

Sylwester MARKUSIK
Instytut Transportu
Politechniki Śląskiej

SUWNICE ZAUTOMATYZOWANE, NOWA GENERACJA MASZYN
DŹWIGOWO-TRANSPORTOWYCH

Streszczenie. Zautomatyzowane procesy wytwarzania wymagają automatyzacji pracy urządzeń dźwigowych obsługujących te procesy. Również uciążliwość pracy na wielu punktach przeładunkowych lub konieczność zwiększenia wydajności dźwignicy są czynnikami wymuszającymi wprowadzenie automatyzacji pracy tych maszyn. W artykule omówiono ogólne zasady stosowania i wymogi stawiane przy projektowaniu dźwignic, których pracą steruje komputer. Przedstawiono w nim wymogi stawiane suwnicom zautomatyzowanym, podstawowe definicje związane z automatyzacją maszyn roboczych ciężkich oraz możliwe obszary zastosowania suwnic sterowanych komputerem. W drugiej części artykułu przedstawiono zasady budowy systemów sterowania w suwnicach zautomatyzowanych oraz schematy blokowe i poglądowe przykładów zastosowania komputera w układzie sterowania mechanizmem podnoszenia suwnic hakowych.

1. WSTĘP

Rozwój nowoczesnych technologii wytwarzania stwarza potrzebę dostosowania maszyn obsługujących te linie lub procesy technologiczne do poziomu nowoczesności danego procesu technologicznego. Stąd w wielu zautomatyzowanych procesach wytwarzania pojawia się konieczność automatyzacji pracy urządzeń dźwigowych, obsługujących styki transportowe w tym procesie bądź samodzielnie realizujących określone zadania transportowe. Drugim czynnikiem stymulującym rozwój automatyzacji maszyn dźwigowych jest uciążliwość pracy na wielu punktach przeładunkowych, gdzie praca dla ludzi jest mało atrakcyjna, a czasem szkodliwa dla zdrowia, stąd konieczność jej ułatwienia przez zautomatyzowanie ruchów i działań dźwignicy. Nie bez znaczenia jest tutaj również zamysł zwiększenia wydajności urządzeń dźwigowych dzięki wprowadzeniu zautomatyzowanych cykli pracy. Należy we wstępie tego artykułu sprecyzować pewne pojęcia podstawowe wiążące się z automatyzacją pracy dźwignic, ze względu na ich wieloznaczność i odmienną interpretację przez autorów wielu innych opracowań.

Zautomatyzowana dźwignica - jest to urządzenie dźwigowe posiadające automatyczny układ sterowania niektórymi (lub wszystkimi) ruchami roboczymi, wraz z automatyczną kontrolą, sygnalizacją i zabezpieczeniami, pracu-

jące wg ustalonego wcześniej programu pracy, który kontroluje i realizuje komputer znajdujący się na tej maszynie (tzn. komputer pokładowy).

A więc automatyzacja pracy dźwignic ogranicza lub eliminuje bezpośrednio udział człowieka przy realizacji prac przeładunkowych. Pojęcie to daje się łatwo rozszerzyć nie tylko na maszyny dźwigowe, ale również na maszyny przeładunkowe, np.: wywrotnice lub przenośniki wszelkiego typu. W zależności od stopnia udziału człowieka w systemie sterowania pracą maszyny można rozróżnić:

- półautomatyczne sterowanie pracą dźwignicy, gdzie człowiek (operator) co najmniej inicjuje poszczególne czynności lub procesy, które następnie są wykonywane automatycznie,
- automatyczne sterowanie pracą dźwignicy, bez bezpośredniego udziału człowieka, gdzie wszystkie czynności lub procesy są realizowane wg określonego programu przez komputer. Jako możliwe systemy sterowania przyjmuje się tu: sterowanie programowe, adaptacyjne oraz ze sztuczną inteligencją.

Z pojęciem zautomatyzowanej dźwignicy łączy się ściśle pojęcie manipulatora. Pod tym pojęciem będziemy rozumieć urządzenie będące końcówką dźwignicy, eliminujące (lub co najmniej uprawniające) czynności chwytania, zwalniania i manipulowania ładunkiem. Same manipulatory są urządzeniami niezależnymi i mogą również współpracować z dźwignicą niezautomatyzowaną.

2. WARUNKI STOSOWANIA SUWNIC ZAUTOMATYZOWANYCH

Automatyzacja prac przeładunkowych za pomocą suwnic nastąpi w pierwszym rzędzie w takich punktach przeładunkowych, na których obecność człowieka jest niemożliwa (ze względu na szkodliwe lub niebezpieczne otoczenie, np.: reaktory atomowe, fabryki amunicji, niektóre zakłady chemiczne itp.) lub ze względu na zbytnią uciążliwość pracy ładunkowej, np.: otoczenie pieców martenowskich, bunkry przeładunkowe węgla w kopalniach i portach itp. Oczywiście, automatyzacja pracy dotyczyć może takich prac, w których powtarzalność ruchów i cykli ładunkowych jest bardzo duża. Stąd dotyczyć ona będzie maszyn wysoce wyspecjalizowanych, np.: suwnice chwytakowe, chwytnikowe, trawersowe. Eliminuje to (bądź mocno utrudnia) wprowadzenie automatyzacji ruchów typowych suwnic hakowych, ze względu na ich uniwersalność. Jeżeli chodzi o typy punktów przeładunkowych, które mogą obsługiwać suwnice zautomatyzowane, to należy wyróżnić:

- obsługę wagonów, np.: za- i wyładunek wagonów krytych i otwartych,
- place składowe, np.: wyrobów hutniczych, bunkry węglowe, odpadki,
- obsługa stanowisk roboczych w halach fabrycznych, np.: reaktory atomowe, transport włewków, obsługa galwanizerni itp.

