

Antoni Świć

Politechnika Lubelska

**SPECYFIKA PROJEKTOWANIA MARSZRUT TECHNOLOGICZNYCH OBRÓBKI PRZEDMIOTÓW
KLASY KORPUS W ELASTYCZNYCH SYSTEMACH PRODUKCYJNYCH**

Streszczenie. W artykule przedstawiono nowy sposób projektowania marszrut technologicznych oraz grupowania przedmiotów w elastycznych systemach produkcyjnych umożliwiający, między innymi, optymalizację przebiegu obrabiarek systemu. Wstępne obliczenia potwierdziły jego wysoką efektywność.

Elastyczne systemy produkcyjne (ESP) przeznaczone są w zasadzie do obróbki seryjnej (małoseryjnej) i jednostkowej. Dla tego typu produkcji, jak wiadomo, szeroko stosowane są zasady technologii grupowej. Nie można ich jednak mechanicznie przenosić na obróbkę przedmiotów w ESP (należy uwzględnić specyfikę tych systemów). W metodach tych rozpatruje się tylko proces technologiczny, na uboczu pozostają natomiast problemy organizacji, planowania i sterowania produkcją, które w warunkach produkcji małoseryjnej i jednostkowej są niezwykle złożone i jest oczywiste, iż nie mogą być rozwiązane tylko w wyniku zastosowania grupowej technologii i grupowego oprzyrządowania. Następną wadą tych metod należy upatrywać w tym, że opracowując przedmiot kompleksowy i grupując wokół niego konstrukcyjnie podobne przedmioty, a także wykonując grupowe oprzyrządowanie, nie uwzględnia się marszrut technologicznych przedmiotów włączonych do grupy - przedmioty wchodzące w grupę na danej operacji i obrabiane w grupowym przyrządzie przechodzą następnie obróbkę według innych marszrut lub oczekują na formowanie nowych grup. Powoduje to znaczne zwiększenie produkcji w toku oraz wydłużenie cykli wykonania przedmiotów, co jest niedopuszczalne przy obróbce w elastycznych systemach produkcyjnych.

Marszrut technologiczne obróbki przedmiotów w ESP należy projektować tak, aby wyeliminować powyższe wady, dlatego też grupowanie przedmiotów powinno być dokonywane w oparciu o inne kryteria. Przy ich opracowywaniu uwzględnione zostały, między innymi cechy opisane w "Jednolitym Klasyfikatorze Konstrukcyjno - Technologicznym Przedmiotów Produkcji" [2]. Formowanie grup przedmiotów dokonuje się w oparciu o założenie, że zakwalifikowane do danej grupy przedmioty powinny charakteryzować się taką samą marszrutą technologiczną, to znaczy, iż powinny być obrabiane na takich samych (wzajemnie zamiennych) obrabiarkach. Zakłada się, że dwie obrabiarki są takie same (wzajemnie zamienne), jeżeli są tego samego typu i jednakowo uzbrojone - mają identyczne możliwości technologiczne.

Grupowanie przedmiotów przeprowadzane jest zarówno w oparciu o kryteria konstrukcyjne, jak i technologiczne:

- cechy kształtu przedmiotu (typ kształtu, rodzaj kształtu, odmiana kształtu),
- wymiary gabarytowe przedmiotu (długość, wysokość, szerokość),
- materiał, z którego wykonana jest surówka,
- sposób otrzymania surówki (rodzaj, odmiana),
- dokładność (wymiarów, kształtów, wzajemnego położenia powierzchni, powierzchni),
- chropowatość,
- obróbka cieplna i ciepłno-chemiczna,
- postać materiału wyjściowego,
- wielkość produkcji rocznej i ilość sztuk przedmiotów w partii,
- masa przedmiotu.

Tak zgrupowane przedmioty są konstrukcyjnie i technologicznie podobne. Jest więc możliwa obróbka całej grupy według jednej marszruty technologicznej: zmniejsza się czas uzbrojenia obrabiarek przeznaczonych do ich obróbki i niekiedy będzie możliwa obróbka na obrabiarence kilku przedmiotów bez konieczności jej przezbierania.

