ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1975

Seria: Mechanika z. 57 Nr kol. 445

Piotr Molerus, Waldemar Mackiewicz
Władysław Jerzy Sobczyk
Instytut Budowy Maszyn

SYSTEM AUTOMATYCZNEGO PROGRAMOWANIA OBRABIAREK PRZY POMOCY MAŁYCH EMC

Streszczenie. Przedstawiono pierwszy wypróbowany polski minisystem automatycznego programowania obrabiarek sterowanych numerycznie, przeznaczony do realizacji robót wiertarskich, frezarskich i wytaczarskich, zorientowany obrabiarkowo, opracowany w Instytucie Budowy Maszyn Politechniki Śląskiej. System posiada duże możliwości opisu geometrycznego i jest przystosowany do małych EMC.

1. Zakres opracowania

Automatyzacja programowania obrabiarek sterowanych numerycznie (OSN) realizowana jest obecnie dwojako:

1) za pomocą dużych systemów o wysokim stopniu automatyzacji technologii, wymagających dużych EMC i programów dopasowujących (postprocessorów) dla konkretnych OSN;

2) za pomocą małych systemów zorientowanych obrabiarkowo, przystosowanych do realizacji na małych EMC.

Prace prowadzone są obecnie w obu kierunkach, gdyż różne warunki przemysłowe uzasadniają wykorzystywanie do automatyzacji programowania obrabiarek obu rodzajów systemów.
Po analizie warunków istniejących obecnie w krajowym przemyśle maszynowym podjęto prace nad minisystemami zorientowanymi obrabiarkowo.

Celem publikowanej pracy było stworzenie minisystemu przystosowanego do małych EMC, przeznaczonego do automatyzacji programowania prac wiertarsko-frezarskich na OSN sterowanych odcinkowo. Postawiono sobie zadanie opracowania minisystemu o dużej zwartości programów, pozwalającej na zawarcie ich w jednym segmencie, co umożliwiałoby jednoprzebiegowe przetwarzanie w komputerze bez konieczności wykorzystywania pamięci zewnętrznych.

2. Budowa minisystemu

W wyniku prac stworzono minisystem przystosowany do automatyzacji programowania wszelkich typów OSN z grupy wiertarek, frezarek i wiertarko-

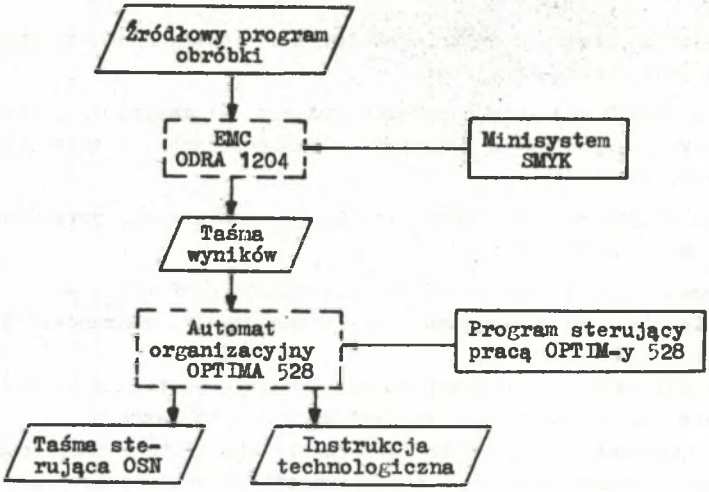
frezarek oraz centrów obróbkowych sterowanych odcinkowo. Opracowany minisystem, nazwany SMYK, stanowi rodzinę redakcji systemu o wspólnej budowie programów processora i postprocessora oraz wspólnym języku. Poszczególne redakcje przystosowane są do konkretnych OSN oraz EMC.
System SMYK przystosowany jest do użytkowania na małych komputerach o pamięci operacyjnej od 24000 bajtów bez konieczności wykorzystywania zewnętrznych pamięci.

Technolog projektujący proces obróbki sporządza program źródłowy obróbki, zawierający opis geometryczny powierzchni obrabianych oraz technologię ich obróbki. Program źródłowy przetwarzany jest przez program minisystemu na:

- program sterujący obrabiarką SN,
- instrukcję technologiczno-programową.

