

УДК 681.2.008

СИСТЕМА НАЛАГОДЖЕННЯ ГВС «НА РОЗМІР» ЗА ДОПОМОГОЮ КОМБІНОВАНОГО ВІБРОАКУСТИЧНОГО ДАТЧИКА ДОТИКУ

В.О. РУМБЕШТА, О.М. СКОРОХОД, М.О. СИМУТА

Національний технічний університет України «КПІ»

Розглянуто переваги системи автоматичного налагодження верстатів з числовим програмним керуванням на «розмір» методом торкання при обробці деталей приладів з використанням комбінованого віброакустичного датчика дотику

Сучасне приладо- і машинобудування все більше переходить на автоматизоване виготовлення деталей на виробництві за допомогою використання верстатів і обробних центрів з числовим програмним керуванням (ЧПК), які часто оснащені роботами-маніпуляторами для автоматичної установки і закріплення заготовки в робочій зоні, що дозволяє майже повністю замінити людську працю машинною.

Об'єкти та методи дослідження

Сучасні обробні верстати мають досконалу систему ЧПК (СЧПК), яка автоматично керує всіма процесами обробки деталей (переміщення робочих органів, заміна інструменту, зміна режимів обробки тощо), впродовж великого проміжку часу за раніше заданою керуючою програмою (КП). Проте таке обладнання має певні недоліки:

– перед початком роботи верстат повинен бути налагоджений на отримання всіх розмірів деталі з заданою точністю. Це здійснюється внаслідок встановлення точних базових координат траєкторії переміщення інструменту. Ці координати повинні бути точно зафіксовані і занесені в спеціальні файли КП. Така процедура дуже важка і займає багато часу у ручному режимі;

– система керування не має зворотного зв'язку та інформації щодо проходження процесу механообробки, його якісних показників;

– при обробці партії деталей на такому обладнанні постійно виникає низка шкідливих чинників, які викликають похибки обробки та призводять до втрати якості налагодження верстата:

а) втрати налагодженого (номінального) розміру різального інструмента відносно деталі

L_f внаслідок постійного його розмірного зносу \overline{h}_f , який може досягати значних розмірів;

б) втрати L_f внаслідок теплової деформації обробної системи ($\overline{\Theta}_{\partial x}$);

в) втрати L_f внаслідок збоїв ($\overline{\Delta}_{ca}$) у керуючій системі верстата з підрахунку розміру

переміщення робочих органів відносно базових точок координат, особливо при зміні холостих ходів на робочі і навпаки, а також через наявність зазорів. Такий збій завжди викликає у кожному циклі роботи похибку позиціонування верхівки різального інструмента відносно деталі [1–3].

Постановка завдання

Вивчення таких явищ показало, що втрати величини переміщення через наявність проміжків у ходових елементах верстата, або через втрату базових точок при зміні холостих ходів головки на робочі й назад викликають випадкову похибку до 10 мкм за один цикл обробки.

Наявність таких великих похибок погіршує точність обробки деталей і вони мають різний вплив. Одні із них проявляють систематичний вплив на процес формування профілю деталі і викликають детерміновану складову похибки, а інші мають змінний чи стохастичний характер.

Отже, необхідно для забезпечення заданої точності постійно відслідковувати результати обробки протягом усього часу роботи обладнання і проводити періодичне автоматичне підналагодження верстата. Для цього необхідно верстат з ЧПК оснастити новітніми системами зворотного зв'язку, які б їх налагоджували на потрібний розмір обробки – «робочий розмір» як на початку, так і періодично в процесі виготовлення партії деталей, що забезпечить потрібну якість деталей і скоротить час на їх обробку [4,5].

Будова і принцип роботи системи торкання

Існує кілька систем зворотного зв'язку між системами керування і параметрами процесу обробки деталі, оснований на методах торкання. Системи торкання можуть точно і швидко реагувати на момент торкання різальним інструментом чи спеціальною голівкою торкання (ГТ) до поверхні деталі або еталону, фіксувати координати цієї точки, заносити їх у базу, а потім проводити коригуванням базових точок і тих, які були отримані під час вимірювання.

У цій роботі представлена нова система розмірного налагодження на основі використання комбінованого віброакустичного датчика дотику. Розроблені новітня структура і принцип роботи такої системи дали можливість знизити похибку налагодження верстата, а це, в свою чергу, суттєво підвищило точність обробки деталей і зменшило відсоток браку.

Важлива відмінність цієї системи торкання полягає у використанні комбінованого віброакустичного датчика як чутливого елемента.

