

Jan WÓJCIKOWSKI, Janusz MADEJSKI,
Lech RAWLUK

KOMPUTEROWY MODEL SYMULACYJNY PRODUKCYJNEGO GNIAZDA OSN
Z ROBOTEM PRZEMYSŁOWYM, PRACUJĄCEGO W UKŁADZIE RÓWNOLEGLYM

Streszczenie. Przedstawiono model symulacji pracy gniazda obrabiarek pracujących w układzie równoległym. Podano przykład wykorzystania modelu.

1. WPROWADZENIE

Od 1975 roku w Instytucie Budowy Maszyn prowadzone są prace związane z budową i organizacją pracy zintegrowanych gniazd produkcyjnych. Zrealizowano i poddano próbnej eksploatacji gniazdo OSN, sterowane w technice DNC oraz gniazdo OSN, obsługiwane przez robot przemysłowy firmy ASEA.

W toku prac nad projektami gniazd stwierdzono, że znaczne przyspieszenie analiz i polepszenie uzyskiwanych rozwiązań można będzie uzyskać wykorzystując komputerowy model symulacyjny gniazda. Niniejsza publikacja prezentuje pewien kolejny etap prac nad tworzeniem modelu gniazd pracujących w układzie równoległym.

Założeniem zrealizowanego etapu było opracowanie dyskretnego modelu SMO który pozwoliłby na zbadanie powiązania takich parametrów gniazda OSN, jak:

- wpływ czasu potrzebnego na wykonanie partii przedmiotów przy określonej konfiguracji gniazda,
- wpływ czasu obsługi obrabiarek przez robot na stopień wykorzystania czasu pracy i wydajność gniazda,
- wpływ okresu trwałości ostrzy narzędzi i związanych z tym czasów potrzebnych na przebrojenie obrabiarek,
- zapotrzebowanie ilościowe na narzędzia dla danej partii przedmiotów lub dla zadanego okresu pracy gniazda,
- stopień wykorzystania czasu pracy obrabiarek w czasie rzeczywistym czasu pracy robota,
- wykrycie ewentualnych norm czasu pracy robota.

Na prezentowanym tu etapie prac na razie nie uwzględniono wpływu:

- zdarzeń losowych zakłócających pracę systemu,
- powiązań organizacyjno-technicznych gniazda z otoczeniem
- oraz wpływu dodatkowych urządzeń technologicznych na rytm pracy gniazda.

2. OPIS MODELU

Model symulacyjny pracy gniazda OSN, obsługiwanego przez robot przemysłowy, jest modelem klasy M^G , charakteryzującym się:

- a) dowolnym rozkładem wejścia,
- b) dowolnym rozkładem czasu obsługi,
- c) jednym kanałem obsługi,
- d) nieograniczoną pojemnością poczekalni q
(w praktyce $q = n+m$, gdzie n - ilość obrabiarek, m - ilość magazynów pośrednich ze stanowiskiem kontroli).

ad a)

Rozkład wejścia określony jest przez zbiór IOBC zawierający plan pracy poszczególnych obrabiarek wchodzących w skład gniazda:

$$\text{IOBC} = \left\{ p_n^i : i \in I; n \in N \right\}$$

gdzie:

I - zbiór liczb naturalnych określający kolejny przedmiot z planu pracy,

N - zbiór obrabiarek w gnieździe.

Rozkład wejścia, tzn. proces obsługi obrabiarek przez robota jest procesem wynikowym procesów pracy i obsługi technicznej poszczególnych urządzeń technologicznych gniazda.

ad b)

Rozkład czasów obsługi określony jest przez zbiór IPOT, którego elementami są dane charakteryzujące operacje obróbki przedmiotów wyznaczonych do produkcji w gnieździe:

$$\text{IPOT} = \left\{ w_m^j : j \in J; m \in M \right\}$$

gdzie:

J - zbiór symboli operacji obróboznych na OSN

M - zbiór naturalnych liczb określających aktualnie realizowaną operację obróbczą.

ad c)

Założona liczba kanałów obsługi $\alpha = 1$ wynika z faktu, że proces obsługi obrabiarek w niniejszym opisie traktowany jest w uproszczeniu jedynie jako proces ich obsługi przez jeden robot przemysłowy.

ad d)

Nieograniczona pojemność poczekalni jest własnością modelu niezwykle istotną z punktu widzenia możliwości rozszerzenia go o dodatkowe urządzenia technologiczne. Obecnie w modelu uwzględniono współpracę jedynie robota i obrabiarek, podczas gdy w rzeczywistym gnieździe z reguły znajdują się magazyny pośrednie, stanowiska kontrolno-pomiarowe, czy magazyn we/wy.