Najłatwiej jest, ze względu na możliwą małą dokładność ruchów, wprowadzić automatyzację ruchów suwnicy na placach, składowiskach otwartych, np.: składowiska materiałów hutniczych, składowiska węgla itp. Większe trudności napotyka się w przypadku pracy związanej z rozładowaniem lub załadowaniem wagonów. W przypadkach wagonów otwartych, niezależnie od postaci ładunku (masowy, drobnica), automatyzacja prac ładunkowych jest w pełni realna, ale typ maszyny jest uzależniony od pożądanej wydajności punktu ładunkowego. Znacznie trudniej przedstawić się zagadnienie automatyzacji za- i wyładunku wagonów krytych. Przede wszystkim należy wziąć pod uwagę znacznie mniejszą podatność na automatyzację prac ładunków przewożonych wagonami krytymi. Jest to przede wszystkim drobnica, która nawet jeżeli będzie uformowana w jednostki ładunkowe, to i tak proces za- i wyładunku wagonu krytego będzie stwarzał duże problemy techniczne. Jeżeli przyjąć koncepcję rozładunku za pomocą suwnicy, to może wchodzić w grę jedynie suwnica wyspecjalizowana z odpowiednią końcówką, np.: manipulatorem lub trawersą z urządzeniem chwytym. Wydaje się jednak, że koszty związane z zaprojektowaniem i wykonaniem takiego obiektu znacznie przekroczą hipotetyczne zyski z usprawnienia pracy za- lub wyładunkowej wagonu krytego. Problem rachunku ekonomicznego przy wprowadzeniu automatyzacji prac przeładunkowych powinien być decydujący i determinujący inne racje techniczne.

Ważnym kryterium zastosowania automatyzacji przy pracach przeładunkowych prowadzonych za pomocą suwnic jest rodzaj ładunku i jego podatność ładunkowa. W przypadku ładunków masowych i pożądanych dużych wydajności maszyn przeładunkowych automatyzacja pracy powinna objąć raczej grupę maszyn typu: wyrotnice, zwalówki, ładowarki itd.

W przypadku pożądanych mniejszych wydajności punktów ładunkowych, rozładowanie, np.: wagonów otwartych z ładunków masowych, może się odbywać za pomocą suwnic chwytakowych lub chwytниковych (dla złomu żelaznego). Duża powtarzalność cykli rozładunkowych stwarza możliwości zrealizowania pełnej automatyzacji pracy ładunkowej poprzez automatyzację sterowania poszczególnymi mechanizmami tych suwnic (podnoszenia, jazdy wciągarki i mostu). Nie należy rozpatrywać problemu automatyzacji prac ładunkowych w oderwaniu od całego procesu technologicznego w zakładzie produkcyjnym. Automatyzacja prac za- lub wyładunkowych powinna być częścią (elementem) zautomatyzowanego procesu technologicznego. Automatyzacja prac za- i wyładunkowych powinna być preferowana przede wszystkim w zakładach produkcji wielkoseryjnej lub masowej, gdzie pozostała część procesu technologii wytwarzania danego wyrobu jest również wysoce zautomatyzowana. Widać, że pełna automatyzacja prac przeładunkowych (wprzęgnięta w proces technologiczny zakładu produkcyjnego) wymaga stosowania dużych systemów komputerowych, niedostępnych w najbliższych latach w naszym kraju. Natomiast problem automatycznego sterowania procesem ładunkowym jedną samodzielną dźwignicą nie przekracza krajowych możliwości percepcyjnych i sprzętowych nawet w chwili obecnej.

Tablica 1
Zakres automatyzacji prac przy rozładunku wagonów

Typ wagonu	Materiały sypkie				Drobnica			
	Wydaźność				Wydaźność			
	duża		mała		duża		mała	
typ maszyny	zastosowanie	typ maszyny	zastosowanie	typ maszyny	zastosowanie	typ maszyny	zastosowanie	
Otwarty	Wyrotnice bębnowe	elektrownie ciepłone, porty węglowe, duże huty	suwница bramowa lub mostowa	cementownie, zakłady hutnicze, rozładunek kruszyw	suwница kontenerowa	placa 1 składowiska kontenerów	suwница bramowa lub mostowa	rozładunek ziomu
Kryty			przełożnik z urządzeniem wygierającym	topniki w hutniczych, nowozy sztuczne			suwница pomocowa, wózki jezdne	obsługa hal fabrycznych

Tablica 2

Zakres automatyzacji prac przy załadunku wagonów

Typ wagonu	Materiały sypkie		Drobnica					
	Wydajność							
	duża		mała		duża		mała	
	typ maszyny	zastosowanie	typ maszyny	zastosowanie	typ maszyny	zastosowanie	typ maszyny	zastosowanie
Otwarty	przenośnik taśmowy	załadunek węgla w kopalniach, w portach na statki	suwnica bramowa lub mostowa	kruszywa, topniki, buraki cukrowe	suwnica bramowa lub mostowa	placa składowe hut, niektóre nadbrzeża w portach	suwnica bramowa lub mostowa	załadunek wyrobów w zakładach o dużej specyjalizacji
Kryty	-	-	-	-	-	-	suwnica pomostowa, wózki jezdne	obsługa hal fabrycznych

Należy uwzględnić również zagadnienie, czy automatyzacja pracy ładunkowej dotyczyć ma samej tylko pracy maszyny (jej ruchów), czy nie należy programów opisujących dynamikę ruchu maszyny skorelować z programami diagnostycznymi opisującymi modele zużycia bądź awarii maszyn. Pierwsze takie prace w zakresie diagnozowania komputerowego zużycia, np.: w przenośnikach taśmowych, przekładni zębatych, są obecnie już opracowane. Zakres proponowanych prac za- i wyładunkowych za pomocą suwnic przedstawiają tablice 1 i 2.

