

Stanisław Araszekiewicz  
Jerzy Bardyszewski

OBK "KOPROTECH"-Warszawa

## ELASTYCZNE SYSTEMY PRODUKCYJNE NA PRZYKŁADZIE TECHNOLOGII OBRÓBKI CZĘŚCI KORPUSOWYCH

Streszczenie. W referacie przedstawiono ogólną problematykę ESP w technologiach ubytkowych ze szczególnym uwzględnieniem opracowanych w OBK "KOPROTECH" konfiguracji podstawowych. Dokonano szacunkowej oceny przydatności dostępnych urządzeń i podzespołów z punktu widzenia wymagań systemów produkcyjnych. Poruszono zagadnienia planowania i kierowania produkcją ESP.

### 1. Wstęp

Elastyczny system produkcyjny /ESP/ to obiekt, który umożliwia wytwarzanie grupy technologicznie podobnych przedmiotów w procesie organizowanym i zarządzanym przez centralną jednostkę komputerową. W obszarze elastycznej automatyzacji mieści się całość przedsięwzięć organizacyjno-technicznych prowadzących do wzrostu wydajności produkcji, jakości oraz poprawy warunków pracy. Przedsiębiorstwa przemysłowe, działające w warunkach reformy gospodarczej i ostrej konkurencji na rynkach światowych, są pod naciskiem wielu czynników rynkowych wymuszających postęp techniczny, wśród których główne to:

- presja cen,
- wymaganie wielości typów wyrobów,
- wymaganie elastycznego reagowania na zapotrzebowanie rynku,
- prowadzenie produkcji w krótkich seriach,
- rosnące wymagania jakościowe.

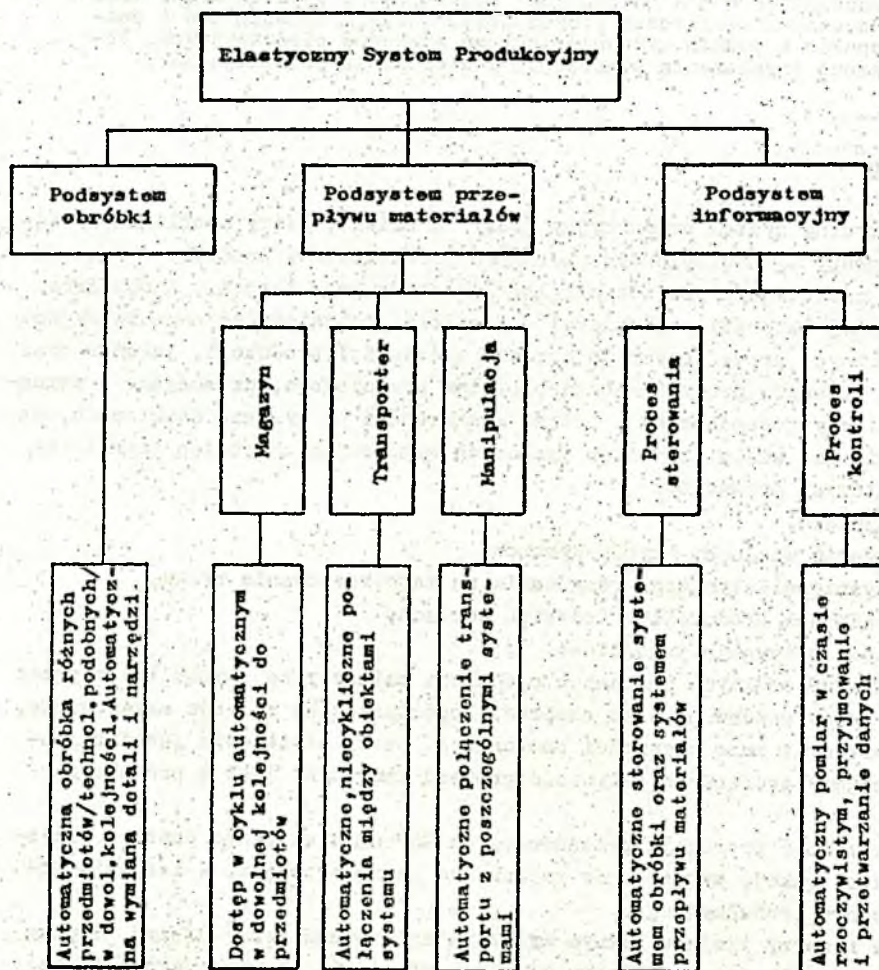
W konwencjonalnych procesach produkcji małoseryjnej wyrób tylko przez ok. 5% czasu poddawany jest obróbce. Pozostały czas zajmuje składowanie, transport oraz inne czynności pomocnicze. Łatwo stwierdzić jak duży kapitał mogący podnieść efektywność procesu zamrożony jest w produkcji w toku.

Efektywność produkcji prowadzonej na ESP może wzrosnąć poprzez racjonalną konstrukcję wyrobu oraz racjonalne zaprojektowanie i zorganizowanie procesu produkcyjnego.