Dla tak przedstawionych założeń upraszczających model można podać postać funkcji Γ , której kolejne realizacje stanowią egzekucje zdarzeń w systemie:

$$\Gamma(q, \alpha < \delta_{i, t_1}^w >) = \left\{ \begin{array}{ll} \text{dla } \alpha = 1 : q; G(\delta^p, t_1) & G(\alpha, t_1 + \lambda) \\ \text{dla } \alpha = 0 : q+1; \alpha; - & \text{dla } w=z \\ q-1; \alpha; G(\delta^k, t_1 + \tau) & \text{dla } w=p \\ q; \alpha + 1; \left\{ \begin{array}{l} G(\delta^p, t_1); \alpha - 1 \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right. & \begin{array}{l} \text{dla } q \neq 0 \\ \text{dla } q = 0 \\ \text{dla } w=k \end{array} \\ q; \alpha; \text{KONIEC SYMULACJI} & \text{dla } w=r \end{array} \right.$$

gdzie:

q - liczba zgłoszeń w poczekalni (obsługa wg regulaminu FIFO)

α - liczba wolnych kanałów obsługi.

Zakładając stan początkowy stanowiska obsługi

$$q = 0, \quad \alpha = 1$$

zgłoszenie obrabiarki do obsługi może mieć następujące dwie alternatywy:

$$b \quad \begin{array}{lll} \text{dla } \alpha = 1 & q \leftarrow q; & \alpha \leftarrow \alpha - 1 \\ \text{dla } \alpha = 0 & q \leftarrow q + 1; & \alpha \leftarrow \alpha \end{array}$$

rozpoczęcie obsługi

$$q \leftarrow q - q; \quad \alpha \leftarrow \alpha - 1$$

zakończenie obsługi

$$q \leftarrow q \quad \alpha \leftarrow \alpha + 1$$

Realizacja funkcji $G(\delta^w, t)$ jest kreacją zdarzenia w systemie; jej parametrami są:

- δ^w - symbol klasy
- $w = z$ zgłoszenie obrabiarki do obsługi
 - $w = p$ początek obsługi
 - $w = k$ koniec obsługi
 - $w = r$ koniec symulacji

t - czas zdarzenia wyznaczony w oparciu o elementy zbiorów

$$T1 = \left\{ \tau: \tau_j \right\} - \text{zbiór czasów obsługi,}$$

$$T2 = \left\{ \lambda: \lambda_j \right\} - \text{zbiór czasów następstw pomiędzy wezwaniem ro-}$$

bota,

gdzie:

$$i \left. \vphantom{i} \right\}$$

j - identyfikatory elementów ze zbioru IPOT

λ_i - kolejne przestoje robota.

Realizacje funkcji Γ zachodzą w chwilach czasowych t ze zbioru T o własnościach:

$$T = \left\{ t: i < j \rightarrow t_i \leq t_j; i, j \in I \right\},$$

gdzie:

$I = 1, 2, \dots$ i zbiór liczb naturalnych.

Jako wynik procesu symulacji uzyskujemy ciąg realizacji:

$$\theta = \left[\Gamma_0, \Gamma(A, < \delta_1^w, t_1 >), \Gamma(A, < \delta_2^w, t_2 >), \dots \right]$$

gdzie A - zbiór obiektów biorących udział w symulacji.

