

УДК 621.9.06

Ю.М. Кузнєцов, д-р техн. наук,
О.О. Степаненко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

**НАСТІЛЬНИЙ ФРЕЗЕРНИЙ ВЕРСТАТ З ЧПК
ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ У ВНЗ**

Предложен альтернативный вариант построения системы управления настольными станками на основе персонального компьютера, спроектирован и изготовлен фрезерный станок для работы в составе этой системы.

Proposed alternative construction management desktop machines based on the personal computer, designed and manufactured milling machine for working within this system.

Вступ

Активне впровадження інноваційних комп'ютерних технологій у навчальний процес є необхідною умовою розвитку системи освіти держави. Проте, не слід забувати, що комп'ютер являє собою лише інструмент. Сьогодні ж викликає неабияке занепокоєння ситуація цілковитої комп'ютеризації у деяких вищих навчальних закладах, коли навіть лабораторні роботи з вивчення і дослідження ЧПК-верстатів зводяться до моделювання цього процесу на комп'ютері. У результаті студент-випускник має доволі вузькі уявлення про реальне сучасне обладнання і навички роботи з ним.

Однак, не дивлячись на вкрай важкий стан вітчизняного машинобудування і неспроможність більшості ВНЗ закуповувати сучасну техніку, є альтернативний варіант вирішення проблеми — побудова інноваційної системи керування настільним верстатом з ЧПК на основі персонального комп'ютера.

Об'єднавши інноваційні комп'ютерні технології з досягненнями механічної інженерії можна створити сучасний верстат, керований комп'ютером.

Об'єкт дослідження і роботи

У даній роботі за допомогою систем автоматизованого проектування розроблено і виготовлено модель настільного фрезерно-розточувального верстата для демонстрації у навчальному процесі CAD/CAM — системи при високоточній обробці різанням різноманітних матеріалів, у тому числі металів (рис. 1). Обробка здійснюється в автоматичному режимі з керуванням від комп'ютера. Взаємодія комп'ютера з верстатом відбувається за допомогою спеціального контролера.

У якості привода верстата використано крокові двигуни, які забезпечують точність позиціонування 0,001 мм у мікрокроковому режимі ($1/8$ кроку).

Оброблювана деталь закріплюється на робочому столі (координати X та Y), який має змогу рухатися вздовж і поперек у горизонтальній площині, а інструмент рухається по вертикалі (координата Z). Таким чином, верстат має три осі, що дозволяє здійснювати обробку деталей із різними поверхнями, у тому числі просторово-складних форм.

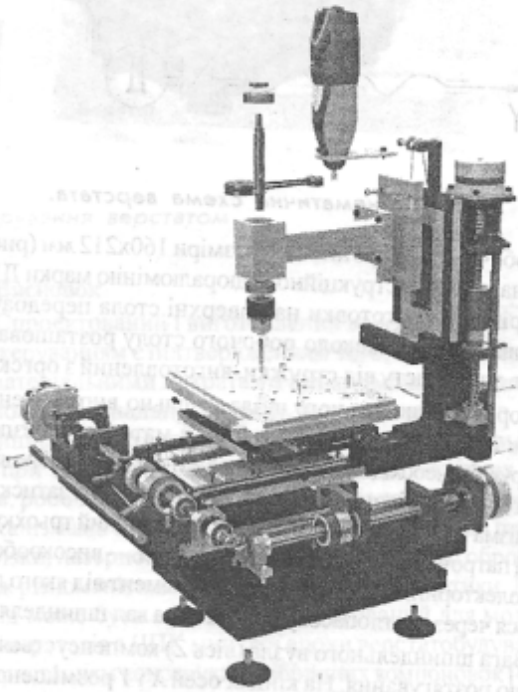


Рис. 1. Тривимірний модель верстата (рознесений вигляд).

Габарити верстата 355x310x470 мм, вага 45 кг, зона обробки 130x130x85 мм, максимальна частота обертання шпинделя 15000 об/хв.

Основа верстата виготовлено із сталі, що забезпечує стійкість і гасіння вібрацій при роботі, до нього кріпиться кронштейн осі Z . Відповідальні деталі закріплюються за допомогою гвинтів та штифтів.

