

M. Podgaetski, T. Sabirzanov, K. Scherbina, A. Loboda

Products of honing machine-tool by adaptive-programmatic control.

In the article examined mechatronik products of honing machine-tool with by an adaptive-programmatic control. The separate is grounded drive for mandrel of detail and mandrel of instrument. The concepts of mechatronik of the machine-tool system and mechatronik of the technological system are resulted. Pulled out requirement to creation of the machine-tool systems for honing of openings. A functional, hydrokinematic diagram is developed and constructions algorithm of work mechatronik products of honing machine-tool with by an adaptive-programmatic control.

Одержано 06.02.12

УДК 621.941.025-521

О.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук, Є.С. Ігнат'єв, студ.

Кіровоградський національний технічний університет

Розробка інструментальних систем з адаптивним управлінням процесом обробки методом морфологічного аналізу

В статті описано процес розробки інструментальної системи з адаптивним управлінням для точіння методом морфологічного аналізу. Запропонована конструкція інструментального пристрою дає можливість уникнути недоліків, виявлених в ході аналізу відомих рішень, та дозволяє підвищити геометричну точність деталей в процесі обробки.

різець, інструментальний пристрій, технологічна оброблювальна система, пружна деформація, морфологічний аналіз

Особливості ринкової економіки пов'язані з постійним підвищенням вимог до виробів, що не можливо без розвитку нових систем верстатного обладнання. Значні витрати, викликані необхідністю вдосконалення верстатного обладнання відомими методами, призвели до пошуку нових методів підвищення експлуатаційних якостей верстатного обладнання. Одним з таких методів є створення модульних систем адаптації окремих складових технологічної оброблювальної системи (ТОС), які представляють собою окремі вузли або інструмент з вбудованою системою управління.

В результаті розвитку систем адаптивного управління у металообробці виокремилось два шляхи. Один з яких реалізує принцип компенсації пружної деформації ТОС у напрямку утворення розміру обробки, другий – принцип стабілізації навантаження, яке викликає пружну деформацію технологічної системи верстата, та у підсумку, розміру обробки.

Системи побудовані за обома принципами можуть бути як замкненими, так і розімкненими. Різні системи мають свої переваги та недоліки. Замкнені системи мають більшу чутливість та точністю, але у більшості випадків вони складніші у виготовленні та експлуатації. В свою чергу розімкнені системи менш точні, але простіші у виготовленні та універсальні [1].

З розвитком виробництва поступово виникло протиріччя між великою кількістю різноманітних технологічних операцій, реалізованих на сучасних багатопільових

верстатах та різноманітністю інструмента, який при цьому використовується. Що призвело до необхідності розробки систем адаптації до змінних параметрів інструмента та заготовки, вбудованих в окремі зміни елементи ТОС. Такими елементами у переважній більшості є інструменти.

Для отримання в процесі точіння поверхні деталі необхідної якості, необхідно забезпечити сталий відносний рух заготовки та інструменту. В процесі точіння виникає цілий ряд збурень, факторів що негативним чином впливають на геометричну точність отриманої деталі. Вони поділяються на дві групи: детерміновані або напередвизначені, наприклад, зміна жорсткості верстату в залежності від координати обробки, розмірний спрацювання інструменту, теплову деформацію ТОС та ін.; стохастичні або випадкові, наприклад, зміна припуску на заготовці, зміна твердості матеріалу заготовки по її діаметру та ін. Створення інструментів з локалізованою системою управління, призначеною для повного або часткового усунення похибки обробки, що виникає через пружну деформацію ТОС є актуальною задачею. Такі системи дозволять простою заміною інструменту забезпечити необхідну якість геометричної точності деталі в процесі обробки.

В практиці машинобудування відомі конструкції інструментів з вбудованими системи управління. Для систематизації існуючих та виявлення нових перспективних рішень доцільно застосувати метод морфологічного аналізу. Перш за все, необхідно визначити повний перелік структурних морфологічних ознак. Не суттєві відкинути, суттєві залишити, по кожній з яких визначити можливі варіанти (альтернативи) технічного вираження використання цих ознак. В даному випадку ознаками будуть:

- 1 – вид обробки;
- 2 – тип системи управління;
- 3 – природа ланок систем управління;
- 4 – сили за якими відбувається регулювання (P_x, P_y, P_z);
- 5 – координата, проходження керуючого впливу.