Opracowany algorytm i program komputerowy umożliwia (w oparciu o powyższe kryteria) dokonanie podziału, wytypowanych do obróbki w elastycznym systemie produkcyjnym, przedmiotów na grupy charakteryzujące się jednakowymi marszrutami i podobieństwem technologicznym. W każdej tak powstałej grupie również należy uporządkować przedmioty według podobieństwa technologicznego, to znaczy, przejście (na danej obrabiarence) do obróbki następnego przedmiotu, należącego do innej partii, powinno charakteryzować się możliwie minimalnym czasem jej przezbierania - dla każdej innej kolejności obróbki czas ten powinien być dłuższy. Takie uporządkowanie przedmiotów w wielu przypadkach umożliwi obróbkę kilku partii bez konieczności przezbierania obrabiarki. Uwarunkowane jest to ilością narzędzi potrzebnych do obróbki poszczególnych przedmiotów, czasem skrawania narzędzia przy obróbce przedmiotu i partii oraz pojemnością magazynu narzędziowego. Uporządkowanie przedmiotów może zostać naruszone tylko w przypadku zaistnienia pilnej produkcyjnej konieczności wykonania innych przedmiotów.

Przy formowaniu marszrut przedmiotów wychodzimy z założenia maksymalnie możliwej koncentracji przejść na obrabiarence (na tym etapie nie analizujemy jeszcze możliwości ich realizacji, ograniczonej pojemnością magazynu narzędziowego) [1]. Zgodnie z tą zasadą przyjmuje się, że przedmiot będzie przekazywany na inną obrabiarkę w przypadku konieczności zmiany jego zamocowania uwarunkowanej technologią jego wykonania. Liczba zamocowań przedmiotu określa więc ilość potrzebnych do jego obróbki obrabiarek, a więc i ogólną marszrutę technologiczną.

Przeprowadzona w Kombinacie Przemysłowym Huta Stalowa Wola i Fabryce

Obrabiarek "Mechanicy" w Pruszkowie analiza wykazała, że do obróbki przedmiotu klasy korpus wystarczają jedna-dwie obrabiarki typu centrum obróbkowe.

Każdemu zamocowaniu przedmiotu (ZP) przyporządkowuje się odpowiednią obrabiarkę (O). Z każdej grupy przedmiotów (GP) wybieramy zamocowania przedmiotów, które mogą być realizowane na takiej samej obrabiarence - otrzymujemy grupę przedmiotów zamocowań (GPZP) i przyporządkowujemy jej obrabiarkę (w dalszym ciągu nie analizujemy uzbrojenia obrabiarki, lecz tylko jej typ) -rys.1. Najczęściej będą dwie takie grupy (w ogólnym przypadku może być ich więcej). Powstałe grupy przedmiotów zamocowań porządkuje się w taki sam sposób jak i przedmioty w grupie (uporządkowanie każdej grupy przedmiotów zamocowań przyporządkowanych obrabiarence powinno być także dokonane według zasady podobieństwa technologicznego). Umożliwi to maksymalne wykorzystanie narzędzi nawet w przypadku przejścia na obróbkę przedmiotów należących do innej grupy.

Grupę przedmiotów zamocowań możemy scharakteryzować następującymi parametrami:

- m (ilość partii przedmiotów zamocowań),
- t_{c_1} (cykl obróbki zamocowania przedmiotu),
- K_1 (wielkość partii ZP).

Cykl obróbki partii ZP na obrabiarence jest więc równy:

$$t_{c_1} = t_{obp_1} + t_{p_1} \quad (1)$$

gdzie: t_{obp_1} - czas obróbki (według programu) przedmiotu na obrabiarence,
 t_{p_1} - czas załadunku (wyładunku) i zamocowania (odmocowania) przedmiotu.

