

Elżbieta WĄTŁY, Stanisław KNAP  
Instytut Organizacji Zarządzania  
Politechnika Warszawska

#### KONCEPCJA SYSTEMU WSPOMAGANIA KOMPUTEROWEGO PROJEKTOWANIA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH CZĘŚCI MASZYN W OBRÓBCE UBYTKOWEJ

Streszczenie. Idea systemu wspomaganie komputerowego polegać będzie na odciążeniu projektantów od wykonywania zrutyinizowanych czynności występujących w projektowaniu procesów obróbki. W pracy przedstawiono między innymi sformalizowany sposób opisu części maszyn oraz koncepcję określania czasów ich wykonania.

Projektowanie operacji technologicznych należy zaliczyć do najbardziej pracochłonnego a jednocześnie niezbędnego i odpowiedzialnego etapu technicznego przygotowania produkcji.

Zastosowanie elektronicznej maszyny cyfrowej w tym zakresie pozwala na:

- zmniejszenie pracochłonności prac projektowych;
- odciążenie projektanta od wykonywania czynności zrutyinizowanych, takich jak: określanie naddatków na obróbkę, dobór parametrów skrawania, określanie sekwencji czynności pomocniczych;
- skrócenie czasu przygotowania dokumentacji technologicznej,
- polepszenie jakości projektowanych procesów technologicznych dzięki możliwości ich wariantowania.

W niniejszym referacie zaprezentowano koncepcję jednego z możliwych rozwiązań tego problemu dla warunków produkcji jednostkowej i małoseryjnej.

Cel główny przedstawianego systemu można określić jako usprawnienie projektowania procesów technologicznych oraz usprawnienie określania norm obróbki ubytkowej.

Usprawnienie polega na:

- stworzeniu warunków do obiektywizacji decyzji w zakresie podziału procesu technologicznego na operacje;
- stworzeniu warunków do obiektywizacji decyzji w zakresie podziału operacji na zabiegi;
- stworzeniu warunków do obiektywizacji decyzji w zakresie przydziału operacji do stanowisk pracy;
- stworzeniu warunków do obiektywizacji decyzji w zakresie doboru narzędzi obróbczych i przyrządów pomiarowych;

- osiągnięcie jednorodnego napięcia norm;
- odciążeniu projektanta procesu technologicznego od czynności zrutyinizowanych, a tym samym zmniejszeniu pracochłonności projektowania.

#### ZASADY FUNKCJONOWANIA SYSTEMU

Przy budowie systemu wykorzystano następujące właściwości procesów technologicznych oraz części maszyn:

- Zbiór powierzchni elementarnych występujących w częściach maszyn jest skończony i da się sklasyfikować.
- Każda z części maszyn da się w sposób jednoznaczny opisać przez zbiór powierzchni elementarnych.
- Każdą powierzchnię elementarną można obrobić za pomocą skończonej liczby sekwencji zabiegów. Sekwencje te można dla poszczególnych grup powierzchni elementarnych sklasyfikować.
- Określona sekwencja zabiegów wywołuje określony podział naddatków obróbczych.
- Istnieje skończony zbiór stanowisk pracy przystosowanych do realizacji określonych zabiegów obróbczych.
- Istnieje skończony zbiór narzędzi i przyrządów przystosowany do obróbki określonych powierzchni.

