

Yuriy Parkhomenko, Assoc. Prof., PhD tech. sci., Volodymyr Gamaliy, Prof., Dr. phys. & math. sci., Viktor Bosko, Assoc. Prof., PhD tech. sci.

Kirovograd National Technical University, Kropivnitsky, Ukraine

The calculation of the system of stabilization of the temperature mode in the process of forming a friction

Studied process of forming the friction parts.

Automatic control of process parameters provides friction forming temperature monitoring and support formative element temperature within $45 \div 75^{\circ}\text{C}$, ensuring stability of the process, protecting bearings from excessive heat flow and thermal discharge heat engine supports spindles. The specified temperature conditions provided by pumping oil through the bearing formative element in achieving its temperature 75°C and off the pump motor when reaching 45°C .

Certain parameters, which is subject to regulation and the transfer function of this parameter control object. The ways of creation of an automated system of stabilization of the temperature mode in the process of formation of friction. A functional diagram of a microprocessor-based system for automatic temperature control, ensuring the maintenance of set values of these parameters at specific points in time and throughout the process.

automatic stabilization system, shaping, heat generation, temperature control

Одержано 10.11.16

УДК 321.30.06

М.М. Підгаєцький, доц., канд. техн. наук, К.К.Щербина, канд. техн. наук, О.М. Громко, магістр

Кіровоградський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

E-mail kir2912s@yandex.ru

Т.В. Дяченко, викл.

Кіровоградський машинобудівний коледж Кіровоградського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна

Синтез теоретичної концептуальної схеми продукційного хонінгувального верстата

В статті розглядається синтез теоретичної концептуальної схеми продукційного хонінгувального верстата, який призначений для обробки деталей керуючої апаратури гідравлічних машин. Обґрунтовано роздільний привід для шпинделю деталі та шпинделю інструменту верстата. Висунуто вимоги до створення верстатних систем для хонінгування отворів. Розроблені функціональна та гідро-кінематична схема, а також побудований алгоритм роботи продукційного хонінгувального верстата з адаптивно-програмним керуванням. Представлені залежності між траєкторією руху зерна алмазно-абразивного інструмента та роботою, затраченою на виконання цих рухів.

продукційний хонінгувальний верстат, верстатна система, алмазно-абразивний інструмент, система регулювання радіального розміру, пружно-гвинтовий хон, хонінгування отворів

М.М. Подгаецкий, доц., канд. техн. наук, К.К. Щербина, канд. техн. наук, О.М. Громко, магістр

Кировоградский национальный технический университет, г. Кропивницкий, Украина

Т.В. Дяченко, препод.

Кировоградский машиностроительный колледж Кировоградского национального технического университета, г. Кропивницкий, Украина

Синтез теоретической концептуальной схемы производственного хонинговального станка

В статье рассматривается синтез теоретической концептуальной схемы производственного хонинговального станка, который предназначен для обработки деталей управляющей аппаратуры гидравлических машин. Обоснованно разделение привода для шпинделя детали и шпинделя инструмента станка. Выдвинуты требования к созданию станочных систем для хонингования отверстий. Разработаны функциональная и гидро-кинематическая схема, а также построен алгоритм работы производственного хонинговального станка с адаптивно-программным управлением. Представлены зависимости между траекторией движения зерна алмазно-абразивного инструмента и работой, затраченной на выполнение этих движений.

продукційний хонінговальний станок, станочна система, алмазно-абразивний інструмент, система регулювання радіального розміра, упруго-винтової хон, хонінгування отворів

Постановка проблеми. Сучасні етапи розвитку вимагають підвищеної точності розмірів та якості поверхонь деталей керуючої апаратури гідравлічних машин, які в свою чергу здобули великого розповсюдження в сільськогосподарській техніці та відповідають за швидкодію її елементів. У зв'язку з цим, особлива увага приділяється до фінішних операцій обробки деталей керуючої апаратури гідравлічних машин. Тому, доцільно на таких операціях як хонінгування отворів використовувати верстати, які оснащені системами автоматичного керування процесом різання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним з головних недоліків сучасних хонінгувальних верстатів є концентрація рухів на одному з виконавчих елементів верстату, а саме на інструментальному шпинделі [1,2]. Обумовленість такого рішення пов'язана з тим, що номенклатура деталей, які оброблюються на хонінгувальних верстатах, в своїй більшості перевищують масу алмазно-абразивного інструмента. Тобто, сила інерції, яка виникає в процесі надання рухів алмазно-абразивного інструменту, буде значно менша, ніж при наданні руху оброблюваній деталі [1,2]. Але в горизонтально-хонінгувальних верстатах обертання надається шпинделю виробу [1,2]. Це пов'язано з тим, що номенклатура деталей, які оброблюються на даних верстатах, зазвичай відноситься до класу тіл обертання.