Czas obróbki (według programu) zbioru przedmiotów GPZP przyporządkowanych obrabiarence:

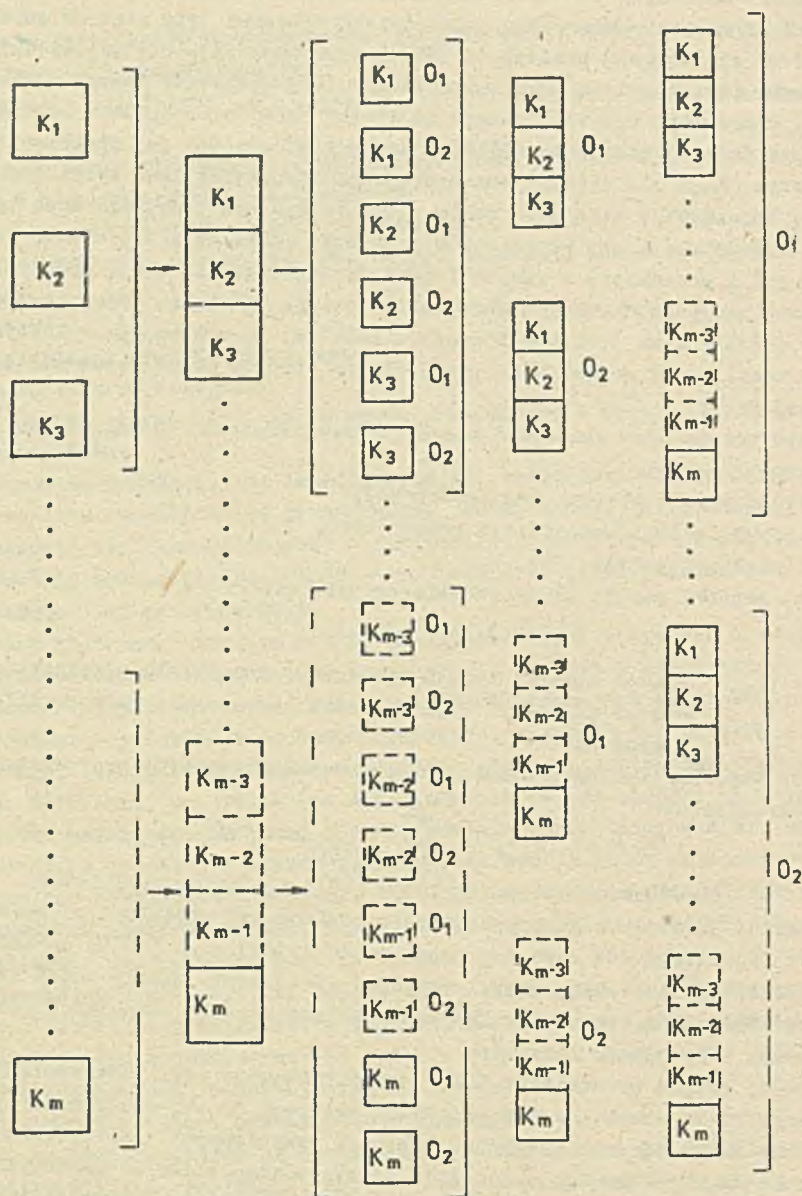
$$T_o = \sum_{i=1}^m t_{c_1} K_1 = \sum_{i=1}^m (t_{obp_1} + t_{p_1}) K_1 \quad (2)$$

gdzie: m - ilość zamocowań przedmiotów (ZP) w grupie przedmiotów.

Każda z powstałych grup przedmiotów powinna być obrobiona w określonym czasie (analizuje się roczny program produkcyjny) - na jednej obrabiarence nie będzie możliwe osiągnięcie wymaganej wydajności. Należy zatem określić liczbę zamiennych obrabiarek, które umożliwią obróbkę wszystkich przedmiotów grupy w wymaganym terminie.