Згідно з виявленими ознаками систем складено морфологічну матрицю (табл. 1).

Таблиця 1 – Морфологічна матриця

1.	2.	3.	4.	5.
1.1 точіння	2.1. замкнута	3.1 електрична	4.1 P_x	5.1. X
1.2 фрезерування	2.2 розімкнута	3.2 механічна	4.2 P_y	5.2 Y
1.3 протягування		3.3 гідравлічна	4.3 P_z	5.3 Z
1.4 свердління		3.4 змішана	4.4 P_x, P_y	5.4 X, Y
1.5 зубонарізання			4.5 P_y, P_z	5.5 X, Z
1.6 обкатка			4.6 P_x, P_z	5.6 Z, Y
1.7 комбінований			4.7 P_z, P_y, P_x	

Згідно морфологічної матриці (табл. 1) повний перебір – загальна кількість варіантів можливих конструктивних рішень інструментальних пристроїв – складе:

$$N = 7 \times 2 \times 4 \times 7 \times 6 = 2352 \text{ варіанти.}$$

З теорії технічних систем відомо [2], що на сьогодні не розроблений апарат вибору припустимих рішень з усієї кількості можливих варіантів. Визначення раціональних варіантів відбувається шляхом аналізу відомих, та отриманих нових можливих варіантів.

Проаналізуємо відомі рішення:

$X_1 \rightarrow 1.1 - 2.1 - 3.1 - 4.1 - 5.1$ – токарний різець [3]

- $X_2 \rightarrow 1.1 - 2.2 - 3.2 - 4.2 - 5.2$ – різець з самогальмівною гвинтовою передачею [4]
 $X_3 \rightarrow 1.1 - 2.2 - 3.2 - 4.2 - 5.3$ – різець з несамогальмівною гвинтовою передачею [5]
 $X_4 \rightarrow 1.1 - 2.2 - 3.2 - 4.1 - 5.1$ – різець з регульовальним гвинтом [6]
 $X_5 \rightarrow 1.1 - 2.2 - 3.2 - 4.1 - 5.1$ – різець з регульовальною пружиною [7]
 $X_6 \rightarrow 1.1 - 2.2 - 3.2 - 4.1 - 5.1$ – різець з різальним елементом на пружній основі [8]

Проаналізуємо переваги та недоліки досліджуваних інструментальних систем. До цих систем пред'являються вимоги: простота використання, гнучкість налаштування, досягнення необхідної якості обробки.

Різець, що відповідає поєднанню ознак X_1 , складається з корпусу з регульовальним гвинтом. В корпусі виконано два поперечних паза, які містять п'єзоматеріал. Другий поперечний паз виконаний в хвостовику корпусу, у якому розташований датчик зусилля, включений у замкнуту систему управління механізмом малих переміщень, який розміщується в першому поперечному пазу. Через виконання пазів в одному координатному напрямі, в процесі роботи на датчик подається сигнал з похибкою, через те, що сили, які діють на п'єзоматеріал накладаються з керуючим впливом [3].

Токарний різець X_2 , містить у собі корпус з встановленою у ньому на підшипниках круглою ексцентричною пластиною. При цьому, пластина закріплена на пружній осі, яка кінематично зв'язана з механізмом налагодження, що містить приводний вал, самогальмівну передачу і з'єднаний з пластиною обмежувач попереднього натягу кута повороту пластини. Інструмент виготовлений згідно X_2 є багатокомпонентним, складний у виготовленні та експлуатації [4].

Різець X_3 , складається з корпусу та закріпленої в ньому на осі круглої ексцентричної пластини. При цьому, пластина встановлена на пружину, а ось пластини споряджена гвинтовими шліцями та з'єднана з втулкою, причому ексцентричність осі пластини направлена вправо від осі гвинтових шліців, гвинтові шліці мають праву нарізку. Інструмент виготовлений згідно X_3 подібний до X_2 , також складний у виготовленні через багатокомпонентність не зручний в експлуатації [5].