Отже, при обробці деталей типу тіл обертання та невеликих корпусних деталей, які найбільш розповсюджені в керуючій апаратурі гідравлічних машин, доцільно надати шпинделю виробу обертальний рух. Ще однією вагомою причиною такого рішення є те, що оптимальною схемою отримання максимальної співвісності між алмазно-абразивним інструментом та оброблюваною деталлю є використання двохшарнірної підвіски для з'єднання обумовленого інструмента з шпинделем верстату.

Використання двохшарнірної підвіски має ряд недоліків. Так, через неї проходить шток регулювання радіального розміру алмазно-абразивного інструмента, що призводить до ускладнення конструкції. Постійне переміщення обумовленого штоку та дія осьових сил, які виникають в процесі обертання двохшарнірної підвіски, призводить до того, що вісь алмазно-абразивного інструмента буде намагатися зайняти положення, яке буде співпадати з віссю інструментального шпинделя [3], що може негативно позначитися на якості оброблюваної деталі.

Постановка завдання. Найбільш доцільно на операціях алмазно-абразивної обробки отворів використовувати системи автоматичного керування, які мають властивість самоприсосування або, так названі, адаптивні системи керування (АСК) [4]. Одною із головних вимог, які висувуються до процесу хонінгування отворів є усунення геометричних відхилень в повздовжньому перерізі. Це похибки, які виявляються в макрогеометрії або хвилястості оброблюваної поверхні. Отже, адаптація в процесі хонінгування отворів буде відбуватися по макрогеометрії або хвилястості оброблюваного отвору. Це призведе до розділення процесу адаптації у відповідності до

обумовленої похибки геометричного відхилення. Представлений процес характеризується таким поняттям як диференційна адаптація.

Диференційна адаптація – адаптація по переважаючому виду геометричного відхилення (виду вхідного сигналу).

Сутність диференційної адаптації полягає в попередньому визначенні переважаючого відхилення для подальшого налаштування АСК. Це дозволить оптимізувати процес адаптації та збільшити його сталість, що призведе до покращення геометричної точності оброблюваних отворів. Також слід зазначити, що диференційна адаптація передбачає можливість поетапного виправлення похибок по макрогеометрії та хвилястості.

Виклад основного матеріалу. На основі приведених вимог, розробимо АСК на базі пружно-гвинтового хону (ПГХ) [4]. Обумовлена система буде функціонувати в єдиному середовищі, а саме в гідравлічному. Також врахуємо той фактор, що багато рухів надається інструменту, тому передамо обертальний рух деталі, а саме столу. Далі розглянемо АСК на базі ПГХ.

Приведена АСК на систему регулювання радіального розміру (СРРР) базі ПГХ (рис. 1) складається з механізму осьової осциляції 1, який розташований на шпинделі 2, та приводиться в дію за рахунок гідромотору 24 керування яким відбувається за рахунок дроселюючого гідророзподільника 13 з гідравлічним керуванням 12,11.

До шпинделя 2 приєднано СРРР 3. ПГХ 5 знаходиться у взаємодії з оброблюваною деталлю 4, котра встановлена на столі 6. Керування СРРР на базі ПГХ відбувається за рахунок дроселюючого гідророзподільника 11 з гідравлічним керуванням 17,18 та регулюючого дроселю 14, який розташований у магістралі зливу.

Стіл 6 приводиться в дію гідромотором 7, керування яким здійснює гідророзподільник 8, а величина тиску в напірній магістралі вимірюється манометром 9.

Перехід від одного до іншого виду адаптації відбувається перемиканням електрокерованих гідророзподільників 20, 21.

