

УДК 321.30.06

**М.М. Підгаєцький, доц., канд. техн. наук, Т.Г. Сабірзянов, проф. д-р техн. наук,
К.К.Щербина, асп., О.В. Лобода студ.**

Кіровоградський національний технічний університет

Продукційний хонінгувальний верстат з адаптивно-програмним керуванням

В статі розглядається мехатронний продукційний хонінгувальний верстат з адаптивно-програмним керуванням. Обґрунтовано роздільний привід для шпинделю деталі та шпинделю інструменту. Приведено поняття мехатронної верстатної системи та мехатронної технологічної системи. Висунуто вимоги до створення верстатних систем для хонінгування отворів Розроблені функціональна та гідро-кінематична схема та побудований алгоритм роботи мехатронного продукційного хонінгувального верстата з адаптивно-програмним керуванням.

продукційний хонінгувальний верстат, верстатна система, мехатронна верстатна система, мехатронна технологічна система, адаптивно-програмне керування

Однією з головних вимог при створенні нових сучасних автоматизованих хонінгувальних верстатних систем є використання мехатроніки. Для забезпечення підвищення показників якості деталей та ефективності процесу обробки доцільно застосовувати мехатронну верстатну систему з функціональними підсистемами [1].

Отже, визначимо ряд термінів та вимог, які висуваються до мехатронних верстатних систем.

Визначення «мехатроніка» доцільно використовувати у верстатобудуванні, якщо конструктивні ланки створюються з врахуванням, що рух виконавчих органів керується за допомогою комп'ютерної техніки [1].

Мехатронна верстатна система, як частина мехатронної технологічної системи, являє сукупність мехатронних ланок з адаптивно-програмним керуванням, призначену для виготовлення деталей потрібної якості з високою продуктивністю [1].

Мехатронна технологічна система являє сукупність керованих технологічних об'єктів і систем електронного керування з використанням в якості підсистем мехатронних ланок, які забезпечують здійснення необхідного робочого процесу [1].

Визначимо ряд вимог, які висуваються для мехатронних верстатних систем:

- Використання ланок, рухом яких можливо керувати за допомогою комп'ютерної техніки;

- Можливість верстатної системи працювати в умовах адаптивного керування процесом;

Далі розглянемо інші положення, які висуваються до верстатних систем для хонінгувальної обробки отворів.

Існуючі верстати наведені в роботах [2,3,4] мають ряд недоліків. Одним з головних недоліків є концентрація рухів на одному з шпинделів верстату, а саме на інструментальному, що призводить до ускладнення конструкції верстату. Тому було доцільно частину рухів надати шпинделю деталі.

Головним чинником, концентрації рухів на інструменті є те, що маса інструмента менша за масу деталі. Це обумовлено тим, що чим менша маса рухомих елементів тим менша сила інерції [2,4].

Але в горизонтально-хонінгувальних верстатах обертання надається саме деталі [2,4]. Це пов'язано з тим, що номенклатура деталей, які оброблюються на даних верстатах зазвичай відносяться до класу тіл обертання.

Також необхідністю передачі обертального руху деталі є те, що зазвичай для усунення такого негативного явища, як не співвісність інструмента та деталі використовують шарнірне кріплення інструменту. Але необхідно зазначити, що навіть при двошарнірному з'єднанні інструменту під дією осьових сил та радіальної подачі, яка надається хонінгувальною голівці, вісь інструмента намагатиметься зайняти положення, яке буде співпадати з віссю верстата [4].

Виходячи із вище приведеного, доцільно передати обертальний рух деталі, проте необхідно при цьому враховувати масу деталей, що будуть оброблюватися.

Ще одним із недоліків існуючих верстатів є складність конструкції механізмів осциляції.

Розглянемо функціональну схему мехатронного продукційного хонінгувального верстата з адаптивно-програмним керування (в подальшому МХВАПК) (рис.1)



Рисунок 1 – Функціональна схема МПХВАПК

Розглянемо компоновку МПХВАПК опираючись на функціональну схему (рис.1.). Згідно з функціональною схемою МХВАПК складається з п'яти модулів, а саме з модулю приводу зворотно-поступального руху інструменту, приводу обертального руху деталі, механізму кругової осциляції, системи регулювання радіального розміру (СРРР) та пристрою числового програмного керування.