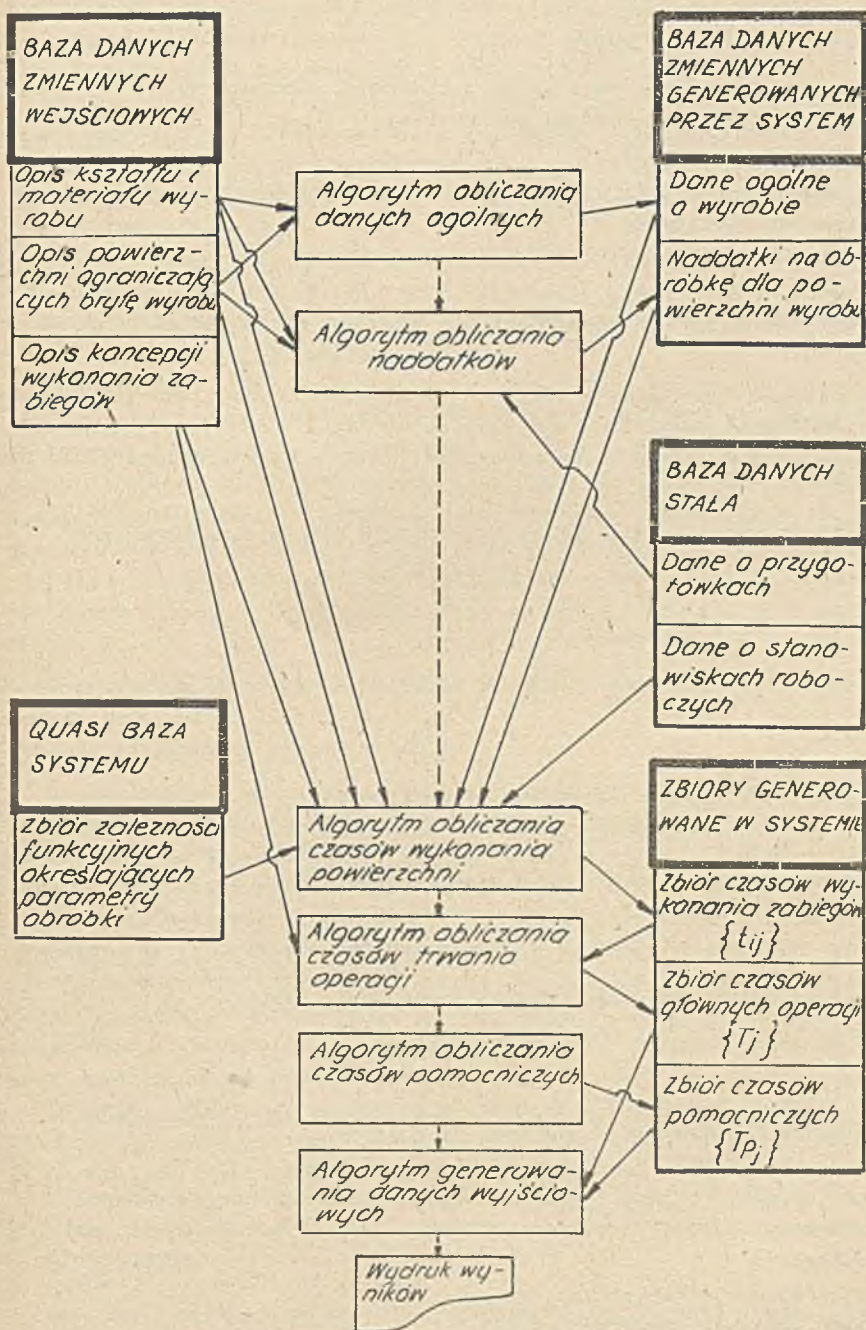
System wykorzystuje te właściwości dla określenia na podstawie zadanych zmiennych wejściowych zbioru zmiennych wyjściowych, niezbędnych dla zymiarowania wszystkich parametrów operacji technologicznych. Zasadę działania systemu przedstawiono na rysunku 1. Na podstawie danych wejściowych w postaci opisu geometrii części oraz opisów wszystkich jej powierzchni w pierwszym kroku system generuje dane ogólne o wyrobie oraz oblicza naddatki na obróbkę poszczególnych powierzchni. Następnie, zgodnie z założoną koncepcją obróbki w postaci macierzy technologicznej, obliczane są czasy wykonania zabiegów (zbiór  $\{t_{ij}\}$ ). W kolejnym kroku otrzymuje się zbiór czasów głównych operacji  $\{T_j\}$ , a następnie zbiór czasów pomocniczych  $\{Tp_j\}$ . System zawiera niezbędną bazę danych, charakteryzującą używane zbiory.

Zmienne wejściowe systemu określono w następujący sposób:

- opis geometryczny części maszyn;
- opis podziału procesu technologicznego na operacje obróbcze;
- opis podziału operacji na zabiegi;
- przydział operacji do stanowisk pracy.

