

Władysław SOBCZYK, Bartłomiej STYPA,
Henryk KOWALEWSKI, Władysław NEFFE

AUTOMATYZACJA PROJEKTOWANIA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH OBRÓBKI KORPUSÓW NA WIERTARKO-FREZARKACH

Streszczenie. Przedstawiono system projektowania procesów technologicznych obróbki powierzchni obrotowych w korpusach z wykorzystaniem EMC. Proces obróbki jest budowany na zasadzie syntezy, a wynikowa technologia jest weryfikowana pod względem dokładności oraz optymalizowana ze względu na kryterium ekonomiczne. System przygotowywany jest do wdrożenia w Zakładach Przemysłu Obrabiarkowego. Urukośnienie całości systemu i jego wdrożenie pozwoli na łatwe i szybkie przygotowanie technologii oraz przeprowadzenie optymalizacji ze względu na wybrane kryterium przez porównanie wielu alternatywnych rozwiązań.

1. WSTĘP

Prace prowadzone w Instytucie Budowy Maszyn Politechniki Śląskiej od 1974 roku dotyczą automatyzacji projektowania procesów technologicznych obróbki korpusów dla potrzeb przemysłu obrabiarkowego. Pierwszym etapem tych prac jest budowa systemu projektowania procesu technologicznego obróbki korpusów w zakresie operacji wiertarko-frezarskiej.

Celem opracowania jest skrócenie cyklu przygotowania technologicznego nowych wyrobów oraz poprawa jakości technologii. System podzielono na dwa podsystemy: technologii obróbki płaszczyzn, opracowywany w IOS-Kraków oraz technologii obróbki powierzchni obrotowych, opracowywany w naszym Instytucie. Dla potrzeb obu podsystemów powstają zbiory danych technologicznych (o obrabiarkach, narzędziach skrawających, i oprawkach) oraz programy wspólne, takie jak: doboru naddatków, parametrów skrawania i normowania czasu pracy. Wymienione części systemu same są poważnymi pracami i mogą służyć jako oddzielne segmenty innym celom. System nasz przystosowany jest do eksploatacji na EMC-ODRA 1305, wyposażonej w pamięci dyskowe z możliwością translacji na EMC-JS serii RIAD oraz minikomputer MERA-400 z pamięcią o bezpośrednim dostępie.

W fazie wstępnej opracowania wybrano, poprzez analizę częstotliwości występowania w korpusach, szereg typowych powierzchni elementarnych i nazwano je elementami technologicznymi. Dla poszczególnych elementów opracowane zostały typowe procesy technologiczne i ustalone parametry wpływające na dobór jednego z procesów alternatywnych. Typizacją technologii objęto 14 elementów, a dla pozostałych przewidziano możliwość "ręcznego"

zgłoszenia technologii w danych wejściowych. Przykładowo dla elementu "otwór przelotowy" opracowano 33 warianty technologiczne obróbki oraz 160 różnych zestawów narzędziowych.

System APTK jest systemem złożonym, wielostopniowym i nie można go przedstawić dokładnie w tak krótkim opracowaniu.

Przedstawiony zostanie tylko materiał dający ogólny pogląd o założeniach pracy, budowie i działaniu systemu.

Rysunek 1 przedstawia elementy objęte automatyzacją projektowania procesów technologicznych.

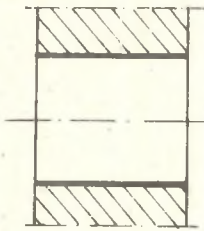
2. BUDOWA I DZIAŁANIE SYSTEMU APTK

Ogólny schemat systemu przedstawia rysunek 2. Dane wejściowe do systemu stanowi zbiór informacji o korpusie, jego powierzchniach obrabianych, naddatkach i o bazach obróbkowych, zapisany w języku algorytmicznym opisu przedmiotu. Opis ten jest interpretowany przez podprogram TKBA i przetwarzany na zestawy danych o postaci dogodnej dla systemu. Dane te magazynowane są w pamięci zewnętrznej i stale dostępne w trakcie przetwarzania.