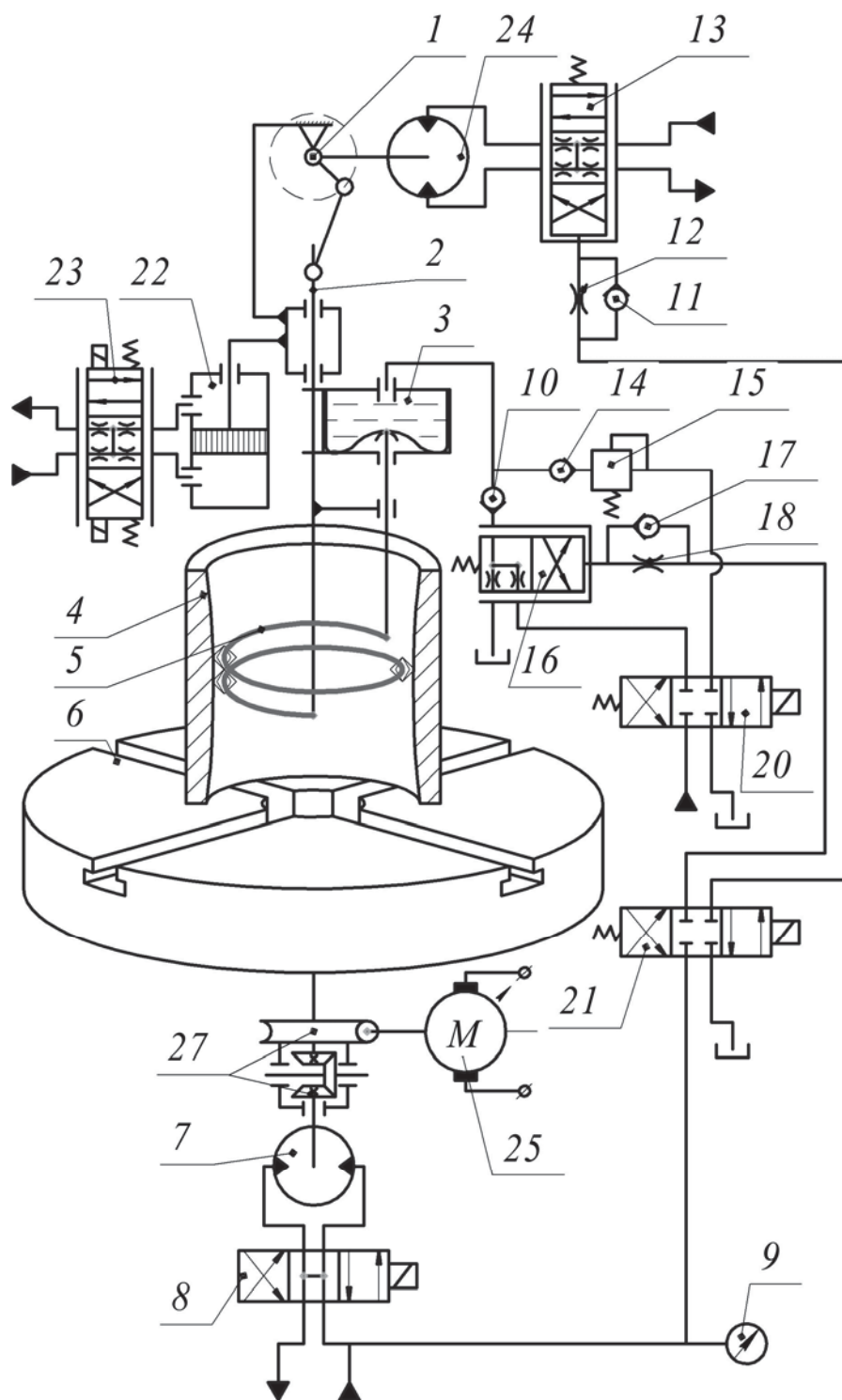
Обумовлена АСК працює наступним чином.

У відповідності до геометричного відхилення, а саме макрогеометрії чи хвилястості налаштовується робота електрокерованих гідророзподільників 20,21.

Далі при зменшенні або збільшенні величини об'ємної подачі в напірній магістралі гідромотору 7, що обумовлено зміною моменту різання, відбувається передача сигналу на один із дроселюючих гідророзподільників 13, 16.