3. POSTAĆ DANYCH I WYNIKÓW EKSPERYMENTU

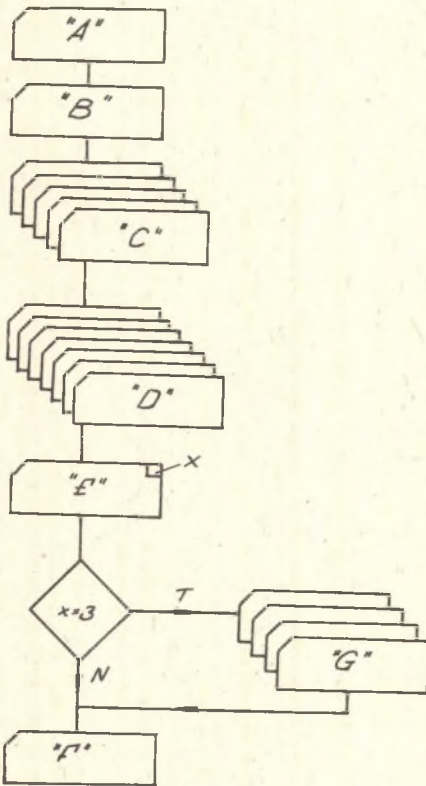
3.1. Dane

Na rysunku 1 podano schemat budowy zestawu danych. Moduł wprowadzania danych do systemu jest pomyślany tak, by maksymalnie uprościć realizację serii eksperymentu z modelem symulacyjnym.

Realizacja serii eksperymentów z modelem prowadzona jest przez podawanie w zestawie danych jedynie tych parametrów systemu, które traktować chcemy jako zmienne, pozostałe zaś parametry wprowadzane są jednorazowo przed pierwszym uruchomieniem programu komputerowego.

Badanie modelowanego gniazda powinno być prowadzone zgodnie z racjonalnymi zasadami teorii eksperymentu, ponieważ ilość zmiennych decyzyjnych nawet w tej prostej wersji modelu jest tak znaczna, że kompletny plan badań, obejmujący wszystkie kombinacje danych wejściowych, jest praktycznie niemożliwy do zrealizowania. Podobnie jak w innych dziedzinach badań tak i tutaj niezbędne jest przeprowadzenie serii badań rozpoznawczych, pozwalających uściślić zakresy zmiennych w dalszych badaniach. Prezentowane poniżej wyniki zostały uzyskane dla gniazda o następujących parametrach:

- 3 obrabiarki
- 1 robot przemysłowy



Rys. 1. Schemat budowy zestawu danych

"A" - typ pracy modelu, "B" - skład i konfiguracja modelowanego gniazda
 "C" - harmonogram pracy obrabiarek,
 "D" - opisy programów obróbki na obrabiarkach, "E" - ogranicznik kart
 "D", gdy $x = 3$ ozytane są charakterystyki narzędzi, "F" - charakterystyki narzędzi, "G" - informacje organizacyjne przebiegu symulacyjnego

- równoległa organizacja pracy obrabiarek
- T_g^w - średni ważony czas główny operacji obróbki przedmiotów ujętych w harmonogramie pracy.
 - 1150 s.
 - 459 s.
- czas obsługi obrabiarek przez robota wynosił $2 \times T_0$, gdzie $T_0 = 10, 15, 20 \dots, 60$ s.
- symulowany czas pracy gniazda - 8 godz.

3.2. Wyniki

Na rysunkach 2-4 podano postać danych i wyników dla jednego z eksperymentów z modelem symulacyjnym. Przebieg historii pracy systemu został w tym przypadku przedstawiony w pełni na wydruku; w rzeczywistości tę opcję programową wykorzystuje się jedynie przy opracowywaniu harmonogramów pracy obsługi gniazda, poprzestając zazwyczaj na przedstawionych na rys. 3 wynikach uproszczonej analizy pracy systemu. Historia przebiegu zapisywana jest zawsze w pełni w pamięci taśmowej komputera do późniejszej pełnej analizy pracy systemu (rys. 4).

Realizując przykładową serię badań zgodnie z punktem 3.1 wykorzystano oczywiście jedynie skrócone wyniki wydruków. Badano w tym przy-

padku wpływ parametru T_0 (czas obsługi obrabiarek przez robota) na średni stopień wykorzystania czasu pracy obrabiarek w gnieździe dla założonego harmonogramu pracy. Czas przebiegów symulacyjnych wahał się od 4 do 22 s. w zależności od tego czy analizowano proces zużywania się narzędzi, czy nie. Ciekawych danych ilościowych dostarczyła analiza wielkości błędów w ocenie stopnia wykorzystania obrabiarek wynikających z pominięcia analizy narzędziowej. Błędy te rosły od 5% w przypadku długich czasów głównych obróbki do 66% dla krótkich czasów obróbki $T_{g1}^w = 1150$ s., $T_{g2}^w = 459$ s. Sto-

ZESTAW 1 *** DANE ***

TOKAREK - 2 W-FREZ. - 1

ODCIĄŻENIE UBRANIAKK

NR OBR. *	NR POT IL SZT	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	50	40	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CHARAKTERYSTYKI PPI

NR PUT *	TJ	IL SZT
1	46	50
2	333	40
3	205	35
52	803	35
81	1656	15

CZAS PRACY SYSTEMU : 8,059 GODZ.

