

Władysław Jerzy SOBCZYK,
Janusz MADEJSKI

DOBÓR PRZY POMOCY EMC NARZĘDZI SKRAWAJĄCYCH
DO OBRÓBKI OTWORÓW NA WIERTARKO-FREZARKACH

Streszczenie. Przedstawiono sposób doboru przy pomocy EMC narzędzi skrawających dla obróbki otworów na wiertarko-frezarce. Opisano budowę logiczną programu opracowanego na EMC-Odra 1305, który optymalizuje dobór narzędzia dla określonych warunków produkcyjnych.

1. Wstęp

Podczas opracowywania systemów projektowania przy pomocy EMC procesów technologicznych obróbki części maszyn musi być rozwiązane między innymi zagadnienie wyboru optymalnego narzędzia skrawającego. Sposób doboru narzędzia skrawającego dla zabiegu obróbki przez technologa, na podstawie własnych umiejętności i doświadczenia oraz posiadanych informacji, jest ogólnie znany. Jednak dobrane narzędzie skrawające nie zawsze jest optymalnym dla danych warunków produkcyjnych. Powierzenie tego zadania maszynie matematycznej przyspiesza jego realizację, umożliwia korzystanie z aktualnych katalogów narzędzi oraz umożliwia optymalizację wielokryterialną. Wymaga jednak opracowania algorytmów logicznych rozwiązujących zagadnienie, ustalania niezbędnych zbiorów danych technologicznych, oprogramowania i wytestowania na EMC.

Aktualnie istnieją systemy dobierające narzędzia do obróbki na wiertarko-frezarkach sterowanych numerycznie, np. EXAPT 1.1, APO1 [1, 2].

Dla obrabiarek konwencjonalnych (nie sterowanych numerycznie) opublikowano algorytmy programów doboru narzędzi skrawających do obróbki na automatach tokarskich rewolwerowych i poprzecznych oraz na tokarkach rewolwerowych [3].

W opublikowanych rozwiązaniach dobór narzędzia dokonuje się poprzez kryteria technologiczne, a typ narzędzia określany jest przez rodzaj zabiegu. Taki sposób postępowania nie może być zastosowany do zabiegów wytaczania. Zabiegi te w szeregu przypadkach mogą być wykonywane narzędziami różnych typów, np. wytaczadłem niepodpartym lub podpartym względnie narzędziem suportowym mocowanym na tarczy do planowania. W tej sytuacji przy doborze narzędzi do obróbki na wiertarko-frezarkach konieczne jest wprowadzenie dodatkowo kryterium ekonomicznego. Niniejszy artykuł przed-

stawia sposób doboru przy pomocy EMC narzędzi skrawających do obróbki otworów na wiertarko-frezarce zastosowany przez Instytut Budowy Maszyn Politechniki Śląskiej w Gliwicach, w systemie projektowania procesów technologicznych obróbki korpusów.

2. Dane wejściowe

Narzędzia skrawające dobierane są przez system dla elementarnych powierzchni technologicznych, wówczas gdy ustalony jest już wariant technologiczny obróbki. Wariant ten określa zabiegi zapewniające żadaną dokładność wymiaru i kształtu oraz chropowatości powierzchni obrabianej.

Program dokonujący wyboru narzędzia dysponuje ponadto następującymi danymi:

- opisem geometrycznym powierzchni obrabianej wraz z wymaganiami dokładności (wymiaru, kształtu i chropowatości),
- opisem geometrycznym naddatków całkowitych na obróbkę,
- danymi o obrabiarce.

Dla potrzeb samego programu konieczne jest opracowanie dodatkowych danych, a mianowicie:

- zbioru danych o narzędziach skrawających,
- zbioru danych o uchwytach narzędziowych (oprawkach).