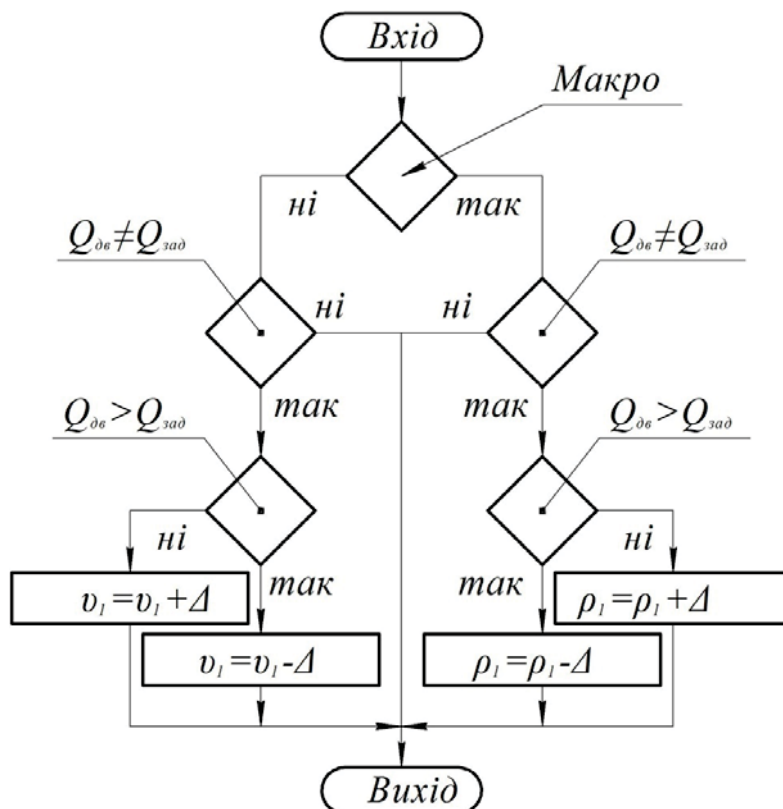
У випадку адаптації по макрогеометрії відбувається передача сигналу до дроселюючого гідророзподільника 13, що призводить до зміни величини об'ємної подачі робочої рідини до гідромотору 24. В свою чергу, змінюється частота осьової осциляції це стабілізує процес різання. При цьому, тиск у внутрішній порожнині оболонкової форми направленої дії (ОФНД) регулюється за рахунок регулюючого дроселю 14, а його постійність підтримується за допомогою гідроакумулятора 26.

При адаптації по хвилястості відбувається передача сигналу до дроселюючого гідророзподільника 16, що приводить до зміни тиску у внутрішній порожнині ОФНД 3. Тим самим збільшуються або зменшуються величини деформації ПГХ, що приводить до стабілізації процесу різання. При цьому величина частоти осцилюючих рухів залишається незмінною. Алгоритм роботи АСК наведений на рис.2.



1 – механізм осьової осциляції; 2- шпindelь; 3 – СРРР; 4 – оброблювана деталь; 5 – ПГХ; 6 - стіл;
 7,24 – гідромотор; 8 – гідророзподільник; 9,15 – манометр; 10,11,17 – зворотній клапан; 12,18 – дросель;
 13,16 – дроселюючий гідророзподільник з гiдрравлічним керуванням; 14 – регулюємий дросель;
 20,21 – гідророзподільник з електричним керуванням; 22 – гідроциліндр; 23 - дроселюючий
 гідророзподільник з електричним керуванням; 25 – кроковий електродвигун; 26 – гідроаккумулятор;
 27 – диференціал механізму кругової осциляції

Рисунок 1 – Гiдрокінематична схема продукційного хонінгувального верстата



$Q_{дв}$ – фактичне значення об’ємної подачі рідини гідромотору обертання столу; $Q_{зад}$ – задане значення об’ємної подачі рідини гідромотору обертання столу; ρ_1 – тиск у внутрішній порожнині ОФНД; v_1 – частота осьової осциляції; Δ – величина приросту

Рисунок 2 – Алгоритм роботи АСК

На підставі наведеної схеми синтезуємо продукційний хонінгувальний верстат з адаптивно-програмним керуванням (в подальшому ПХВАК) (рис. 1), який складається зі столу 6, котрий здійснює рух обертання за рахунок гідромотору 7. Також стіл 6 оснащений механізмом колової осциляції, котрий складається з диференціалу 27 та крокового двигуна 25.

