

Feliks Bator, Jan Kościński, Wiesław Pecke
Politechnika Białostocka

WYBRANE ASPEKTY PROBLEMU STEROWANIA DYSPOZYTORSKIEGO ZESPOŁEM OBRABIAREK

Streszczenie. W referacie przedstawiono niektóre aspekty problemu sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek. W szczególności zwrócono uwagę na matematyczne sformułowanie problemu maksymalizacji stopnia wykorzystania mocy produkcyjnej OSN, co w konsekwencji prowadzi do minimalizacji globalnego wskaźnika strat. Sformułowano zadania minikomputerowego systemu sterowania dyspozytorskiego oraz omówiono jego konfigurację.

1. Wprowadzenie

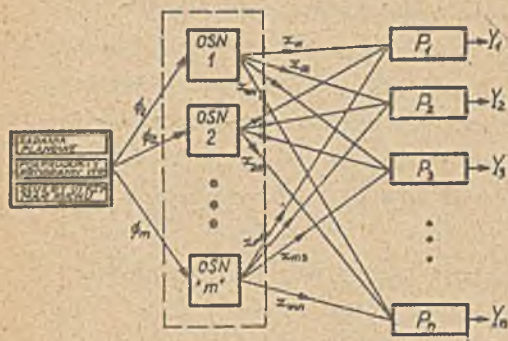
Problematyka sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek omawiana była dotychczas w kilku pracach [1-7]. Matematyczne ujęcie problemu syntezy systemu przedstawiono w [1,2,7], natomiast charakterystykę zadań minikomputerowego systemu sterowania dyspozytorskiego można znaleźć w pracach [3,4,5]. Struktura oprogramowania użytkowego, zagadnienia organizacji pamięci i komunikacji z systemem prezentowane są w [4-7]. Szczegółowy opis konfiguracji hardware'u zawierają prace [4,5].

W niniejszym referacie przedstawiony został zmodyfikowany problem syntezy minikomputerowego systemu sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek, bazując na rezultatach uzyskanych w pracach [1,2,7], oraz omówiono niektóre zagadnienia związane z jego techniczną realizacją. Przez obiekt sterowania dyspozytorskiego rozumiemy tu grupę "m" obrabiarek sterowanych numerycznie oraz zespół "N" służb utrzymania ruchu, które odpowiedzialne są za właściwe i pełne wykorzystanie istniejącej mocy produkcyjnej obrabiarek.

2. Optymalizacja wykorzystania mocy produkcyjnej parku obrabiarek sterowanych numerycznie

2.1. Postawienie problemu

Ważny pod uwagę grupę "m" obrabiarek sterowanych numerycznie OSN oraz "N" służb utrzymania ruchu. Przyjmijmy, że obrabiarki mogą produkować "n" różnych typów detali (rys. 1). Przez M_j oznaczmy j -tą obrabiarkę, natomiast przez Y_j łączną, ilościową produkcję detali typu P_j , ($j = 1, 2, \dots, n$). Ponadto przez x_{ij} , ($i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$), oznaczmy łączną liczbę deta-



Rys. 1. Schemat blokowy obiektu sterowania dyspozytorackiego.

li typu P_j wykonanych na i -tej OSN w okresie zmiany $[0, T_{ZM}]$. Niech \tilde{x}_{1j} , $\forall i, j$ oznacza produkcję "dobrą", natomiast różnica $(x_{1j} - \tilde{x}_{1j})$ niech oznacza liczbę braków typu P_j powstałych na maszynie M_i w powyższym okresie czasu. Jeżeli przez \tilde{Y}_j oznaczyć łączną produkcję "dobrą" elementów typu P_j wszystkich OSN w okresie $[0, T_{ZM}]$, wówczas można zapisać:

$$P_j: Y_j = \sum_{i=1}^m x_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$\tilde{Y}_j = \sum_{i=1}^m \tilde{x}_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$E_j = \sum_{i=1}^m (x_{ij} - \tilde{x}_{ij}), \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

gdzie E_j oznacza łączną liczbę braków typu P_j .

