

Jaček Duda
Politechnika Śląska

DOBÓR PARAMETRÓW WYBRANEGO DYSKRETNEGO PROCESU PRZEMYSŁOWEGO
METODĄ MODELOWANIA CYFROWEGO

Streszczenie. W referacie omówiono dobór parametrów dla dyskretnego procesu przepływu materiału w technologii sterowniczej metodą modelowania cyfrowego. Celem doboru jest uzyskanie najlepszych wskaźników ekonomicznych procesu przy zachowaniu ograniczeń wynikających z technologii. Przedstawiono schemat blokowy programu symulacyjnego obejmującego proces technologiczny i sterowanie dyspozytorskie. Do referatu załączono wyniki przykładów liczbowych.

1. Wstęp

Jednym z problemów występujących przy projektowaniu procesów przemysłowych jest dobór struktury procesu w sensie określenia liczb poszczególnych urządzeń. Wielkości te oraz niektóre parametry urządzeń, które nazywane będą parametrami projektowymi, nie są z góry ustalone przez technologów opracowujących proces. Proces prowadzony dla różnych wartości parametrów projektowych może prowadzić do różnych wyników /w sensie spełnienia kryterium jakości dla procesu/, ale nie może naruszać ograniczeń narzuconych przez technologię. Metodą służącą do badania różnych wariantów procesu jest modelowanie cyfrowe.

2. Opis procesu technologicznego

W referacie rozpatrywany jest proces przepływu materiału w piecowni zakładu metalurgicznego. Jest to proces dyskretny o strukturze równoległej.

Znajdujące się w hali piecowni piece wglębne służą do przygotowania wlewków do walcowania przez nadanie im odpowiedniej temperatury. Wlewki przybywają do piecowni ze stalowni, której ostatnią operacją jest stryperowanie. Dla uniknięcia strat ciepła należy dążyć do tego, by czas oczekiwania na załadunek do pieca był minimalny. Po podgrzaniu wlewki kicrowane są na zgniatacz a potem do dalszej obróbki. Ponieważ wlewki ze wszystkich pieców wglębnych muszą być walcowane przez ten sam zgniatacz, wpływ przestoju tego urządzenia na wydajność jest bardzo duży.

Proces przepływu materiału w piecowni sterowany jest przez dyspozytora. Opierając się na ustalonych regułach postępowania dyspozytor wydaje decyzję o sposobie prowadzenia procesu. Decyzja dyspozytora dotyczy określenia urządzenia, które ma być przeznaczone do "obsługi" danej partii materiału /nr pieca, nr suwnicy do załadunku wlewków/ i wyboru technologii /natężenie przepływu czynnika grzewczego w piecu, skrócenie lub przedłużenie, w ramach tolerancji, czasu grzania wlewków/.

Problem sterowania procesem przepływu materiału można formalnie napisać następująco:

dane jest: wektor A , gdzie a_i może przybierać wartości 0 lub 1, określa, czy i -ty piec jest włączony,

wektor B , gdzie b_i określa sprawność i -tego pieca wyrażoną współczynnikiem przedłużenia czasu czasu procesu w tym piecu w stosunku do czasu nominalnego,

zbiór F , zależności technologicznych, wiążących czas trwania procesu z wielkościami charakteryzującymi wlewki. F - może być zbiorem tablic [1], [2], nomogramami, przybliżonymi zależnościami funkcyjnymi.

wektor T_n , gdzie t_i jest prognozowanym czasem zwolnienia i -tej komory, dla n -tego transp. wł,

wektor X_j - zbiór wielkości charakteryzujących przybywającą partię wlewków /rodzaj materiału, format, czasy trwania faz technologii poprzedzających grzanie, czas przybycia partii wlewków/

Dla każdej przybywającej partii wlewków podejmowana jest decyzja dyspozytorska $D = \{d_1, d_2\}$, gdzie:

d_1 - decyzja dotycząca wyboru urzędzenia,

d_2 - decyzja dotycząca wyboru wariantu technologii.

Wartością funkcji celu y jest suma strat związanych i przestojami urzędzeń po podjęciu danej decyzji D . Zadanie sterowaniem procesem można zapisać następująco:

$$\text{gdzie } X_j^* A * B * F * T_{n-1} * D \rightarrow T_n ; \quad T_n \rightarrow y$$

W przykładzie rozpatrywanym w referacie przyjęto pewne uproszczenia:

- nie uwzględniono wyłączania oraz starzenia komór /wektory $A, B/$,
- zależności technologiczne F wyrażone są przy pomocy przybliżonych funkcji,
- na wartość y składa się czas przestoju zgniatacza, czas przedłużenia grzania, związanego z oczekiwaniem na zwolnienie zgniatacza, oraz długość kolejki wlewków przed załadunkiem do pieca.