Opis geometryczny części maszyn składa się z dwóch członów. Pierwszy z nich stanowi ogólny opis bryły części i zawiera następujące informacje:

- opis kształtu części;



Rys. 1. Schemat ideowy systemu

- rodzaj materiału (w tym grupa i podgrupa materiałowa, rodzaj obróbki cieplnej, rodzaj półwyrobu);
- roczny program produkcji.

Drugi z członów zawiera opisy powierzchni elementarnych ograniczających bryłę części w następującej postaci:

- opis kształtu powierzchni;
- dokładność położenia powierzchni względem baz pomiarowych;
- klasa chropowatości;
- klasa tolerancji;
- wymiary powierzchni;
- usytuowanie powierzchni obróbczych względem powierzchni bazowych i osi wyrobu.

Pozostałe zmienne są elementami marszruty technologicznej, stanowiącej opis koncepcji wykonania zabiegów dla części.

Opis marszruty technologicznej dla jednej części można określić następująco:

- wektor typów stanowisk pracy, na których będzie obrabiana część

$$ST = [ST_j]_{1 \times n}$$

gdzie:  $n$  - ilość operacji,

- macierz zabiegów niezbędnych do obrabiania części

$$ZA = [ZA_{ij}]_{m \times n}$$

gdzie:  $m$  - ilość powierzchni elementarnych,  
 $n$  - ilość operacji,

- macierz danych dotyczących narzędzi obróbczych

$$NA = [NA_{ij}]_{m \times n}$$

- macierz danych dotyczących przyrządów pomiarowych

$$PP = [PP_{ij}]_{m \times n}$$

Zmienne wyjściowe systemu są następujące:

- naddatki obróbcze dla poszczególnych zabiegów;
- dane ogólne o części (ciężar, długość, współczynnik sztywności);
- parametry obróbki (szybkość skrawania, posuw poprzeczny i podłużny dla zabiegów);
- zbiór czasów głównych zabiegów  $\{t_{ij}\}$ ;
- zbiór czasów pomocniczych  $\{Tp_j\}$ ;
- zbiór czasów jednoatkowych dla operacji  $\{T_j\}$ .

Naddatki obróbcze oraz parametry obróbki ustalane są na podstawie obowiązujących w tym zakresie normatywów.

Naddatki obróbcze zależne od rodzaju półwyrobu określone są w systemie jako funkcja wymiarów powierzchni oraz gabarytów części.

Parametry obróbki w większości przypadków są funkcjami wymiarów powierzchni oraz jej chropowatości i tolerancji, niekiedy jednak są funkcjami elementów, które nie występują w opisie części lub ich powierzchni. Determinuje to sposób obliczania czasu głównego. Stąd też w systemie stosuje się dwie metody.

Jedna z nich polega w pierwszym etapie obliczeń na określeniu parametrów obróbki jako funkcji wymiarów, klasy gładkości i klasy tolerancji powierzchni. Następnie na podstawie tych obliczonych parametrów obróbki określa się czas główny według wzorów.

Druga metoda została zastosowana w przypadku, gdy parametry skrawania nie dadzą się zapisać wyłącznie jako funkcje parametrów powierzchni (gdyż są również funkcją innych parametrów nie występujących we wzorach na czas główny) lub gdy są funkcją uwikłaną. W takim przypadku na podstawie badań symulacyjnych określono wartości czasu głównego w zależności od wartości jego parametrów. Przyjęto, że dla każdego zabiegu można określić sekwencję czynności pomocniczych, w zależności od rodzaju zabiegu występującego przed nim i po nim. Czasy trwania tych czynności są funkcją takich elementów jak:

- wielkości przestrzeni roboczej obrabiarki,
- ciężaru części,
- klasy dokładności obróbki itp.

W algorytmie czasy trwania tych czynności zostały zapisane w postaci funkcji matematycznych. Oprócz czynności pomocniczych, występujących przy wykonywaniu poszczególnych zabiegów, zapisano również w postaci funkcji matematycznych czasy pomocnicze związane z operacją.