ST.ŁA ROBOTA : 30 SEC

Rys. 2. Budowa zestawu danych do przebiegu symulacyjnego

CHARAKTERYSTYKA CESIENI...

	1	2	3	4	5
	110	0	0	0	0
X	98,55	1,65	0,50	0,50	0,00

SUMARYCZNA ILOSC WYKONANYCH KROKOW : 121

WYKONYSTALIL CENY SPACY ODPOBIERK :

1	2	3	0	0
42,47	79,07	82,54	0,00	0,00
X				

KOBOTA :

24,58

SPREDIE WYKONYSTALIL CZASU PRACY : 47,60
KOCZSTEP : 40,03 X

CHARAKTERYSTYKA CZASOW OCZYSZCZANIA NA DOCLUCIE

UBRAGIAPKA Nr :	1	2	3
SR CZAS OCZYSZCZANIA :	146,36	168,50	143,23
ILOSC PRZYPAJKOW :	25	13	13
UDZIAL PROCENTURY :	0,61	0,13	0,11
			0,00
			0,00
			0,00

ZAPOTREBIOWANIE NA WAZNECZKA ILO DANYCH NR - 1

NR KAT. ILOST.

1	5
2	2
3	2
4	2
10	4
11	4
12	1
13	0
14	2
15	2
16	2
17	2
18	2
19	2
20	2
21	2
22	2
23	2
24	2
25	2
26	2
27	2
28	2
29	2
30	2
31	2
32	2
33	2
34	2
35	2
36	2
37	2
38	2
39	2
40	2
41	2
42	2
43	2
44	2
45	2
46	2
47	2
48	2
49	2
50	2

