

Jan BARCZYK

Politechnika Warszawska

Kazimierz DOGIEL, Marek KŁOSOWIAK, Jan SUCHAREWICZ

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Sterowania Napędów w Toruniu

OPROGRAMOWANIE I ZASTOSOWANIA FREZARKI STEROWANEJ NUMERYCZNIE TYPU MCP

Streszczenie. W pracy przedstawiono budowę, oprogramowanie i zastosowania frezarki sterowanej numerycznie typu MCP, zbudowanej w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Urządzeń Sterowania Napędów w Toruniu. Konstrukcja frezarki wykonana jest z elementów systemu MB. Oprogramowanie sterujące, zainstalowane na komputerze klasy IBM PC 486 (pamięć ram min. 4 MB) z kartami sterującymi maszyną, realizuje wszystkie funkcje obrabiarki i dialogu z użytkownikiem. Język oprogramowania obrabiarkowego MCP jest podobny do innych języków programowania obrabiarek sterowanych numerycznie. Frezarka typu MCP jest przeznaczona do obróbki kształtowej różnych materiałów i w zależności od wyposażenia może być stosowana w operacjach frezowania, cięcia lub gratowania.

CONTROL AND APPLICATION OF MILLING MACHINE MCP SERIES

Summary. Supporting structure of the machine tool is composed of aluminium profiles of MB system. The machine consists of three perpendicularly combined linear movement units. Any user determines the application of the machine according to a tool mounted on it. Between others it is worth to suggest that it is very useful as a milling, cutting and engraving device. As the milling machine it is able to work on such materials as: non-ferrous alloys, thermoplastics, thermosetting plastics and laminated materials. A files for the machining can be created by means of any graphic program such as COREL DRAW, or any CAD program that generates files in HPGL format. MCP control program can also accept CNC language programs made with any CAM software containing suitable for MCP machine post processor.

1. Budowa maszyn w systemie MB

System MB (Maschinenbau, machine building) firmy ITEM oparty został na naukowych podstawach budowy maszyn i urządzeń [1]. Podstawowe elementy konstrukcyjne tworzone są przez projektanta z profili aluminiowych o różnych przekrojach i różnych

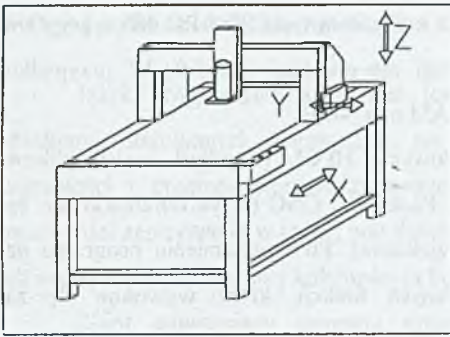
kształtach, o długości do 6 m. Powierzchnie profili są galwanicznie anodowane na kolor naturalny lub czarny, a więc nie wymagają żadnej dodatkowej obróbki powierzchniowej, są odporne na ścieranie, nie przewodzą prądu elektrycznego do 24V. System MB składa się z ponad 2000 różnych elementów.

Proste i złożone zespoły konstrukcyjne uzyskuje się stosując bogaty zestaw elementów złącznych, umożliwiający realizację połączeń stałych i ruchomych. Każdy rodzaj połączenia zapewnia najwyższą wytrzymałość, zdecydowane połączenie siłowe i prawidłowe położenie profili. Połączenia w systemie MB są łatwe w realizacji, gdyż wymagane jest tylko wykonanie wierceń i nagwintowanie otworów. Najistotniejszą zaletą budowy urządzeń [2] z elementów systemu MB jest elastyczność tworzonej konstrukcji. Konstrukcję nośną maszyny stanowi rama z profili, którą uzupełnia się zgodnie z potrzebami zespołami napędowymi, wspornikami, osłonami itp. Z elementów systemu MB budowane są manipulatory przemysłowe [3]. System komputerowego wspomaganie projektowania z elementów systemu MB umożliwia tworzenie konstrukcji w przestrzeni trójwymiarowej oraz dokonywanie oglądu konstrukcji z różnych kątów widzenia.