Podczas przetwarzania programu źródłowego w EMC, którego schemat zawiera rys. 1, programy SMYK-a dokonują następujących operacji:

- obliczenia geometryczne niezbędne do zaprogramowania toru ruchów narzędzia skrawającego względem przedmiotu obrabianego,



Rys. 1. Schemat przetwarzania danych w minisystemie SMYK

- obliczenia szybkości obrotowych wrzecion i posuwów minutowych,
- dobierają rzeczywiste parametry obróbki zabiegu możliwe do realizacji na danej obrabiarce,
- obliczają rzeczywiste szybkości skrawania,
- dzielą elementarne cykle robocze na czynności i ruchy robocze obrabiarki,
- w przypadkach koniecznych wielokrotnie realizują fragmenty cykli roboczych,
- na życzenie technologa przeprowadzają optymalizację drogi narzędzia w zakresie ruchów pozycjonowania,
- budują program sterujący OSN, układają go w zdania i kodują w kodzie obrabiarki,
- obliczają czas realizacji programu sterującego OSN,
- budują instrukcję technologiczno-programową.

Z komputera wyniki wyprowadzane są przez perforator w formie taśmy,a rozdział na taśmę sterującą OSN i wydruk instrukcji następuje na automacie organizacyjnym OPTIMA 528 lub podobnym.

Dla programu źródłowego opracowano język ukierunkowany problemowo,składający się ze znaków alfanumerycznych, występujących na każdej klawiaturze automatu organizacyjnego OPTIMA 528. Słowa użyte w tym języku są mnemotechnicznymi skrótami słów języka polskiego.

Przy ustaleniu semantyki i syntaktyki języka systemu zwrócono głównie uwagę na łatwość przyswojenia zasad pisania programu źródłowego przez technologów. Istniejące języki automatycznego programowania w małym stopniu uwzględniają tę właściwość, co utrudnia potem ich wdrażanie.Ze względu na dużą pracochłonność jednoznacznego identyfikowania w programie źródłowym powierzchni obrabianych przedmiotu, postanowiono w bardzo szerokim stopniu rozbudować możliwości zapisu geometrii. Stworzono warunki,aby przy każdym sposobie wymiarowania istniała możliwość opisu przedmiotu bez dokonywania jakichkolwiek przeliczeń wymiarów. Pod tym względem minisystem SMYK dorównuje takim dużym systemem jak EXAPT 1.1.

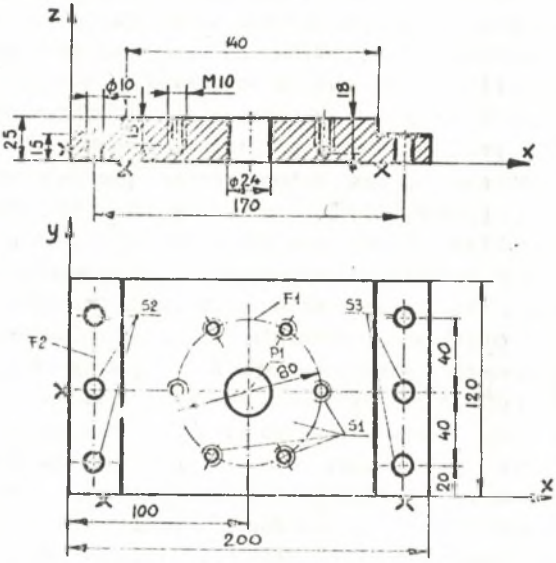
W zakresie opisu technologicznego przyjęto stosunkowo niski poziom automatyzacji technologii. Dzięki temu uzyskano dużą uniwersalność systemu przy niewielkim wzroście pracochłonności opracowywania programów źródłowych. Ponadto pozwoliło to na wdrożenie systemu przy istniejącym obecnie w przemyśle maszynowym poziomie gospodarki narzędziowej.