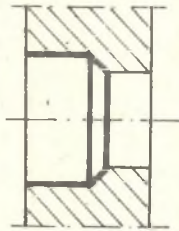
Na wstępie działania ze zbioru informacji o obrabiarkach wybierana jest grupa tych, które nadają się do wykonania zadania i będą jako alternatywne analizowane przez system. Zasadniczą częścią systemu jest grupa podprogramów ustalających technologię optymalną i zapewniającą dokładność. Głównym ich zadaniem jest wybór technologii poszczególnych elementarnych powierzchni, wykrycie i realizacja zależności między tymi technologiami oraz złożenie ich w technologię osi i korpusu drogą syntezy. Kończącą część projektowania realizują programy porządkowania technologii, narzędzi, opravek, obliczania czasu i kosztów obróbki oraz zapisu wyników na taśmie magnetycznej i wydruku w formie dokumentacji technologicznej.

Rysunek 3 przedstawia schemat budowy i działania niskiego poziomu systemu na etapie wyboru technologii elementu i osi. Tu realizuje się zasadniczą część technologiczną. Po wyborze typowej technologii obróbki powierzchni elementarnej w postaci wariantu technologicznego wybierane są narzędzia skrawające, oprawki, ustalane naddatki i parametry skrawania. Taka kompletna technologia elementu weryfikowana jest przez programy sprawdzania dokładności, a następnie obliczany jest koszt obróbki. Na tym etapie następuje szereg sprzężeń zwrotnych i analiz porównawczych, mających na celu wybranie technologii poprawnej pod względem jakości i optymalnej.

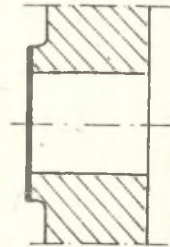
Po przetworzeniu wszystkich elementów osi następuje grupowanie wyników w technologię osi i ewentualne nawroty wynikające z konieczności dopasowania do siebie poszczególnych technologii elementarnych. Zastosowana metoda syntezy procesu pozwala, wykorzystując ten mechanizm, utworzyć stopniowo technologię obróbki całego korpusu.