3. WYMOGI STAWIANE SUWNICOM ZAUTOMATYZOWANYM

Zadania, jakie stawia się zautomatyzowanym suwnicom w procesie technologicznym, są następujące [4]:

- sterowanie manipulatorami,
- programowe sterowanie mechanizmami suwnicy,
- kontrola poprawności pracy mechanizmów,
- optymalizacja rozruchu i hamowania,
- optymalizacja programowych przemieszczeń suwnicy,
- grupowe sterowanie suwnicami.

Oczywiście, nie wszystkie postawione wyżej zadania muszą być spełnione w każdej maszynie dźwigowej, którą określamy jako zautomatyzowaną. Jeżeli wziąć pod uwagę wszystkie stawiane wyżej wymagania i cele stawiane suwnicom zautomatyzowanym, to widać, że ich konstrukcja musi być efektem optymalizacji wielokryterialnej, bardzo trudnej do spełnienia w pełnym zakresie. W pierwszym rzędzie automatyzowane są obecnie suwnice pracujące w procesach technologicznych o wysokim stopniu organizacji i uporządkowania: kontenerowe, chwytakowe do przeładunku węgla ze zwałowisk do bunkrów itp. Również duży rozwój automatyzacji suwnic obserwuje się w procesach technologicznych szkodliwych dla zdrowia człowieka: chwytakowe w obiektach utylizacji śmieci, manipulatorowe do pracy przy reaktorach atomowych lub w systemach galwanizacji itp.

Wprowadzenie komputerów (mikroprocesorów) w systemy funkcjonowania wielu maszyn dało możliwości pełnej ich automatyzacji przez stworzenie systemów wielofunkcyjnych podporządkowanych jednemu programowi. Biorąc pod uwagę, że suwnica jest tylko jednym z elementów procesu produkcyjnego, można sformułować następujące cele stawiane suwnicom zautomatyzowanym [2, 3]:

- a) optymalizację dynamiki rozruchu i hamowania w mechanizmach,
- b) optymalizację trajektorii ruchów wciągarki i mostu,
- c) zwiększenie niezawodności działania i wydajności maszyny,
- d) samodiagnostyka mechanizmów i zespołów,
- e) obniżenie kosztów eksploatacji,
- f) zmniejszenie zatrudnienia.

Automatyzacja pracy mechanizmów suwnic jest uwarunkowana istnieniem wielu czujników i sygnalizatorów. Informacje przekazywane przez nie są porównywane w programach sterujących z wartościami zadanymi. Komputer pokładowy może dopiero wtedy podjąć odpowiednią decyzję co do parametrów sterowania. W systemach automatycznego sterowania suwnicami mogą być stosowane następujące typy sygnalizatorów:

- czujniki (ograniczniki) obciążenia,
- czujniki napełnienia (np. bunkrów),
- zabezpieczenia przed zderzeniem suwnic pracujących na wspólnym torze,
- czujniki kąta skręcenia bębna (wyłączniki krańcowe),
- wagi tensometryczne,
- sygnalizatory zużycia,
- czujniki temperatury,
- czujniki przemieszczeń liniowych.

Wszelkiego rodzaju czujniki współpracują z mikroprocesorami, gdzie porównywane są parametry pracy z danymi z cyklu teoretycznego. Trudnym problemem jest dokładność pomiaru czujnikiem, która ma wpływ na dokładność pozycjonowania ruchów dźwigni. Przykładowo wymagana dokładność wskazań wg firmy DEMAG dla czujników obciążenia wynosi $\pm 2,5\% Q$, dla czujników kąta obrotu $\pm 2^\circ$.

W wielu przypadkach sygnalizacja ruchu, obciążenia lub położenia może umożliwić diagnostykę stanu technicznego zespołu maszynowego lub mechanizmu. Diagnostyka taka może dotyczyć następujących parametrów suwnicy [3]:

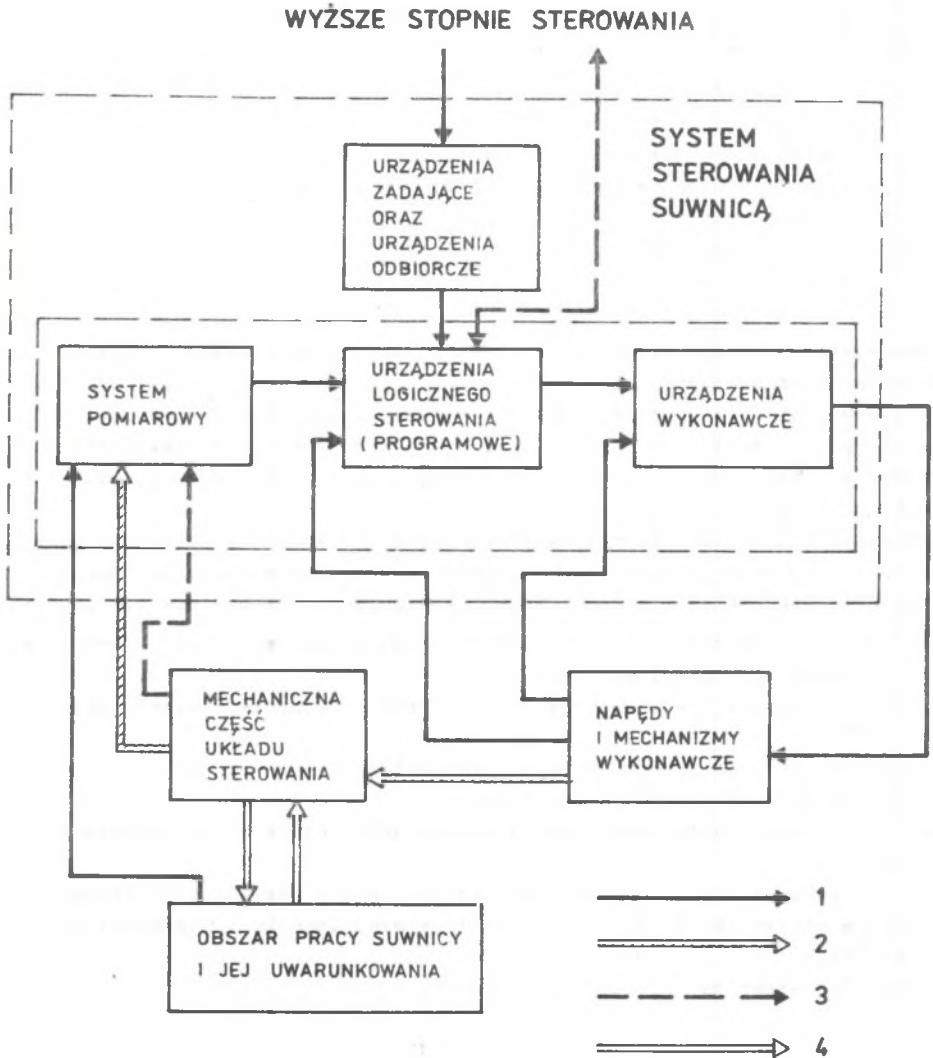
- kontrola obciążenia i wyłączenie mechanizmu podnoszenia przy przekroczeniu obciążenia nominalnego o 5%,
- kontrola temperatury uzwojeń silnika i jego wyłączenia z sieci przy $t > 135^\circ\text{C}$,
- kontrole osiowego przesunięcia wirnika silnika,
- kontrola zużycia bębnow hamulcowych,
- wyłączenie mechanizmu podnoszenia w przypadku ukośnego podnoszenia ładunku,
- ograniczenia wahań ładunku przez płynną zmianę prędkości obrotowej silnika mechanizmu jazdy w zależności od masy ładunku i wysokości podnoszenia,
- pomiar i rejestracja cykli pracy suwnicy.