Система лінійного переміщення складається з напрямних кочення із пристроєм регулювання люфту, які здатні витримувати необхідні навантаження і забезпечують високу точність, плавність і легкість переміщень. Трансмсія верстата являє собою сталевий ходовий гвинт з трапецеїдальною різьбою кроком 2 мм і здвоєну бронзову ходову гайку. Будова ходової гайки передбачає зручне регулювання і вибірку люфту.

Двигуни з'єднані з ходовими гвинтами за допомогою гнучких муфт, які запобігають заклинюванню системи переміщення.

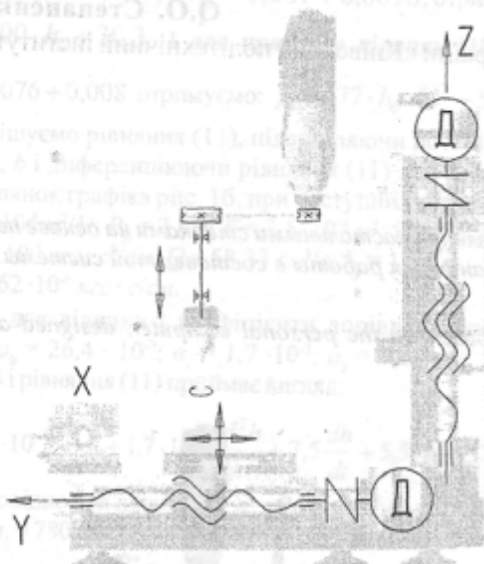


Рис. 2. Кінематична схема верстата.

Робочий стіл верстата має розміри 160x212 мм (рис. 3) і виконаний із конструкційного дюралюмінію марки Д16Т. Для кріплення заготовки на поверхні стола передбачені різьбові отвори. Навколо робочого столу розташований каркас для захисту від стружки, виготовлений з оргскла.

Корпус шпиндельного вузла суцільно виготовлений з того ж самого дюралюмінію. Даний матеріал забезпечує конструкцію необхідною жорсткістю та легкістю і добре відводить тепло від підшипникового вузла. В якості затискового механізму шпинделя використаний прецизійний трьохкулачковий патрон 0,6-6 мм. Привод шпинделя — високооборотний колекторний двигун, обертовий момент від якого передається через круглопасову передачу на вал шпинделя.

Вага шпиндельного вузла (вісь Z) компенсується пружиною розтягування. На кінцях осей X і Y розміщено датчики нульового положення. В конструкції верстата відсутні зварювальні з'єднання.

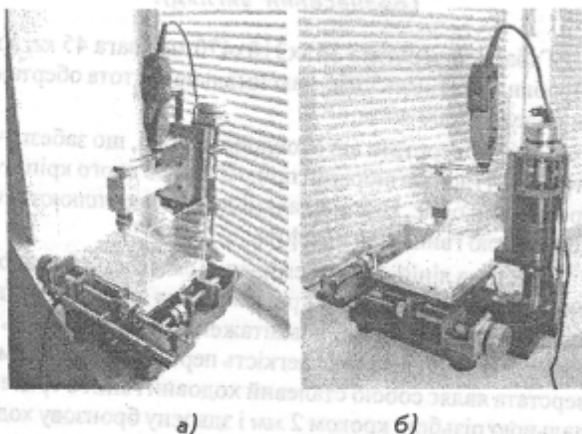


Рис. 3. Загальний вигляд верстата: а — спереду; б — збоку.

Принцип керування верстатом

Отже, система керування верстатом побудована за концепцією P-CNC (Personal Computer-Numerical Control) [1] (рис. 4), що має однокомп'ютерну архітектуру, в рамках якої усі задачі керування (геометрична, логічна, термінальна) вирішені суто програмним шляхом без використання додаткових апаратних пристроїв. По мірі розвитку обчислювальної потужності процесорів все більшого розповсюдження набуває саме ця архітектурна модель.