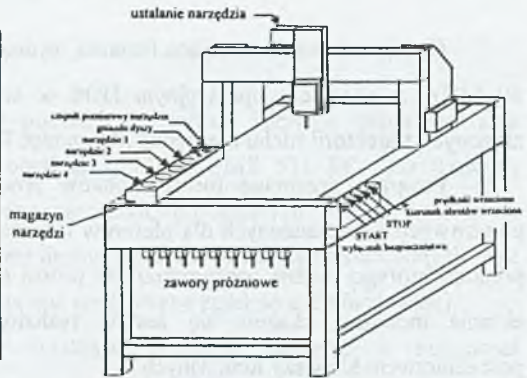
2. Wieloosiowe maszyny sterowane numerycznie

Specjalną grupą urządzeń budowanych w systemie MB są maszyny wieloosiowe: tokarki, frezarki, plotery i inne maszyny serii MCP.

Wieloosiowe maszyny sterowane numerycznie mają budowę portalową, wykonaną z anodowanych profili aluminiowych systemu MB. W maszynach tych stosowane są serwonapędy prądu stałego, z których napęd przenoszony jest przez śruby toczne (w MCP) lub paskami zębatymi (w PMC). Powierzchnia robocza stołu maszyn wieloosiowych dzięki stosowaniu profili aluminiowych może być wykonywana na zamówienie w zależności od potrzeb użytkownika i może wynosić do 2x3 m. Plotery przeznaczone są do obróbki płaskiej (z dwustanowym przemieszczeniem narzędzia - 2.5 D), natomiast maszyny MCP przeznaczone są do obróbki przestrzennej (3D, rys. 1). Frezarka typu MCP (rys. 2) ma sterowane napędy DC w trzech osiach (X i Y - przekładnie pasowe, Z - przekładnia śrubowa) oraz wyposażona jest dodatkowo w podciśnieniowy stół i magazyn narzędzi. Załączenie zaworu podciśnieniowego powoduje uaktywnienie jednej z sekcji stołu i odpowiednie umocowanie obrabianego obiektu. Liczba narzędzi w magazynie jest dostosowywana do potrzeb użytkownika.



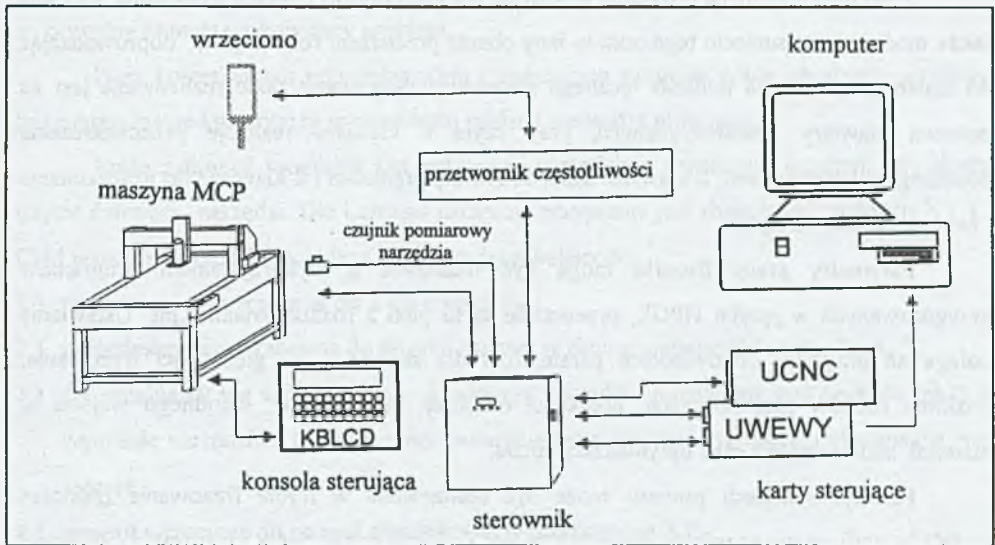
Rys.1. Widok maszyny 3D
Fig.1. A scheme of 3D machine



Rys.2. Widok frezarki typu MCP
Fig.2. Milling machine of MCP series

3. Sterowanie i oprogramowanie frezarki

Sterowanie frezarką realizowane jest z komputera klasy PC w systemie on-line lub off-line. Schemat połączeń frezarki ze sterownikiem i komputerem przedstawiono na rysunku 3.