4. ZASADY BUDOWY SYSTEMÓW STEROWANIA W SUWNICACH ZAUTOMATYZOWANYCH

Z punktu widzenia informatycznego w skład struktury systemu sterowania obiektem powinny wchodzić [2] (ryc. 1):

- urządzenia zadające i odbiorcze,
- układ pomiarowy,

- urządzenia programowego i logicznego sterowania,
- urządzenia wykonawcze,
- mechanizmy robocze.



Rys. 1. Struktura systemu sterowania automatycznego suwnicą

- 1 - wiązki informacyjne, 2 - wiązki mechaniczne, 3 - elektromagnetyczne, optyczne i inne rodzaje wiązek, 4 - systemy transportowe

Fig. 1. Structure of the overhead crane automatic control system

- 1 - information links, 2 - mechanic links, 3 - electromagnetic, optical and other types of links, 4 - transport systems

Suwnica jest obiektem mechanicznego sterowania, składającego się z wielu mechanizmów (podobiektów sterowania), których działanie opisane jest szeregiem więzów: geometrycznych, statycznych, kinematycznych, posiadających określone cechy dynamiczne. W ogólnym przypadku aby opisać położenie ładunku w przestrzeni należy uwzględnić 6 więzów geometrycznych: 3 liniowe oraz 3 kątowe. Aby zorientować położenie ładunku w przestrzeni pracy suwnicy należy opisać równaniami matematycznymi ruch tego ładunku w układzie osi współrzędnych X, Y, Z :

- X - opuszczenie ładunku przy ruchu mostu,
- Y - opuszczenie ładunku przy ruchu wciągarki,
- Z - pionowe przemieszczenie ładunku.

Równania ruchu mają postać dyskretną, co w zupełności wystarcza dla praktycznych celów sterowania (jeżeli chodzi o dokładność dostawienie ładunku). System sterowania suwnicą (rys. 2) składa się z dwóch podaystemów: I - stacjonarnego, w skład którego wchodzi wszelkie urządzenia zewnętrzne włącznie z układem sterowania na bazie mikroprocesora, oraz II wewnętrznego pokładowego, znajdującego się na suwnicy. Współrzędne poszczególnych punktów obsługi wynoszą: x_i, y_i, z_i (gdzie $i=1,2,3,\dots,n$ - liczba punktów obsługi w dyskretnym układzie sterowania $n < \infty$), natomiast położenie początkowe suwnicy: $T_0(x_0, y_0, z_0)$.