Розглянемо будову кожного модулю. Почнемо з модулю пристрою числового програмного керування, так як він виконує контроль та керування рештою модулів. Модуль пристрою числового програмного керування складається з підсилювача вхідного сигналу, аналого-цифрового перетворювача, цифро-аналогового перетворювача, пристрою числового програмного керування.

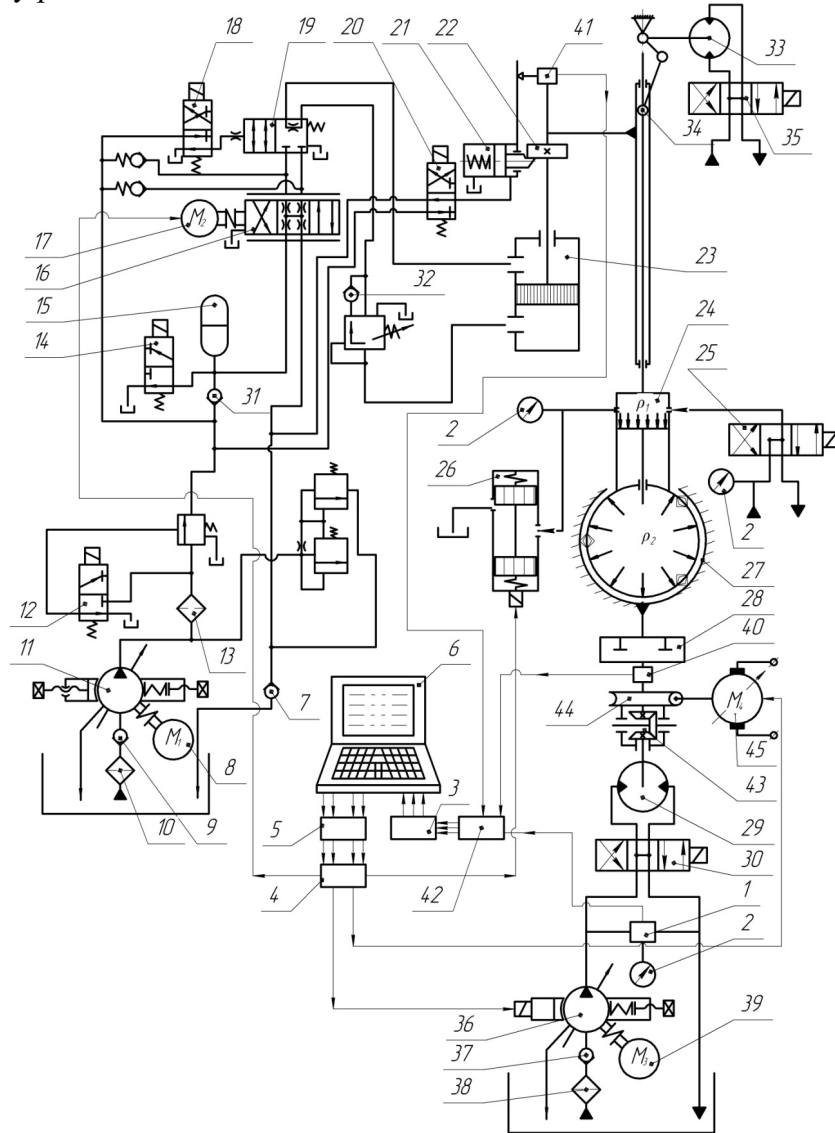
Модуль приводу зворотно-поступального руху інструменту складається з електродвигуна, гідрозолотника, гідронасоса, гідроциліндра та датчика положення шпинделю.

Модуль приводу обертального руху деталі складається з гідронасосу, гідромотору та датчику диференціального тиску.

Модуль СРРР складається з слідкуючого однокромкового золотника та самої СРРР.

Модуль механізму кругової осциляції складається з електричного крокового двигуна, диференціалу та датчику кількості обертів.