Duże rezerwy tkwią w pełnym wykorzystaniu czasu pracy maszyn. Błędem jest zakładanie, że podstawowe efekty z wdrożenia elastycznego systemu

produkcji uzyskamy poprzez zmniejszenie zatrudnienia. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że koszty osobowe maleją liniowo wraz ze zmniejszeniem się zatrudnienia, natomiast nakłady na automatyzację /eliminację zatrudnienia/ rosną wykładniczo. Istnieje też przy danym poziomie rozwoju technicznego stan zatrudnienia, którego zmniejszenie jest nieopłacalne. Podstawowym kierunkiem pozwalającym na zmniejszenie zatrudnienia jest wdrażanie nowej organizacji, oszczędzającej nakłady pracy ludzkiej w procesie wytwarzania.

Elastyczny system produkcyjny, jako obiekt złożony z wielu funkcjonalnych podsystemów, można przedstawić w postaci schematu. Ukazuje on wzajemne wewnętrzne powiązania poszczególnych podsystemów.





Elastyczne systemy produkcyjne, jako współczesna forma organizacji wytwarzania, rozwijają się w sposób bardzo dynamiczny. W krajach wysoko-uzprzemysłowionych wdrażanych jest w każdym roku wiele podobnych obiektów, z których nie wszystkie odpowiadają w całości definicji ESP. Wynika to z realizacji konkretnych potrzeb przyszłego użytkownika. Budowane są w dwóch grupach, dla przedmiotów obrotowych oraz dla przedmiotów pryzmatycznych /typu korpus/.

Tabela 1 przedstawia ilość wdrożonych elastycznych systemów produkcyjnych, systemów wyposażonych w niezbędne podsystemy gwarantujące pracę ze zmniejszoną obsługą.

Tabela 1

Kraj wdrożenia	Rodzaj przedmiotów obrabianych	
	przedmioty obrotowe	przedmioty typu korpus
Republika Federalna Niemiec	4	13
Europa zachodnia /bez RFN/	5	12
Japonia	9	24
USA	2	17
RAZEM:	20	66

Z analizy wdrożeń wynika, że preferowane są przedmioty typu korpus. Związane jest to z dostępnością obrabiarek przygotowanych do wbudowania w ESP.

Bardzo interesująca jest analiza konfiguracji wdrożonych elastycznych systemów produkcyjnych.

Wdrożone ESP w zależności od ilości użytych do ich budowy obrabiarek przedstawia tabela 2.

Efektywność wdrożenia elastycznego systemu produkcyjnego można wyrazić różnicą efektu produkcyjnego /wartość produkcji/ i nakładów poniesionych na jego uzyskanie. Efekt produkcyjny to stopień realizacji celów, które zostały postawione przed systemem. Cele te można przedstawić w dwóch grupach:

1. Efekty wymierne
2. Efekty niewymierne.

Tabela 2

Ilość ESP	Ilość maszyn użytych do budowy ESP						Średnio
	2+5	6+10	11+15	16+25	26+30	31+35	
Republika Federalna Niemiec	5	5	2	-	1	1	10
Europa zachodnia /bez RFN/	7	8	1	1	-	-	6
Japonia	18	8	4	2	-	-	7
USA	2	10	4	-	-	1	11
RAZEM:	32	31	11	3	1	2	-

W grupie efektów wymiernych podstawowym celem jest:

- obniżenie kosztów produkcji,
- stabilizacja jakości produkcji,
- elastyczność produkcji, wzrost konkurencyjności wyrobu,
- wzrost produkcji w zależności od wielkości przedsiębiorstwa od 30% do 300%,
- wzrost współczynnika wykorzystania obrabiarek.

W grupie efektów niewymiernych celem jest:

- wzrost atrakcyjności stanowiska pracy w ESP,
- automatyzacja prac ciężkich,
- humanizacja pracy,
- przewartościowanie nakładów na infrastrukturę socjalną.

W oparciu o ww efekty można przeprowadzić analizę opłacalności zastosowania ESP u przyszłego użytkownika. Prowadzenie jej jednak na etapie opracowania koncepcji jest trudne, gdyż wnioski postawione będą miały charakter teoretyczny. ESP to nowa organizacja wytwarzania i na etapie wstępnym niemożliwe jest oszacowanie lub wyliczenie spodziewanych efektów.