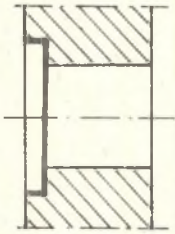
el. 1



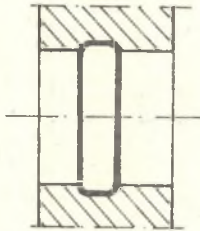
el. 2



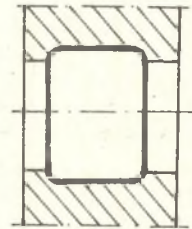
el. 3



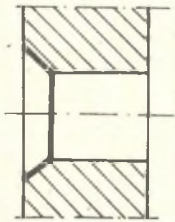
el. 4



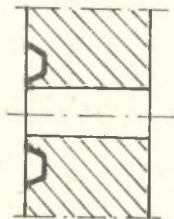
el. 5



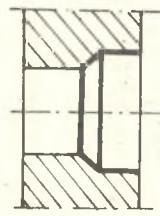
el. 6



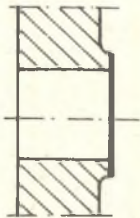
el. 7



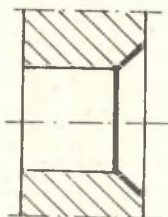
el. 8



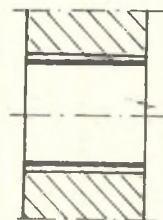
el. 9



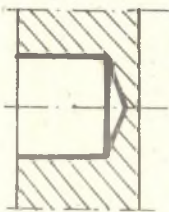
el. 10



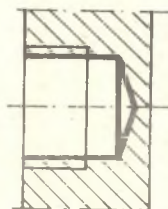
el. 11



el. 12

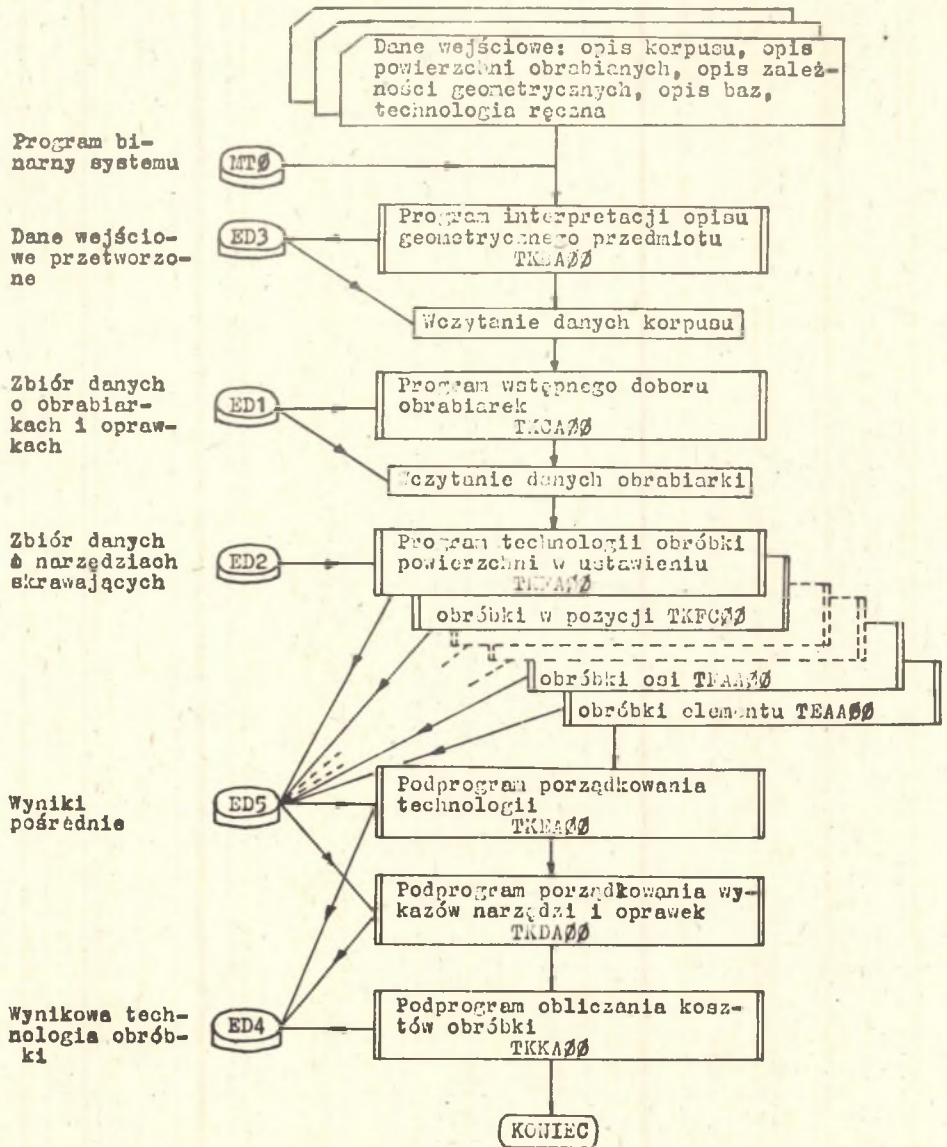


el. 13

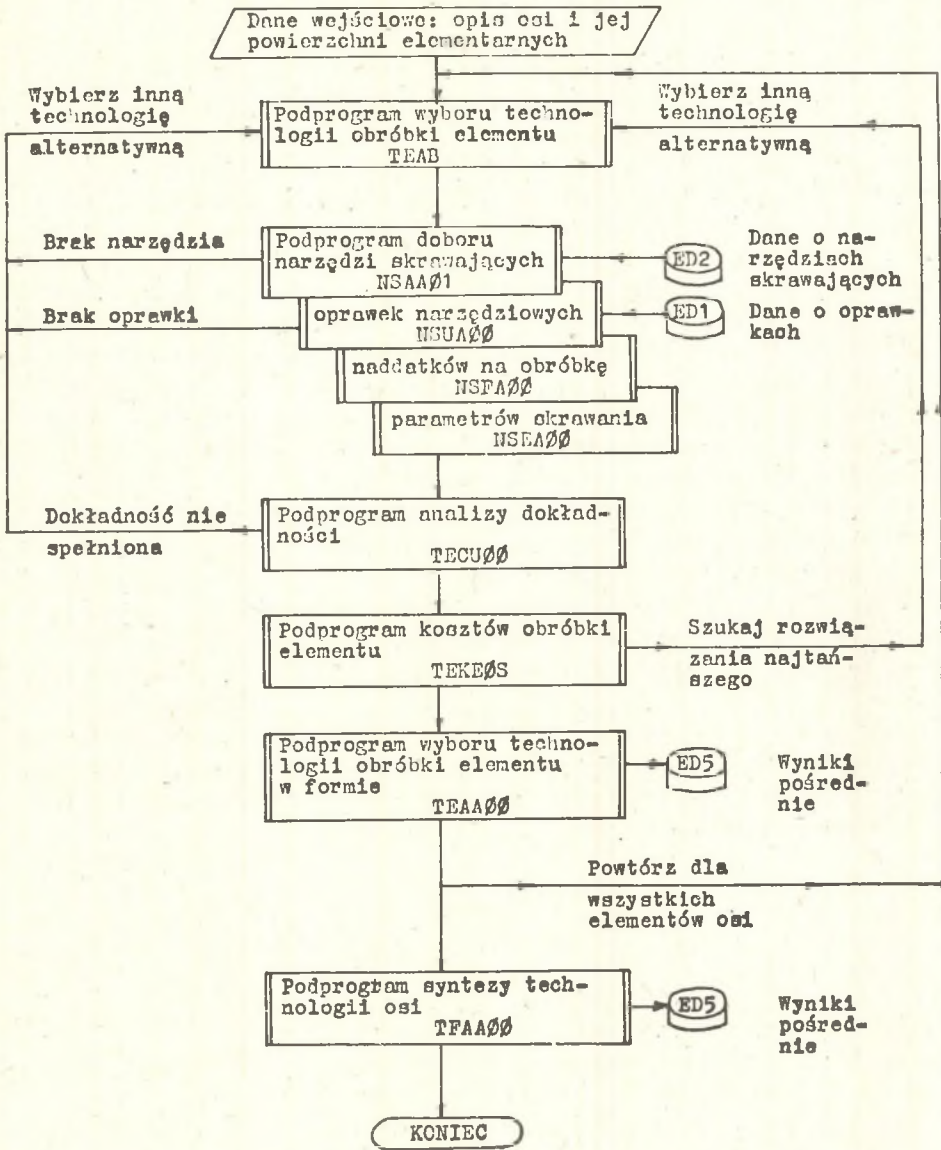


el. 14

Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3

3. SYNTEZA PROCESU OBRÓBKII POWIERZCHNI OBROTOWYCH W KORPUSACH

Jednym z ciekawszych a zarazem trudniejszych zadań, jakie musiano rozwiązać przy budowie systemu, była synteza procesu. W systemie proces obróbki podlega syntezie na czterech poziomach. Na poszczególnych poziomach stosuje się różne kryteria. Pierwotnie zamierzano przeprowadzić syntezę wykorzystując jedynie kryteria optymalizacyjne, kryterium jakości technologicznej oraz kryteria ekonomiczne: koszty własne obróbki lub pracochłonność operacji. W trakcie opracowywania systemu okazało się, iż przy syntezie już na poziomie pozycji zastosowanie jedynie kryteriów optymalizacyjnych wymagało porównania bardzo dużej ilości wariantów obróbki, ze względu na dużą ilość osi w korpusach wytwarzanych w przemyśle obrabiarkowym. W przypadku obróbki dziesięciu osi konieczne jest porównanie ponad trzech milionów wariantów. Szybkość przetwarzania oraz pojemność pamięci o bezpośrednim dostępie obecnie eksploatowanych komputerów praktycznie wyklucza możliwość stosowania takiego sposobu syntezy.

Ostatecznie synteza przeprowadzana jest jedynie przy częściowej optymalizacji ze względu na kryterium ekonomiczne. Uzupełnienie stanowią tu zasady technologiczne zaczerpnięte z nauki technologii oraz z praktyki przemysłowej. Jako kryterium bezwarunkowe przyjęto jakość technologiczną. Podprogramy analizy dokładności obróbki, które są tematem odrębnego referatu, określają warunki obróbki zapewniające wymaganą dokładność położenia osi otworów.