Опираючись на функціональну схему та модулі МХВАПК, розробимо гідро-кінематичну схему рис.2



1 – диференційний датчик тиску; 2 – манометр; 3 – АЦП; 4 – підсилювач; 5 – ЦАП; 6 – пристрій числового програмного керування; 7,9,31,32,37 – зворотній клапан; 8,39 – електродвигун; 10,13,38 – фільтр; 11,36 – пластинчатий регулює мий насос; 12,14,16,18,19,20 – гідрозолотник; 15 – гідроаккумулятор; 17 – кроковий електродвигун; 21 – гідроциліндр; 22 – фіксатор; 23 – гідроциліндр приводу зворотно-поступального руху; 24 – СРРР; 25,30,35 – гідророзподільники; 26 - слідкуючий одно кромковий золотник в магістралі зливу СРРР; 27 – деталь, що оброблюється; 28 – стіл; 29,33 – гідромотор; 34 – кривошипно-повзунний механізм; 40 – датчик кількості обертів; 41 – датчик положення шпинделя; 42 – підсилювач; 43 – диференціал; 44 – черв’ячна передача; 45 – кроковий електродвигун.

Рисунок 2 – Гідро-кінематична схема МПХВАПК

Згідно з гідро-кінематичною схемою гідравлічного МПХВАПК обертання надається шпинделю деталі, за допомогою гідравлічного двигуна 30. В зв'язку з цим, на даному верстаті більш доцільно обробляти тіла обертання.

Зворотно-поступальний рух надається шпинделю інструмента, за допомогою гідравлічного циліндру 23. Використання якого в якості приводу зворотно-поступального руху має ряд переваг, а саме: надійність, довговічність та точність, проте має і ряд недоліків, таких як низька швидкість та швидкодія. Усунення даних недоліків можливо завдяки використанню пристрою числового програмного керування 6 (в подальшому ПЧПК). Розглянемо конструкцію приводу зворотно-поступального руху [5].

Шпиндель фіксується в вихідному положенні гідрозолотником 20 та блокувальним гідроциліндром 21. При вмиканні блокувального гідроциліндру 21 шпиндель вивільняється, а при вимиканні фіксується. Фіксування шпинделя відбувається за допомогою фіксатора 22.

Особливістю гідросистеми зворотно-поступального руху є наявність гідроакумулятора 15 і ПЧПК 6. Гідроакумулятор 15 призначений для компенсації перепадів тиску в гідросистемі при реверсивних рухах. Для розвантаження гідроакумулятора 15 використовується гідрозолотник 14. Для блокування зворотно-поступальних рухів використовується гідрозолотник 18. При його вмиканні робоча рідина подається через гідрозолотник 19 в порожнину гідроциліндра 23.

Основним елементом системи є ПЧПК 6, який управляє блоком крокового електродвигуна. Останній керує кроковим електродвигуном 17, вал котрого пов'язаний з передачею гвинт-гайка. Вона переміщує пілот гідророзподільника 16, який змінює напрямлення течії і витрат робочої рідини в лініях, які поєднанні з гідроциліндром 23 приводу зворотно-поступального руху через гідрозолотник 19.

На поршні гідроциліндру 23 встановлений датчик зворотного зв'язку 41 по положенню шпинделя. Інформація від датчика у вигляді послідовних імпульсів подається на ПЧПК. Частота імпульсів пропорційна швидкості переміщення, а кількість величині.

Алгоритм роботи приводу зворотно-поступального руху МПХВАПК приведений на рис. 3

Також МПХВАПК оснащений круговою та осьовою осциляцією.

