002\text{mm}$ – съгласно данни публикувани в [2]
 $\omega_{\text{поз.м}} = 0.004\text{mm}$ - от [1]
 $\omega_c = 0.001\text{mm}$ - при подавателна скорост 30mm/min.
 $n = 3$ – брой на повторните измервания във всяка точка
 $T = 0.015\text{mm}$ – допуск на отклонението от успоредност от [1]
и заместване в (2), (3) и (6) за сумарната грешка при измерване в 2 точки се получава:

$$\varepsilon_{\Sigma} \approx 0.004\text{mm}$$

Следователно е изпълнено зададеното условие за допустима грешка в (1):

$$\varepsilon_{\Sigma} < 0.3 \cdot 0.015$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- При измервания чрез системата за координатни измервания на обработващ център MC032 се получава сумарна грешка, чиято големина осигурява достатъчен запас от точност за осъществяване на автоматична диагностика на конкретно разгледаните отклонения в геометричната точност на машината.

- Системата за координатни измервания е подходяща за контрол и на други параметри от геометричната точност на машината с аналогичен порядък на допускателна грешка.

- Ако е необходимо да се намали грешката при измерване това е възможно с увеличаване в приемливи граници на броя на повторенията на измерванията.

- Предложеният подход осигурява универсалност и възможност за автоматизация на контрола на геометричната точност.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Петкоординатен обработващ център с хоризонтално вретено типоразмер 320, модел MC032 – ръководство за експлоатация. КММ"Победа" Сливен

[2] Димитров Д., "Трикоординатна измервателна глава", АМТЕСН'07 ноември, Габрово

[3] Г.Гатев "Размерни вериги" Техника, София 1979г.;

[4] И.Замфиров "Технология на машиностроенето-1", Русе 2000г.

[5] И. Колев "Рязане на материалите", Печатна база на РУ, Русе 2009г.

[6] Колев, И., Караколева, С. Р. Приложение на програмния продукт MATLAB за оптимизация на режимите на рязане при механична обработка. //Научни трудове, РУ "Ангел Кънчев", 2001.

[7] Колев, И. Математичен модел за оптимизация на режимите на рязане при струговане. АМТЕХ ' 97, Габрово, 1997.

За контакти:

инж. Виктория Веселинова Карачорова, email: vickie_best@abv.bg
гл.ас. Димитър Димитров, катедра "ТММРМ", РУ "Ангел Кънчев" – Русе,
email: ddimitrov@uni-ruse.bg,

Докладът е рецензиран