Zbiór danych o narzędziach "NS" składa się z podzbiorów "N" opisujących narzędzia stosowane do obróbki otworów na wiertarko-frezarce, zatem $N \subset NS$. Ilość danych zawartych w podzbiorze "N" uzależniona jest od typu narzędzia jakie on opisuje. Typ narzędzia decyduje o ilości parametrów geometrycznych koniecznych do identyfikacji narzędzia pod względem technologicznym. Poza danymi geometrycznymi podzbiór "N" zawiera dane o materiale ostrza skrawającego, zalecanych materiałach skrawanych, kosztach i żywotności narzędzia lub jego elementów (płytki skrawającej, oprawki, łamacza wiórów itp.), podatności narzędzia oraz informację, czy narzędzie było stosowane w procesach obróbki zakładu produkcyjnego, dla którego przeznaczony jest system.

Tak samo zbudowany jest zbiór danych o uchwytach narzędziowych "UN", składający się z podzbiorów "U".

$$U \subset UN$$

Również w podzbiorach "U" ilość informacji uzależniona jest od typu uchwytu.

3. Dobór narzędzia

Narzędzia skrawające, stosowane do obróbki na wiertarko-frazarkach powierzchni obrotowych wewnętrznych, w większości są narzędziami wymiarowymi lub wymiarowo-kształtowymi. Wyjątek stanowią narzędzia do obróbki z tarczy do planowania.

Program doboru narzędzi, poza doboram narzędzia jakie należy zastosować w danym zabiegu przy obróbce na konkretnej obrabiarce, określa wymiary nastawcze narzędzia.

Dobór narzędzi program rozpoczyna od ostatniego zabiegu uprzednio ustalonego procesu obróbki. Wymiary powierzchni obrabianej w tym zabiegu określone są w danych wejściowych - w opisie geometrycznym powierzchni.

Informacje uzyskana przez system, po ustaleniu wariantu technologicznego, zawierają między innymi ilość i rodzaj zabiegów oraz numer zalecanego zestawu narzędzi. Zestawy narzędziowe "ZN" opracowana dla każdego rodzaju elementu oraz wariantu technologicznego są zbiorami symboli typów narzędzi, które należy stosować w poszczególnych zabiegach.

Program, dobierający narzędzia dla zabiegu, wczytuje ze zbioru "ZN" pierwszy typ zalecanego narzędzia i przekazuje informację do podsystemu naddatków na obróbkę, który ustala naddatek dla zabiegu. Następnie sprawdza, czy analizowany typ narzędzia o określonych parametrach geometrycznych, wynikających z geometrii elementu obrabianego i jego położenia w przedmiocie obrabianym, jest zalecany dla danej obrabiarce. Decyzja następuje przez porównanie informacji o obrabiarce z parametrami ustalonymi przez program. Z dalszego przetwarzania eliminowana jest część typów narzędzi nie stosowanych na obrabiarce. Dla typów narzędzi nie wyeliminowanych następuje przeszukiwanie zbioru "NS".

Ze zbioru "NS" wybierane są narzędzia spełniające funkcje warunkujące dobór. Funkcjami tymi są relacje pomiędzy parametrami narzędzia "n" a parametrami przeszukiwania "a". W zależności od typu narzędzia mogą nimi być:

$$\rightarrow \varphi(x) = (n = a) <$$

$$\rightarrow \varphi(x) = (n \geq a) <$$

$$\rightarrow \varphi(x) = (n \leq a) <$$

$$\rightarrow \varphi(x) = (n_1 \leq a \leq n_2) <$$

$$\rightarrow \varphi(x) = (a_1 \geq n \geq a_2) <$$

Ilość funkcji przeszukiwania oraz ich postać uzależniona jest od typu narzędzia. Efektem przeszukiwania jest wybranie ze zbioru "NS" narzędzi

"x" spełniających w e z y s t k i e funkcje analizowanego typu narzędzia. Tworzę one nowy zbiór:

$$\succ NO = \left\{ x: \varphi_1(x) \wedge \varphi_2(x) \wedge \dots \wedge \varphi_k(x) \right\} \prec$$

inaczej możemy zapisać

$$\succ NO = \left\{ x: \varphi_1(x) \right\} \wedge \left\{ x: \varphi_2(x) \right\} \wedge \dots \wedge \left\{ x: \varphi_k(x) \right\} \prec$$

Zgodnie z twierdzeniem znanym w teorii mnogości [4], dla każdej funkcji zdaniowej " $\varphi_1(x)$ " i dla każdego zbioru "NS" istnieje zbiór złożony z tych i tylko tych elementów zbioru "NS", które spełniają funkcję zdaniową - zbiorem tym w naszym przypadku będzie zbiór "NO₁".