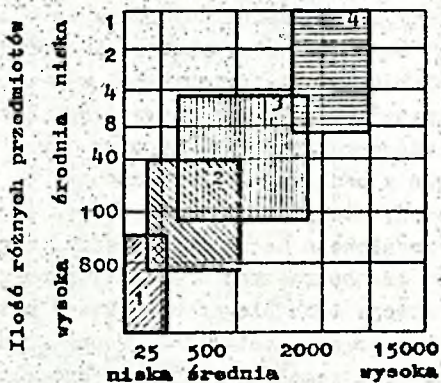
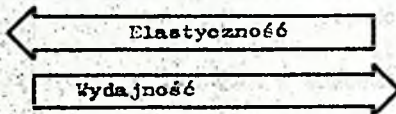
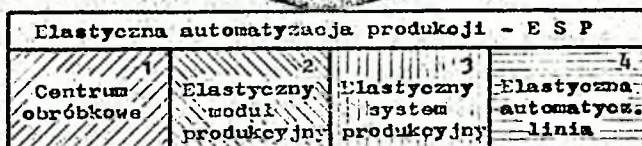
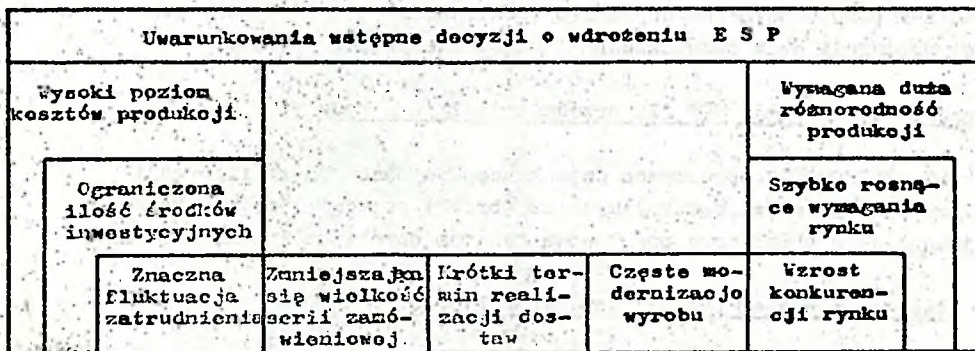
Wiele przedsiębiorstw przed podjęciem decyzji o zainstalowaniu ESP kładzie głównie nacisk na takie czynniki, jak:

- możliwość elastycznego reagowania procesu produkcyjnego na wymagania rynku,
- gotowość do szybkiej realizacji dostaw,
- wzrost jakości produkcji.

W tym wypadku dokonywany jest wybór sposobu zrealizowania uwarunkowań



techniczno-rynkowych, wpływających na proces produkcji. Uwarunkowania te oraz ich powiązania z organizacją produkcji zostały przedstawione na poniższym schemacie.



Produkcja roczna każdego z przedmiotów obrabianych

Schemat pokazuje, dla jakiej wielkości produkcji opłacalne jest stosowanie elastycznych systemów produkcyjnych. Analizując uwarunkowania przedstawione na schemacie nie należy przecenić efektów wynikających ze zmniejszenia zatrudnienia. Jak wspomniano, nie decydują one o wdrożeniu ESP.

Czynnikiem podstawowym decydującym o efektywności wdrożenia ESP jest wzrost produkcji oraz podwyższenie i stabilizacja jej jakości.

## 2. Bazowe konfiguracje ESP dla przedmiotów typu korpus

W OBK "KOPROTECH" opracowano dwie koncepcje bazowych konfiguracji elastycznych systemów produkcyjnych do obróbki przedmiotów typu korpus, przyjmując jako obrabiarkę podstawową centrum obróbkowe typ HP5 lub HP4.

### 2.1. Elastyczny system produkcyjny typ ESP1-630

Koncepcja bazowego elastycznego systemu produkcyjnego typu ESP1-630 opracowana została w oparciu o zmodernizowane centra obróbkowe typ HP5, produkowane przez Fabrykę Obrabiarek "Mechanicy" w Pruszkowie oraz zespoły i moduły specjalne zaprojektowane dla systemu.

Konfiguracja systemu została pokazana na rys.1.

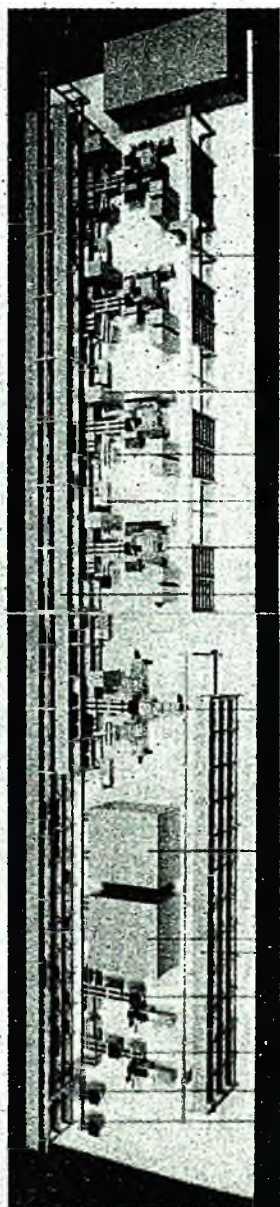
Zmodernizowane centrum obróbkowe typ HP5 wraz z obrotowym zmieniaczem palet, stanowiskiem do mechanicznego czyszczenia palet, stanowiskiem dla kontroli międzyoperacyjnej, stanowiskiem odkładczym stanowi moduł obróbkowy, którego praca organizowana i zarządzana jest przez układ sterowania centrum.

W podobny sposób zbudowany został moduł obróbkowy na bazie centrum wielowrzecionowego, którego zadaniem jest wykonywanie operacji wiercenia i gwintowania otworów o tolerancji rozstawienia osi w granicach  $\pm 0,1$  mm.