Rys. 3a. Wyniki uproszczonej analizy eksperymentu z modelem symulacyjnym

R. 2.0180.07

1	*	1	1	21700	30	0	1	49	-	41 41 3
2	*	1	1	21810	60	30	51	14	-	1 1/330
3	*	1	2	21850	240	0	1	48	-	1 1/76
4	*	2	1	22020	250	40	32	34	-	0 1/40
5	*	1	2	22120	114	74	1	47	-	0 1/46
6	*	1	2	22220	240	0	1	46	-	0 1/21 2
7	*	1	2	24510	240	0	1	45	-	0 1/118
8	*	1	2	24710	240	0	1	44	-	0 1/134
9	*	2	2	25060	371	131	32	33	-	0 2/220
10	*	1	2	25210	144	104	1	42	-	0 2/250
11	*	1	2	25400	240	0	1	41	-	0 3/1 6
12	*	1	2	25550	476	18	81	13	-	0 3/230
13	*	1	2	25700	484	234	1	40	-	0 3/275
14	*	2	2	24013	240	0	32	32	-	0 4/0 13
15	*	1	2	24163	381	141	1	39	-	0 4/0 63
16	*	1	2	24350	240	0	1	38	-	0 4/0 39
17	*	1	2	24550	240	0	1	37	-	0 4/0 15
18	*	1	2	24751	240	0	1	36	-	0 4/0 31
19	*	1	2	24947	240	0	1	35	-	0 4/0 47
20	*	2	2	25097	401	131	32	31	-	0 4/0 17
21	*	1	2	25307	484	184	1	34	-	0 4/0 37
22	*	1	2	25527	703	33	51	12	-	0 4/0 17
23	*	1	2	25727	344	104	1	33	-	0 4/0 47
24	*	1	2	25923	240	0	1	32	-	0 4/0 1 1
25	*	2	2	26119	240	0	32	30	-	0 4/0 130
26	*	1	2	26360	101	141	1	25	-	0 4/0 140
27	*	1	2	26558	240	0	1	29	-	0 4/0 36
28	*	1	2	26808	240	0	1	28	-	0 4/0 32
29	*	1	2	27044	240	0	1	27	-	0 4/0 34
30	*	1	2	27274	401	131	32	26	-	0 4/0 31
31	*	1	2	27404	406	104	1	26	-	0 4/0 34
32	*	3	2	27554	609	129	81	13	-	0 4/0 1 6
33	*	2	2	27874	484	224	1	25	-	0 4/0 34
34	*	1	2	28020	240	0	1	24	-	0 4/0 1 7
35	*	1	2	28207	240	0	32	28	-	0 4/0 1 7
36	*	1	2	28537	391	143	23	27	-	0 4/0 1 3
37	*	1	2	28523	240	0	1	22	-	0 4/0 33
38	*	1	2	28749	240	0	1	21	-	0 4/0 1 7
39	*	1	2	28945	240	0	1	20	-	0 4/0 25
40	*	1	2	29141	240	0	1	19	-	0 4/0 1 1
41	*	1	2	29291	711	131	32	18	-	0 4/0 1 1
42	*	1	2	29621	704	394	1	18	-	0 4/0 1 1
43	*	3	2	29811	689	369	81	10	-	0 4/0 1 1
44	*	1	2	30041	344	104	1	17	-	0 4/0 1 1
45	*	1	2	30237	240	0	1	16	-	0 4/0 37
46	*	1	2	30424	240	0	32	16	-	0 4/0 1 1
47	*	1	2	30974	381	141	1	15	-	0 4/0 34
48	*	1	2	30976	240	0	1	14	-	0 4/0 35
49	*	2	2	30948	240	0	13	13	-	0 4/0 1 1
50	*	1	2	31162	240	0	1	12	-	0 4/0 32
51	*	1	2	31358	240	0	1	11	-	0 4/0 33
52	*	2	2	31538	371	131	32	13	-	0 4/0 1 1
53	*	1	2	31658	344	104	1	10	-	0 4/0 33
54	*	1	2	31828	549	89	81	9	-	0 4/0 1 1
55	*	1	2	32070	484	224	1	9	-	0 4/0 34
56	*	1	2	32274	240	0	1	8	-	0 4/0 34
57	*	2	2	32445	240	0	24	32	-	0 4/0 1 1
58	*	1	2	32611	381	143	1	7	-	0 4/0 31
59	*	1	2	32827	240	0	1	6	-	0 4/0 1 1
60	*	1	2	33009	240	0	1	5	-	0 4/0 1 1