Każdej grupie przedmiotów GPZP przyporządkowuje się grupę zamiennych obrabiarek, to znaczy, każdy przedmiot należący do tej grupy może być obrobiony na dowolnej z zamiennych obrabiarek przypisanych analizowanej grupie przedmiotów. Dla każdego przedmiotu powstaje więc zbiór wariantowych marszrut technologicznych (rys.2)Przez pojęcie marszrut technologicznej będziemy rozumieć uporządkowaną kolejność obrabiarek, na których jest on obrabiany [3] .

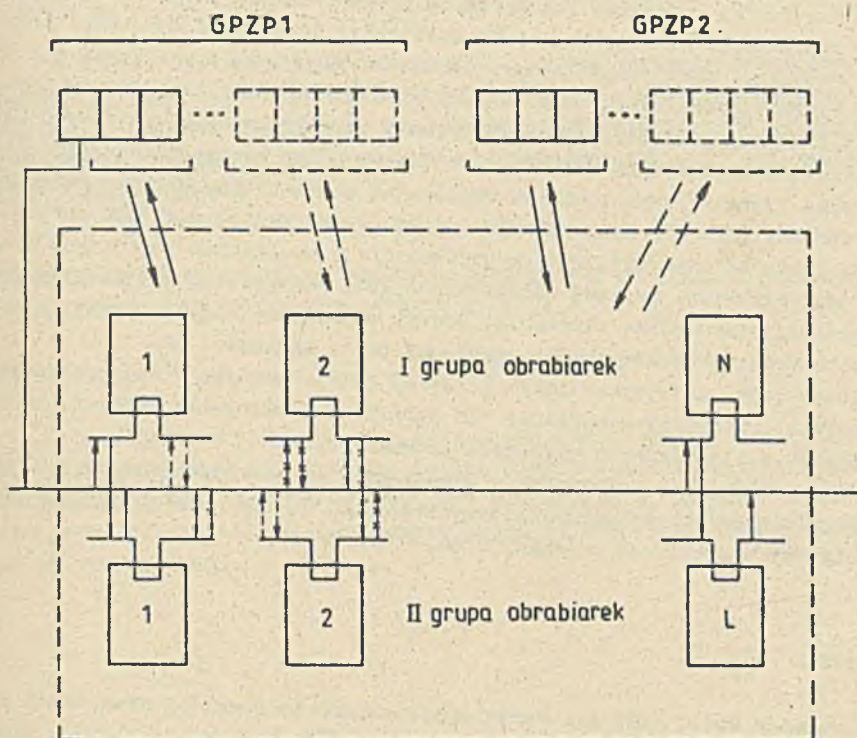
$$h_{n_1} = \langle o_{n_1}^1, o_{n_1}^2, \dots, o_{n_1}^j, \dots, o_{n_1}^J \rangle \quad (3)$$



Rys. 1. Schemat grupowania przedmiotów oraz określania minimalnej liczby obrabiarek

Fig. 1. The diagram of classifying workpieces and stating the minimal number of machine tools

gdzie: h_{n_1} - marszruta obróbki n_1 -tego przedmiotu,
 $OK_{n_1}^I$ - J-ta obrabiarka w marszrucie obróbki n_1 -tego przedmiotu.



Rys.2. Schemat możliwych marszrut technologicznych

Fig.2. The diagram of the possible technological routes

Po zakończeniu obróbki na obrabiarence pierwszej grupy przedmiot powinien być, w miarę możliwości bezzwłocznie, przetransportowany na obrabiarkę należącą do następnej grupy. Takie sterowanie przepływem przedmiotów pozwala maksymalnie skrócić cykl wykonania przedmiotu oraz zapasy produkcji w toku. Żeby przedmiot mógł być przekazany na obrabiarkę następnej grupy, musi być ona dla niego dostępna, to znaczy, jej uzbrojenie powinno umożliwiać obróbkę przedmiotu. Należy więc analizować nie tylko uzbrojenie obrabiarek grupy, ale i synchronizować uzbrojenie grup zamiennych obrabiarek. Opracowany sposób grupowania przedmiotów i określania ich marszrut technologicznych umożliwia również optymalizację przeobrażania obrabiarek elastycznego systemu produkcyjnego przy obróbce analizowanego zbioru przedmiotów. Jak wiadomo, jest to jedna z podstawowych dróg zwiększania efektywności eksploatacji elastycznych systemów produkcyjnych. Z danych literaturowych wynika, że przestoje ESP przy przeobrażaniu wynoszą w granicach 20-30% [4].