W przedstawionej konfiguracji elastyczny system produkcyjny składa się z 4 modułów obróbkowych zbudowanych na bazie centrum typ HP5, jednego modułu obróbkowego zbudowanego z centrum wielowrzecionowego, stacji mycia i stabilizacji temperaturowej, stacji kontroli ostatecznej, stanowiska załadowczo-rozładowczego, regałowego magazynu narzędzi, magazynu palet obróbkowych, magazynu palet transportowych oraz pomieszczenia dyspozytora. Moduły obróbkowe oraz stacje technologiczne systemu ustawione zostały liniowo, a wzdłuż nich zabudowany został dwustronny magazyn palet obróbkowych wraz z transporterem regałowym do odkładania lub pobierania palet z magazynu, ewentualnie do odkładania ich na stanowisko odkładcze modułu obróbkowego. Za modułami obróbkowymi ustawiony został regałowy magazyn narzędzi z manipulatorem. Stanowi on uzupełnienie magazynu narzędzi zabudowanego na centrum typ HP5.



ELASTYCZNY SYSTEM PRODUKCYJNY ESP1-630



- 1. Stacja ładowania i rozładunku
- 2. Stacja obróbki
- 3. Stacja montażowa
- 4. Stacja kontrolna
- 5. Stacja magazynowa
- 6. Stacja pakowania
- 7. Stacja transportowa
- 8. Stacja czyszczenia
- 9. Stacja konserwacji
- 10. Stacja naprawy
- 11. Stacja diagnostyki
- 12. Stacja pomiarowa
- 13. Stacja regulacji
- 14. Stacja sterowania
- 15. Stacja zasilania
- 16. Stacja wentylacji
- 17. Stacja ogrzewania
- 18. Stacja chłodzenia
- 19. Stacja wentylacji mechanicznej
- 20. Stacja wentylacji elektrycznej
- 21. Stacja wentylacji hydraulicznej
- 22. Stacja wentylacji pneumatycznej
- 23. Stacja wentylacji termicznej
- 24. Stacja wentylacji chemicznej
- 25. Stacja wentylacji biologicznej

Rys. 1

Obok systemu w wolnej przestrzeni hali ustawiony został magazyn regałowy palet transportowych. Zgromadzone w nim zostaną przedmioty przeznaczone do obróbki. Magazyn ten może zostać również wykorzystany jako miejsce składowania przyrządów i pomocy technologicznych.

Magazyn posiada własny manipulator /układarkę/, służyący do podania na stanowisko odkładcze właściwej palety z przedmiotami. Paleta wraz z detalami ze stanowiska odkładczego magazynu podawana jest specjalnym transporterem rolkowym zabudowanym w podłodze na stację załadowczo-rozładowczą. Stacja ta składa się z czterech stanowisk. Dwa z nich wyposażone zostały w ręczne manipulatory pomiarowe, terminale do komunikowania się pracownika z jednostką zarządzającą systemem, obrotowe zmieniacze palet oraz stanowiska odkładcze. Pozostałe to stoły odkładcze z możliwością ruchu obrotowego dla ułatwienia manipulacji przedmiotem. Pomędzy modułami obróbkowymi, a stacją załadowczo-rozładowczą ustawione zostały dwie stacje technologiczne.

Stacja kontroli ostatecznej wraz z maszyną pomiarową umieszczona zostanie w specjalnym pomieszczeniu. Przed stacją ustawione zostanie stanowisko odkładcze, na które transporter magazynu palet obróbkowych odkłada paletę z przedmiotem przeznaczonym do kontroli. Stacja posiada własny układ transportu, który umożliwia wprowadzenie palety z przedmiotem i ponowne jej przekazanie na stanowisko odkładcze. Stacja jest częścią podsystemu kontroli-diagnostyki.

Obok stacji pomiarowej ustawiona jest stacja mycia, stabilizacji temperaturowej oraz czasowego zabezpieczenia antykorozyjnego przedmiotów i palet obróbkowych. Stacja ta posiada również stanowisko odkładcze, z którego przedmiot wraz z paletą pobierany jest do urządzenia myjącego.

W lewej części systemu ustawione zostało pomieszczenie dyspozytora, w którym zgromadzone zostaną jednostki komputerowe oraz osprzęt peryferyjny podsystemu organizacji i zarządzania przebiegiem procesu produkcyjnego.

## 2.2. Elastyczny system produkcyjny typ ESP-500

Koncepcja innego bazowego elastycznego systemu produkcyjnego ESP2-500 opracowana została w oparciu o zmodernizowane centra obróbkowe typ HP4.