Rys.3. Schemat połączeń frezarki
Fig.3. A scheme of control of the machine

Dla podstawowej konfiguracji systemu sterowania niezbędne są:

- komputer z trzema wolnymi gniazdami magistrali rozszerzeń ISA (UCNC i UWEWY),
- układ sterowania (połączony z jednostką zasilającą, przetwornikami częstotliwości i sterownikami silników DC),
- frezarka typu MCP z silnikami DC dla każdej osi X, Y i Z.

Oprogramowanie sterujące frezarką wymaga komputera typu IBM PC 486 z zegarem 50 MHz, z systemem operacyjnym DOS w wersji nie młodszej niż 5.0. W przypadku złożonych trajektorii ruchu niezbędna jest pamięć RAM min. 4MB.

Program przyjmuje formaty plików źródłowych: HPGL (standard zapisu plików ploterowych przeznaczonych dla ploterów Hewlett Packard) i CNC (język obrabiarkowy, za pomocą którego można zaprogramować proste trajektorie). Po uruchomieniu programu na ekranie monitora ukazuje się zestaw realizowanych funkcji, które wywołuje się za pośrednictwem klawiszy funkcyjnych.

Oprogramowanie sterujące składa się z szeregu plików zawierających wszystkie niezbędne funkcje: sterowania całością, dialogu z użytkownikiem, konfigurację obrabiarki i narzędzia. Plik konfiguracyjny narzędzia zawiera: średnicę narzędzia, pozycję mocowania narzędzia, pozycję położenia czujnika pomiaru długości narzędzia oraz wartości maksymalnej i minimalnej drogi wykonywanej przez narzędzie od pozycji górnej do zadziałania czujnika położenia narzędzia.

Zero współrzędnych programu wprowadzane jest podczas operacji bazowania, lecz jest także możliwe przesunięcie tego zera w inny obszar przestrzeni roboczej, np. doprowadzając dożądanego położenia podczas ręcznego sterowania. Sterowanie takie realizowane jest za pomocą klawiszy alfanumerycznych, przy czym 6 klawiszy realizuje przemieszczenia poszczególnych jednostek, 2 klawisze służą do zmiany prędkości i 2 klawisze do uruchamiania i zatrzymywania narzędzia.

Parametry pracy frezarki mogą być ustawiane z wykorzystaniem programów przygotowanych w języku HPGL, przeważnie są to pliki z rozszerzeniem *.plt. Ustawianie polega na przyjęciu odpowiednich parametrów dla skali X i Y, głębokości frezowania, poziomu ruchów przestawczych, prędkości roboczej, kąta wejścia, łagodnego wejścia w materiał, skoku wyjścia oraz optymalizacji ruchu.

Funkcja symulacji procesu może być realizowana w trybie frezowania (podczas podglądu graficznego przedstawiany jest stan osi Z) lub w trybie cięcia i rysowania (wówczas przedstawiany jest graficznie kąt obrotu noża tnącego). Podgląd graficzny programu wykonawczego polega na ukazaniu się na ekranie trajektorii obróbki na tle powierzchni stołu maszyny i wymiarów obrabianego materiału.

4. Opis języka obrabiarkowego MCP

Język programowania frezarki jest podobny do innych języków programowania obrabiarek sterowanych numerycznie, np. obrabiarki USN NUMS 331 FC. Dla większej czytelności i prostoty wprowadzono szereg rozszerzeń, polegających między innymi na możliwości zapisywania w jednej linii dowolnej liczby rozkazów logicznie uzasadnionych oraz ich zapisywanie w dowolnej kolejności (a będą one realizowane zgodnie z ich hierarchią).

Zbiór zawierający program pracy obrabiarki powinien zawierać w kolejności następujące elementy:

- komentarz poprzedzający właściwy program pracy obrabiarki (nazwa programu, data, nazwa detalu, używane narzędzia itp.),
- znaczniki początku programu,
- linie programu technologicznego zawierające rozkazy dla obrabiarki (maksymalna liczba linii programu zależy od ilości wolnej pamięci komputera),
- funkcje końca programu oraz znacznik końca programu,
- dowolny komentarz kończący program.

Poza komentarzem poprzedzającym i kończącym program pracy obrabiarki możliwe jest umieszczanie komentarzy w dowolnym miejscu wewnątrz programu.