Należy sformułować zadania minikomputerowego systemu sterowania dyspozytorackiego, który umożliwi maksymalizację stopnia wykorzystania istniejącej mocy produkcyjnej obrabiarek. W tym celu zdefiniujemy globalny wskaźnik strat F w następujący sposób:

$$F = a_1 F_1 + a_2 F_2 + a_3 F_3 + a_4 F_4 \quad (4)$$

gdzie a_i , ($i = 1, \dots, 4$) pełnią funkcję współczynników wagowych w globalnym wskaźniku strat o których zakłada się

$$a_i \geq 0, \quad a_i = \text{const.}, \quad i = 1, \dots, 4. \quad (5)$$

Składową F_1 wskaźnika kosztów po jej modyfikacji w porównaniu do [1,7] definiujemy wzorem

$$F_1 = F_1(X, X^*) \triangleq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n [c_{1j} x_{ij} + k_1 \min(1, x_{ij})] + \\ - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n [c_{1j} x_{ij}^* + k_1 \min(1, x_{ij}^*)] \quad [zł] \quad (6)$$

gdzie k_1 oznacza koszt każdorazowego przedstawienia i -tej OSN (zadany) i w złotówkach. Ponadto wprowadzono tu następujące oznaczenia

$$X \triangleq \{x_{ij} \mid i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\} \quad (7)$$

$$C \triangleq \{c_{1j} \mid i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\} \quad (8)$$

Nieujemne współczynniki c_{1j} oznaczają łączne koszty jednostkowe wytwarzania

elementów typu P_j na obrabiarkę M_1 (w zł/1 element). Zakłada się, że dla danego zespołu "m" obrabiarek macierz C jest zadana. Pierwsza składowa sumy występującej po prawej stronie we wzorze (6) oznacza rzeczywiste koszty związane z wykonaniem w okresie $[0, T_{ZM}]$ nałożonych zadań b z uwzględnieniem strat ponoszonych w związku z przestawianiem obrabiarek przy zmianie serii obrabianych elementów. Składowa druga reprezentuje minimalny koszt realizacji zadań planowych b , co uzyskuje się przy optymalnym ich rozdziale na poszczególne maszyny (X^*).

Składowa P_2 wskaźnika kosztów reprezentuje łączny czas strat własnych ponoszonych w każdym okresie $[0, T_{ZM}]$ i może być wyrażona wzorem [7]:

$$P_2 = P_2^{(1)} \hat{=} l_2 \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^N \left(\min(d_k^{(i)}, t_{PRi}) + \xi_k^{(i)} \sum_{j=1}^k \frac{LA_k^{(i)}}{j} b_{kj}^{(i)} + \sum_{j=1}^k \frac{LA_k^{(i)}}{j} \min(t_{DRj}^{(i)}, t_{DPk}^{(i)}) + \min(t_{Ok}^{(i)}, t_{OPk}^{(i)}) + \sum_{j=1}^{LS_1} \min(t_{Skj}^{(i)}, t_{SPk}^{(i)}) \right) \quad [zł] \quad (9)$$

w którym przyjęto następujące oznaczenia:

l_2 - jednostkowe straty własne wyrażone w zł/(1 godz. czasu strat własnych) i są zadane dla całego parku OSN;

$d_k^{(i)}$ - łączny czas remontów i-tej OSN przeprowadzonych przez k-tą służbę utrzymania ruchu w okresie $[0, T_{ZM}]$;

t_{PRi} - planowy czas remontu i-tej OSN w okresie $[0, T_{ZM}]$;

$\xi_k^{(i)}$ - współczynnik proporcjonalności zdefiniowany następująco:

$$\xi_k^{(i)} = \begin{cases} 1 & \text{gdy } LA_k^{(i)} > 0 \\ 0 & \text{gdy } LA_k^{(i)} = 0 \end{cases} \quad \forall (i, k) \text{ w okresie } [0, T_{ZM}]; \quad (10)$$

$LA_k^{(i)}$ - liczba zaistniałych awarii i-tej OSN usuwanych przez k-tą służbę w okresie $[0, T_{ZM}]$;

$h_{kj}^{(i)}$ - czas usuwania j-tej awarii i-tej OSN w okresie $[0, T_{ZM}]$ przez k-tą służbę;

$t_{DRj}^{(i)}$ - rzeczywisty czas postoju i-tej OSN w oczekiwaniu na zgłoszenie się k-tej służby utrzymania ruchu licząc od chwili jej wezwania przez system;

$t_{DPk}^{(i)}$ - maksymalny, dopuszczalny czas postoju i-tej OSN w oczekiwaniu na zgłoszenie się na stanowisku obróbczym k-tej służby licząc od chwili jej wezwania;

$T_{Ok}^{(i)}$ - rzeczywisty czas podstawowych strat własnych ponoszonych przez k-tą służbę utrzymania ruchu w związku z obsługą OSN w okresie $[0, T_{ZM}]$;

$T_{OPk}^{(i)}$ - planowy, dopuszczalny czas podstawowych strat własnych ($T_{Ok}^{(i)}$);

LS_1 - liczba różnych serii elementów obrabianych na i-tej OSN w okresie $[0, T_{ZM}]$;

$T_{Skj}^{(1)}$ - rzeczywisty czas przygotowania i-tej OSN przez k-tą służbę utrzymania ruchu do podjęcia obróbki j-tej serii elementów;

$T_{SPk}^{(1)}$ - dopuszczalny czas przewidziany na przestawienie i-tej OSN przez k-tą służbę do podjęcia obróbki nowej serii elementów.

A - jest zbiorem zdefiniowanym następująco:

$$A \triangleq \{ (d_k^{(1)}, LA_k^{(1)}, t_{DRj}^{(1)}, T_{Ok}^{(1)}, T_{Skj}^{(1)}, IS_1, h_{kj}^{(1)}, \delta_k^{(1)}) \mid i = 1, \dots, m; \\ j = 1, \dots, n; k = 1, \dots, N \} \quad (11)$$

gdzie

$$\delta_k^{(1)} \triangleq T_{ZM} - P_k^{(1)}, \quad \forall i, k \quad (12)$$

przy oznaczeniach: $P_k^{(1)}$ - rzeczywisty czas obecności na i-tym stanowisku pracownika k-tej służby przydzielonego do stałej obsługi OSN (dot. tylko operatora OSN).

Składowa F_3 globalnego wskaźnika kosztów F (4) oznacza łączny czas strat organizacyjnych powstałych w okresie $[0, T_{ZM}]$ i wyrażonych dla całego parku OSN wzorem (w zł.) [7]:

$$F_3 = F_3(A) = l_3 \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^N \left\{ \max(0, d_k^{(1)} - t_{PRi}) + \sum_{j=1}^n \frac{LAK^{(1)}}{j-1} \max(0, t_{DRj}^{(1)} - t_{DPk}^{(1)}) + \right. \\ \left. + \max(0, T_{Ok}^{(1)} - T_{OPk}^{(1)}) + \sum_{j=1}^n \frac{IS_1}{j-1} \max(0, T_{Skj}^{(1)} - T_{SPk}^{(1)}) + \delta_k^{(1)} \right\} [\text{zł}] \quad (13)$$

Współczynnik l_3 oznacza jednostkowe straty organizacyjne wyrażone w zł/(1 godz. czasu strat organizacyjnych) i jest zadany dla całego parku OSN.

Składowa F_4 ujmuje straty wyrażone w złotówkach powstałe na skutek produkcji zbrakowanej, co można ująć wzorem [7]:

$$F_4 = F_4(X, \tilde{X}) \triangleq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_{0j} (x_{ij} - \tilde{x}_{ij}) [\text{zł}] \quad (14)$$

gdzie l_{0j} , ($j = 1, 2, \dots, n$) oznacza cenę jednostkową detalu z serii P_j w zł/1 element; $\tilde{X} = \{ \tilde{x}_{ij} \mid i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \}$ - tzw. produkcja "dobra" za okres $[0, T_{ZM}]$.

Ze wzorów (6, 9, 13-14) wynika, że globalny wskaźnik strat dany wzorem (4) można zapisać w postaci

$$F(X^*, X, \tilde{X}, A) = a_1 F_1(X^*, X) + a_2 F_2(A) + a_3 F_3(A) + a_4 F_4(X, \tilde{X}) \quad (15)$$

przy czym $F_i(\cdot)$, ($i = 1, \dots, 4$) wyrażone są w złotówkach.

Problem: Należy sformułować zadania i strukturę minikomputerowego systemu sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek, który umożliwi maksymalizację stopnia wykorzystania mocy produkcyjnej parku OSN co jest równoważne minimalizacji globalnego wskaźnika strat F w każdym okresie czasu $[0, T_{ZM}]$.

W celu rozwiązania postawionego wyżej problemu dokonajmy obecnie szerszej analizy globalnego wskaźnika strat F .

2.2. Rozwiązanie problemu sterowania dyspozytorskiego

Aby składowa F_1 wskaźnika strat (15) osiągała minimum za okres $[0, T_{ZM}]$ potrzeba i wystarcza, aby wszystkie zadania planowe \underline{h} rozdzielone zostały w sposób optymalny X^* oraz aby zadania X przydzielone do realizacji w okresie $[0, T_{ZM}]$ były równe X^* , tzn. $X = X^*$. Optymalny rozdział X^* planowych zadań \underline{h} na poszczególne maszyny jest rozwiązaniem następującego zadania optymalizacji statycznej:

Znaleźć taką macierz X^* , która minimalizuje wskaźnik jakości $Q(X)$ zdefiniowany

$$Q(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [c_{ij} x_{ij} + k_i \min(1, x_{ij})] \quad (16)$$

przy ograniczeniach równościowych

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (17)$$

i nierównościowych

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} \leq t_{di} - \tau_i \sum_{j=1}^n \min(1, x_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (18)$$

gdzie $x_{ij} \geq 0$, $\forall i, j$, przy dodatkowych oznaczeniach: t_{ij} - jednostkowy czas obróbki j -tego detalu na i -tej OSN; τ_i - średni planowy czas przedstawienia i -tej OSN na produkcję innych detali niż produkowane dotychczas.

Łatwo zauważyć, że jeżeli przydzielone zadania X do realizacji w okresie $[0, T_{ZM}]$ są optymalne w sensie (16-18), czyli spełniony jest warunek

$$Q(X^*) \leq Q(X), \quad \forall X \text{ i } X^* \text{ spełniających ograniczenia (17) i (18)} \quad (19)$$

oraz zadania te zostaną całkowicie wykonane w tym okresie, wówczas pociąga to za sobą zerowanie się nieujemnej składowej F_1 wskaźnika strat (15).

Wniosek 1. Przed rozpoczęciem każdej zmiany należy w trybie wsadowym wyznaczyć optymalny rozdział X^* zadań planowych \underline{h} dla poszczególnych OSN przez rozwiązanie problemu optymalizacji statycznej (16-18).

Wniosek 2. Aby składowa F_1 wskaźnika kosztów osiągała minimum równe zero w okresie $[0, T_{ZM}]$ należy wypełni zrealizować zadania X , które są równe

$$X = X^* \quad \text{w } [0, T_{ZM}] \quad (20)$$

Przeprowadźmy obecnie analizę składowej F_4 globalnego wskaźnika strat F (14). Łatwo zauważyć, że wskaźnik F_4 spełnia relację

$$F_4(X, \tilde{X}) \geq 0 \quad (21)$$

ponieważ produkcja "dobra" \tilde{X} w okresie $[0, T_{ZM}]$ nigdy nie przekracza rzeczywistej łącznej produkcji X całego parku OSN ($\tilde{X} \leq X$). Zauważamy z kolei, że minimum wskaźnika $F_4(X, \tilde{X})$ (wzór 14) równe zero jest osiągane wtedy i tylko wtedy, jeżeli rzeczywista produkcja "dobra" liczona za cały okres $[0, T_{ZM}]$ jest równa łącznej produkcji X całego parku obrabiarek, tzn, gdy

$$\tilde{X} = X \quad (22)$$

Warunek (22) jest równoważny zerowej liczbie braków za cały okres $[0, T_{ZM}]$.

Wniosek 3. Aby składowa F_4 globalnego wskaźnika strat osiągała minimum za okres $[0, T_{ZM}]$ należy w całym okresie realizacji zadań X dążyć do minimalizacji liczby braków, co w decydującym stopniu zależy od jakości pracy wszystkich służb utrzymania ruchu.

Wniosek 4. Jeżeli produkcja "dobra" \tilde{X} za okres $[0, T_{ZM}]$ jest równa optymalnym zadaniom produkcyjnym X^* przydzielonym na ten okres, tzn.

$$\tilde{X} = X^* \text{ za okres } [0, T_{ZM}] \quad (23)$$

wówczas zachodzi równość

$$a_1 F_1(X^*, X^*) = a_4 F_4(X^*, \tilde{X}) = 0 \quad (24)$$

Wniosek 5. Składowe F_1 oraz F_4 globalnego wskaźnika strat za okres danej zmiany mogą być obliczone po jej zakończeniu.

Analiza składowych F_2 oraz F_3 globalnego wskaźnika strat F pozwala na sformułowanie zasadniczych funkcji systemu sterowania dyspozytorskiego zespołem OSN. Uwzględniając następującą własność funkcji $f(\alpha)$ przy dowolnej stałej $c_0 > 0$:

$$f(\alpha) = \begin{cases} u_1 \cdot \min(\alpha, c_0) + u_2 \cdot \max(0, \alpha - c_0) = \\ = \begin{cases} u_1 \alpha, & \text{gdy } \alpha \leq c_0 \\ u_2 \alpha + (u_1 - u_2) c_0, & \text{gdy } \alpha > c_0 \end{cases} \end{cases} \quad (25)$$

oraz zapisując łączne straty własne i organizacyjne w postaci

$$\begin{aligned} a_2 F_2(A) + a_3 F_3(A) = & \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n \{ [a_2^0 \cdot \min(d_k^{(i)}, t_{PRi}) + a_3^0 \cdot \max(0, d_k^{(i)} - t_{PRi})] + \\ & + [a_2^0 \cdot \min(T_{Ok}^{(i)}, T_{OPk}^{(i)}) + a_3^0 \cdot \max(0, T_{Ok}^{(i)} - T_{OPk}^{(i)}) + \\ & + \sum_{j=1}^{LA_k^{(i)}} [a_2^0 \cdot \min(t_{DRj}^{(i)}, t_{DPk}^{(i)}) + a_3^0 \cdot \max(0, T_{DRj}^{(i)} - t_{DPk}^{(i)})] + \\ & + \sum_{j=1}^{LSi} [a_2^0 \cdot \min(T_{Skj}^{(i)}, T_{SPk}^{(i)}) + a_3^0 \cdot \max(0, T_{Skj}^{(i)} - T_{SPk}^{(i)})] + \\ & + [a_2^0 \cdot \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^{LA_k^{(i)}} h_{kj}^{(i)}] + [a_3^0 \cdot \gamma_k^{(i)}] \} \end{aligned} \quad (26)$$

gdzie $a_k^0 = a_k l_k$, ($k = 2, 3$), możemy wysunąć następujące wnioski:

Wniosek 6. Łączne straty własne i organizacyjne wyrażone wzorem (26) są przedziałami liniowymi funkcjami elementów macierzy A oraz spełniona jest nierówność

$$a_2 F_2(A) + a_3 F_3(A) \geq 0 \quad (27)$$

dla każdego A o nieujemnych elementach.

Wniosek 7. Warunkiem koniecznym i wystarczającym na to, aby łączne straty własne i organizacyjne osiągały minimum w dowolnym okresie $[0, T]$, gdzie $T \in (0, T_{ZM}]$ jest, aby macierz A była minimalna tzn. wszystkie jej elementy winny osiągać swój kres dolny. Ponadto zachodzi relacja

$$a_2 F_2(A) + a_3 F_3(A) = 0 \iff A = 0 \quad (28)$$

Wniosek 8. Minimalizacja elementów macierzy A powinna być prowadzona na bieżąco podczas trwania każdej zmiany $[0, T_{ZM}]$. Wszystkie podejmowane w tym czasie decyzje przez służby utrzymania ruchu będziemy uważać za optymalne, jeżeli ich właściwa realizacja prowadzi do minimalizacji poszczególnych elementów macierzy A , tzn. jeżeli:

- całkowity czas remontów planowych każdej OSN w okresie $[0, T_{ZM}]$, jeżeli był planowany to powinien być możliwie najkrótszy przy równoczesnym poprawnym wykonaniu wszystkich przewidzianych prac;
- rzeczywisty czas strat podstawowych powstających przy stałej obsłudze obrabiarek w okresie $[0, T_{ZM}]$ winien być minimalny;
- remonty, konserwacja i obsługa obrabiarek winny być tak prowadzone przez służby utrzymania ruchu, aby ilość awarii OSN powstałych w okresie $[0, T_{ZM}]$ była minimalna;
- rzeczywisty czas usuwania każdej awarii obrabiarek powinien być skracany do minimum pod warunkiem, że każda z uszkodzonych OSN zostanie przywrócona do całkowitej sprawności;
- rozdział zadań planowych \underline{p} na poszczególne obrabiarki powinien być tak prowadzony, aby minimalizować łączną ilość zmian serii elementów obrabianych w okresie $[0, T_{ZM}]$. Warunek ten jest spełniony, jeżeli $X = X^*$, gdzie X^* jest optymalnym rozdziałem zadań planowych wyznaczonym przed rozpoczęciem danej zmiany przez rozwiązanie problemu (16-18);
- należy dążyć do minimalizacji czasu każdego przestawiania obrabiarek z produkcji typu P_i na P_j , $\forall i, j = 1, 2, \dots, n; i \neq j$;
- wszystkie służby utrzymania ruchu wzywane do obrabiarek celem usunięcia przyczyn zakłóceń powinny natychmiast zgłaszać się na wskazanych stanowiskach obróbczych i niezwłocznie przystępować do pracy (min $t_{IRi}^{(i)}$, $\forall i, j$);
- wszyscy operatorzy obrabiarek powinni wykonywać powierzone im zadanie w zakresie obróbki mechanicznej podczas całej zmiany $[0, T_{ZM}]$.

W oparciu o sformułowane wyżej wnioski można spracyzować zadania mini-komputerowego systemu sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek;

3. Charakterystyka systemu sterowania dyspozytorskiego zespołem OSN

W ramach charakterystyki opracowanego systemu sterowania dyspozytorskiego parkiem obrabiarek przedstawimy zadania realizowane przez system oraz jego konfigurację, natomiast oprogramowanie systemu prezentowane jest w pracy [6].

Do podstawowych zadań docelowej wersji systemu sterowania dyspozytorskiego obrabiarkami należy zaliczyć:

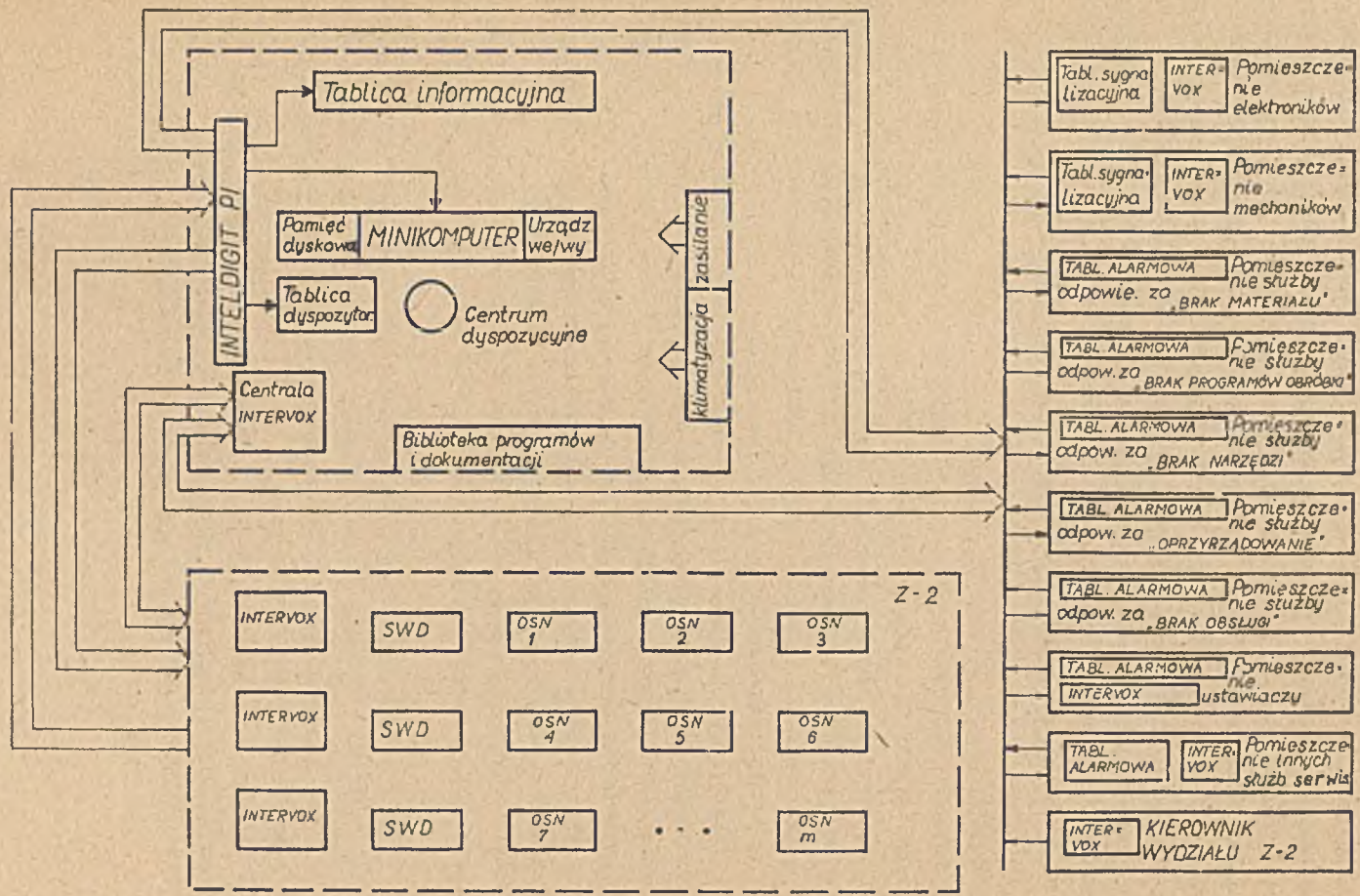
- bieżącą i automatyczną kontrolę stanu ruchowego wszystkich OSN objętych systemem wraz z rejestracją czasów efektywnej obróbki mechanicznej i postojów;
- bieżącą i automatyczną kwalifikację i zliczanie wszystkich postojów OSN w sensie
 - a/ postoje technologiczne - związane z wymianą obrabianych detali,
 - b/ przestoje - rozumiane jako czasy postoju pomniejszone o dopuszczalne czasy postojów;
- automatyczne i jednoznaczne przyporządkowanie przestojów OSN służbom utrzymania ruchu, które odpowiedzialne są za ich powstanie;
- bieżące informowanie dyspozytora o stanie ruchowym OSN (praca, postój, przestój);
- zbieranie informacji o zaistniałych zakłóceniach w procesie obróbki mechanicznej; informacje te wprowadzane są do minikomputera przez służby utrzymania ruchu za pośrednictwem stacyjek ręcznego wprowadzania danych SWD;
- wzywanie na wskazane stanowiska obróbcze odpowiednich służb utrzymania ruchu celem usunięcia zakłóceń w eksploatacji obrabiarek (awarie, brak materiału do obróbki, brak narzędzi, itp.);
- zliczanie czasu jaki upłynął od chwili wezwania danej służby aż do jej zgłoszenia się na wskazanym stanowisku obróbczym;
- informowanie dyspozytora o nie zgłaszaniu się danej służby na wskazanym stanowisku po przekroczeniu dopuszczalnego czasu przewidzianego na ten cel ($t_{DPK}^{(1)}$);
- informowanie dyspozytora o braku obsługi obrabiarek oraz o wszystkich przestojach i zakończonych pracach konserwacyjno-remontowych;
- opracowywanie i generowanie raportów zmianowych charakteryzujących stopień wykorzystania parku obrabiarek w tym okresie oraz podsumowujących czasy interwencji wszystkich służb utrzymania ruchu.

Eksploatacja systemu w okresie każdej zmiany $[0, T_{zm}]$ ma na celu poprawę organizacji pracy wszystkich służb odpowiedzialnych za eksploatację zespołu OSN i ułatwienie pracy operatorom obrabiarek. Równocześnie bieżąca kontrola stanu ruchowego obrabiarek i rejestracja czasów pracy, postojów technologicznych i przestoju winna przyczynić się do zmniejszenia łącznego czasu strat własnych i strat organizacyjnych (składowe F_2 i F_3 globalnego wskaźnika strat), co w konsekwencji powinno doprowadzić do podwyższenia stopnia wykorzystania mocy produkcyjnej parku maszynowego. Brak danych eksperymentalnych uniemożliwia w chwili obecnej przeprowadzenia pełnej oceny stopnia zmniejszenia łącznego czasu strat własnych i strat organizacyjnych. Ocena taka możliwa będzie dopiero po wdrożeniu systemu co przewiduje się w drugiej połowie br.

Uproszczony schemat blokowy konfiguracji systemu sterowania dyspozytorskiego zespołem OSN przedstawia rys. 2. System ten zrealizowany został na krajowym minikomputerze MERA 305 - INTEL DIGIT PI. Sprzęt ten zlokalizowany jest w centrum dyspozycyjnym, gdzie nad całością pracy obrabiarek, służb utrzymania ruchu i samego systemu czuwa dyspozytor. Do jego zadań należy między innymi interweniowanie w sytuacjach nieprawidłowej pracy i obsługi OSN. Każda z obrabiarek połączona jest dwuprzewodowym torem sygnałowym z minikomputerem, co umożliwia automatyczną kontrolę jej stanu ruchowego. Ponadto dla każdej grupy obrabiarek przydzielone są stacje ręcznego wprowadzania danych do minikomputera. Równocześnie w pomieszczeniach służb utrzymania ruchu zlokalizowane zostały świetlne tablice informacyjne, które sterowane są bezpośrednio przez minikomputer. Dzięki temu możliwe jest automatyczne wzywanie odpowiednich służb na stanowiska obróbcze. Przedstawiona na rys. 2 sieć komunikacji fonicznej INTERVOX funkcjonuje niezależnie od pracy systemu i stanowi głównie tor interwencyjny dla dyspozytora.

4. Podsumowanie

Potrzeba opracowania minikomputerowego systemu sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek powstała w związku z trudnościami utrzymania wysokiego stopnia wykorzystania mocy produkcyjnej OSN, co ma zwykle miejsce przy dużej ilości obrabiarek zlokalizowanych na znacznym terenie danego zakładu przemysłowego. Opracowany system zapewnia szybką komunikację między stanowiskami obróbczymi a dyspozytorem i wszystkimi służbami utrzymania ruchu. Ułatwiając pracę operatorom OSN system równocześnie klasyfikuje wszystkie przestoje maszyn i obciąża nimi służby odpowiedzialne za ich powstanie. Równocześnie ewidencjonuje wszystkie czasy strat własnych; dzięki temu możliwe są interwencje dyspozytora w przypadkach, jeśli czasy te osiągną zbyt duże wartości. Pozwala to na podejmowanie optymalnych



Rys. 2. Uproszczony schemat blokowy mikrokomputerowego systemu sterowania dyspozytorskiego zasobem obrabiarek

decyzji sterujących zarówno przez dyspozytora jak i wszystkie służby utrzymania ruchu na bieżąco, podczas trwania każdej zmiany. Szybka eliminacja przestoju i skracanie czasu strat własnych prowadzi do podwyższenia stopnia wykorzystania mocy produkcyjnej całego parku OSN. Opracowane raporty po każdej zmianie pozwalają na przeprowadzenie oceny stopnia wykorzystania obrabiarek oraz jakości pracy służb utrzymania ruchu, jak również na podejmowanie optymalnych decyzji dotyczących problemu eksploatacji OSN.

Przedstawiony system sterowania dyspozytorskiego można z łatwością rozszerzyć na dowolny park maszynowy. Stosowanie takiego systemu dla dowolnej grupy maszyn powinno być ekonomicznie w pełni uzasadnione.

LITERATURA

- [1]. Bator F.: Sterowanie procesem produkcyjnym na przykładzie parku obrabiarek, Materiały VII Krajowej Konferencji Automatyki, tom 2, str. 95-104, Rzeszów 15-17 września 1977
- [2]. Bator U.: Analiza minikomputerowego systemu centralnej rejestracji i przetwarzania danych, Instytut Elektrotechniki Politechniki Rzeszowskiej, Praca dyplomowa Nr 621, Rzeszów 1976
- [3]. Bator F.: Ogólna charakterystyka minikomputerowego systemu centralnej rejestracji i przetwarzania danych dla obrabiarek sterowanych numerycznie, III Krajowy przegląd zastosowań techniki komputerowej w przemyśle maszynowym, Materiały, tom 2, cz. 1, str. 147-154, Poznań 1976
- [4]. Minikomputerowy system sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek, Raport nr 05/77, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 1977
- [5]. Docelowa wersja minikomputerowego systemu sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek, Raport nr 12/77, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 1977
- [6]. Bator F., Kościński J., Pecka W.: Organizacja i struktura oprogramowania systemu sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek, Materiały Ogólnokrajowej Konferencji Automatyzacji Dyskretnych Procesów Przemysłowych, Gliwice 1978
- [7]. Bator F., Kościński J., Pecka W.: Koncepcja i realizacja systemu sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek, Materiały konferencji naukowo-technicznej nt. „Systemy automatyki w zakładzie przemysłowym”, Stalowa Wola 1978

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ СТАНКОВ

Р е з ю м е

В работе представлены избранные вопросы диспетчерского управления группой станков.

Особое внимание обращено на математическую формулировку задачи максимализации степени использования производственной мощности OSM, что в результате ведёт к минимализации общего показателя потерь.

Представлены задачи диспетчерской системы управления с применением электронно вычислительных машин и анализируется её конфигурация.

CHOSEN ASPECTS OF THE DISPATCHER CONTROL OF MACHINE TOOLS GROUP

S u m m a r y

In the paper some aspects of dispatcher control of machine tools groups are presented. The mathematical formulation of maximizing the index of utilization of production capabilities is given, then tasks and configuration of a minicomputer control system are discussed.