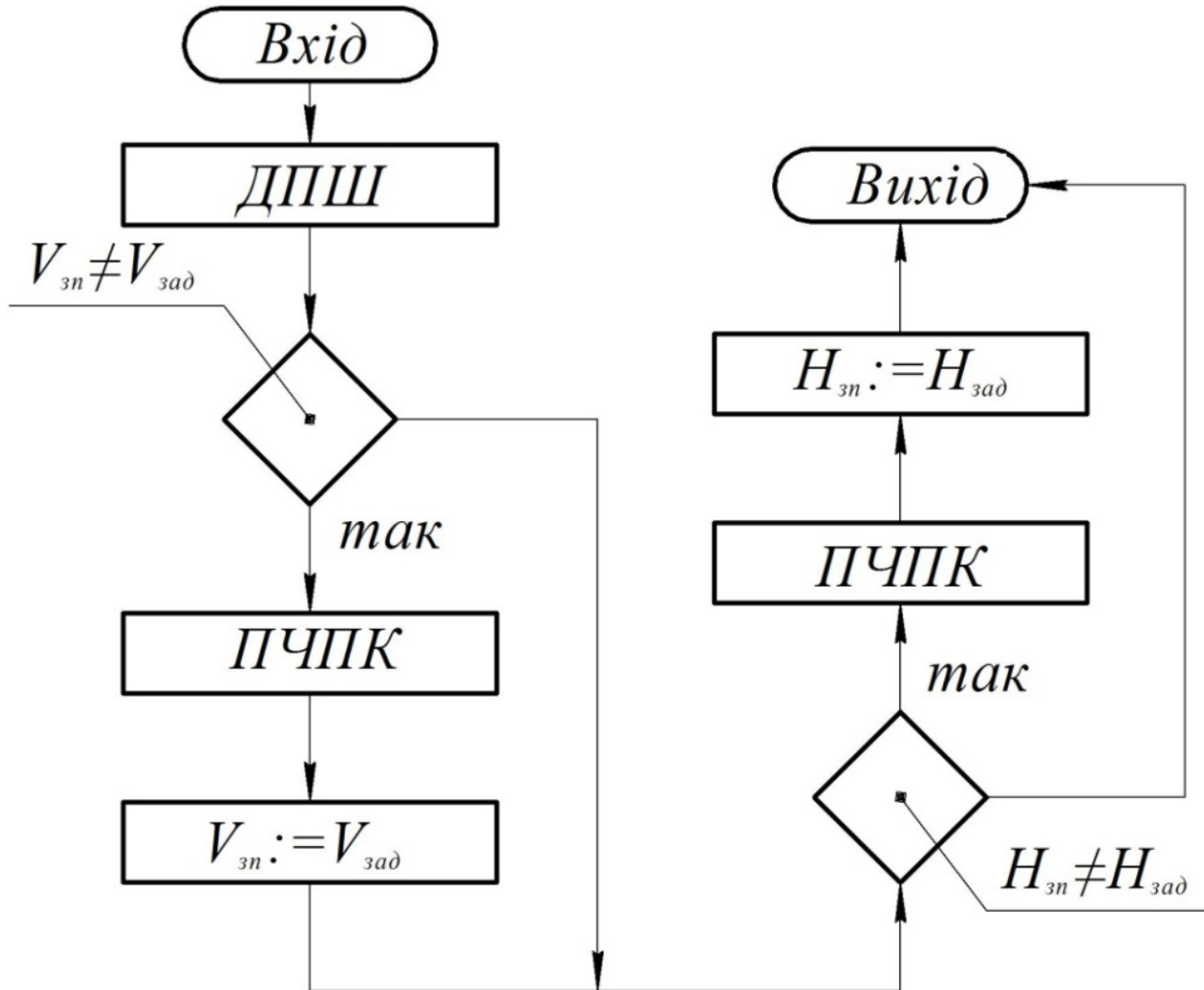
Кругова осциляція буде здійснюватися за допомогою приводу кінцевого диференціалу, який з'єднаний з черв'ячною передачею 44, яку в свою чергу буде обертати кроковий електродвигун 45. Механізм кругової осциляції буде працювати наступним чином. Кроковий електродвигун 45 буде змінювати частоту та напрямок обертання у відповідності до команд, які надходять з ПЧПК заданого алгоритму роботи. Приведені зміни будуть поєднуватися з постійною величиною обертального руху за допомогою кінцевого диференціалу 43. Дані про значення амплітуди та частоти коливання будуть визначатися за допомогою датчика кількості обертів, який буде подавати сигнал про зміну кількості обертів, що буде визначати амплітуду коливань, а кількість сигналів будуть визначати частоту коливання. Використання крокового двигуна в для кругової осциляції, дає можливість вільного керування частою та амплітудою коливань, що дозволить створювати, будь яку траєкторію руху зерен без обмежень. Алгоритм роботи приведений на рис.4

Осьова осциляція буде здійснюватися за допомогою гідромеханічного приводу та кривошипного механізму.

