

Нискобюджетна система за управление на параметри от точността и надеждността при обработващи центри

Димитър Димитров, Виктория Карачорова

Abstract. Low-cost system for management parameters of the accuracy and reliability on machining centers. Most machining centers are equipped with one or two 3D touch probe. It creates an opportunity for the integrated management of accuracy and reliability in processing. If you add a registration system of the touch between the tool, the part and universal working gauge.

Keywords: machining centers, accuracy, 3D touch probe, diagnostic systems

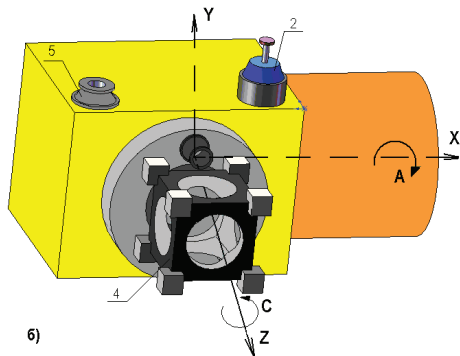
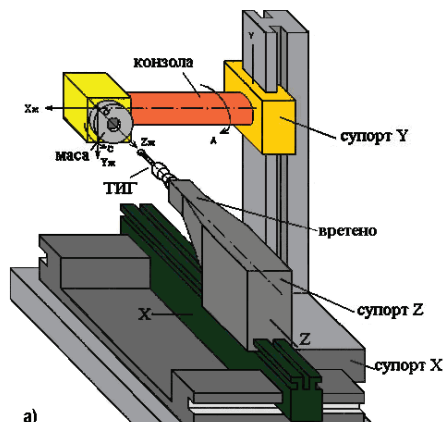
ВЪВЕДЕНИЕ

При обработване на детайли върху обработващи центри (ОЦ) на технологичната система (ТС) действат различни външни и вътрешни смущаващи фактори. Те генерират грешки, които влияят на себестойността, производителността и предимно на точността на обработване. Тяхното установяване и компенсиране при малка производствена програма не е възможно със статистически методи за управление на точността, базирани на извадков контрол. Прилагането на непрекъснат и всеобщ контрол върху всички елементи на ТС и източници на грешки е непрактично, поради неизбежните големи загуби на време и висока цена. За момента удобна и най-разпространена форма за осъществяване на частичен размерен контрол при обработващите центри с 4 и 5 оси е прилагането на координатни измервания с контактна трикоординатна измервателна глава (ТИГ) – 3D touch trigger probe [4]. Прилагането на тази форма на контрол обикновено се свежда до решаване на някои от следните задачи: А) Контрол на обработени повърхнини; Б) Определяне на положението на заготовката; В) Настройване на режещите инструменти и проверка на състоянието им след работа. Но контрол на едни от съществените източници на грешки каквито са топлинните и геометричните грешки или не се прилага, или ако се прилага за целта се използват специални измервателни системи. Използването на системи от типа на Ballbar дава много добри резултати за установяване на повечето геометрични грешки на машината, но поради високата им цена са недостъпни за малките и средни фирми, а и по принцип са неудобни за текущо установяване на топлинни грешки. Следователно за част от потребителите е необходимо подходящо решение, което да е с добър баланс между точност, цена и повече възможности.

СИСТЕМА И АЛГОРИТМИ ЗА КОМПЛЕКСНО УПРАВЛЕНИЕ НА ТОЧНОСТТА И НАДЕЖНОСТТА ПРИ ОБРАБОТВАНЕ

В тази разработка се разглежда възможността за осъществяване на комплексно управление на параметри от точността и надеждността при обработване на детайли върху ОЦ с 4 и с 5 работни оси. За целта се използва система, съставена от следните елементи, показани на фиг.1: 1) ТИГ1 за установяване във вретеното; 2) ТИГ2 за установяване върху корпуса на машината; 3) СРД - система за регистриране на докосването между инструмента и заготовката [5]; 4) УРК - универсален работен калибър за установяване на някои отклонения в геометричната точност на машината; 5) РК - работен калибър за калибриране на ТИГ1; 6) МПП - машинни параметрични програми ISO-CNC; 7) КС-БД - компютър и софтуер за обработване на резултатите и съхраняване на базите данни, когато системните възможности на CNC са недостатъчни. С елементи ТИГ1, РК и МПП са оборудвани повечето обработващи центри за решаване на задачи а) и б), изброени във въведението. Основната окомплектовка на ОЦ включва ТИГ1(фиг.1,а), РК(фиг.1,б) и МПП за решаване на задачи А) и Б). С монтирането на ТИГ2 към

корпуса на машината става възможно решаването и на задачите от група В. Добавените елементи към типичната основна окомплектовка на обработващия център са СРД (фиг.2), и УРК (фиг.1,б), които заедно с ТИГ2 изискват минимална допълнителна инвестиция от потребителя, но пък са предпоставка за решаване както на изброените по-горе задачи, означени с а), б) и в), така и на следните нови:



Фиг.1. Система за управление на точността и надеждността -
а) основен; б) разширен комплект

по калибъра се установява положението на осезателя и систематичната грешка в дадено направление на измерване с ТИГ1. При обработващите центри калибърът е с форма на цилиндричен пръстен. Най-добре е, когато компоновката на машината позволява, той да бъде постоянно, неподвижно закрепен към корпуса на машината.