W minisystemie przyjęto taki sam sposób opracowywania źródłowych programów obróbki dla wszystkich jego redakcji. Dzięki temu program ten opracowany dla konkretnej operacji nie jest związany z obrabiarką i może być przetwarzany przez programy SMYK-a na programy sterujące różne OSN.
Dotychczas opracowano redakcje systemu SMYK-FKrS 250 x 1000 i SMYK-FSRS 200 x 1000 dla frezarek oraz SMYK-BFKoE4 i SMYK-WFE80 dla wiertarko-frezarek oraz EMC ODRA 1204 i OPTIMA 528. Pierwsze dwa systemy zostały wytestowane w warunkach przemysłowych.

4. Przykład

Operacja obróbki płytki (rys. 2) obejmująca frezowanie dwu wyjęć, wykonanie 6 otworów Ø 10 i otworu Ø 24 oraz 6 otworów gwintowanych M10, dla której program obróbki na frezarce FKrS 250 x 1000 NC opracowano automatycznie przy wykorzystaniu minisystemu SMYK-FKrS 250 x 100, wymaga wykreślenia szkicu instrukcyjnego oraz napisania programu źródłowego. Szkic instrukcyjny, do sporządzania którego wykorzystano rysunek wykonawczy przedmiotu zawiera:

- oznaczone powierzchnie obrabiane w danej operacji,
- sposób bazowania przedmiotu podczas obróbki,
- układ wymiarowania przedmiotu x-y-z, który w przykładzie pokrywa się z układem programowania OSN,
- oznaczenia form geometrycznych użytych w opisie; w przykładzie wykorzystano punkt pojedynczy P1 oraz zbiory S1, S2 i S3.



Rys. 2. Szkic instrukcyjny przedmiotu obrabianego

Kompletny program źródłowy obróbki dla minisystemu SMYK, zawierający poza programem obróbki i opisem geometrycznym również część nagłówkową, pozwalającą zidentyfikować program dla przykładowej operacji, przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Źródłowy program obróbki

```
18.12.74,
Plyta,  01-001,  st5,  01;
P1=PXY 100, 60;
F1=CPR P1, 40;
S1=F1, I60,6;
F2=LWK (200-170)/2, 20, 90;
S2=F2, A0, I40,2;
S3=S2, TWW 170, 0;
N1=Frez walc.czol. NFCa40, dn40, ln100, kl1,kd10;
N2=Nawiertak NWRa5, dn5, ln80, kl2;
N3=Wiertlo NWKa10, dn10, ln150, kl3;
N4=Wiertlo NWKa8.3, dn 8.3, ln150, kl4;
N5=Gwintownik M10, dn 10, ln200, kl5;
N6=Wiertlo NWKc24, dn 24, ln200, kl6;
TECHNO;
BW=150;
×1. Frezowac 2 wyjecia;
BZ=15;
G=W 185, -2, KX+, KY-;
P=N1, VP 22, PY .8, C;
Z=PD Z 0, FN K+ Y 122, PD K- X 15, FN K- Y -2;
W;
×?2. Nawiercac 7 otworow;
BZ=25;
G=S1,P1,OP;
P=N2, VP14, PZ .05, C;
Z=PN Z 2, WD Z -5, PN Z 2, KO PN Z 2;
W;
×?3. Nawiercac 6 otworow;
G=S2:3,OP;
Z=PN Z 2, WD Z -5, PN Z 12;
BZ=15;
W;
×?4. Wiercic 6 otworow ϕ10;
P=N3, VP 18, PZ .15, C;
Z=PN Z2, WN Z -19, PN Z 2;
W;
×?5. Wiercic 6 otworow ϕ8.3×18;
BZ=25;
G=S1, OP;
P=N4, VP 18, PZ .12, C;
Z=PN Z 2, WD Z -18-.29×8.3, PN Z 2;
W;
×?6. Gwintowac 6 otworow M10;
P=N5, VP 5, PZ 1.5, C;
Z=PN Z 10, GW Z -15;
W;
×?7. Wiercic otwor ϕ24;
G=P1;
P=N6, VP 16, PZ .4, C;
Z=PN Z 3, WN Z -27-.29×24;
W;
EP.Molerus;
```

W wyniku pracy systemu uzyskano taśmę sterującą OSN oraz wydruk instrukcyjno-programowy, którego fragmenty zawiera tablica 2.