Токарний різець X_4 , складається з корпусу, головки з вершиною, що поєднує грані і кромки. При цьому, він споряджений зверху відкритим поперечним пазом, який відокремлює головку від корпусу глибиною $l = (0,6 \dots 0,8)h$, де h – висота корпусу різця. Інструмент виготовлений згідно X_4 схильний до виникнення шкідливих вібрацій через те що ріжуча пластина встановлена на пружній основі. Також пружина втрачає пружність і пластина може просідати [6].

Різець X_5 , подібний до X_6 , але в ньому напрямні прямі, через що похибка при різанні збільшується. Інструмент виготовлений згідно X_5 має розімкнену систему, схильний до вібрацій. Також через наявність пружини різець може втрачати пружність [7].

Різець X_6 , складається з корпусу і встановлений у ньому на похилих напрямних та пружній опорі різальної пластини. При цьому, нахил напрямних пластини виконаний від вершини різця в бік поверхні, що обробляється. Інструмент виготовлений згідно X_5 має розімкнену систему, схильний до вібрацій. Також через наявність пружини різець може втрачати пружність [8].

З аналізу розглянутих рішень, найбільше вказаним вимогам відповідає рішення X_1 , але воно має серйозний недолік, який суттєво впливає на експлуатаційні характеристики. Цей недолік усувається шляхом рознесення координат проходження сигналу та керуючого впливу: координата проходження сигналу Z ; координата керуючого впливу Y . Подібне рішення відповідає поєднанню ознак X_7 морфологічної матриці (табл. 1).

$X_7 \rightarrow 1.1 - 2.1 - 3.1 - 4.1 - 5.3$ – різець з рознесеними по координатах сигналом та керуючим впливом

Запропонована конструкція інструментального пристрою (рис. 1) складається з корпусу 1, що має поперечний паз 2, у якому встановлений датчик 3, наприклад п'єзоелектричний, який вимірює величину радіальної P_Y складової сили різання. У корпусі різця виконаний поперечний паз 4, в якому встановлений механізм малих переміщень, виконаний у вигляді п'єзоелемента 5, який забезпечує поворот різця у поздовжній площині (площині дії складових сил різання P_Z і P_Y , що виникають при обробці заготовки 11). У поздовжньому отворі у тілі різця, знаходиться регулювальний гвинт 6, який поєднує різальну частину 7 з корпусом 1. Система управління складається з задавального 8 та порівняльного 9 пристроїв, перетворювача 10 та механізму малих переміщень 5 (п'єзоелемент).