Zbiór "NO" będzie iloczynem zbiorów "NO₁"

$$\succ N = NO_1 \cap NO_2 \cap \dots \cap NO_k \prec$$

Do zbioru "NO" przesłane są podzbiory "N" dla narzędzi "x" ze zbioru "NS" zapisanym w zewnętrznej pamięci komputera. System opracowywany jest dla warunków produkcyjnych przemysłu obrabiarkowego, w którym do obróbki korpusów głównie stosowane są narzędzia katalogowe. Można zatem z dużym prawdopodobieństwem zakładać, iż zbiór "NO" nie będzie zbiorem pustym. Przeto "x" jest kwantyfikatorem szczegółowym funkcji:

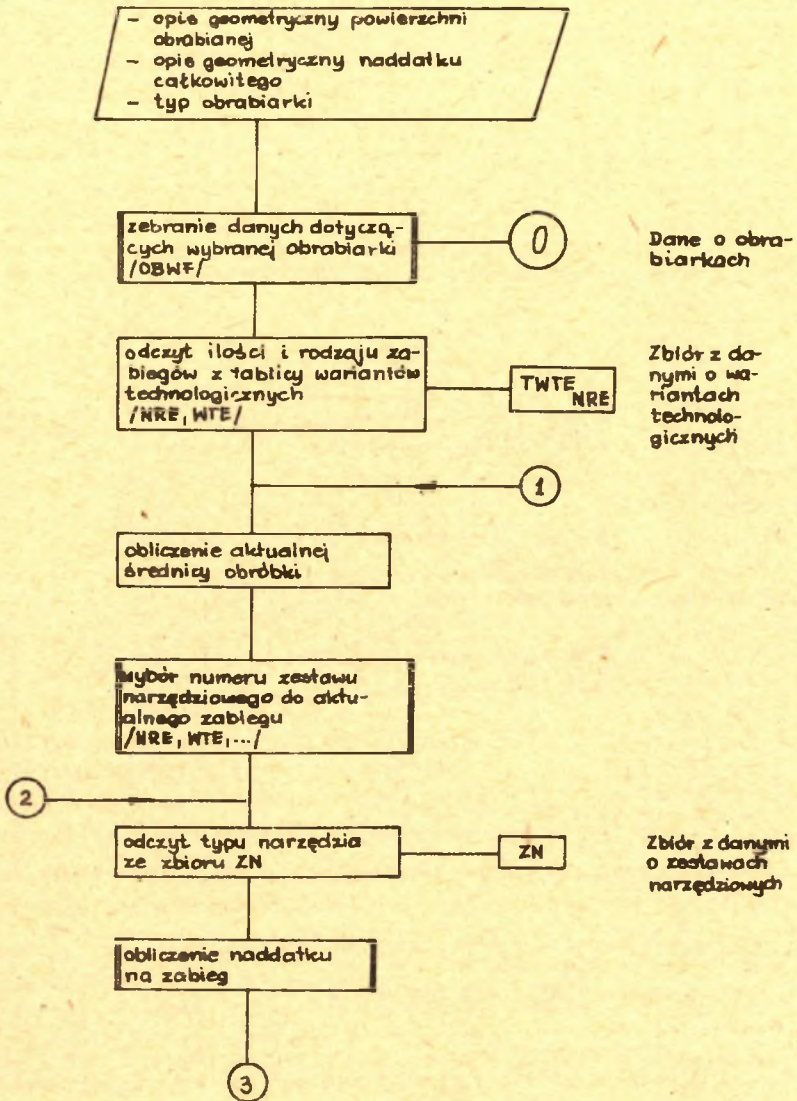
$$\succ \bigvee_x \varphi(x) \prec$$

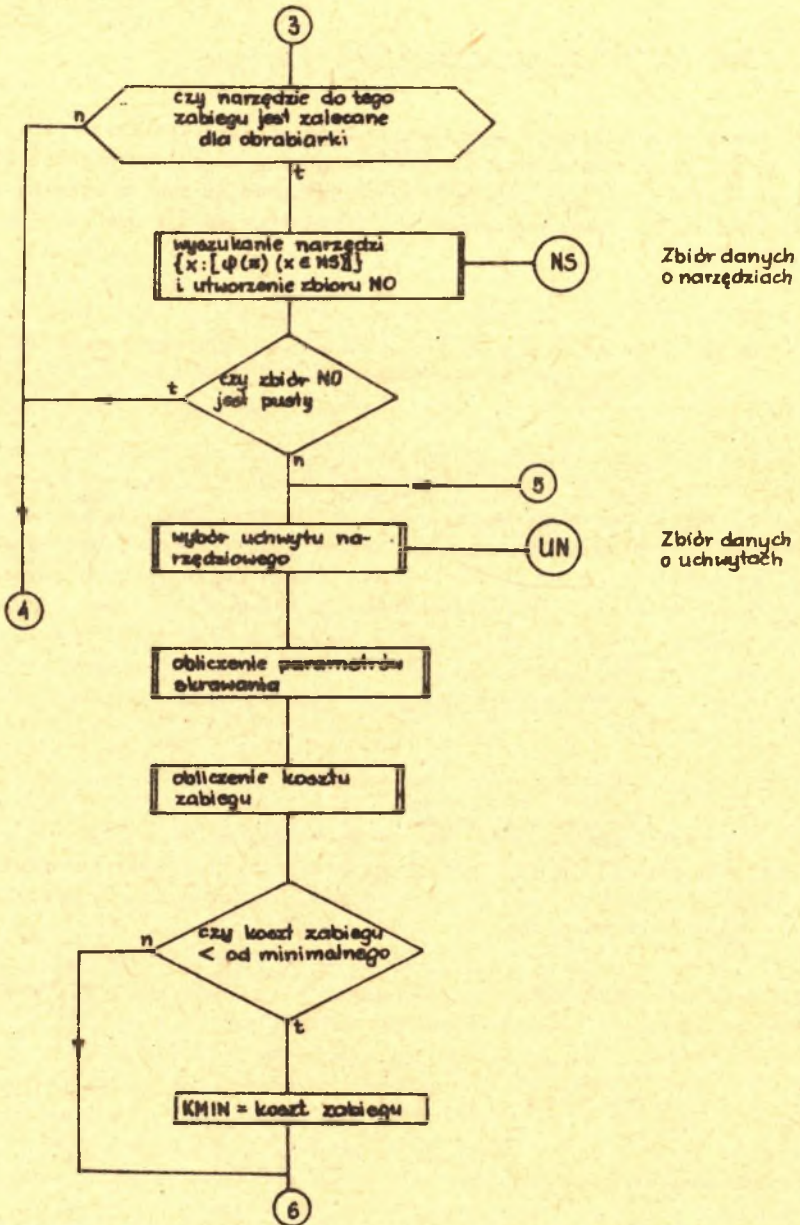
Gdy dla jakiegoś typu narzędzia zbiór "NO" jest zbiorem pustym, program wczytuje następny typ narzędzia ze zbioru "ZN" i przeszukuje zbiór "NS". W nielicznych przypadkach, kiedy sytuacja taka ma miejsce dla wszystkich typów narzędzi zalecanych przez zbiór "NS" dla danego zabiegu, program zaleca stosowanie narzędzia specjalnego.