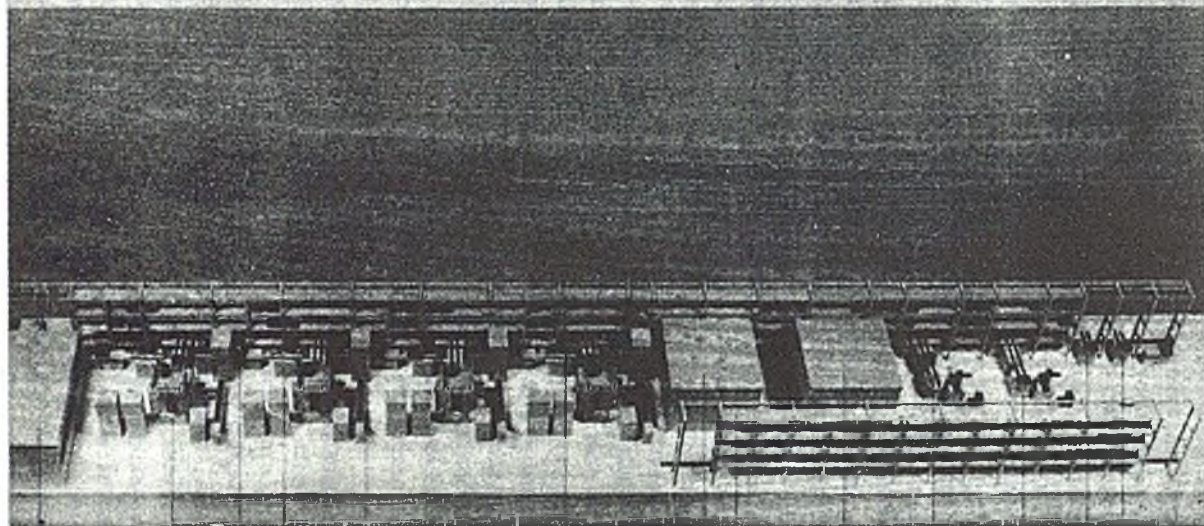
Konfiguracja systemu została pokazana na rys.2.

Centrum obróbkowe typ HP4 wymaga podobnej jak HP5 modernizacji i wyposażenia dla stworzenia modułu obróbkowego.

W przedstawionej konfiguracji elastyczny system produkcyjny składa się z 4 modułów obróbkowych zbudowanych na bazie centrum typ HP4, stacji mycia i stabilizacji temperaturowej, stacji kontroli ostatecznej, stanowiska załadowczo-rozładowczego, magazynu palet obróbkowych, magazynu pa-



## ELASTYCZNY SYSTEM PRODUKCYJNY ESP2-500



dystrybutor

stacja mechanicznego  
czyszczenia palet

stacja kontroli  
ostatecznej

stajnowiska  
załadowniczo-  
rozładownicze

stacja kontroli międzyoperacyjnej

magazyn regalowy palet trans-  
portowych

monitor

stacja wagi i stabilizacji

moduł sterowniczy

magazyn regalowy palet

let transportowych oraz pomieszczenia dyspozytora.

Moduły obróbkowe oraz stacje technologiczne systemu ustawione zostały liniowo. Wzdłuż nich zabudowany został jednostronny magazyn palet obróbkowych z transporterem regałowym. Obok systemu, w wolnej przestrzeni hali ustawiony został magazyn regałowy palet transportowych. Poszczególne moduły oraz stacje systemu ESP2-500 spełniają podobną funkcję jak opisano w rozdziale 21.

### 2.3. Przykładowy przebieg przedmiotu obrabianego przez ESP

Korpus z magazynu zostaje podany na stanowisko załadowczo-rozładowcze. W zależności od wymaganej dokładności zamocowania przedmiotu na palecie obróbkowej użyte zostanie stanowisko 1 lub 2, ewentualnie 3 lub 4. Stanowiska 3 i 4 nie są wyposażone w manipulatory pomiarowe i mocowanie na nich korpusu możliwe jest w specjalnym przyrządzie. Stanowiska te służą głównie do przezbrajania palet obróbkowych lub zdejmowania obrabionego korpusu. Gdy wprowadzany do obróbki przedmiot wymaga precyzyjnego zamocowania na palecie, kierowany jest na stanowisko 1 lub 2. Stanowiska te wyposażone są w terminale, na których po wpisaniu kodu korpusu pracownik uzyskuje wymagane parametry zamocowania przedmiotu. Za pomocą specjalnej wciągarki ustawia korpus na palecie i dokonuje pomiaru dokładności ustawienia. Po stwierdzeniu niewłaściwego położenia korpusu przeprowadza korekcję tak, by wskazania manipulatora pomiarowego były zgodne ze wskazaniami monitora. Ustawiony przedmiot jest gotowy do wprowadzenia w system produkcyjny. Następuje transport palety na stanowiska odkładcze. W dalszej kolejności transporter regałowy przewozi paletę z korpusem do magazynu lub na stanowisko odkładcze modułu obróbkowego.

Decyzję, gdzie paleta ma być przetransportowana, podejmuje podsystem organizacji i zarządzania przebiegiem procesu produkcyjnego. Gdy paleta zostanie ustawiona na stanowisku odkładczym modułu obróbkowego, oznacza to, że moduł został przygotowany do przeprowadzenia obróbki i posiada wymagany zestaw narzędzi, pomocy pomiarowych oraz program obróbki korpusu. Gdy proces ten nie został przeprowadzony, korpus wraz z paletą wędruje do magazynu i tam oczekuje na odpowiednie przezbrojenie modułu.