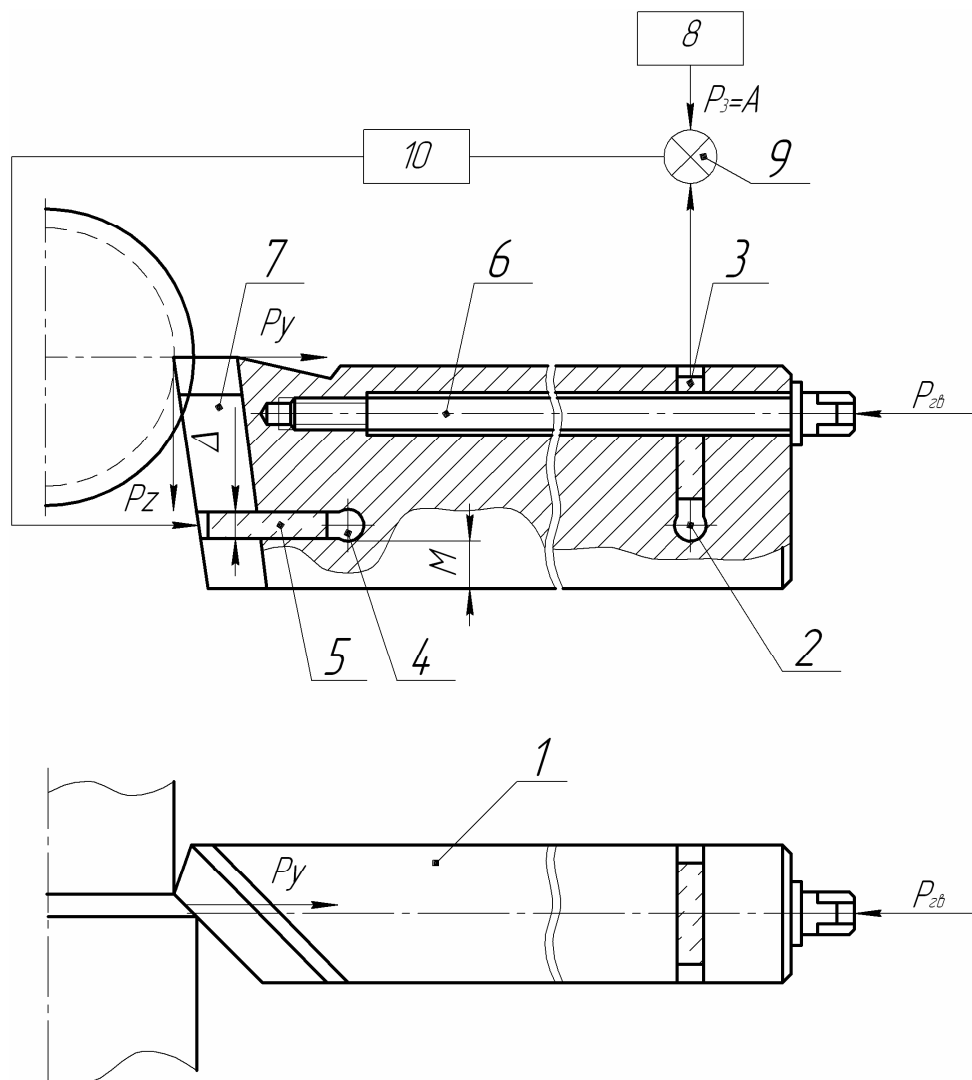


Рисунок 1 – Принципова схема замкнутої системи для автоматичного управління процесом обробки

Перед початком обробки порівняльний пристрій 9 балансується спільно з датчиком 3 і задавальним пристроєм 8, а на п'єзоелемент 5 подається первинний сигнал від перетворювача 10. Значення складових сил різання $P_Z = P_Y = 0$ і вони не впливають на датчик 3. Попереднє зусилля P_{GB} , що реєструється датчиком 3, регулюється регулювальним гвинтом 6. В порівняльний пристрій 9 надходять сигнали від дії

вихідної сили навантаження корпусу 1 різця $P_{ВІХ} = P_{ГВ}$ і сигнал постійної величини, що видається задавальним пристроєм 9 $P_3 = A$.

З початком обробки заготовки 11 виникає сила різання. Дію її складової P_Y сприймає датчик 3 та надсилає сигнал на порівняльний пристрій 9. Складові сили різання (P_X , P_Y , P_Z) деформують ТОС. Одночасно, у порівняльний пристрій 9 від задавального 8 надходить сигнал $P_3 = A$. У випадку коли складова P_Y , а значить деформація ТОС, перевищує допустиме значення, встановлене задавальним пристроєм 8, сумарна дія на датчик 3 зменшується ($P_\Sigma \neq P_{ВІХ}$; $P_\Sigma = P_B - P_Y$) і датчик через порівняльний пристрій 9 надсилає сигнал на перетворювач 10, який у свою чергу надсилає сигнал на механізм малих переміщень 5, який шляхом збільшення розміру Δ розвертає різальну частину інструмента 7 відносно пружного елемента M по радіусу R , виконує компенсацію пружної деформації ТОС та стабілізує розмір обробки.

При увімкненні механізму малих переміщень 5 одночасно зі збільшенням розміру Δ відбувається зменшення сили $P_{ГВ}$, до тих пір, поки сумарне зусилля P_Σ , що діє на датчик 3, не буде дорівнювати вихідному $P_{ВІХ}$:

$$P_\Sigma = P_{ГВ} + P_Y = P_{ВІХ}. \quad (1)$$

Якщо у процесі обробки заготовки 11 значення сили різання зміниться (збільшиться або зменшиться), відповідно зміниться і значення складової сили різання P_Y , а значить зміниться і деформація ТОС, перестане виконуватись умова (1). Зміну значення P_Σ зафіксує датчик 3, сигнал з якого через порівняльний пристрій 9 і перетворювач 10 надійде у механізм малих переміщень 5, який, в свою чергу відповідному напрямку (збільшення або зменшення) корегуватиме величину Δ , доти доки не виконається умова (1). Таким чином справедливим буде наступний вираз:

$$P_\Sigma = P_{ГВ} + P_Y = \text{const} = A. \quad (2)$$

На основі (2) можливо стверджувати, що відбувається стабілізація пружної деформації ТОС ($\Delta_{PIZ} = \text{const}$), що призводить до підвищення точності обробки.