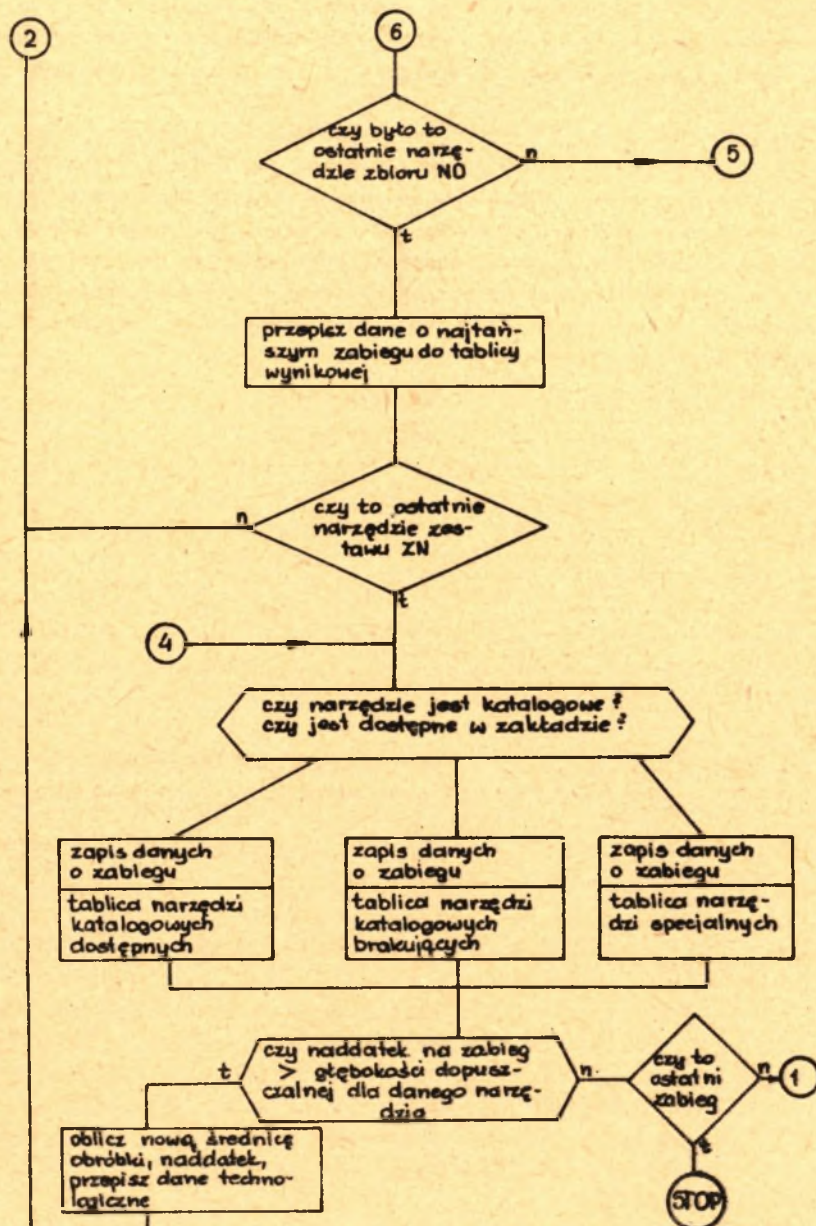
Po utworzeniu dla zabiegu pierwszego zbioru "NO", program przystępuje do optymalizacji pod względem kosztów obróbki. Kolejno dla narzędzi zbioru ($x \in NO$) program dokonuje następujących operacji. Sprawdza czy narzędzie można bezpośrednio zamocować na obrabiarce bez uchwytu. Jeżeli nie ze zbioru "UN" dobierany jest uchwyt. Przeszukiwany jest zbiór "UN" funkcjami doboru $q(y)$, mającymi takie same postacie jak funkcja $\varphi(x)$. W wyniku przeszukiwania wybierany jest uchwyt "y" umożliwiający zamocowanie narzędzia $\bigvee q(y)$. Podczas tej operacji ze zbioru "UN" zostaje przesłany do przetworzenia podzbiór "U" opisujący uchwyt "y".

W dalszej kolejności ustalane są ekonomiczne parametry skrawania dla zabiegu wykonywanego analizowanym narzędziem mocowanym w uchwycie "y" i obliczany jest koszt zabiegu.