Процес виготовлення деталі на верстаті з ЧПК (від креслення до готового виробу) відбувається по схемі CAD-CAM-CNC [2] і складається з наступних дій:

- У будь-якій CAD-програмі (AutoCAD, Компас, SolidWorks) створюється креслення бажаної деталі у двовимірному або тривимірному вигляді (залежно від складності деталі).
- Далі отримане креслення відкривається у спеціальній CAM-програмі (VisualMill, PowerMill, MasterCam, ArtCam, Rhino), де безпосередньо формується хід обробки: визначаються розміри заготовки і місця її кріплення до верстата, встановлюється глибина різання і кількість проходів, обирається необхідний ріжучий інструмент, обчислюються оптимальні режими різання і траєкторія. Після чого уся ця інформація генерується у керуючий код (G-code).
- На кінцевому етапі інформація про деталь і спосіб її обробки у вигляді G-коду відкривається у програмі, яка безпосередньо керує роботою верстата, і здійснюється процес обробки.

Серед керуючих програм для верстатів з ЧПК типу P-CNC відомі такі програми, як: WinPCNC, Mach3, KCam, TurboCNC, VRI-CNC, EMC2, Master5, Ninos, та інші. Вони базуються на операційних системах Windows, Linux, QNX.

Однією з найбільш функціональних програм є Mach3, яка і використовується в даній роботі. Програму виконано на високому рівні, вона має змогу незалежно керувати 6-ма осями і частотою обертання шпинделя, а також пристроями електроавтоматики, дозволяє використовувати ручні генератори імпульсів, датчик нульового положення інструмента і має цілком гнучку структуру. Обмін даними відбувається через паралельний порт LPT.

Для взаємодії керуючого комп'ютера з електричною частиною верстата використовується спеціальний контролер, який здійснює перетворення сигналів комп'ютера в аналогові сигнали керування кроковими двигунами. Також на комп'ютер надходять сигнали датчиків нульового положення виконуючих органів верстата. Контролер має три незалежні осі по трьох координатах і працює за протоколом STEP/DIR (крок/напрямок), тобто з LPT порту комп'ютера у реальному часі надходить інформація з кількістю кроків і напрямом обертання, які повинні відпрацювати крокові двигуни. Завдання контролера при цьому конвертувати цю інформацію в сигнали комутації фаз двигунів. Основу схеми складають мікроконтролери фірми Toshiba TA8435HQ, які забезпечують потужність до 2.5 А, вміщуючи в собі при цьому як логічну, так і силову частини. Схема працює в режимі широтно-імпульсної модуляції, що дозволяє отримати високу частоту обертання двигунів без втрати кроків. Також присутня можливість