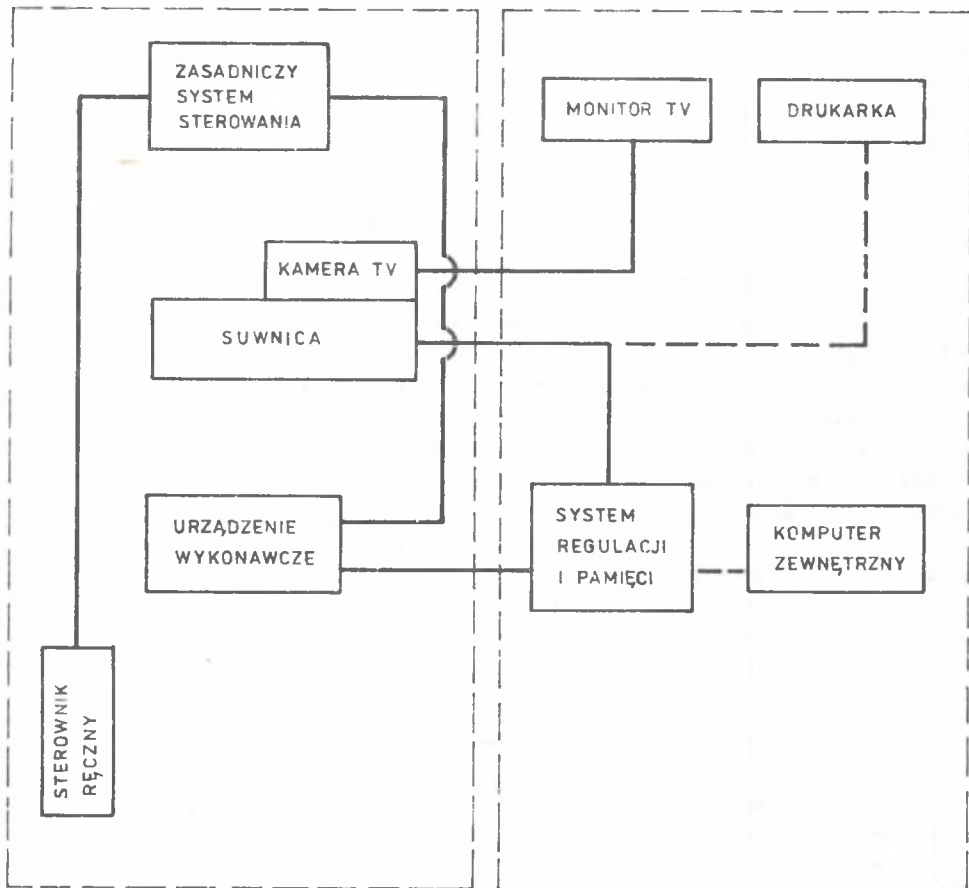
Suwnica jest maszyną o pracy cyklicznej, ale procesy transportowe realizowane suwnicami zautomatyzowanymi muszą się cechować dużą powtarzalnością cykli transportowych, z pewnymi przerwami pomiędzy poszczególnymi cyklami. Typowy cykl pracy suwnicy składa się z:

- przemieszczenia suwnicy z punktu początkowego $T_0(x_0, y_0, z_0)$ do położenia pracy (x_j, y_j, z_0) ,
- opuszczenia urządzenia chwytneho manipulatora po współrzędnej Z_j ,
- uchwycenia ładunku,
- podniesienia ładunku do wartości Z_0 ,
- przemieszczania suwnicy do punktu rozładunku $T_K(x_K, y_K, z_0)$,
- opuszczenia ładunku po współrzędnej Z_K ,
- zwolnienia ładunku,
- podniesienia urządzenia chwytneho do wartości Z_0 .

Suwnica może pozostać w miejscu $T_K(x_K, y_K, z_0)$ lub powrócić do położenia $T_0(x_0, y_0, z_0)$.

PODSYSTEM II

PODSYSTEM I

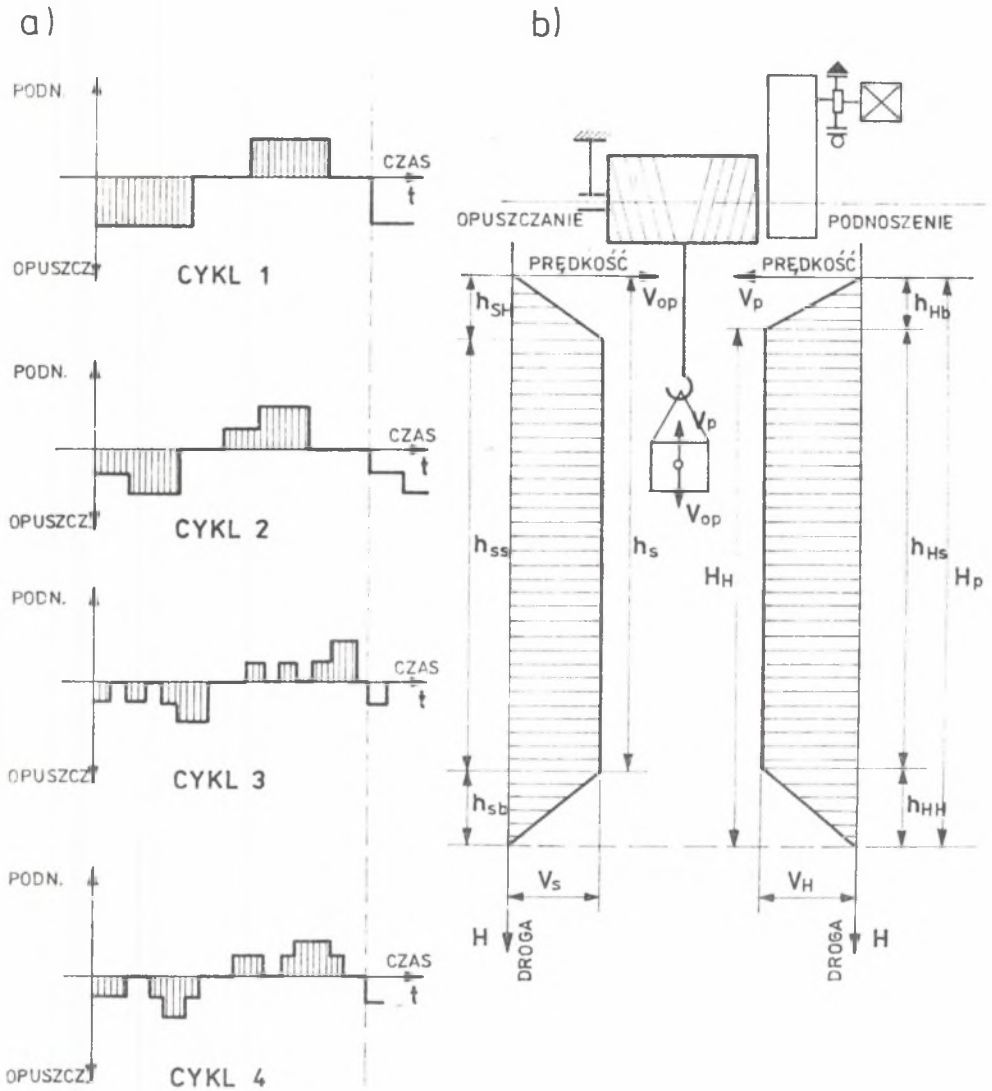


Rys. 2. Schemat blokowy systemu sterowania suwnicą

Fig. 2. Block diagram of the overhead crane control system

5. ZAŁOŻENIA DO BUDOWY TYFOWEGO SYSTEMU STEROWANIA MECHANIZMEM PODNOSZENIA

Równania ruchu poszczególnych mechanizmów suwnicy należy określić dla założonych cykli pracy, w zależności od potrzeby wykonania określonej pracy ładunkowej (rys. 3a). Po określeniu odpowiedniego cyklu pracy należy wyznaczyć czasy zaprogramowanych wiązań mechanizmów.