61	*	1	2	33179	240	0	1	4	-	0 4/0 1 1
62	*	1	2	33373	240	0	1	3	-	0 4/0 35
63	*	2	2	33545	411	131	32	23	-	0 4/0 1 1
64	*	1	2	33815	794	224	1	2	-	0 4/0 35
65	*	1	2	34035	949	359	81	8	-	0 4/0 1 1
66	*	1	2	34233	344	104	1	2	-	0 4/0 33
67	*	1	2	34421	240	0	0	0	-	0 4/0 33
68	*	2	2	34618	240	0	32	22	-	0 4/0 30
69	*	1	3	34768	0	141	1	40	-	0 4/0 32
70	*	1	3	35068	1041	0	32	39	-	0 4/0 33
71	*	2	2	35271	240	0	32	21	-	0 4/0 31
72	*	1	2	35861	340	0	2	38	-	0 4/0 31
73	*	1	2	35911	338	38	7	7	-	0 4/0 31
74	*	1	2	36344	240	0	2	37	-	0 4/0 34
75	*	2	2	36524	240	0	32	20	-	0 4/0 34
76	*	1	2	36847	240	0	2	36	-	0 4/0 1 7
77	*	1	2	37359	240	0	2	35	-	0 4/0 33
78	*	1	2	37500	743	21	32	19	-	0 4/0 3 3
79	*	1	2	37890	274	37	2	34	-	0 4/0 3 3
80	*	1	2	38020	321	81	81	8	-	0 4/0 3 3
81	*	3	2	38393	240	0	2	33	-	0 4/0 3 3
82	*	2	2	38693	240	0	32	10	-	0 4/0 3 3
83	*	1	2	38876	480	0	2	32	-	0 4/0 3 3
84	*	1	2	39519	240	0	2	31	-	0 4/0 3 3
85	*	2	2	39669	383	23	37	17	-	0 4/0 3 3
86	*	3	2	39828	630	18	81	5	-	0 4/0 4 6
87	*	1	2	40158	376	136	2	30	-	0 4/0 3 3
88	*	1	2	40461	240	0	2	29	-	0 4/0 3 3
89	*	1	2	40811	369	129	38	16	-	0 4/0 3 3
90	*	1	2	41164	240	0	8	28	-	0 4/0 3 3
91	*	1	2	41607	240	0	8	27	-	0 4/0 3 3
92	*	2	2	41817	413	33	38	15	-	0 4/0 3 3
93	*	3	2	42027	411	171	81	4	-	0 4/0 3 3
94	*	1	2	42177	247	7	2	2	-	0 4/0 3 3
95	*	2	2	42680	240	0	2	25	-	0 4/0 3 3
96	*	2	2	42830	240	0	32	14	-	0 4/0 3 3
97	*	1	2	43123	740	0	2	24	-	0 4/0 3 3
98	*	2	2	43703	240	0	32	13	-	0 4/0 3 3
99	*	1	2	43923	518	31	81	12	-	0 4/0 3 3
100	*	1	2	44223	517	277	2	23	-	0 4/0 3 3
101	*	1	2	44726	240	0	2	22	-	0 4/0 3 3
102	*	1	2	44836	360	120	12	12	-	0 4/0 3 3
103	*	1	2	45209	240	0	2	21	-	0 4/0 3 3
104	*	2	2	45772	240	0	2	20	-	0 4/0 3 3
105	*	2	2	45827	773	33	32	11	-	0 4/0 3 3
106	*	3	2	46222	591	351	81	2	-	0 4/0 3 3
107	*	2	2	46462	427	180	19	2	-	0 4/0 3 3
108	*	1	2	46975	240	0	2	18	-	0 4/0 3 3
109	*	1	2	47053	240	0	2	17	-	0 4/0 3 3
110	*	1	2	47400	240	0	2	17	-	0 4/0 3 3
111	*	1	2	47911	400	0	2	16	-	0 4/0 3 3
112	*	1	2	48324	413	107	4	12	-	0 4/0 3 3
113	*	1	2	48521	711	431	11	1	-	0 4/0 3 3
114	*	1	2	48871	709	81	1	2	-	0 4/0 3 3
115	*	1	2	49304	740	0	2	14	-	0 4/0 3 3
116	*	1	2	49224	740	120	32	0	-	0 4/0 3 3
117	*	1	2	49607	740	120	32	0	-	0 4/0 3 3
118	*	1	2	50100	740	120	32	0	-	0 4/0 3 3
119	*	1	2	50500	740	120	32	0	-	0 4/0 3 3
120	*	1	2	50900	740	120	32	0	-	0 4/0 3 3