Jedną z funkcji programu jest pobieranie narzędzia z magazynu; program umożliwia użycie dziesięciu narzędzi. Dla każdego narzędzia przypisany jest zbiór współrzędnych X i Y. Cykl wymiany narzędzia przebiega w następującej kolejności:

- 1) podniesienie wrzeciona w osi Z do pozycji Z_{max} ,
- 2) przemieszczenie wrzeciona do pozycji zadanej w zbiorze parametrów narzędzi X, Y,
- 3) dla obrabiarek nie wyposażonych w magazyn narzędzi wyświetlony zostaje komunikat o wymianie narzędzia z podaniem jego numerów i parametrów - wymiana dokonywana jest ręcznie,
- 4) powrót wrzeciona do pozycji początkowej w płaszczyźnie XY,
- 5) opuszczenie wrzeciona w osi Z do pozycji wyjściowej.

Funkcja korekcji promienia narzędzia uniezależnia programowanie od średnicy użytych narzędzi - może ona być stosowana dla ruchów z interpolacją liniową i ruchów przestawczych. To uniezależnienie programowania oznacza, że w czasie programowania narzędzie traktowane jest jako punkt, którego drogę należy określić. Rzeczywisty tor zostanie obliczony z uwzględnieniem średnicy zadeklarowanego narzędzia. Podczas korzystania z korekcji należy

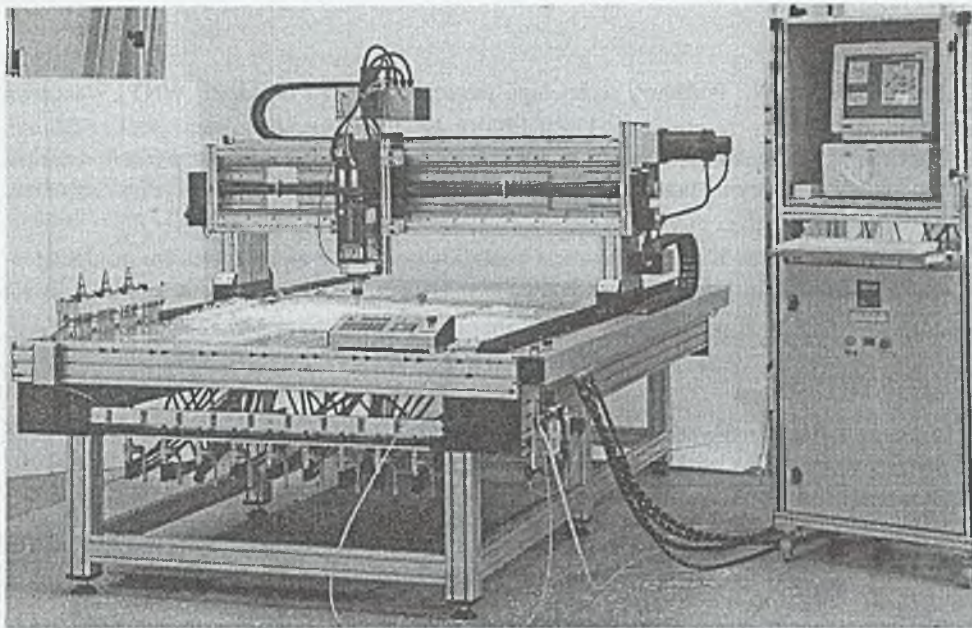
być świadomym sposobu jej realizacji i wynikających z niej pewnych ograniczeń, np. niepożądanego obciążenia obrabianego przedmiotu przy zmianach toru ruchu.

Do definiowania często występujących w programie operacji, takich jak wiercenie lub frezowanie zagłębień, służą cykle obróbkowe. Podczas definiowania stałego cyklu należy podać wszystkie wymagane parametry, które muszą wystąpić w tej samej linii co funkcja cykliczna. Parametry te są interpretowane indywidualnie przez daną funkcję, zgodnie z ich definicjami. Poziom narzędzia w osi Z, w momencie wywołania cyklu, jest traktowany jako poziom wycofania. Płaszczyzna musi być tak dobrana, aby leżała nad ewentualnymi przeszkodami, nad powierzchnią obrabianego przedmiotu. Głębokość frezowania (wiercenia) obejmuje faktyczną głębokość obróbki plus dystans między powierzchnią przedmiotu a płaszczyzną bezpieczeństwa.