Отже, можна зробити висновок, що даний верстат має диференціацію рухів між обома взаємодіючими елементами, а саме: деталі надається рух обертання, а

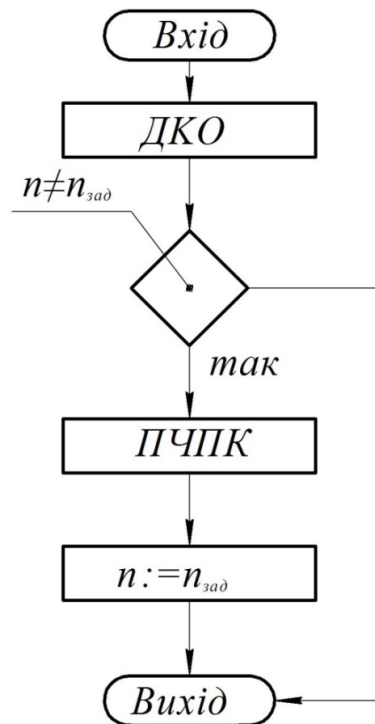
інструменту зворотно-поступальний рух, що привело до спрощення конструкції верстату.

Використання гідравлічного привода зворотно-поступального руху разом з пристроєм числового програмного керування дозволили усунути всі недоліки, які пов'язані з використанням гідроприводу.



ДПШ – датчик положення шпинделя; $V_{зп}$ – швидкість зворотно-поступальних рухів; $V_{зад}$ – задана швидкість зворотно-поступальних рухів; $H_{зп}$ – кількість зворотно-поступальних рухів; $H_{зад}$ – задана кількість зворотно-поступальних рухів;

Рисунок 3 – Алгоритм роботи приводу зворотно-поступального руху МПХВАПК



ДКО – датчик кількості обертів; n – кількість обертів гідромотору; $n_{зад}$ – задана кількість обертів гідромотору;

Рисунок 4 - Алгоритм роботи кругової осциляції МПХВАПК

Використання крокового електричного двигуна в якості приводу кругової осциляції не вносить обмежень в процес регулювання частоти та амплітуди коливань

Створений верстат повністю відповідає вимогам мехатронної верстатної системи за рахунок використання адаптивно-програмного керування ланками верстата.

Список літератури

1. Кудояров Р.Г. Повышение точности формы и качества поверхности деталей при алмазном хонинговании на мехатронных станках. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Уфа 2003.
2. Прогрессивные методы хонингования. /С.И. Куликов, Ф.Ф. Ризванов, В.А. Романчук, С.В. Ковалевский, - М.: Машиностроение, 1983. – 134 с.
3. Фрагин И.Е.. Новое в хонинговании. – М.: Машиностроение, 1980. – 93 с.
4. Хонингование. Справочное пособие. / С.И. Куликов. Р.А. Романчук, Ф.Ф. Ризванов, Ю.М. Евсеев. М.: Машиностроение, 1973. – 168 с.
5. Каяшев А.И., Романчук В.А. Система управления электроприводом подачи с адаптацией по пути. Вестник Машиностроения. 1992. №4.

М. Подгаецкий, Т. Сабирзянов, К. Щербина, А. Лобода

Продукционный хонинговальный станок с адаптивно-программным управлением.

В статье рассматривается мехатронный продукционный хонинговальный станок с адаптивно-программным управлением. Обосновано разделение привода для шпинделя детали и шпинделя инструмента. Приведено понятия мехатронной станочной системы и мехатронной технологической системы. Выдвинуты требования к созданию станочных систем для хонингования отверстий. Разработана функциональная, гидрокинематическая схема и построен алгоритм работы мехатронного продукционного хонинговального станка с адаптивно-программным управлением.

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 багатоцільових