Czasy jednostkowe są obliczane jako suma czasu głównego, czasu pomocniczego oraz uzupełniającego. Czas główny operacji traktowany jest jako suma czasów głównych zabiegów, a czas pomocniczy - jako suma czasów pomocniczych poszczególnych zabiegów, powiększony o wartość czasu pomocniczego związanego z operacją. Czas uzupełniający obliczany jest jako pewien procent czasu głównego oraz pomocniczego.

Wynikiem działania systemu jest karta technologiczna operacji technologicznych, zawierająca ich parametry w zadysonowanym zakresie dla wszystkich zadanych kombinacji zmiennych wejściowych.

#### PODSUMOWANIE

Do chwili obecnej opracowano i oprogramowano na e.m.c. ODRA 1305 algorytmy określania pracochłonności wykonania brył obrotowych na tokarkach i

szlifierkach do produkcji jednostkowej i małoseryjnej. Otrzymane wyniki pozwalają przypuszczać, że system ten będzie mógł być wykorzystywany w praktyce projektowej, a także przy sporządzaniu kalkulacji czasów jednostkowych technologii warsztatowej dla produkcji jednostkowej i małoseryjnej.

Wykorzystując możliwość podziału całego zagadnienia projektowania technologicznego na określone podproblemy oraz kojarząc klasy części z grupami obrabiarek o odpowiednich charakterystykach technologicznych otrzymano szereg obszarów cząstkowych stanowiących osobne problemy projektowe. Pozwala to na podział prac na etapy, dzięki czemu można osiągnąć efekty cząstkowe możliwe do praktycznego wykorzystania przed opracowaniem całego systemu.

#### LITERATURA

- [1] CWIETKOW W.D.: System automatyzacji projektowania procesów technologicznych. PWN, Warszawa 1978.
- [2] FELD M.: Projektowanie procesów technologicznych typowych części maszyn. WNT, Warszawa 1971.
- [3] HÄNSEL H.: Podstawy rachunku błędów. WNT, Warszawa 1968.
- [4] KORBERGER Z.: Technologia budowy maszyn. WNT, Warszawa 1965.
- [5] KUNSTETTER S.: Narzędzia skrawające do metali. WNT, Warszawa 1970.
- [6] Normatywy obróbki skrawaniem. Wydawnictwo WEMA, Warszawa 1973-1980.
- [7] Dórodek Konsultacji i Opiniowania Technologii Zjednoczenia PONAR przy PONAR-BIPRON "Technologiczne klasyfikacje stanowisk roboczych obróbki skrawaniem metali". Wydawnictwo SIMP-ZORPOT, Warszawa 1976.
- [8] POŁOŻY G.N. - (red.): Metody przybliżonych obliczeń. WNT, Warszawa 1966.
- [9] PUFF T.: Technologia budowy maszyn. Wydawnictwo PW, Warszawa 1971.
- [10] SIKORA J.: Optymalizacja procesów obróbki skrawaniem z zastosowaniem maszyn cyfrowych. WNT, Warszawa 1978.
- [11] TYMOWSKI J.: Technologia budowy maszyn. PWN, Warszawa 1966.
- [12] WĄS A., IZDEBSKI R., KOPCZYŃSKI L.: Automatyzacja projektowania procesów technologicznych w przemyśle maszynowym. WNT, Warszawa 1971.
- [13] WOŁK R.: Normowanie czasu pracy na obrabiarkach do obróbki skrawaniem. WNT, Warszawa 1972.
- [14] WOŁK R.: Podstawy normowania w przemyśle maszynowym. WNT, Warszawa 1966.

Recenzent: Doc. dr inż. Wojciech TARNOWSKI

Wpłynęło do Redakcji 15.05.1982 r.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ  
РЕЗАНИЕМ

Р е з ю м е

В работе рассматривается проблема автоматической системы проектирования процессов обработки резанием.

Кроме этого работа представляет метод определения деталей и их времени обработки.

COMPUTER SYSTEM SUPPORTED DESIGN OF MACHINING  
PROCESSES

S u m m a r y

This report concerns the computer system supporting the design of machining processes. Among others this work contains the original method of description of the products and the concept of assessment of the parts processing time.