5. Zastosowania frezarki

Opracowanie konstrukcji i oprogramowania obrabiarek typu MCP stworzyło możliwość zaspokajania coraz większych wymagań użytkowników. Wykorzystanie elementów systemu MB umożliwia realizowanie indywidualnych zamówień użytkowników, dotyczących głównie wymiarów stołu roboczego (np. dla frezarki MCP 2021S przestrzeń robocza wynosi 2000x1250x150 mm), lecz także wyposażenia w magazyn narzędzi, podciśnieniowe mocowanie itp. Oprogramowanie frezarki spełnia również wymagania użytkowników dotyczące możliwości korzystania z programów komputerowych w procesach obróbkowych oraz wizualizacji przebiegu procesu.

Obrabiarka typu MCP, w zależności od wyposażenia technologicznego, może być przeznaczona do frezowania, wiercenia, grawerowania, szlifowania a także cięcia. Ta uniwersalność sprawia, że obrabiarki te stosowane są szczególnie w małych przedsiębiorstwach, w warsztatach prototypowo-doświadczalnych i narzędziowniach. Możliwość aplikacji takich programów, jak COREL DRAW, SIGNUS czy CAD powoduje, że obrabiarki typu MCP są idealnym narzędziem wykorzystywanym w pracowniach reklamowych i artystycznych.



Rys.4. Widok frezarki typ MCP 2021S

Fig.4. Milling machine MCP 2021S

6. Podsumowanie

System MB jest kompletnym systemem konstrukcyjnym, wykorzystywanym do budowy maszyn, zapewniającym lekkość i odpowiednią wytrzymałość konstrukcji.

Konstruowanie maszyn w systemie MB dzięki komputerowemu wspomaganemu umożliwia szybkie i oszczędne projektowanie przy minimalnym nakładzie pracy, a dzięki łatwemu montażowi pozwala na szybkie uruchomienie maszyn, zawsze angażując środki finansowe niższe niż przy tradycyjnych rozwiązaniach.

Wielosiowe maszyny sterowane numerycznie znalazły zastosowanie w produkcji małoseryjnej i jednostkowej, na przykład przy frezowaniu w miękkich metalach lub tworzywach sztucznych, wycinaniu kształtów w drewnie, gumie, gąbce itp. Plotery wykorzystywane są w pracowniach reklam, przy nacinaniu folii samoprzylepnej, grawerowaniu napisów itp.

LITERATURA

1. Puff T., Sołtys W.: Podstawy technologii montażu maszyn i urządzeń. WNT, Warszawa 1980.
2. Barczyk J., Bożenko L., Kunicki K.: Wybrane zagadnienia w projektowaniu i montażu modułowych maszyn i urządzeń w systemie MB. Technologia i automatyzacja montażu, 1995, nr 4, s.10-12.
3. Barczyk J., Kunicki K.: Automatyzacja obsługi wtryskarek z wykorzystaniem manipulatorów ZELMAN. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Automatyka, z. 119, Gliwice 1996, s. 151-159.

Recenzent: Dr inż. Aleksander Staszulonek

Abstract

Supporting structure of the machine tool is composed of aluminium profiles of MB system. The machine consists of three perpendicularly combined linear movement units. X and Y movement unit are driven by DC motor through timing belts and for Z axis through coupling and ball screw gear. Base configuration of control system requires: computer with up to three extension ISA boards, control unit (case with power unit, DC motor drives and frequency inverter) and MCP machine with DC motors in each movement axis. Optionally machine may be equipped with control console, tool measuring sensor and suitable for used spindle speed rotation regulator. A files for the machining can be created by means of any graphic program such as COREL DRAW, or any CAD program that generates files in HPGL format. MCP control program can also accept CNC language programs made with any CAM software containing suitable for MCP machine post processor. Any user determines the application of the machine according to a tool mounted on it. Between others it is worth to suggest that it is very useful as a milling, cutting and engraving device. As the milling machine it is able to work on such materials as: non-ferrous alloys, thermoplastics, thermosetting plastics and laminated materials. MCP machine can be applied in small craft workshop, artistic and design manufacture (especially for letter cutting) and others. In applying machines to letter cutting or for advertising, it is possible to use files prepared in COREL DRAW, SIGNUS, EasySIGN, VectorCUT and other similar.