Rys. 3. Wyznaczanie czasów cykli pracy mechanizmu podnoszenia:
 a - przykładowe cykle pracy, b - składniki cyklu pracy
 Fig. 3. Determination of the hoisting gear working cycle times
 a - exemplary working cycles, b - working cycle components

Droga opuszczania i podnoszenia ładunku H_p składa się z następujących elementów (rys. 3b):

$$H_p = h_{SH} + h_{SS} + h_{Sb} = h_{HH} + h_{HS} = h_{Hb} \quad (1)$$

gdzie:

$$\left. \begin{array}{l} h_{SH} - \text{droga rozruchu,} \\ h_{SS} - \text{droga pracy ustalonej,} \\ h_{Sb} - \text{droga hamowania,} \end{array} \right\} \text{ przy opuszczaniu}$$

$$\left. \begin{array}{l} h_{HH} - \text{droga rozruchu,} \\ h_{HS} - \text{droga pracy ustalonej,} \\ h_{Hb} - \text{droga hamowania.} \end{array} \right\} \text{ przy podnoszeniu}$$

Z równania (1) wynika równość liczby obrotów na wale silnika:

$$U_{SH} + U_{SS} + U_{Sb} = U_{HH} + U_{HS} + U_{Hb} \quad (2)$$

Liczba obrotów silnika na drodze H_p przy:

- opuszczaniu

$$U_{SS} = \frac{n_S}{60} t_{SS} \quad (3)$$

- podnoszeniu

$$U_{HS} = \frac{n_H}{60} t_{HS}$$

gdzie:

n_S, n_H - prędkość obrotowa silnika przy opuszczeniu i podnoszeniu,
 t_{SS}, t_{HS} - czas opuszczenia i podnoszenia ładunku.

Czasy t_{SS} i t_{HS} zgodnie z powyższymi założeniami można określić (rys. 3b):

$$t_{SS} = t_S - t_{SH} \quad (4)$$

$$t_{HS} = t_H - t_{HH}$$

gdzie:

t_S i t_H - czas programowego włączenia mechanizmu przy opuszczeniu i podnoszeniu ładunku.

Przy założonej liczbie cykli pracy (na godzinę) T , względny czas pracy przerywanej mechanizmu wyniesie:

$$P = \frac{T}{3600} (t_S + t_H) \quad (5)$$

Przy rozruchu i hamowaniu liniowym maksymalne czasy opuszczania i podnoszenia ładunku wyniosą:

$$t_{SH} = 2 \cdot 60 \frac{U_{SH}}{n_S} \quad (6)$$

$$t_{HH} = 2 \cdot 60 \frac{U_{HH}}{n_H}$$

Z równania 2 otrzymamy wyrażenie:

$$\frac{n_S}{60} t_S - \frac{n_H}{60} t_H = U_{SH} - U_{HH} + U_{Hb} - U_{Sb}$$

oraz z równania 5:

$$t_S + t_H = 3600 \frac{P}{T}$$

Wtedy czas programowego włączenia mechanizmu przy opuszczaniu ładunku wynosi:

$$t_S = \frac{60 (U_{SH} - U_{HH} + U_{Hb} - U_{Sb}) + 3600 \frac{P}{T} n_H}{n_H + n_S} \quad (7)$$

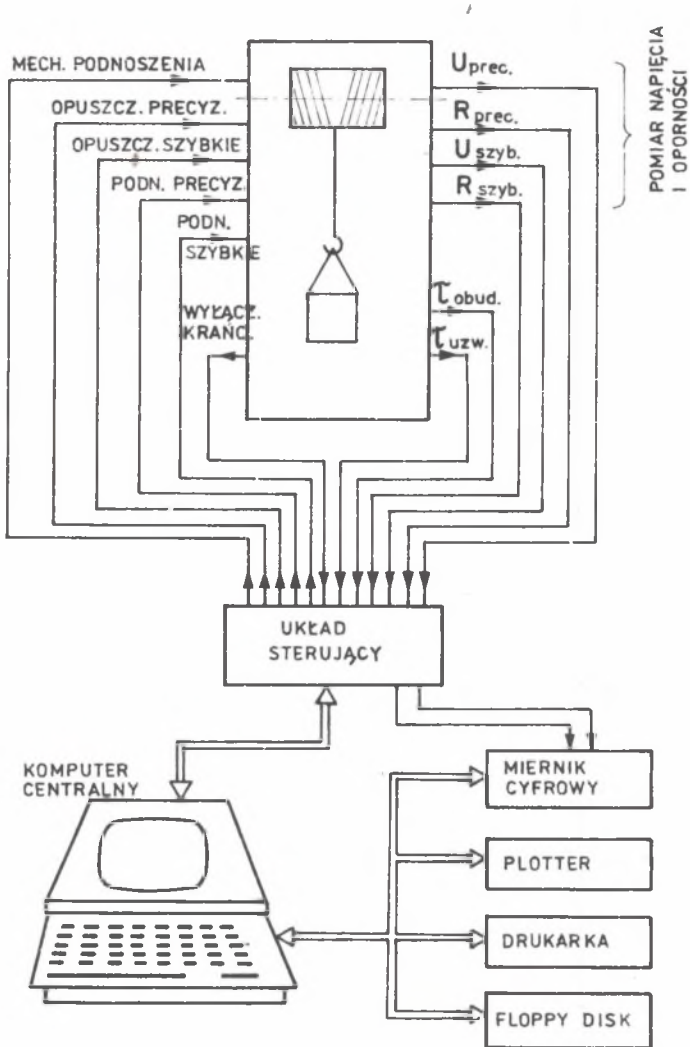
Najczęściej w cyklu pracy występuje:

$$U_{SH} = U_{HH} \quad \text{oraz} \quad U_{Sb} = U_{Hb}$$

wtedy:

$$\frac{n_H}{n_S + n_H} = \text{const} \quad (8)$$

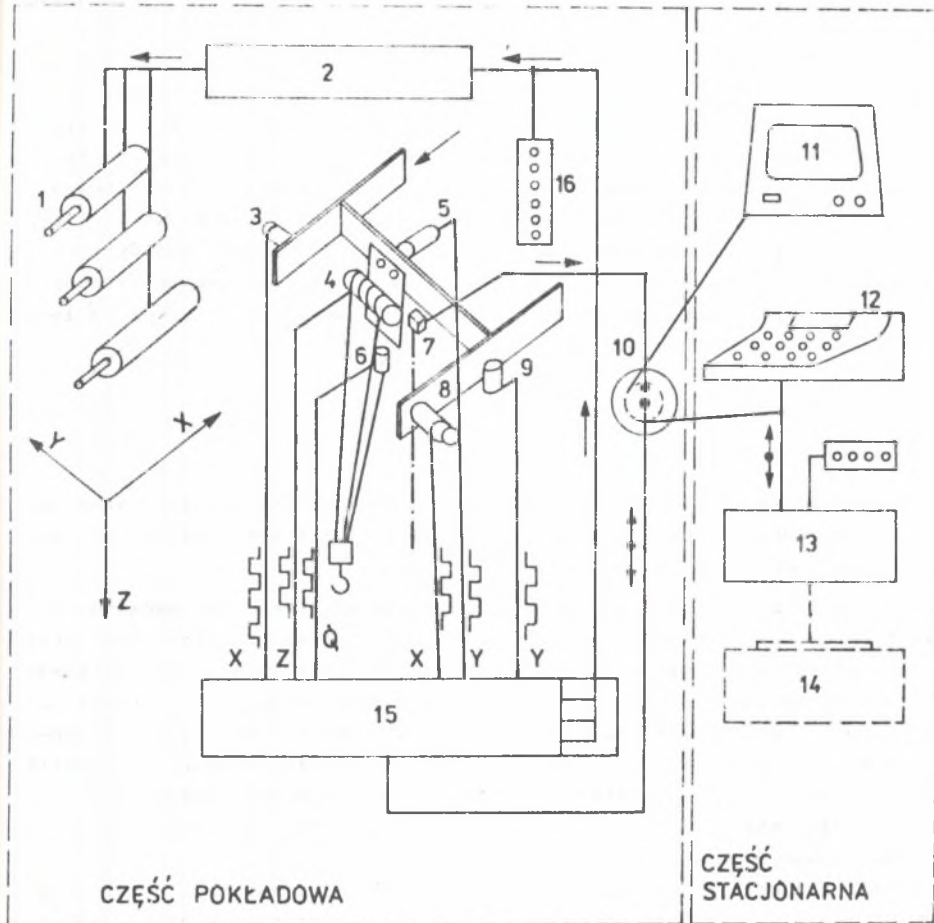
Czasy włączenia mechanizmu mogą być wyznaczone również z innych kryteriów, np.: nagrzewania silnika lub z wszystkich jednocześnie. System sterowania mechanizmem podnoszenia oparty jest na mikrokomputerze IBM lub z nim kompatybilnym z dodatkowym wyposażeniem (rys. 4). Po wprowadzeniu numeru cyklu pracy na mikrokomputer, względnego czasu pracy przerywanej P , liczby cykli pracy na godzinę T , mechanizm podnoszenia załączony jest na odpowiednio długi czas (t_S lub t_H) dla danej relacji pracy mechanizmu. Równocześnie poprzez pomiar odpowiednich wielkości elektrycznych układu napędowego elementy mechanizmu zabezpieczane są przed: przegrzaniem (silnik) lub przekroczeniem odpowiedniego położenia (wyłącznik krańcowy).



Rys. 4. Konfiguracja sprzętowa układu automatycznego sterowania mechanizmem podnoszenia

Fig. 4. Equipment configuration of the hoisting gear automatic control system

Sygnaly sterujace z czesci stacjonarnej na czesc pokladowa (wciagarke suwnicy) moga byc przesylane droga radiowa badz kablowa. Przykladowe rozwiązanie systemu sterowania suwnicą hakową przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. System sterowania sownicą hakową:

1 - silniki napędowe, 2 - szafa z elektrycznymi urządzeniami sterowniczymi, 3, 8 - most sownicy, 4 - bęben mechaniczny podnoszenia, 5 - wciągarka, 6 - ogranicznik udźwigu, 7 - kamera telewizyjna, 9 - czujnik zukośowania mostu, 10 - bęben kablowy sieci łączącej część pokładową i stacjonarną, 11 - monitor telewizyjny, 12 - komputer stacjonarny, 13 - mikroprocesor sterujący, 14 - przetworniki informacji wyższego stopnia, 15 - komputer pokładowy, 16 - ręczne sterowanie

Fig. 5. Control system of the hook overhead crane:

1 - driving motors, 2 - cubicle with electric control devices, 3, 8 - overhead crane bridge, 4 - hoisting gear drum, 5 - hoisting winch, 6 - hoisting capacity limiter, 7 - TV camera, 9 - bridge chamfer detector, 10 - cable drum of the network connecting deck and stationary parts, 11 - TV monitor, 12 - stationary computer, 13 - control microprocessor, 14 - higher order information's transducers, 15 - deck computer, 16 - manual control