Drugą optymalizacji ekonomicznej następuje przyporządkowanie powierzchni elementarnych osi przelotowych konkretnym pozycjom obróbki, wybór sposobu oraz kolejność obróbki osi. Dla ustalenia sposobu obróbki osi posłużono się wyrażeniem logicznym:

$$(n - 1) \cdot \sum_{i=1}^m t_{p2}(i) \leq (m - 1) \cdot \sum_{j=1}^{n-1} t_{p3}(j) \quad (1)$$

w którym:

- n - ilość osi obrabianych narzędziem
- m - ilość zabiegów zastosowanych przy obróbce osi
- $t_{p2}(i)$ - czas wymiany narzędzia lub przestawienia jego wymiaru dla zabiegu i -tego
- $t_{p3}(j)$ - czas zmiany pozycji liniowej wrzeciona z pozycji osi $(j-1)$ do pozycji osi (j) .

Gdy wartość wyrażenia (1) jest prawdziwa, stosowana jest obróbka osi polegająca na wymianie narzędzi lub ich przestawianiu wymiarowym przy niezmięnionej pozycji wrzeciona. W przeciwnym wypadku bardziej ekonomicznym sposobem jest obróbka różnych osi tym samym narzędziem, przy zmianie pozycji liniowej wrzeciona i wymiana narzędzia dopiero po obróbce wszystkich osi. Optymalna kolejność obróbki osi ustalona jest ze względu na kryterium minimalnego czasu pozycjonowania, co jednocześnie zapewnia optymalną

wartość kosztów obróbki. Podprogram ustalający kolejność obróbki oparto na algorytmie rozwiązującym "zadanie komiwojażera".

Poza kryteriami optymalizacyjnymi, podczas syntezy wykorzystano następujące zasady technologiczne: w pierwszej kolejności obróbka podzbiórów osi o wspólnych bazach obróbkowych, obróbce z wrzeciona głównego dano pierwszeństwo przed obróbką z wrzeciona pomocniczego oraz dla obrabiarek o pracy nieprogramowanej dano pierwszeństwo obróbce osi nie wymagających zmiany dokładności pozycjonowania.

Synteza procesu obróbki na obrabiarkach nieprogramowanych, na których pracownik obsługujący realizuje technologię, wymagała odrębnego sposobu. Powodem jest ograniczona możliwość panowania pracownika w trakcie realizacji procesu nad stanem obróbki osi o różnych formach.

Zastosowany sposób syntezy umożliwił budowę procesu obróbki korpusu w operacji z procesów obróbki powierzchni elementarnych.

4. ZBIORY DANYCH TECHNOLOGICZNYCH

Dla potrzeb całości systemu powstały zbiory danych technologicznych. Zbiór danych o obrabiarkach obejmuje 22 obrabiarki, dla których zamieszczono 411 danych charakteryzujących obrabiarkę pod względem techniczno_ruchowym, dokładności geometrycznej, podatności oraz kosztów eksploatacji. Posiadanie szczegółowych i dokładnych danych pozwala w procesie budowania technologii dobrać odpowiednią obrabiarkę, zapewniającą dokładność i spełniającą kryterium optymalizacyjne. Współpraca między zbiorami danych a systemem odbywa się przez programy wyszukiwania i adaptacji parametrów obrabiarki na użytek programów wyboru technologii. Zbiór danych o narzędziach obejmuje dwie grupy narzędzi. Pierwsza to narzędzia handlowe - katalogowe, druga to narzędzia dotychczas wykorzystywane w zakładzie.

Programy doboru i wyszukiwania narzędzi pozwalają wybrać optymalny zestaw narzędzi dostępnych lub sygnalizują potrzebę wykonania narzędzia specjalnego dla danego zabiegu. Zbiór parametrów charakteryzujących oprawki (uchwyty narzędziowe) pozwala na dobranie odpowiedniej oprawki i sprawdzenie poprawności jej zastosowania. Dla prawidłowego działania systemu niezbędna jest ciągła aktualizacja zbiorów danych technologicznych.