На столі 6 розташована оброблювана деталь 4, у внутрішню порожнину введений ПГХ 5 з СРРР 3. Живлення СРРР 3 відбувається за рахунок гідророзподільника 20, а регулювання тиску здійснюється за рахунок дроселюючого гідророзподільника 16 з гідравлічним керуванням.

СРРР 3 з’єднаний зі шпинделем 2, якому надається зворотно-поступальний рух за допомогою гідроциліндру 22. Керування обумовленим гідроциліндром здійснюється за рахунок дроселюючого гідророзподільника 23 з електричним керуванням.

З шпинделем 2 з’єднаний механізм осьової осциляції 1, котрий складається з кривошипно-шатуного механізму, який приводиться в дію гідромотором 24. Керування останнім здійснюється дроселюючим гідророзподільником 13 з гідравлічним керуванням.

На ПХВАК втілений принцип диференційної адаптації у відповідності до АСК СРРР на базі ПГХ. Керування видом адаптації здійснюється за рахунок гідророзподільника 21.

ПХВАК працює наступним чином. Гідромотор 7 надає столу 6, на якому закріплена оброблювана деталь 4 рух обертання, разом з цим кроковий двигун 25 передає обертальний рух на диференціал 27, який сумує отриманий рух з рухом, який

надає гідромотор 7. Сукупність з цих дій приводить до виникнення колової осциляції. Частота колової осциляції регулюється зміною частоти обертів вихідного валу крокового двигуна 25. Гідроциліндр 22 надає зворотно-поступальний рух шпинделю 2 разом з механізмом осьової осциляції 1, СРРР 3 та ПГХ 5. Величина та швидкість переміщень регулюється дроселюючим гідророзподільником 23. Одночасно з цим СРРР з ПГХ надається рух осциляції в осьовому напрямку. Частота осьової осциляції визначається частотою обертання гідромотору 24, яка змінюється за рахунок дроселюючого гідророзподільника 13, а амплітуда обмеження конструктивним виконанням механізму осьової осциляції 1.

Враховуючи те, що на представленому верстаті встановлені механізми осцилятивного руху, які дозволяють підвищити продуктивність обробки та якість за рахунок утворення складної траєкторії руху зерна у вигляді фігур Ліссажу (рис.3) [5,6], для оцінки доцільності використання таких механізмів визначимо роботу, яка витрачається на різання за методикою представленого в роботі [6] для осьової та колової осциляції:

$$L_o = U_{\Sigma} \rho_k f_x \int \sqrt{\left(v_y + \frac{dy}{dt}\right)^2 + v_x^2} dt, \quad (1)$$

де U_{Σ} – сумарна площа контакту алмазно-абразивних брусків на оброблювану поверхню;

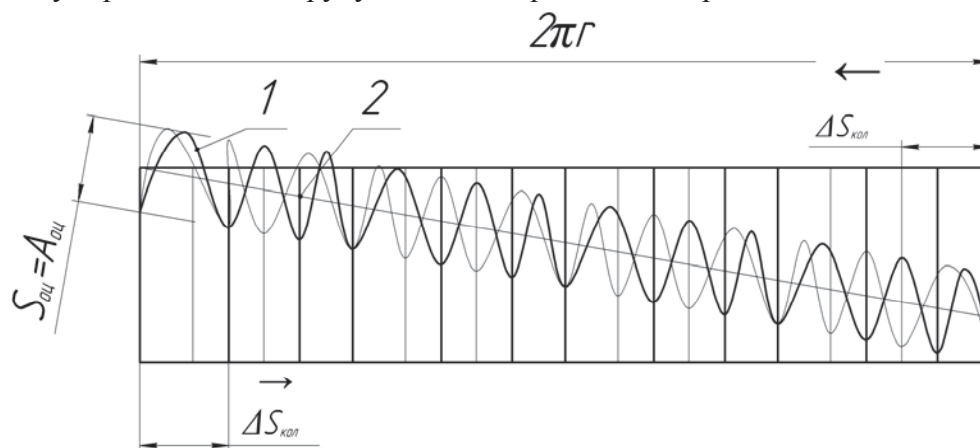
ρ_k – контактний тиск пружно-гвинтового хону на оброблювану поверхню;

f_x – коефіцієнт тертя шкрябання алмазно-абразивних брусків;

v_y – швидкість зворотно-поступального руху;

$\frac{dy}{dt}$ – швидкість осьової осциляції ;

v_x – сумарна швидкість руху алмазно-абразивного зерна;