Rys.1. Algorytm podprogramu NSAA







Rys. 1. Algorytm podprogramu NSAA

Porównanie kosztów zabiegu dla poszczególnych narzędzi umożliwia wybór ze zbioru "NO" najekonomiczniejszego narzędzia. Postępując w ten sam sposób dla wszystkich typów narzędzi zbioru "ZN" wybierane jest narzędzie zapewniające najniższy koszt zabiegu. Dane o tym narzędziu zapisywane są w tablicy wynikowej.

Po dobraniu narzędzia i uchwytu, do ostatniego opisywanego wyżej zabiegu, obliczana jest średnica obróbki zabiegu poprzedniego, jako różnica średnicy aktualnej oraz naddatku na obróbkę i program przystępuje do opracowania następnego zabiegu. W ten sposób dobierane są narzędzia do wszystkich zabiegów. Algorytm logiczny programu przedstawiono na rys. 1. Program dobiera narzędzia zapewniające ekonomiczną obróbkę elementu powierzchni obrotowej na danej wiertarko-frezarce w konkretnych warunkach produkcyjnych. Wynikiem działania programu są:

a) wykazy narzędzi skrawających z podziałem na:

- narzędzia katalogowe dostępne w zakładzie,
- narzędzia katalogowe brakujące,
- narzędzia specjalne,

b) wykazy uchwytów narzędziowych z podziałem jak dla narzędzi,

c) parametry skrawania dla zabiegów,

d) koszt zabiegu.

4. Wnioski

Opisany sposób doboru narzędzi skrawających został oprogramowany na EMC-ODRA 1305 i jest jednym ze sposobów powierzenia tych czynności komputerowi.

Program dokonuje optymalizacji doboru narzędzi, uwzględniając aktualne składniki kosztów, jak: koszt narzędzi, uchwytów narzędziowych, koszt energii elektrycznej, stawek godzinowych robotnika itp., czego nie przeprowadza technolog dobierając narzędzia ani ewentualnie pracownik obsługujący obrabiarkę.

Opracowany program dodatkowo dzieli zabiegi na przejścia przy dużych naddatkach lub małej sztywności układu obrabiarka - uchwyt - narzędzie.

Proponowane rozwiązanie jest próbą optymalizacji na niskim poziomie technologicznym. Optymalizacja na poziomie operacji i procesu technologicznego jest zagadnieniem znacznie bardziej złożonym. Prace w tym kierunku są prowadzone w kraju i należy przypuszczać, że również te zagadnienia zostaną rozwiązane.

LITERATURA

- [1] Informacja na temat systemu maszynowego programowania OSN - EXAPT TEKOMA 1976, materiały szkoleniowe.
- [2] Michnowski A.: Maszynowe programowanie procesów technologicznych dla obrabiarek sterowanych numerycznie, Mechanik 2/1975.
- [3] Mitrofanow S.P., Gulnow J.A., Kulikow A.A.: Awtomatizacija tiechnologiczeskoj podgotowki serijnogo proizwodstwa. Masinoostrojenije, Moskwa 1972.
- [4] Kuretwski K.: Wstęp do teorii mnogości i topologii. PWN, Warszawa 1974.

ПОДБОР ПРИ ПОМОЩИ ЭВМ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ НА ПРОДОЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Резюме

Представлен способ подбора при помощи ЭВМ режущего инструмента для обработки отверстий на продольно-сверлильных станках. Описано логическое строение программы разработанной на ЭВМ Одра 1305, которая даёт оптимизацию подбора инструмента для определенных производственных условий.

THE CHOICE OF CUTTING TOOLS FOR HOLE MACHINING ON A HORIZONTAL
BORING MACHINE BY MEANS OF ELECTRONIC DIGITAL COMPUTER (EMC)

Summary

The way of selecting cutting tools for machining holes on a horizontal boring machine by means of EMC has been given. There has also been described the logical construction of the program prepared for EMC Odra 1305 which optimizes the tool choice for given production conditions.