Rys. 4. Postać zapisu pełnej historii przebiegu symulacyjnego

pięć wykorzystania obrabiarek wygodnie jest traktować jako funkcję nie bezpośrednio parametru T_0 , ale jako funkcję bezwymiarowego współczynnika ξ , zdefiniowanego następująco:

$$\xi = \frac{T_0}{T_g^w}$$

Współczynnik ξ , łączy w sobie zatem wpływ dwu wielkości - T_0 i T_g^w .

Znajomość stopnia wykorzystania czasu pracy robota konieczna jest przy konstruowaniu cyklogramu pracy gniazda [4] podczas projektowania optymalnej organizacji pracy gniazda. Obie zależności przedstawione na rys. 5 są podstawą do ewentualnej dalszej porównawczej oceny harmonogramów pracy gniazda.

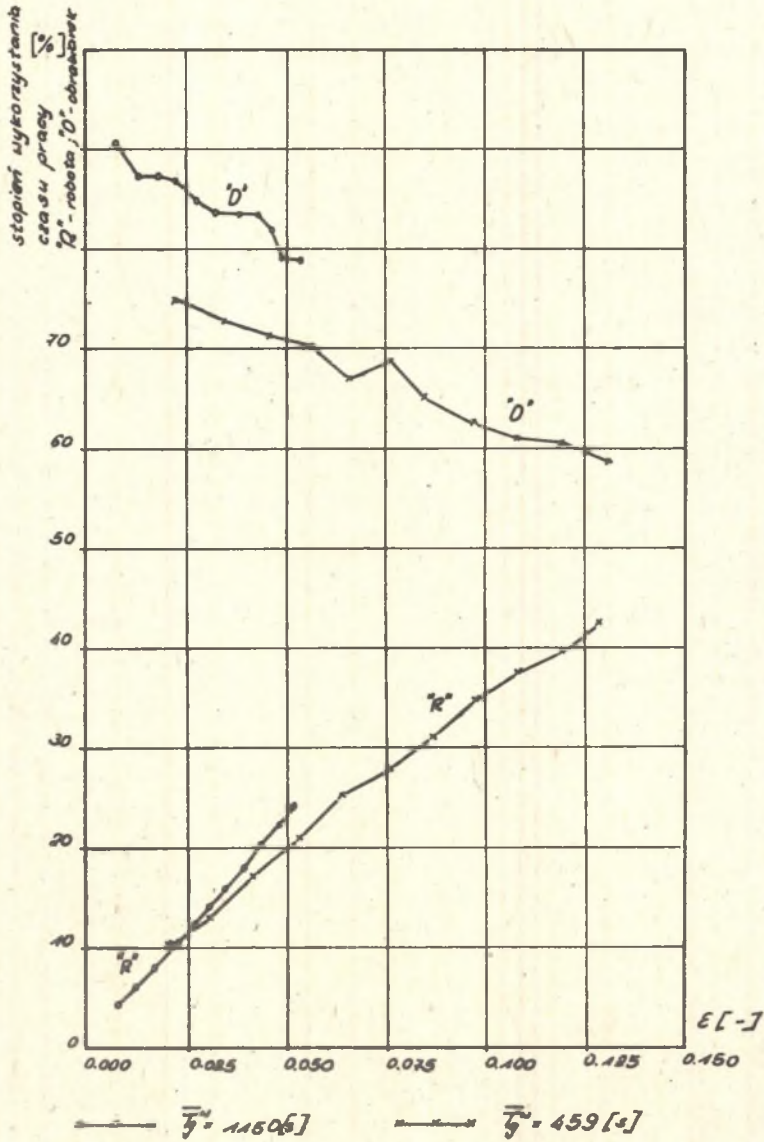
4. PODSUMOWANIE

Wykorzystanie opracowanego komputerowego modelu symulacyjnego w przedstawionym powyżej zakresie zastosowań stanowi obiecującą metodę pracy nad projektowaniem konfiguracji i organizacji pracy gniazd OSN wraz z doborem odpowiedniego typu robota.

W kolejnym etapie prac uwzględnione będą dalsze istotne parametry pracy systemu oraz rozszerzenie modelu o moduł optymalizacji planu pracy gniazda.

LITERATURA

- [1] CHAJTMAN S.: Organizacja produkcji rytmicznej. PWE, Warszawa 1973.
- [2] DETHOOR J.M., GROBOILLOT J.L.: Trwałość urządzeń technicznych, WNT, Warszawa 1971.
- [3] GORDON G.; Symulacja systemów, WNT, Warszawa 1974.
- [4] WÓJCIKOWSKI J., MADEJSKI J., RAWLUK L.: Problemy opracowywania założeń do projektowania gniazda obrabiarek robotem przemysłowym. ZN Politechniki Śląskiej s. Mechanika z. 68 (w druku).
- [5] SZKURBA W.W.: Zadacza triooch stankow. Wyd. "Nauka", Moskwa 1976.
- [6] STARK R., NICHOLLS R.: Matematyczne podstawy projektowania inżynierskiego. PWN, Warszawa 1979.



Rys. 5. Zależność stopnia wykorzystania czasu pracy robota i obrabiarek od parametru T_0 i średniego ważonego czasu głównej operacji obróbkowych w gnieździe

ЦИФРОВАЯ СИМУЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ГНЕЗДА СТАНКОВ
С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ С ПРОМЫШЛЕННЫМ РОБОТОМ
РАБОТАЮЩЕГО В ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Р е з ю м е

Предлагается модель симуляции работы гнезда станков, работающих в параллельной системе. Приведется пример использования модели.

THE COMPUTER SIMULATION MODEL OF PARALLEL
PRODUCTION CENTRES WITH NC MACHINE TOOLS
AND INDUSTRIAL ROBOTS

S u m m a r y

The paper discusses a digital computer implemented simulation program of a work of an industrial robot. An example of model utilization is given.