W część wykonawczą urządzeń sterowniczych (2) wprowadzono 5 czujników określających położenie suwnicy w przestrzeni roboczej hali. Część pokładową komputera (15) daje sygnały do czujników (X_1, X_2, Y_1, Y_2, Z i Q), które determinują położenie haka przy równoczesnym zabezpieczeniu suwnicy przed zukosowaniem i przed przeciążeniem na haku, porównują bieżące położenie mechanizmów z wartościami zadanymi, a zapisanymi w programach sterujących, znajdujących się w komputerze pokładowym i przekazywanych do elektrycznych urządzeń sterowniczych (2). Część pokładowa automatycznego sterowania jest połączona równoległe z systemem ręcznego sterowania (16). W części stacjonarnej systemu znajdują się wejścia dla kontroli punktów trajektorii ruchu mechanizmów, które porównywane są z programami ruchów dla poszczególnych cykli pracy suwnicy, znajdującymi się w części pokładowej.

6. WNIOSKI

Dotychczasowe efekty prac związanych z wprowadzeniem systemów komputerowego sterowania mechanizmami suwnic pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1) Automatyzacja pracy suwnic będzie przede wszystkim wprowadzana do takich prac, gdzie obecność człowieka jest niemożliwa lub środowisko pracy jest szkodliwe dla zdrowia obsługi suwnicy. Nie może więc być stosowany w takich przypadkach rachunek ekonomiczny rozstrzygający o stosowaniu tradycyjnej suwnicy bądź zautomatyzowanej. Nie należy więc dążyć do tworzenia typoszeregu suwnic zautomatyzowanych, ponieważ każda z nich będzie inna, dostosowana do konkretnych potrzeb punktu przeładunkowego. Natomiast należy zmierzać do unifikacji zespołów stosowanych w mechanizmach zautomatyzowanych, np.: manipulatory, czujniki itd.

2) Każde zagadnienie automatyzacji ruchów suwnicy musi być rozwiązane indywidualnie w zależności od warunków jej pracy: rozmiarów hali, miejsc podnoszenia i przenoszenia ładunku, wymaganej dokładności pozycjonowania itd. Prace należy rozpocząć od badań nad typowymi cyklami pracy danej suwnicy i na bazie porównywania cykli obliczeniowych (modele matematyczne ruchów mechanizmu) ze wzorcowymi (rzeczywistymi) budować można dopiero programy sterujące mechanizmami.

3) We wszystkich przypadkach dotychczasowych zastosowań suwnic zautomatyzowanych niezależnie od pełnego lub półautomatycznego systemu sterowania istnieje równoległe ręczne sterowanie, traktowane najczęściej jako sterowanie awaryjne.

4) Spotykane jest często łączenie funkcji sterujących mechanizmami z funkcjami diagnostycznymi. W perspektywie lat przyszłych (po 1995) jest to działanie słuszne. Są to jednak dwa oddzielne zagadnienia,

których połączenie w chwili obecnej utrudniałoby raczej rozwiązanie problemu automatyzacji ruchów suwnicy (można jednak np.: włączyć do systemu sterowania mechanizmem podnoszenia sygnał rozłączający do strony ogranicznika udźwigu).

LITERATURA

- [1] Boll G., Beuer H., Schröder E. i inni: Erwärmungstest an Hubwerkantrieben mit Personal Computer automatisiert. Antriebstechnik, nr 1, 1986, s. 46 - 50.
- [2] Awtomatizacija upravljenja podjemno-transportnymi maszynami z ispolzowanijem mikroprocesornych sriedstw. Obzornaja informacija. Seria 6, wyпуск 9, Moskwa 1985.
- [3] Awtomatizirowannyje krany mostowofo tipu w SSSR i za rubieżom. Obzornaja informacija. Seria 6, wyпуск 6, Moskwa 1987.
- [4] Praca badawcza: Prototypy zautomatyzowanych suwnic pomostowych o udźwigu do 12,5 t rozpiętości $L=8 \div 35$ m. Instytut Transportu, Pol. Śl., Gliwice - Katowice 1988.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ МОСТОВЫЕ КРАНЫ-
НОВАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Р е з ю м е

Автоматизированные производственные процессы требуют автоматизации работы подъемных устройств обслуживающих эти процессы. Трудоемкость работ во многих перегрузочных пунктах, необходимость увеличения производительности мостовых кранов, являются стимулирующими факторами автоматизации работы этих устройств.

В работе оговорены общие правила применения и предъявляемые требования при проектировании мостовых кранов, управляемых компьютером. Даны требования, предъявляемые автоматизированным кранам, даны основные определения связанные с автоматизацией тяжелых рабочих машин а также возможные отрасли применения мостовых кранов управляемых компьютером. Во второй части работы представлены основы проектирования систем управления автоматизированных мостовых кранов а также блок схемы и идейные схемы примеров применения компьютеров в системе управления устройством подъемным кругового крана.

AUTOMATED OVERHEAD CRANES,
NEW GENERATION OF CRANE - TRANSPORTATION MACHINES

S u m m a r y

Automated production processes require automation of cranes serving these processes. Strenuousness of work in many reloading places or necessity of increasing the overhead crane's working capacity are also the factors that force the introduction of these machines automation. Some general principles of using and demands made when designing overhead cranes controlled with a computer have been discussed in the paper. The demands made against automated overhead cranes, basic definitions related to the automation of heavy machines and possible areas of computer-controlled overhead cranes's application have been presented. In the second part of the paper the principles of control systems construction in automated overhead cranes as well as block and pictorial diagrams of the examples of computer application in a control system of the hook cranes hoisting gear have been presented.