1 – в прямому напрямку; 2 – зворотному напрямку; A_{osc} – амплітуда коливань; $S_{кол}$ - номінальна колова подача; S_{osc} – подача осьової осциляції; r – радіус кола

Рисунок 3 – Покадрова схема траєкторія руху зерна інструменту в прямому і зворотному напрямку розгорнута, на площину

$$L_k = U_{\Sigma} \rho_k \int \sqrt{v_y^2 + \left(v_x + \frac{D}{2} \frac{d\alpha_x}{dt}\right)^2} dt, \quad (2)$$

де D – діаметр пружно-гвинтового хону;

$\frac{d\alpha_x}{dt}$ – кутова швидкість обертального руху головки;

Висновки. Отже, можна зробити висновок, що розглянутий продукційний верстат має диференціацію рухів між обома взаємодіючими елементами, а саме: деталі надається рух обертання, а інструменту зворотно-поступальний рух, що привело до спрощення конструкції верстату.

Використання крокового електричного двигуна в якості приводу кругової осциляції не вносить обмежень в процес регулювання частоти та амплітуди коливань і дає можливість утворення складної траєкторії руху. Визначено також, яка буде затрачена робота на надання додаткових осцилятивних рухів, що дозволить конструктору розрахувати необхідну потужність двигунів та врахувати економічну доцільність застосування осциляції.

ПХВАК втілена АСК СРРР на базі ПГХ з можливістю використання принципу диференційної адаптації.

Список літератури

1. Куликов С.И. Хонингование. Справочное пособие [Текст] / С.И. Куликов, В.А. Романчук, Ф.Ф. Ризванов, Ю.М. Евсеев. – М.: Машиностроение, 1973. – 168 с.
2. Куликов С.И. Прогресивные методы хонингования [Текст] / Куликов С.И., Ризванов Ф.Ф., Романчук В.А., Ковалевский С.В. – М.: Машиностроение, 1983. – 334 с.
3. Підгаєцький М.М. Продукційний хонінгувальний верстат з адаптивно-програмним керуванням [Текст] / М.М. Підгаєцький, К.К. Щербина, О.В. Лобода // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету техніка в сільськогосподарському виробництві, галузева машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вип. 25. – С. 151 – 155.
4. Підгаєцький М.М. Адаптивне керування системами регулювання радіального розміру алмазно-абразивного інструменту [Текст] / М.М. Підгаєцький, М.І. Черновол, К.К. Щербина // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вип. 42, ч. I. – С. 202 – 207.
5. Підгаєцький М.М. Утворення складної траєкторії руху зерна при хонінгуванні отворів [Текст] / М.М. Підгаєцький, К.К. Щербина // Вісник Чернігівського державного технологічного університету «Технічні науки», 2012. – №3 (59). – С.77 – 81.
6. Ризванов Ф.Ф. Проектирование механизмов осцилляции хонинговальных станков [Текст] / Ф.Ф. Ризванов // Станки и инструмент. – 1971. – №8. – С. 19 – 21.

Mikhailo Podgaetski, Assoc. Prof., PhD tech. sci., Kyryl Scherbina, PhD tech. sci., Olekhandr Hromko, Msc.

Kirovohrad National Technical University, Kropyvnickiy, Ukraine

Tetiyna Dyachenko, Lect.

Engineering College of Kirovograd National Technical University, Kropyvnickiy, Ukraine

Synthesis of theoretical conceptual scheme of a production honing machine-tool

Development of the theoretical conceptual scheme of the production honing machine with a possibility of adaptive control of processing of details of the operating equipment of hydraulic machine.

Division of the drive for a spindle of a detail and the tool of the machine is reasonable. Are developed the function and hydro-kinematic chart, and also the algorithm of operation of the production honing machine with adaptive program control is constructed. The principle of the differentiated adaptation depending on a type of deviations of the processed surface is embodied in the presented machine. Dependences between the trajectory of the movement of grain of the diamond and abrasive tool and work spent for performance of these movements are presented.

Considered productive machine movements must differentiate between the two interacting elements, namely: details provided by the movement of rotation, and tool reciprocating motion, leading to simplification of construction machines.

productional honing machine, machine tools, diamond grinding wheels, spring hone, adjustment of radial size, honing holes

Одержано 26.10.16