Przygotowaniem modułów do obróbki korpusu steruje podsystem organizacji i zarządzania. Proces przygotowania modułu polega na uzbrojeniu go w odpowiednie narzędzia. W tym celu manipulator regałowego magazynu narzędzi pobiera zużyte narzędzia z magazynu centrum, odkłada je do magazynu regałowego, a do magazynu centrum wkłada narzędzia wymagane dla planowanej obróbki. Manipulator może dokonywać wymiany narzędzi podczas pracy modułu, a potrzebne narzędzia pobierać z magazynu regałowego lub z magazynu innego centrum obróbkowego.



Podobnie przebiega proces przekazania do modułu programu sterującego obróbką. Podczas pracy modułu podsystem organizacji i zarządzania przeprowadza analizę stanu programów przechowywanych w pamięci układu sterowania modułu i w zależności od potrzeb przeprowadza korektę jednego z programów lub dokonuje wymiany programu, który w najbliższym czasie nie jest przewidziany do eksploatacji.

Moduł obróbkowy wyposażony zostanie w dwie sondy kontrolne, jedna zamocowana w magazynie narzędzi - sonda pomiarowa, druga na powierzchni stałej obrabiarki - sonda narzędziowa. Zadaniem sondy "pomiarowej" będzie dokonanie pomiaru przedmiotu po dokonaniu zabiegu technologicznego, natomiast sonda "narzędziowa" służyć będzie do kontroli stanu narzędzi.

W przypadku obróbki korpusu na module centrum wielowrzecionowego przebrojenie polega na przygotowaniu do pracy odpowiedniej skrzynki wielowrzecionowej.

Po przeprowadzonej obróbce paleta z korpusem przemieszcza się na stanowisko czyszczenia mechanicznego z wiórów, a następnie na stanowisko kontroli międzyoperacyjnej. Na stanowisku tym pracownik wezwany sygnałem świetlnym, za pomocą specjalnych sprawdzianów, przeprowadza kontrolę wymiarów korpusu. Po kontroli wynik lub decyzję przekazuje poprzez stanowisko z terminalem do jednostki nadrzędnej. Paleta z korpusem przemieszcza się na stanowisko odkładcze i oczekuje na transporter regałowy.

Decyzję o miejscu składowania palety podejmuje podsystem organizacji i zarządzania. W przypadku, gdy wymagana jest kontrola ostateczna korpusu, paleta przewieziona zostanie na stanowisko mycia, a następnie na stanowisko kontroli ostatecznej. W dalszej kolejności paleta transportowana jest do magazynu lub na stację załadowczo-rozładowczą.

### 3. Dostępna baza obrabiarkowa i stan techniki w pozostałych elementach

#### ESP

Podstawą budowy elastycznych systemów produkcyjnych są obrabiarkowe moduły technologiczne o wysokim stopniu automatyzacji i elastyczności. Moduły takie nie są aktualnie w kraju produkowane. Brak jest obrabiarek o wysokim stopniu elastyczności i automatyzacji, jak również maszyn i urządzeń dla podsystemów o wysokim poziomie techniki. Do budowy ESP z obrabiarek krajowych najodpowiedniejsze jest centrum obróbkowe HP, produkowane na licencji japońskiej firmy Mitsui Seiki przez Fabrykę Obrabiarek "Mechanicy" w Pruszkowie. Centrum to jest budowane w dwu podstawowych odmianach jako HP4 i HP5, a ponadto posiada szereg odmian uzyskiwanych przez różne wyposażenie. Pomimo stosunkowo wysokiego poziomu technicznego centrum obróbkowe HP nie posiada szeregu urządzeń, które pozwoliłyby na jego bezpośrednie zastosowanie w ESP jako modułu technologicznego o wysokim

stopniu automatyzacji i elastyczności.

Z brakujących urządzeń należy wymienić między innymi:

- układ narzędziowy "otwarty" - pozwalający na włączenie do podsystemu narzędziowego ESP,
- układ paletowy "otwarty" - pozwalający na włączenie do podsystemu transportu i składowania /zmiennic palet, stanowiska odkładcze itp./,
- urządzenie do czyszczenia palet z wiórów,
- stanowisko do kontroli międzyoperacyjnej i sondy pomiarowe na centrum,
- rozbudowany układ diagnostyki pozwalający na kontrolę i sterowanie procesem technologicznym w oparciu o systemy czujnikowe, pomiaru mocy, momentu, siły osiowej, kontroli złamania narzędzi, pomiaru średnicy narzędzia, korekcji średnicy narzędzia itp.,
- układ sterowania dostosowany do pracy w systemach elastycznych.

W skład ESP wchodzi poza obrabiarkowymi modułami technologicznymi szeregi podsystemów. W tym zakresie stan techniki w kraju jest różny dla różnych elementów. Jednak w każdym przypadku wymaga podjęcia prac w cyklu B+R+W.