Цей датчик торкання малогабаритний (170 x Ø45), легкий і має просту конструкцію, представлений на рис.1. Чутливим елементом головки є стандартний п'єзоелектричний датчик – акселерометр реєстрації миті мікроудару щупа, розміщений зверху на базовій масивній платформі, який відрізняється тим, що має знизу платформи додатковий пристрій – малопотужний магніостриктор, що збуджує мікроосьові віброколивання в 1–2 мкм штоку зі щупом, котрі жорстко закріплені з низу до платформи для формування сигналу дотику мікроударом по поверхні деталі.

Підвищення чутливості, точності і надійності роботи такого датчика забезпечується тим, що за рахунок мікроудару щупу по поверхні деталі в штоку і платформі миттєво виникає значний акустичний сигнал, на що миттєво реагує п'єзоелектричний датчик, який виробляє імпульс-сигнал на систему реєстрації торкання.

Цей датчик складається зі стандартного п'єзоелектричного датчика – акселерометра 1, який жорстко закріплений зверху на базовій масивній платформі 4. На шток 3 вільно одягнута індуктивна високочастотна котушка 2, яка міцно притиснута в корпусі 5 і складає зі штоком 3 магніострикційний пристрій.

Наявність зверху платформи пружини 12 забезпечує їй вільний хід до 10 мм, що необхідно для страхування від поломки магніостриктора від можливого випадкового додаткового ходу робочої голівки верстата.

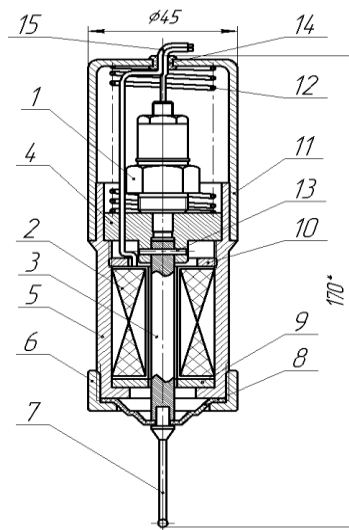


Рис.1. Комбінований віброакустичний датчик дотику

При включенні руху робочого супорта верстата віброакустичний фон системи збільшується, що змінить акустодіаграму за час τ_2 . У мить торкання щупу датчика до поверхні деталі або її еталону виникає мікроудар і акустичний фон різко зростає, як τ_3 – є торкання, що миттєво збільшує генерування мікроструму I_m як струму торкання (рис. 2.). Таке підвищення сили струму є достатнім для чіткого визначення, що дотик відбувся і необхідно зупинити подачу датчика та зафіксувати координати його розміщення.

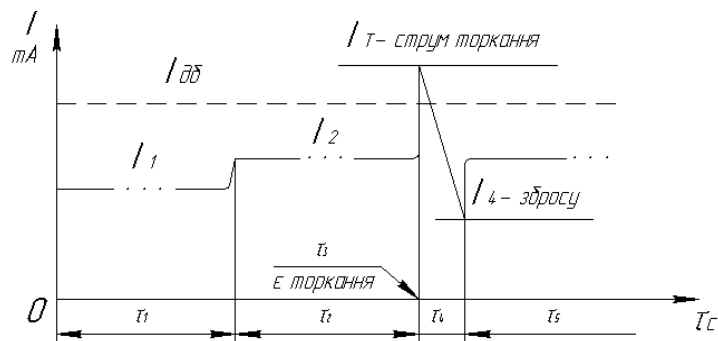


Рис. 2. Діаграма величини генерування струму п'єзодатчиком:

$I_{об}$ – струм пробою варистора; I_1 - струм роботи п'єзодатчика; I_2 - струм роботи від переміщення робочої головки верстата; I_3 – струм торкання; I_4 - падіння струму при вимірюванні системою координати торкання і включення ходу головки на деталь

Це явище використане для реалізації системи підналагодження, представленої на рис. 3, де підвищення рівня сигналу з датчика створює пробій струму через блок варистор системи б, що і є сигналом наявності торкання та відключення ходу супорта верстата з головкою торкання для вимірювання координати точки поверхні деталі.

Координати торкання фіксує система налагодження, порівнює їх із заданими раніше координатами в КП, отримана похибка передається в СЧПК, де проводиться корекція раніше заданої керуючої програми.