Marszruta technologiczna jest podstawą do opracowania dokładnej technologii obróbki przedmiotu. W celu opracowania takiej technologii można posłużyć się jednym z języków lub systemów automatycznego programowania obrabiarek sterowanych numerycznie (przy założeniu, że w skład ESP takie obrabiarki wchodzi). Taki język lub system trzeba odpowiednio adaptować dla potrzeb obróbki przedmiotów w ESP. Należy więc dokonać analizy języków (systemów) i w pierwszej kolejności wyodrębnić te, które można zastosować dla projektowania technologii obróbki przedmiotów klasy korpus na centrach obróbkowych. Wybrany język powinien umożliwiać automatyczne otrzymywanie programu obróbki (dla ESP konwersacyjne formy języka wydają się mało przydatne). Powinna także istnieć możliwość korzystania z zewnętrznych baz danych i łatwość jego rozbudowy poprzez dołączanie nowych modułów, na przykład: modułu optymalizacji parametrów skrawania, modułu obliczania charakterystyk czasowych procesu (potrzebnych dla symulacji pracy systemu); itp. Oczywiście jest, że wybrany język (system) będzie wymagać wielu prac dostosowawczych i rozbudowy niezbędnej dla potrzeb projektowania procesów obróbki przedmiotów w elastycznych systemach produkcyjnych.

Wstępne obliczenia potwierdzają wysoką efektywność opracowanego sposobu projektowania marszrut technologicznych obróbki przedmiotów klasy korpus w elastycznych systemach produkcyjnych.

LITERATURA

- [1] Mitrofanov W.G., Świó A.: Upravljenje avtomatizirivanog stanocnog sistema za obrabotu korpusnih detalija. Miedzvuzovskij sbornik naučnih trudov pod redakcijom N.M. Sultan-Zade: Sistemy upravlenija stankami i avtomatizieskije linii. VZMI, Moskva 1983.
- [2] Praca zbiorowa: Jednolity klasyfikator konstrukcyjno-technologiczny przedmiotów produkcji. Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa 1977.
- [3] Świó A.: Technologiczne aspekty eksploatacji elastycznych systemów produkcyjnych. Artykuł na konferencję naukową nt.: Technologiczne i organizacyjne warunki wzrostu efektywności produkcji w przedsiębiorstwie przemysłowym. Lublin 1986.
- [4] Vasiliev V.N.: Organizacija, upravlenie i ekonomika gibkogo integririvanogo proizvodstva v maszynostrojenii. Maszynostrojenje, Moskva 1986.

Recenzent: Prof. dr inż. H. Kowalowski

Wpłynęło do Redakcji do 1988-04-30.

СПЕЦИФИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ ОБРАБОТКИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ В ГИБКИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Резюме

В статье представлен новый способ проектирования технологических маршрутов а также группирования деталей в гибких автоматизированных производствах, характеризующихся возможностью оптимизации переналадок станков системы. Предварительные расчёты подтверждают высокую эффективность разработанного способа.

THE SPECIFICITY OF DESIGN OF TECHNOLOGICAL ROUTES OF WORKING BODY-CLASS OBJECTS IN THE FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEMS

Summary

The present paper shows a new method for design of the technological routes and classifying workpieces in the Flexible Manufacturing Systems, which among others, enables the optimal adaptation of machine tools in this system possible. The preliminary calculations state high effectiveness of this method.