#### 4. Wymagania w poziomie sterowania ESP

Znane rozwiązania elastycznych systemów produkcyjnych posiadają organizację realizowaną w trzech poziomach:

- poziom planowania /komputer centralny/,
- poziom kierowania produkcją /komputer organizacyjny - dyspozytorski/,
- poziom sterowania.

W dwóch pierwszych poziomach zwykle pracują duże jednostki komputerowe, realizujące swoje zadania w oparciu o polecenia zewnętrzne /zakładowe, wydziałowe/.

W poziomie sterowania występują sterowniki obrabiarek, urządzeń technologicznych, robotów i jednostek pomiarowych dostosowane do pracy w systemach. Powiązanie tych trzech poziomów jest realizowane różnie, od tradycyjnych sprzężeń hierarchicznych aż po sieci komputerowe ze zmiennym priorytetem. Jest to uzależnione od stopnia złożoności systemu oraz poziomu dostępnych rozwiązań sprzętowych i programowych.

Używane obecnie układy w poziomie sterowania można najogólniej rozpatrywać w dwóch grupach:

- układy CNC /sterowania numeryczne/,
- układy PC /programowalne układy logiczne/.

W zakresie obrabiarek sterowanych numerycznie, przewidzianych do pracy w elastycznych systemach produkcyjnych, układy sterowania CNC muszą zabezpieczyć niezbędne wymagania techniczne obejmujące m.in.:

- obsługę rozbudowanego magazynu narzędziowego /do 200 sztuk/,



- kompleksową obsługę palet /wg przyjętej konfiguracji/,
- rozszerzoną diagnostykę w zakresie autodiagnostyki i monitoryzacji stanu narzędzi,
- możliwość zastosowania dodatkowych osi numerycznych /np. narzędziowych/,
- możliwość współpracy z jednostką nadrzędną /DNC/.

W zasadniczy sposób poprawia parametry eksploatacyjne układu CNC obszerny bank programów technologicznych, czy też możliwość wprowadzenia programów technologicznych podczas pracy obrabiarki.

Programowalne układy logiczne PC zabezpieczają sekwencyjne sterowanie wykonawcze urządzeń technologicznych typu wyjmie, transporter, magazyn wysokiego składowania palet czy obrabiarki zadaniowe pracujące w systemach. Dla ESP ważne jest, aby układy PC posiadały możliwość współpracy z jednostką nadrzędną, prawdziwie modułową budowę oraz dopracowaną systematykę w zakresie oprogramowania /rodzina sterowników PC/.

Zarówno w zakresie układów CNC, jak i PC aktualnie produkowany krajowy sprzęt nie spełnia stawianych przez systemy wymagań.

##### 5. Kierowanie produkcją i planowanie - rola wyższych poziomów organizacyjnych

Centralnym węzłem informacyjnym w elastycznym systemie produkcyjnym jest podsystem organizacji i zarządzania wytwarzaniem w ESP. Podsystem ten integruje i przetwarza informacje napływające z otoczenia z informacjami bezpośrednio oddziaływanymi na obiekt sterowania, jakim jest ESP.

Praca elastycznego systemu produkcyjnego zależna jest i związana w sposób bezpośredni z przepływem informacji wewnątrz systemu, jak również między nim i jego otoczeniem. Dla ciągłej nieprzerwanej pracy ESP szczególnie istotna jest łączność informacyjna z otoczeniem zewnętrznym systemu, które to powinno mu zabezpieczyć w sensie fizycznym:

- dopływ przedmiotów do obróbki,
- dopływ narzędzi skrawających,
- dopływ elementów ustawczo-mocujących i przedmiotów pomiarowych,
- odbiór przedmiotów po obróbce oraz pozostałych elementów związanych z ich obróbką

oraz informacji z zakresu:

- procesu technologicznego łącznie z dokumentacją,
- planowania produkcji w różnych przedziałach czasowych,
- sprawozdawczości z pracy ESP.

Danymi wejściowymi dla podsystemu organizacji i zarządzania są dane otrzymane od otoczenia ESP. Dane te zostaną uzyskane z:

- podsystemu technologicznego przygotowania produkcji,
- podsystemu planowania produkcji.

Oprócz danych wejściowych podsystem organizacji i zarządzania powinien przed rozpoczęciem przetwarzania znać stan produkcji w toku w ESP.

Ze względu na mnogość zadań do wykonania przetwarzanie w podsystemie organizacji i zarządzania będzie realizowane na dwóch poziomach.

Poziom strategiczny realizowany będzie na komputerze centralnym. Zostanie stworzony tu moduł ESP, który za pomocą programów symulujących będzie poddawany obciążeniu planowaną produkcją. Symulacja pracy będzie uwzględniać różne stany pracy ESP, m.in.:

- spokojnej pracy,
- awarii poszczególnych modułów technologicznych,
- uruchomienia nowej produkcji,
- zmiany profilu produkcji.