Универсалният работен калибър е съставен от базови повърхнини, чрез които може да се присъединява към масата на ОЦ и комплект от еталонни повърхнини, по които се осъществяват координатни измервания с ТИГ1. Измерванията по еталонните повърхнини се използват за контрол на някои параметри от геометричната точност на машината. Този контрол се прилага планоно за установяване на отклонения в параметрите на машината, получили се с течение на времето в резултат на нормалната ѝ експлоатация. Те възникват поради настъпили изменения главно в някои сгобки (напр. износванията в плъзгащи сгобки увеличават

- Г) С елементите ТИГ1, УРК, РК, МПП може да се осъществява сервизен (планов или извънреден, след възникнали колизии) контрол и диагностика на някои параметри от геометричната точност на машината.

- Д) С ТИГ1, РК, МПП може да се осъществи текущ контрол на геометричната точност и топлинните деформации на някои възли от машината чрез измерване положението на базовите повърхнини по масата, които се използват за присъединяване на приспособления.

- Е) С ТИГ2, СРД, МПП се настройва и контролира състоянието, целостта и топлинните деформации на инструмента както в покой, така и по време на работа.

Въз основа на формулираните задачи работата със системата е разделена на обособени, отделни блокове, които са предназначени за решаване на всяка от тях.

Всеки блок, в съответствие с предназначението му, разполага и ползва необходимите бази данни, които представляват размери, координати по работните оси и допуски на контролираните параметри. Те се зареждат предварително от външен

источник, но могат да се променят чрез обновяване и чрез вътрешно натрупване.

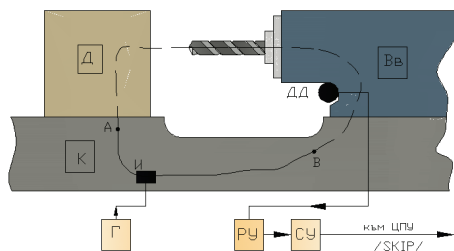
Работният калибър РК се използва при настройване и калибриране на ТИГ1. Чрез измервания с измервателната глава

първоначалните хлабини). В зависимост от натоварването на машината плановият контрол трябва да се осъществява обикновено един-два или рядко повече пъти годишно. Необходимостта от извънпланов контрол възниква след сблъсък на режещ инструмент със заготовката, т.е. на вретеното с масата на машината. Подобен сблъсък често не предизвиква повреждане на машината, а само и единствено изместване положението на основната, машинна координатна система. Един от възможните начини за нейното правилно установяване и възстановяване е с помощта на подходящи координатни измервания по УРК с ТИГ1. След по-тежки сблъсъци контролът може да покаже, че за възстановяването работоспособността и геометричните параметри на машината е необходим ремонт. Компонентите, чрез които се осъществяват измерванията при различните контролни задачи са:

- ТИГ1 със сферичен връх (осезател) на измервателния крайник. Използва се при всички задачи чрез контактни координатни измервания, без тези за контрол на инструмента.

- ТИГ2 с цилиндричен осезател се използва за настройване и контрол на режещите върхове на инструментите.

- СРД включва генератор Г на вихрови токове, които се индуцират чрез индуктора И в корпуса К на машината. При контакт между инструмента (свердрло) и детайла Д се получава затворена електрическа верига корпус-инструмент-детайл-корпус (означена с прекъсната линия през вретения възел ВВ). В резултат



Фиг.2. Система за регистриране на докосването

датчикът за докосване ДД изработва сигнал, който през резонансния усилвател РУ и съгласуващото устройство СУ се трансформира като SKIP-сигнал, подаван към системата за ЦПУ. Този сигнал се използва за регистриране случването на свердрлото по време на работа или преди да се изпълни свердрловане на следващия отвор. В първия случай чрез СРД се отчита краткотрайното прекъсване на контактна между инструмента и заготовката в резултат на случването.

Във втория се регистрира ненастъпването на контакт между заготовката и инструмента в очакваната зона поради скъсяването му при случване. Тази функция е изключително полезна за ограничаване на брака при свердрловане и следващо обработване на отворите, напр. нарязване на резби в тях. Ако СРД е комбинирана и с ТИГ2 надеждността и производителността на обработването и контрола става още по-висока. В такъв случай водещ е сигналът от СРД, а впоследствие контролът с ТИГ2 се прилага за проверка и евентуално потвърждение за настъпило случване на свердрлото.