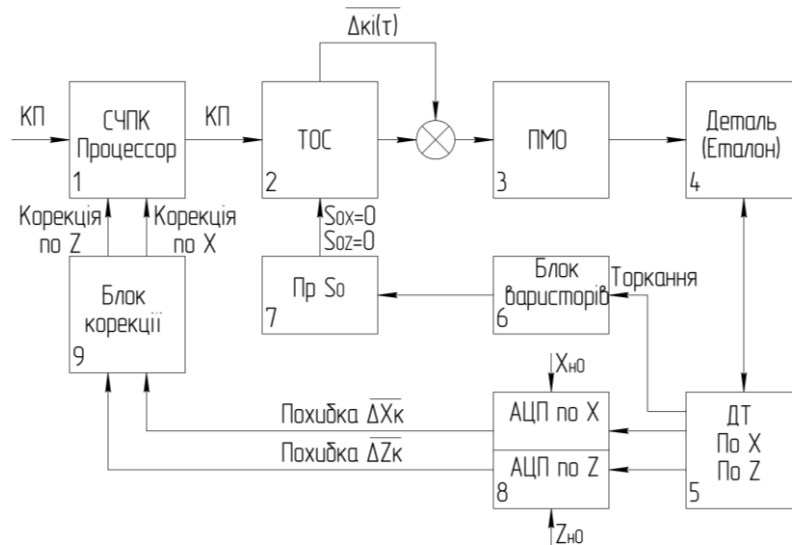


Рис. 3. Система автоматичного налагодження ГВС

Запропонована система автоматичного налагодження верстатів з ЧПК та гнучких виробничих систем належить до регулюючих систем та працює таким чином. Датчик дотику 5 встановлюється на супорті токарного верстата або на шпинделі фрезерного та підводиться до встановленої еталонної або обробленої деталі. Після виходу на робочу позицію, тобто після підведення до деталі він подається на малій швидкості, доки не торкнеться деталі. Після торкання деталі і датчик спрацьовує і сигнал від нього надходить на аналогово-цифровий перетворювач 8, де перетворюється на цифрову форму, фіксуються координати точки торкання та зрівнюється з еталонними координатами і визначається похибка обробки, якщо визначалися розміри обробленої деталі, або вносяться до керуючої програми координати поверхонь, що підлягають обробці, якщо обмірявся еталон, тобто система здатна визначати координати траєкторії руху інструменту за еталоном. Далі сигнал надходить до блока корекції БК, де за відомою похибкою виготовлення деталі і виробляється необхідний сигнал корекції, що подається в систему числового програмного керування верстата, де і здійснюється коригування траєкторії переміщення інструменту керуючої програми.

Для попередження пошкодження датчика і точності визначення координат торкання з датчика в момент спрацьовування подається сигнал до блока відключення подачі 7, який вимикає подачу верстата.

Для блока 7 сигнал виробляється в блоці варисторів 6. Після торкання датчиком поверхні деталі різко зростає струм, який виробляється віброакустичним п'єзодатчиком, що зумовлює пробій варисторів і на виході блока 6 з'являється сигнал відключення подачі, що і надходить до блока 7.

Результати та їх обговорення

Ця система автоматичного налагодження з використанням комбінованого віброакустичного датчика дотику дозволяє фіксувати координати поверхні з похибкою до 1 мкм і значно підвищує точність обробки деталей, виготовлених з будь-яких твердих матеріалів. Це уможливило корекцію

траєкторії руху обробного інструменту та налагодження гнучкої виробничої системи на виготовлення нового виробу.

У подальших експериментах буде досліджено нові структури систем торкання, які дадуть можливість поліпшити системи зворотного зв'язку на верстатах з ЧПК і, як наслідок, підвищити якість виготовлених деталей, скоротити час на їх обробку, зменшити відсоток браку і поломки верстатів.

Висновки

Використання систем автоматичного підналагодження дає можливість:

- проводити точне позиціонування інструменту з визначенням і фіксацією його вершини в робочому просторі верстата;
- обробляти інструментом без точної установки його в початкову нульову точку і початкової перевірки;
- підвищити точність обробки за рахунок компенсації неминучих похибок механообробки;
- проводити точні вимірювання розмірів готових деталей;
- значно підвищити продуктивність процесу обробки деталей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Остафьев В.А., Румбешта В.А., Держук В.А. Технологические процессы изготовления деталей приборов. – К.: Высшая школа, 1983. – 207 с.
2. Румбешта В.О. Курс лекцій «Системи керування якістю виготовлення виробів». – К.: КП, 2000. – 85 с.
3. Румбешта В.А., Максимчук И.В. Гибкие производственные системы. Методические указания к изучению курсов «Интегрированные системы оптического производства» и «Автоматика и автоматизация производства». –К.: КПИ, 1990. – 48 с.
4. Попов А.И. Гибкие производственные модули и автоматические линии. – М.: «Интерлитмаш-88», 1988. – 289 с.
5. Фельдштейн Е., Корниевич М. Обработка деталей на станках с ЧПУ.–М.: Новое знание, 2008. – 299 с.

Надійшла 25.03.2009