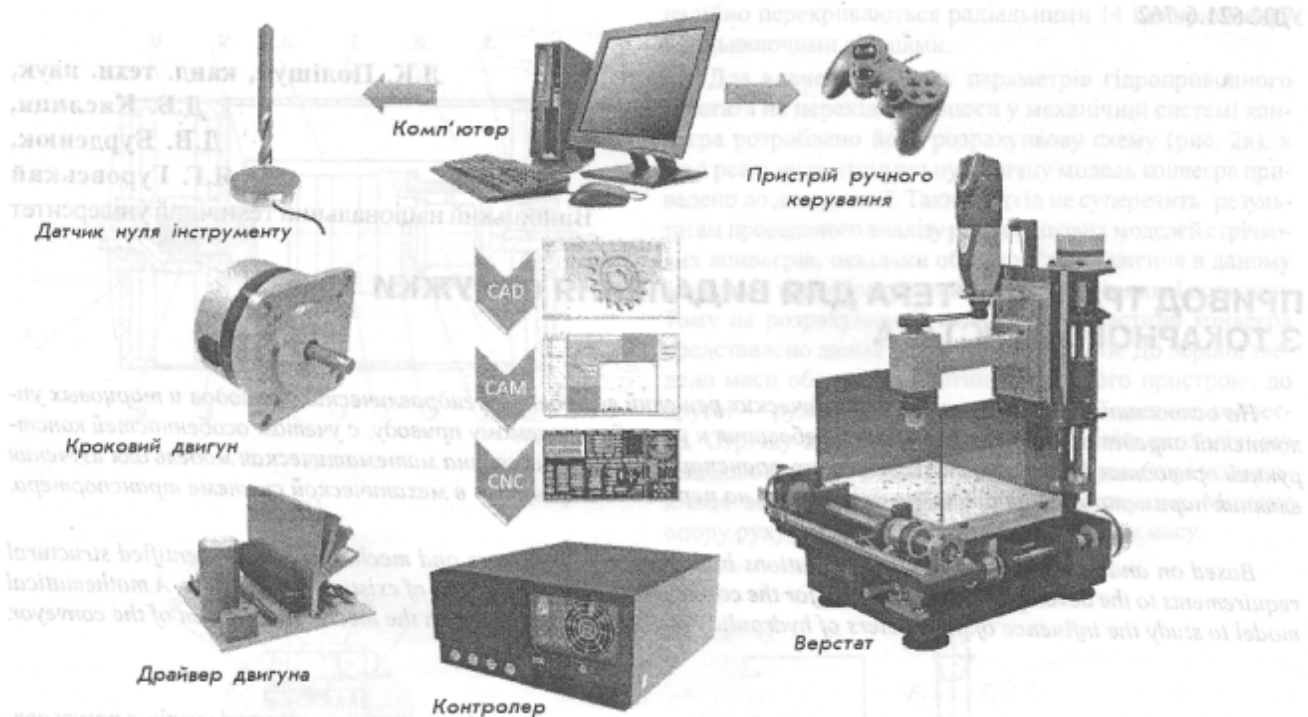


Рис. 4. Структура системи керування верстатом.

ділення кроку на $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, тобто при використанні двигуна зі стандартним значенням кроку на оберт — 200 і $\frac{1}{8}$ режимі контролера отримується 1600 кроків/об, що є достатньо високою дискретністю і забезпечує необхідну точність і плавність переміщень.

Завдяки багатофункціональній гнучкій системі керування верстат може бути задіяний для багатьох видів і стратегій обробки, забезпечуючи високу точність і складність виробів. Крім того, система керування дозволяє обладнати верстат 4-ю і 5-ю віссю для тривимірної обробки деталей складної конфігурації. Такі можливості дозволяють використовувати верстат у різних сферах промисловості і освіти. На рис. 5 показано приклади сувенірних виробів, виготовлених на верстаті. Матеріал — оргскло.

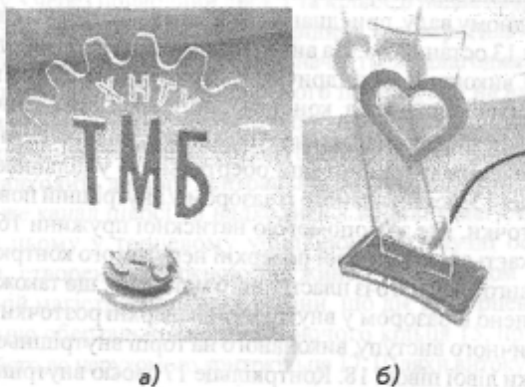


Рис. 5. Приклади виробів виготовлених за допомогою верстату: а — емблема кафедри технології машинобудування Херсонського національного технічного університету; б — сувенір з підсвіченням.

Висновок

Спроекований і виготовлений верстат з комп'ютерним керуванням є підтвердженням того, що з мінімальними матеріальними витратами цілком можливо створити повнофункціональну сучасну модель верстата з ЧПК. Принцип устрою і керування верстатом може бути задіяний при побудові подібних машин різноманітних габаритів, робочої зони і виду обробки. Наприклад, верстатів з механізмами паралельної структури [3], машин плазмової різки, лазерної обробки і електроерозійної обробки, а також різноманітних пристроїв електроавтоматики. Даний підхід може бути ефективно застосований для модернізації верстатів з ЧПК минулої епохи верстатобудування з використанням конструкцій гібридних компоновок [4], що актуально для сучасного верстатобудування і креативної форми навчання у ВНЗ України.

Література

1. Сосонкин, В.Л., Мартинов, Г.М. Системы числового программного управления: Учеб. пособие. — М.: Логос, 2005. — С. 25—31.
2. Ловыгин, А.А., Васильев, А.В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. — М.: Эльф ИПР, 2006. — 142 с.
3. Кузнецов, Ю.Н., Дмитриев, Д.А., Диневич, Г.Е. Компоновки станков с механизмами параллельной структуры. — Херсон: ПП Вишемирский В.С., 2010. — 471 с.
4. Кузнецов, Ю.Н., Дмитриев, Д.А. Концепция гибридных компоновок станков с параллельной кинематикой на модульном принципе // Материалы Междунар. науч. конференции «Техника, технологи и системы Techsys 2009». — Plovdiv Technical University Sofia. — P. 19—36.

Надійшла 17.12.2010 р.