Tablica 2

Fragmenty wydruku instrukcyjnego minisystemu SMYK

K A R T A I N S T R U K C Y J N O - P R O G R A M O W A

Instytut Budowy Maszyn Politechniki Slaskiej

18.12.74,

Nazwa przedmiotu: Plyta,
Nr rysunku:..... 01-001,
Material:..... st5,
Nr operacji:..... 01,
Obrabiarka:..... FKrS 250×1000 NC

W Y K A Z N A R Z Ę D Z I

		wymiary Dn	wymiary Ln	nr.nast.kor. Kd	nr.nast.kor. Kl
1	Frez walc.czol. NFCa40	40.00	100.00	10	1
2	Nawiertak NWRa5	5.00	80.00	-	2
3	Wiertlo NWKa10	10.00	150.00	-	3
4	Wiertlo NWKa8.3	8.30	150.00	-	4
5	Gwintownik M10	10.00	200.00	-	5
6	Wiertlo NWKc24	24.00	200.00	-	6

Uwaga:

Dlugosci narzedzi podane w wykazie sa dlugosciami programowanymi. Do nastawnikow korekcyjnych dlugosci nalezy wstawic wartosc roznicy algebraicznej pomiedzy dlugoscia rzeczywista, a dlugoscia programowana.

$$Kl = Lrz - Ln$$

Do nastawnikow korekcyjnych srednicy nalezy wstawic wartosc rowna polowie srednicy rzeczywistej narzedzia.

$$Kd = Drz / 2$$

P R O G R A M O B R Ó B K I

Wielkosci nastawcze:
Dlugosc ustawiaka:.... Lu = 150.00
Odleglosci poczatkowe: Bx = .00 By = .00 Bz = .00

1. Frezowac 2 wyjecia

Geometria: X Y

pp 185.00 -2.00

Parametry obrobki:
narzedzie nr 1 n 180 obr/min v 22.6 m/min
px 0.00 mm/obr py 0.78 mm/obr pz 0.00 mm/obr

```
n001 m12 h01 x+018500                    f99 g28
n002     h03          y-000200
n003     h11                   z-003500 m01
```

```
zmiana narzedzia: nr 1
zmiana obrotow n= 160 obr/min

n004 m03 h01          y+012500          m08 f63 g25 m93
n005     h03 x+001500                       f99 g28
n006                  y-000500               f63 g25
n007     h00                     z+020000 m09 f99
n008 m05                         z+020000
```

2. Nawiercac 7 otworow

Geometria:		X	Y
s 1	1	120.00	94.64
	2	80.00	94.64

5. Wiercic 6 otworow ϕ8.3×18

Geometria:		X	Y
s 1	1	120.00	94.64
	2	80.00	94.64
	3	60.00	60.00
	4	80.00	25.36
	5	120.00	25.36
	6	140.00	60.00

Parametry obrobki:
narzedzie nr 4 n 710 obr/min v 18.5 m/min
px 0.00 mm/obr py 0.00 mm/obr pz 0.11 mm/obr

```
n073          x+006000                                g28
n074     h41                     z+002700 m01         g25
```

zmiana narzedzia: nr 4
zmiana obrotow n= 710 obr/min

```
n075  m03                        z+000459 m08 f58 g28
n076                             z+002700     f99 g25
n077     h00 x+014000                    m09      g28
n078     h41                     z+000459 m08 f58
n079                             z+002700     f99 g25
n080     h00 x+012000                    m09      g28
n081                  y+002536
n082     h41                     z+000459 m08 f58
n083                             z+002700     f99 g25
n084     h00          y+009464           m09      g28
n085     h41                     z+000459 m08 f58
n086                             z+002700     f99 g25
n087     h00 x+008000                    m09      g28
n088     h41                     z+000459 m08 f58
n089                             z+002700     f99 g25
n090     h00          y+002536           m09      g28
n091     h41                     z+000459 m08 f58
n092     h00                     z+020000 m09 f99 g25
n093  m05                        z+020000
```