Висновки. Розроблений інструментальний пристрій дає змогу підвищити якість обробки за рахунок того, що містить п'єзоматеріал в пазах, виконаних у різних координатних напрямках, в результаті чого на датчик подається сигнал без похибки. Конструкція інструменту, що пропонується дозволяє підвищити точність обробки, у порівнянні з аналогами, розширює область можливого використання. Розглянуті конструкції не вичерпують усі можливі варіанти виконання інструментальних пристроїв з вбудованою системою управління.

Список літератури

1. Пестунов В.М. Системи автоматичного управління з адаптивними властивостями в приводах верстатів/ Пестунов В.М., Лисенко О.В./ Зб. наук. пр. КНТУ. Техніка в с/г виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград, 2007.– Вип. 18.– С. 42-49.
2. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Дубеняк С.А. Теорія технічних систем / Під загальною редакцією проф. Ю.М. Кузнецова, К.: -Тернопіль, 1997 р.– 310 с.
3. Патент № 35356 А (Україна), МПК 6 В 23 В 27/12. Різець/ В.М. Пестунов, О.В. Лисенко; КДТУ, – Опубл. 15.03.01.
4. Патент № 51785 С2 (Україна), МПК 6 В 23 В 27/12. Токарний різець/ В.М. Пестунов, О.В. Лисенко; КДТУ, – Опубл. 16.12.02.
5. Патент № 34967 А (Україна), МПК 6 В 21 К 5/12. Різець/ В.М. Пестунов, О.В. Лисенко; КДТУ, – Опубл. 15.03.01.
6. Патент № 25283 А (Україна), МПК 6 В 23 В 27/00. Токарний різець/ В.М. Пестунов, О.В. Лисенко; КІСМ, – Опубл. 30.10.98.
7. Патент N2.645.844. (США). Toolholder \ N.E. Lonoe. – Опубл.– 21.07.53 р.

8. Патент № 24661 А (Україна), МПК 6 В 21 К 5/12. Різець/ В.М. Пестунов, О.В. Лисенко; КІСМ, – Опубл. 04.08.98.

А. Лысенко, Е. Игнатьев

Разработка инструментальных систем с адаптивным управлением процессом обработки методом морфологического анализа

В статье описан процесс разработки инструментальной системы с адаптивным управлением точением методом морфологического анализа. Предложенная конструкция инструментального приспособления дает возможность избежать недостатков, выявленных в ходе анализа известных решений и позволяет повысить геометрическую точность деталей в процессе обработки.

O. Lysenko, E. Ignatiev

Development of the instrumental systems with adaptive control by the process of treatment the method of morphological analysis

In the article a development of the instrumental system process is described with adaptive control sharpening by the method of morphological analysis. The offered construction of instrumental adaptation gives an opportunity to avoid the defects educed during the analysis of the known decisions and allows to promote geometrical exactness of details in the process of treatment.

Одержано 09.04.12

УДК 621.9.048.4

О. Ф. Сіса, викл.

Кіровоградський національний технічний університет

Засоби формування біполярного струму для обробки дугою твердосплавних валків

Розроблено електронну та електромеханічну системи ефективного формування біполярного струму для обробки дугою твердосплавних валків.

електрична дуга, біполярний струм, інвертор, контактний перетворювач, осцилограма біполярної напруги

В умовах біполярної розмірної обробки дугою (РОД) торцевих поверхонь твердосплавних прокатних валків два однакових за формою та розмірами валка закріплюються на електроерозійному верстаті: нижній нерухомо відносно стола, а верхній нерухомо відносно рухомого шпинделя з можливістю осьової подачі. Електрична дуга збуджується в торцевому міжелектродному зазорі між валками в потужному потоці робочої рідини. Відомо, що при постійному електричному струмі продуктивність обробки катода і анода з будь-якого матеріалу не однакові. Тому, для забезпечення знімання однакового за об'ємом припуску з кожного валку доцільно полярність обробки періодично змінювати [1].

Мета роботи: розробка засобів формування біполярного струму для обробки дугою твердосплавних валків.