Na podstawie prac symulacyjnych podejmowana będzie próba szukania optymalnego wariantu obróbki. Efektem ostatecznym pracy tego poziomu będzie opracowanie:

- szczegółowego, zoptymalizowanego programu dziennego /zmianowego/ pracy ESP w postaci harmonogramu zadań,
- opracowanie dziennych zadań operacyjnych dla poszczególnych modułów obróbkowych wraz z wykazem kompletów narzędzi zespolonych,
- opracowanie zadań dziennych dla pozostałych modułów ESP.

Jednocześnie na poziomie strategicznym rejestrowany będzie dzienny przebieg pracy ESP oraz opracowane będą odpowiednie materiały sprawozdawcze. Również na poziomie tym będą opracowane miesięczne i dekadowe plany produkcji ESP wraz z określeniem terminowego zapotrzebowania na narzędzia, elementy ustawczo-mocujące i przedmioty do obróbki.

Drugi poziom taktyczny zajmować się będzie bezpośrednim sterowaniem centrami obróbkowymi, stacjami załadowczo-rozładowczymi, wyjmnią, kontrolą ostateczną i urządzeniami transportowymi. Jednocześnie, na poziomie tym będzie stale śledzony ruch palet oraz ich składowanie w magazynach lub na stanowiskach odkładczych. Bardzo istotną funkcją tego poziomu będzie tworzenie okresowych programów sterujących pracą centrów obróbkowych i ich dystrybucja do układów sterowania oraz współpraca z podsystemem narzędziowym. Poziom ten inicjuje wszelkie zadania w ESP wg harmonogramu otrzymanego z poziomu strategicznego oraz rejestruje wszelkie zmiany aktualizując harmonogram.

Na poziomie taktycznym istnieje możliwość sterowania przebiegiem pracy ESP w reżimie półautomatycznym przez dyspozytora. Możliwość ta będzie wykorzystywana głównie w przypadku awarii /np. komputera centralnego/ w celu kontynuowania produkcji.

Podsystem organizacji i zarządzania, aby wypełnić swe zadania, oparty



będzie na komputerach połączonych w sieć.

Komputer centralny będzie organizował i nadzorował pracę dwóch komputerów bezpośredniego sterowania /DNC, dyspozytorskiego/.

Komputer DNC będzie zajmował się tematyką związaną z programami sterującymi, a komputer dyspozytorski z pracą modułów i urządzeń technologicznych.

## 6. Wnioski

Podjęcie prac dla zaprojektowania dwóch bazowych systemów produkcyjnych typ ESP1-630 i ESP2-500 pozwoli przygotować dwie wielkości centrum obróbkowego typ HP do pracy w ESP. Wykonana zostanie modernizacja maszyn oraz zwiększenie stopnia ich automatyzacji.

CEK "KOPROTECH" podjął koordynację rozwoju ESP w przekonaniu, że elastyczna automatyzacja jest realną drogą do unowocześnienia gospodarki przez:

- aktywizację czasowych i technicznych rezerw mocy produkcyjnych,
- wzrost elastyczności i wydajności produkcji,
- szybkie reagowanie na zmieniające się wymagania rynku,
- poprawę efektywności produkcji przez automatyczną rejestrację i interpretację danych ruchowych,
- zmniejszenie powierzchni produkcyjnej przez wyeliminowanie składów pośrednich.

## LITERATURA

- [1] Wrotny L.T., Horodecki J.: Współczesne obrabiarki skrawające do metali w świetle Europejskiej Wystawy Obrabiarek 5.EMO. Mechanik 1984, 3.
- [2] Materiał seminaryjny firmy VOEST-ALPINE.
- [3] Araszkiewicz St., Bardyszewski J.: Zrobotyzowane gniazda produkcyjne budowane w oparciu o tokarki sterowane numerycznie. Referaty i komunikaty z konferencji na temat: "Tendencje rozwoju tokarek sterowanych numerycznie". Wydawnictwa SIMP 1984.
- [4] Araszkiewicz St., Bardyszewski J., Frydrychewicz W., Michnowski A., Sporzyński J., Dobrzelecki M.: Bazowy elastyczny system produkcyjny typ ESP1-630 i ESP2-500 - Koncepcja techniczna. Opracowanie CEK "KOPROTECH".

Recenzent: Prof.dr inż. Henryk Kowalowski

Wpłynęło do Redakcji do 1986.04.30

## ГИБКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

### Р е з ю м е

В докладе представлена общая проблематика гибких производственных систем ( ГПС ) для технологии обработки резанием, а особенно были приняты во внимание основные конфигурации , разработанные ОБК " КОПРОТЕХ". Выполнена предварительная оценка пригодности доступных устройств и подузлов , точки зрения требований производственных систем. Затронут вопрос планирования и управления производством в ГПС.

## FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM FOR MACHINING OF PRISMATIC COMPONENTS

### S u m m a r y

This publication presents general questions concerning application of Flexible Manufacturing System in machining process engineering. In particular, it comprises basic configurations worked out in Machine-tools Design Research Center "KOPROTECH". Available equipment and sub-assemblies have been estimated from their utilization for manufacturing systems point of view. Special attention has been paid to planning and controlling of the production process.