Работата с всеки от определените блокове, предназначени за видовете контрол се осъществява като за целта са разработени съответни алгоритми и програми, които могат да бъдат използвани по избор на потребителя и активирани ръчно или автоматично. Всички блокове имат сходна структура на алгоритъма:

1. Измервания, чрез които се набавя входна информация;
2. Обработване на измерените резултати и сравняване с базата данни;
3. В зависимост от резултата при сравнението се формира изходящо решение от наблюдаващия субект (оператора на машината) или автоматично от системата.

Действието на системата по блокове може да се поясни с помощта на пример.

След измерване на контролиран размер или координата от обработвания детайл резултатът се сравнява с базата данни (блок-схема Д). Ако установеното отклонение е в допустимите граници технологичният процес продължава при

началното настройване. Ако отклонението е извън границите, тогава по алгоритъма, онагледен с блок-схеми (Р), (М) и (И) се установява дали се дължи на влиянието на топлинните деформации на технологичната система и износването на инструмента. След това получената стойност се внася със съответния знак като компенсация на отклонението от даден елемент на технологичната система. Ако отклонението е предизвикано от счупване на инструмента или влошаване геометричната точност на машината се извеждат съответните решения (блок Г).

Фиг.3. Алгоритми за работа на системата



ОЧАКВАНИ РЕЗУЛТАТИ

С предложената система може да се постигат следните параметри:

Контролиране и управление на точността Със системата е възможно да се контролират различни параметри, влияещи на точността на обработване. Точността на системата се определя от сумарната ѝ грешка, като с най-голямо значение е сумарната случайна грешка. При измервания с ТИГ върху ОЦ (нормален клас на точност) в една точка тази грешка съгласно данни на [2] е в порядъка на $3\mu\text{m}$.

Ниска себестойност благодарение на минималната допълнителна инвестиция (около 1000лв.) за вграждане на СРД и изработване на УРК.

Висока производителност се постига с малък брой (най-често еднократни) подготвителни работи и измервания. Повтарящи се подготвителни работи са необходими само при всяко установяване на УРК към масата на машината. Останалите подготвителни работи се изпълняват еднократно.

По-висока надеждност се осигурява чрез намаляване на брака в резултат на счупване на инструмента, а също и чрез свеждане до минимум значението на субективния фактор.

Възможност за прилагане на автоматизация на измерванията и обработването на резултатите произтича от възможностите на системата за ЦПУ на машината. Автоматизацията на всяка от процедурите също има принос за постигане на по-висока точност, производителност и надеждност на контрола.

Голям обхват на приложенията и разнообразие на задачите се постига, благодарение на универсалните възможности на координатните измервания.

ИЗВОДИ

Системата позволява чрез минимални инвестиции да се осигури възможност за комплексно управление на точността и надеждността при обработване на детайли върху 4 и 5-осни обработващи центри.

Формата размерите и видовете еталонни повърхнини на универсалния работен калибър може да се уточняват индивидуално от потребителя, а изработването му е технологично възможно в условията на средни и малки машиностроителни фирми.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гешев Т., Аспекти и тенденции при диагностиката на производствена техника в машиностроенето, ТУ София.
- [2] Карачорова В., Димитров Д. Възможности за автоматична самодиагностика на обработващи центри. В: НК на РУ и СУ - 2011, Русе том 5, серия 2, Механика и машиностроителни технологии., Русе, 2011, стр. стр. 78+82
- [3] Bohez, E., 2002, "Compensating for Systematic Errors in 5-Axis NC Machining," Computer Aided Design, Vol. 34, No. 5, pp. 391-403.
- [4] Dimitrov D., "A new design for a three dimensional Touch-trigger probe," XX Congress of Chemists and Technologists of Macedonia, Ohrid 2008
- [5] Nenov G., T. Szecsi. Increasing CNC machine tool productivity by using tool-part touch control.// Robotics and Computer Integrated Manufacturing PERGAMON - ELSEVIER IRELAND, 2002, No 18, pp. 291-296
- [6] Paweł T, Jerzy J., Wojciech M., Methods of machine tool error compensation, Journal of Machine Engineering, Vol. 10, No. 4, 2010
- [7] Jun Ni, CMC Machine Accuracy Enhancement Through Real-Time Error Compensation Department of Mechanical Engineering and Applied Mechanics, The University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109

[8] Ziegert, J. and Mize, C. 1994, "Laser Ball Bar: a New Instrument for Machine Tool Metrology," Precision Engineering, Vol. 16, No. 4, pp. 259-267.

За контакти:

гл.ас. Димитър Димитров, Катедра "ТММРМ" РУ"Ангел Кънчев",
ddimitrov@uni-ruse.bg

маг.инж. В.Карачорова, Кат. "ТММРМ" РУ"Ангел Кънчев",
vkarachorova@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран