

Jacek Duda

Politechnika Śląska

ALGORYTM HARMONOGRAMOWANIA TRANSPORTU WEWNĄTRZYZAKŁADOWEGO.

Streszczenie. Referat dotyczy transportu wewnętrznego w tłoczni blach karoseryjnych. W referacie opisano proces w Tłoczni i przedstawiono jego formalizację w aspekcie zadań transportowych. Podano również koncepcje i schemat blokowy heurystycznego programu harmonogramowania pracy poszczególnych środków transportu.

1. Wstęp.

Zadaniem transportu wewnętrznego w tłoczni jest dowożenie blach - przygotówek do linii pras i odwożenie wytłoczek do magazynu. Ze względu na małą liczbę wózków oraz trudności w kierowaniu ich pracą na bieżąco, transport jest często przyczyną przestoju. Referat przedstawia pewną koncepcję harmonogramowania transportu wewnętrznego w tłoczni. Punktem wyjścia do sterowania transportu jest optymalny harmonogram tłoczni. System optymalnego harmonogramowania tłoczni został opracowany przez Instytut Automatyki Politechniki Śląskiej i jest obecnie wdrażany w PSM Tychy [1], [2].

2. Opis procesu

Proces montażu karoserii podzielić można na następujące procesy składowe:

- rozcinanie arkuszy blach w krajalni,
- tłoczenie blach na prasach,
- spawanie karoserii.

Referat dotyczy transportu wewnętrznego na terenie tłoczni, tzn. dostarczania przygotówek z pola odstawczego krajalni do linii pras i wywożenia wytłoczek do magazynu.

Przygotówkami nazywa się pokrojone arkusze blach, gotowe do tłoczenia, wytłoczkami - elementy karoserii powstałe po wytłoczeniu przygotówek. Proces tłoczenia dla danego typu przygotówki polega na kilkakrotnym wytłaczaniu każdej sztuki blachy, na kolejnych prasach, w linii pras. Przygotówki danego typu mogą być tłoczone na wszystkich lub tylko niektórych pra-

sach danej linii pras; lecz muszą to być prasy sąsiadujące ze sobą. Na jednej linii pras mogą być tłoczone dwa lub więcej asortymentów.

Transport przygotówek i wytłoczek odbywa się w paletach na wózkach widłowych. Przy liniach pras są miejsca, gdzie składane są palety z przygotówkami i wytłoczkami /tzw. magazyny buforowe lub bufory/.

Dopuszczalna liczba palet w jednym buforze wynosi: 2 dla przygotówek i 4 dla wytłoczek.

3. Formalizacja procesu transportu.

Transport odbywa się w paletach, przy czym dla każdego asortymentu liczba sztuk w palecie jest ściśle określona.

Dane są więc wektory paletyzacji przygotówek \underline{A} i wytłoczek \underline{B} :

$$\underline{A} = [a_i] ; \quad \underline{B} = [b_i] ; \quad i = 1 \dots P \quad /1/$$

gdzie: a_i, b_i - liczba sztuk przygotówek /wytłoczek/ w palecie,
 P - liczba rodzajów przygotówek i wytłoczek.

Do transportu używane są wózki widłowe. Ze względu na ograniczenie prędkości, oraz założenie, że jednorazowo wózek przewozi jedną paletę, nie rozważa się różnic we własnościach poszczególnych typów wózków.

Dane są więc wektory czasów transportu: $\underline{\tau}_p$ - wektor czasów transportu przygotówek do linii pras i $\underline{\tau}_w$ - wektor czasów transportu wytłoczek do magazynu.

$$\underline{\tau}_p = [\tau_{p_i}] \quad i = 1 \dots n \quad /2/$$

$$\underline{\tau}_w = [\tau_{w_i}] \quad i = 1 \dots n \quad /3/$$

gdzie: n - liczba linii pras.

Podstawą do sterowania transportem jest harmonogram tłoczni, który może być przedstawiony w postaci wielowymiarowej tablicy H :

$$H = [h_{ijk}] ; \quad i = 1 \dots n, \quad j = 1 \dots M/i/, \quad k = 1 \dots K \quad /4/$$

gdzie: n - liczba linii pras,
 $M/i/$ - liczba zadań przypadających na i -tą linię pras w okresie harmonogramowania,
 K - liczba wielkości opisujących pojedyncze zadanie.

Każde zadanie charakteryzowane jest poprzez następujące wielkości: czas rozpoczęcia i zakończenia, liczbę sztuk, numery pras w linii, na których rozpoczyna i kończy się tłoczenie.

4. Przegląd metod sterowania transportem wewnętrznym.

Metody sterowania transportem wewnętrznym można podzielić ogólnie na dwie grupy:

- sterowanie na bieżąco z wykorzystaniem maszyny cyfrowej,
- harmonogramowanie pracy środków transportu.

Zastosowanie pierwszej metody wymaga poważnych środków inwestycyjnych. Transport odbywa się wówczas za pomocą wózków szynowych. Zbieranie informacji o zapotrzebowaniu na transport odbywa się automatycznie; mogą to być czujniki wykrywające obecność palety w buforze lub automatyczne wagi do ważenia palet.

Druga metoda polega na tym, że znając harmonogram pracy węzłów produkcyjnych /w opisywanym przypadku linii pras/ i znając liczbę czynnych /przydzielonych/ wózków, wypracowuje się plan pracy dla wszystkich wózków na czas równy okresowi harmonogramowania /czyli na jedną zmianę roboczą/. Metoda ta nie wymaga nakładów inwestycyjnych, a jedynie dostępu do maszyny cyfrowej w określonych porach dnia.

W referacie [3] przedstawiono koncepcję heurystycznego algorytmu harmonogramowania transportu, takiego, że wózkom były przydzielane poszczególne kursy.

Ze względu na silną wrażliwość transportu na zakłócenia oraz niską dyscyplinę kierowców wózków, sposób ten nie wydaje się możliwy do realizacji. Dlatego w przedstawionej koncepcji przyjęto założenie niepodzielności zadań, tzn. wózkom przydziela się nie kursy, lecz zadania związane z realizacją danego asortymentu wytłoczki.

5. Koncepcja heurystycznego algorytmu harmonogramowania transportu.

Poszczególnym wózkom przydzielane są zadania transportowe. Każde zadanie transportowe charakteryzowane jest następującymi wielkościami: czas rozpoczęcia, zakończenia, droga transportu, liczba kursów, intensywność /stosunek sumy czasów trwania kursów do czasu realizacji zadania/.

Zadanie transportowe polega na dowiezieniu /lub odwiezieniu/ materiału dla wytłaczania jednego asortymentu wytłoczek na jednej linii pras. Zakłada się, że zadania są niepodzielne, tzn. w czasie wykonywania jednego asortymentu wytłoczek dowozeniem i odwożeniem materiału zajmują się te same wózki. Każdy wózek może obsługiwać kilka zadań tak, by suma intensywności zawarta była w pewnych ściśle określonych granicach /np. między 0,7 a 0,9/, przy czym górna granica powinna być mniejsza od 1,0.

Heurystyczny algorytm składa się z dwu części:

- algorytm budowy tablicy zadań i wyznaczania wielkości charakteryzujących każde zadanie,
- algorytm przydzielania zadań do wózków.

Tablica zadań Z dla przygotówek i tablica zadań Z' dla wytłoczek generowane są na podstawie harmonogramu H .

Tablicę Z przedstawić można następująco:

$$Z = [Z_{ij}] ; \quad i=1...I, \quad j=1...I \quad /4/$$

gdzie: I - liczba zadań,

J - liczba wielkości charakteryzujących każde zadanie
/ $J=6$ /,

Z_{11} - czas rozpoczęcia realizacji j -tego zadania tłoczenia na prasach,

Z_{12} - czas zakończenia realizacji j -tego zadania tłoczenia na prasach,

Z_{13} - numer linii pras, na której realizowane jest j -te zadanie,

Z_{14} - numer prasy, od której rozpoczyna się realizację zadania,

Z_{15} - liczba kursów,

Z_{16} - intensywność zadania.

Podane wielkości wyznaczyć można w sposób następujący

$$Z_{11} = t_p - \Delta t_1 \quad /5/$$

$$Z_{12} = t_z - \Delta t_1 \quad /6/$$

gdzie: t_p , t_z - czas rozpoczęcia i zakończenia realizacji zadania, podany w harmonogramie H ,

Δt_1 - czas, w ciągu którego, nastąpi rozładunek jednej palety z przygotowkami 1-tego rodzaju asortymentu/rodzaj wynika z harmonogramu/

Z_{13}, Z_{14} - dane w harmonogramie H ,

$$Z_{15} = \frac{l_j}{a_1} \quad /7/$$

gdzie: l_j - liczba sztuk wytłoczek przewidzianych w harmonogramie H do wykonania jako j -te zadanie,

a_1 - liczba sztuk przygotówek 1-tego rodzaju /jeżeli j -te zadanie dotyczy tłoczenia 1-tego asortymentu/ w paletce; dana w wektorze paletyzacji \underline{A} ,

$$Z_{16} = \frac{Z_{15} \cdot \tau_{pk}}{Z_{12} - Z_{11}} \quad /8/$$

gdzie: τ_{pk} - czas transportu na trasie krajalnia - k-ta linia
/w obie strony/; $k = Z_{13}$.

Analogicznie buduje się tablicę zadań Z' dla wycłoczek

$$Z' = [Z'_{ij}] ; i=1...I, j=1...I \quad /9/$$

zadania charakteryzowane są takimi samymi wielkościami, jak w tablicy Z , z tym, że Z'_{14} oznacza numer prasy, na której kończy się realizacja zadania.