6. Gwintowac 6 otworow M10

Geometria: jak wyzej

Parametry obrobki:
narzedzie nr 5 n 140 obr/min v 4.4 m/min
px 0.00 mm/obr py 0.00 mm/obr pz 1.43 mm/obr

.....

```
n111  m03 h51                    z+006000 m08 f66 g25
n112  m05                        z+008800 m04
n113  m05 h00                    z+020000 m09 f99
```

7. Wiercic otwor ϕ24

```
Geometria:   X        Y

p 1        100.00   60.00
Parametry obrobki:
narzedzie nr  6   n  224 obr/min   v16.9 m/min
px 0.00 mm/obr   py 0.00 mm/obr   pz 0.40 mm/obr

n114          x+010000                                g28
n115      h61                     z+007800 m01        g25

zmiana narzedzia: nr 6
zmiana obrotow n= 224 obr/min

n116  m03                         z+003804 m08 f59
n117      h00                     z+020000 m09 f99
n118  m05                         z+020000

n119  m02

Czas realizacji programu   tj  =   25.86 min
==============================================================
Oprac: P.Molerus      Spraw:              Zatw:
```

Wnioski

Opisany minisystem SMYK może być stosowany do programowania OSN przeznaczonych do robót wiertarskich, wytaczarskich i frezarskich, sterowanych odcinkowo, zarówno w układzie absolutnym jak i przyrostowym o dowolnej ilości osi sterowanych.

Mała objętość programów SMYK-a pozwala na wykorzystanie do automatycznego programowania OSN małych komputerów o pamięci operacyjnej od 24K z minimalnym wyposażeniem. Zawarcie programów SMYK-a w jednym module bardzo upraszcza korzystanie z usług ośrodków obliczeniowych przy automatyzacji programowania.

Wykorzystanie minisystemu SMYK-FKrS 250 x 1000 do opracowania programu obróbki zawierającego około 600 bloków zmniejsza pracochłonność o około 70-90% pracochłonności programowania ręcznego, w zależności od stopnia złożoności przedmiotu.

LITERATURA

[1] Barr A.E. de - Prof. Eng. (Gr.Brit.), 50, 9, 1971, 372.
[2] Machinery (USA), 77, 6, 1971, 55.
[3] Pająk J., Pająk S. - Mechanik, 46, 4, 1973, 175.
[4] Pfannkoch E. - Werkst.u Betr. 103, 10, 1930, 809.
[5] Wojciechowski J., Zawadzka L. - Mechanik, 46, 3, 1973, 141.
[6] Maschinenmarkt, 72, 14, 1970, 282.
[7] Mach.Qutil., 23, 290, 1972, 121.

[8] Brechtel H., Klaukne A. - T.Z.f. Prakt. Metallbearb. 63, 1, 1973, 30.

[9] Jelinek J., Koželuch J., Urbanova J. - Techn.Pr. 25, 1, 1973, 25.

[10] Gisbertz H.W. - Masch.u.Werkz., 74, 13, 1973, 11.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ СТАНКОВ
ПРИ ПОМОЩИ МАЛОЙ ЭВМ

Р е з ю м е

Описывается первая опробованная польская система автоматического программирования станков с цифровым управлением, предназначенная для сверлильных фрезерных и вытачивающих работ разработанная Группой Обработки и Технологии Машиностроения Силезского Политехнического института. Система "[illegible]" дает большие возможности геометрического и технологического описания, она приспособлена для небольших ЭВМ типа ОДРА-1204, а одновременно это система с одним процессом.

MINICOMPUTER BASED SYSTEM FOR AUTOMATIC
PROGRAMMING OF MACHINE-TOOLS

S u m m a r y

The article presents the first tested polish minisystem for automatic programming numerically controled machine-tools provided for drilling, milling and boring operations, machine-tool oriented. The system has been developed by the Section for Reductive Machining and Machine Technology of the Machine Building Institute, Technical University of Gliwice. SMYK has a remarkable geometrical and technological description capability, is adapted to small electronic computers type ODRA-1204, and simultaneously is a mono-duty system.