5. UWAGI I WNIOSKI

Aktualny stan zaawansowania opracowania podsystemu obróbki powierzchni obrotowych pozwala na testowanie programów ze zbiorami danych technologicznych. Dane te opracowane zostały na użytek FOC PONAR "RAFAMET" w Kuźni Raciborskiej.

Okazało się, że dane, dotychczas podawane przez producentów narzędzi, oprawek, a zwłaszcza obrabiarek, są niewystarczające dla potrzeb systemu. Dla-

tego też stało się konieczne uzupełnienie brakujących danych oraz opracowanie metodyki ich określania. Dane zgromadzone w zbiorach danych technologicznych (punkt 4) wymagały opracowania ich struktury oraz programów ich zakładania i aktualizacji.

Prace nad systemem ujawniły, iż przy aktualnym stanie wiedzy technologicznej nie ma możliwości zbudowania systemu automatycznego projektowania technologii obróbki korpusów, nie wykorzystującego typowych procesów. Podstawową przeszkodą jest tu brak szczegółowych badań nad zależnościami występującymi w procesie obróbki, mającymi wpływ na układ procesu technologicznego. Omawiany system pozwala na wnikliwą weryfikację procesu pod względem jakości technologicznej i możliwości realizacji w konkretnych warunkach zakładowych. W systemie prowadzona jest także wielostopniowa optymalizacja procesu technologicznego ze względu na kryteria ekonomiczne. Wymienione cechy różnią go od innych systemów, np. opracowywanych w ramach SAPR.

LITERATURA

- [1] SOBCZYK W.J. i inni: Prace nad systemem automatycznego projektowania technologii obróbki korpusów oraz współdziałanie w jego wdrożeniu w Zakładzie Przemysłu Obrabiarkowego. Prace IBM Pol. Śl., 1979 (nie publikowane).
- [2] SOBCZYK W.J. i inni: Opracowanie i oprogramowanie obróbki powierzchni obrotowych w korpusach w aspekcie ich dokładności położenia. Prace IBM Pol. Śl. 1978, (nie publikowane).
- [3] SOBCZYK W.J.: Dobór narzędzi skrawających w systemie projektowania technologii obróbki korpusów. Materiały Konferencji OPTIMOS-78, Politechnika Krakowska, Kraków 1978.
- [4] POLAŃSKI Z.: Metody optymalizacji w technologii maszyn. PWN, Warszawa 1977.
- [5] SOBCZYK W.J., DARLEWSKI J.: Prace nad automatyzacją procesów technologicznych obróbki korpusów. Materiały z Posiedzenia Sekcji Technologii Komitetu Budowy Maszyn PAN, Gliwice 1975.
- [6] DARLEWSKI J., SOBCZYK W.J., BŁASZCZAK M. i inni: Typizacja procesów technologicznych powierzchni obrotowych występujących w korpusach. Prace IBM Pol. Śl. 1975, (nie publikowane).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ КОРПУСОВ НА СВЕРЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

Р е з ю м е

Представлена система проектирования технологических процессов обработки цилиндрических поверхностей в корпусах с применением ЭВМ. Процесс обработки осуществляется на основании синтеза, а окончательная технология выбирается по точности и оптимизируется согласно экономическим критериям. Система готова для внедрения на заводах станочной промышленности. Пуск целой

системы и ее внедрение даст возможность легко и быстро приготовить технологию и провести оптимизацию с точки зрения выбранного критерия путем сопоставления многих вариантов решений.

AUTOMATIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS PLANNING OF BODY MACHINING
ON DRILLING, BORING AND MILLING MACHINES

S u m m a r y

A computer based system worked out for designing technological processes of rotational surfaces in bodies is presented. Process of machining is synthesised and the resulting technology is verified from the point of view of demanded accuracy and economically optimized. The system is prepared for implementation in machine-tool industry, plants.

Actuating the whole system and its implementation will enable the technologists to prepare technology easily, swiftly and optimizing it according to the criterion chosen by comparizon of many alternative solutions.