Wielkości charakteryzujące każde zadanie wyznaczyć można w sposób następujący

$$Z'_{11} = t_p + t_1 + \Delta t_1 \quad /10/$$

$$Z'_{12} = t_z + t_1 + \Delta t_1 \quad /11/$$

gdzie: t_1 - czas wytłaczania jednej wycłoczki l-tego asortymentu,

Δt_1 - czas potrzebny do załadunku wycłoczkami l-tego rodzaju jednej palety /rodzaj wynika z harmonogramu/.

$$Z'_{15} = \frac{l_1}{b_1} \quad /12/$$

gdzie: b_1 - liczba sztuk wycłoczek l-tego rodzaju w paletcie.

$$Z'_{16} = \frac{Z'_{15} \cdot \tau_{wk}}{Z'_{12} - Z'_{11}} \quad /13/$$

gdzie: τ_{wk} - czas transportu na trasie k-ta linia pras - magazyn /w obie strony/, $k = Z_{13}$.

Po wyznaczeniu tablicy zadań przydzielane są zadania dla wózków transportowych.

Rozpatruje się po kolei wózki i dla każdego z nich przydziela się zadania na cały okres harmonogramowania.

Przydział zadań rozpoczyna się od zadań o największej intensywności; w przypadku dwu zadań o takiej samej intensywności dobiera się zadanie o dłuższym czasie realizacji. Następnie dla danego wózka dobiera się zadania tak, by otrzymać maksymalną wartość q , gdzie:

$$q = \sum_1 Z_{15} \quad /14/$$

lecz, by $q < q_{max}$.

Poszukiwanie nowych zadań dla danego wózka powtarza się dla czasu t_{zz} zmiany zadania:

$$t_{zz} = \min_i t_{z_i} ; i = 1...N \quad /15/$$

gdzie: t_{z_i} - czas zakończenia i-tego zadania,

N - liczba przydzielonych zadań.

Przydział zadań dla danego wózka kończy się, gdy czas t_{zz} równy jest czasowi zakończenia okresu harmonogramowania.

Ze względu na to, że większe znaczenie dla ciągłości produkcji ma transport przygotówek, najpierw przydziela się wózki do transportu przygotówek, a potem dla wycłoczek.

Algorytm przydzielający wózki do transportu wycłoczek jest analogiczny, jak dla transportu przygotówek z następującymi zmianami:

- jeżeli z przydziału wózków do transportu przygotówek pozostał wózek, któremu przydzielono zadania tylko na część okresu harmonogramowania, to jest on uwzględniony w harmonogramowaniu wycłoczek,
- jeżeli część zadań nie może być wykonana z powodu braku wózków, zadania te wpisuje się do tablicy Z' dla następnego okresu harmonogramowania. Jeżeli w następnym okresie harmonogramowania liczba wózków będzie większa, magazyn buforowy rozładuje się.

6. Uwagi końcowe.

Przedstawiony algorytm pozwala na wypracowywanie harmonogramów dla poszczególnych wózków na jedną zmianę roboczą, by w ten sposób zapobiegać przestojom wywołanym przez transport. Algorytm podaje zadania, tj. numery linii, które ma obsługiwać wózek, czas obsługi i liczbę kursów. Chwile rozpoczynania kursów określa kierowca wraz z obsługą pras. Dzięki temu algorytm jest mało czuły na zakłócenia, przez co wydaje się możliwy do realizacji w warunkach przemysłowych.

7. LITERATURA

- [1] Jurczyk Z., Marecki F.: Harmonogramowanie procesu wytłaczania blach karoseryjnych. Materiały 1. Krajowej Konferencji Automatyzacji Dyskretnych Procesów Przemysłowych - ZNPSI - Automatyka z. 44 - Gliwice, 1978.
- [2] System operatywnego harmonogramowania produkcją tłoczni ciężkiej - Raport z pracy naukowo-badawczej - Instytut Automatyki Politechniki Śl. - Gliwice, 1978.
- [3] Duda J.: Harmonogramowanie transportu wewnętrznego w tłoczni ciężkiej - komunikat - VIII KKA-Szczecin 1980.

АЛГОРИТМ СОСТАВЛЕНИЯ ГРАФИКОВ ВНУТРИЗАВОДСКОГО ТРАНСПОРТА

Резюме

В докладе описано процесс в прессовальном цехе кузовов. Приведено формальное описание внутреннего транспорта в прессовальном цехе.

Представлено эвристический алгоритм составления графиков движения транспортных средств.

SCHEDULING ALGORITHM OF INTERNAL TRANSPORT

S u m m a r y

In the paper a process in coach-work iron-plate press is considered. Formalization of the internal transport in press factory and the heuristic scheduling algorithm are presented.