3. Sformułowanie zagadnienia

Referat dotyczy doboru parametrów dla dyskretnego procesu przepływu materiału. Przyjęto założenie, że poszczególne elementarne procesy technologiczne oraz typy urzędzeń zostały określone przez specjalistów z dziedziny, której dotyczy proces. Parametry projektowe procesu opisywane w referacie mają wpływ na wskaźniki ekonomiczne procesu /wydajność/, lecz nie powodują przekroczenia ograniczeń technologicznych. Przykładami takich parametrów mogą być liczba pieców wglębnych, liczba suwnic, natężenie przepływu czynnika grzewczego w piecu. W referacie rozważa się dobór liczby pieców wglębnych.

Kryterium pozwalające obserwować wpływ różnych wartości dobieranych parametrów projektowych na proces są straty obserwowane w dłuższym przedziale czasu.

Na straty związane z przepływem materiału w piecowni składają się:

- przestoje zgniatacza,
- wydatek paliwa na utrzymywanie w temperaturze kontrolnej wlewków oczekujących na zwolnienie zgniatacza,
- długość kolejki wlewków oczekujących na załadunek do pieca bezpośrednio po przybyciu do piecowni.

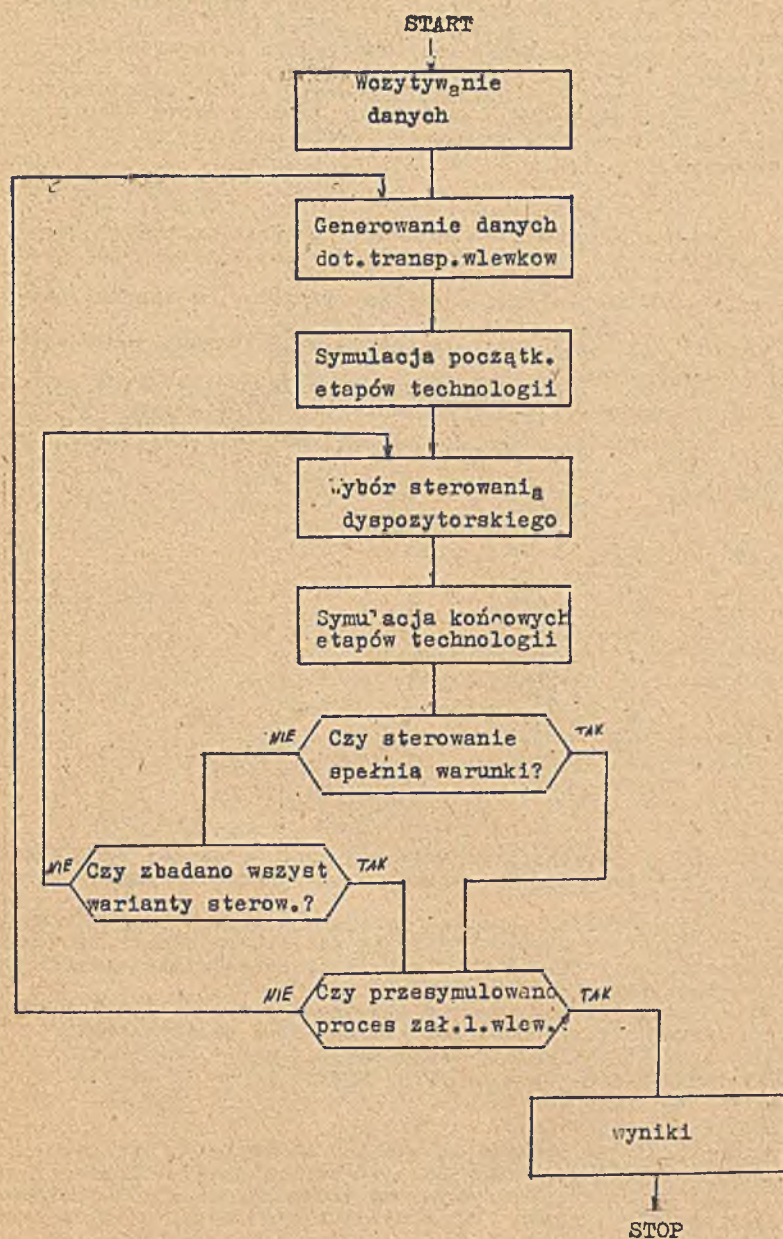
Sprawdzanie wpływu różnych wartości parametrów projektowych na proces odbywa się drogą symulacji cyfrowej. Model symulacyjny procesu przepływu materiału w piecowni, z uwzględnieniem sterowania dyspozytorskiego został uruchomiony na emc Mińsk-32.

Etap doświadczeń symulacyjnych, których celem jest identyfikacja funkcji wiążącej wartość kryterium jakości z wartościami parametrów projektowych powinien być poprzedzony analizą projektu. Analiza projektu polega na symulacji procesu i wydruku wielkiej liczby wielkości związanej z procesem. Obserwacja wyników pozwala wykryć wąskie gardła oraz brak koordynacji kolejnych etapów technologii.

4. Modelowanie cyfrowe procesu przepływu materiału w piecowni

Na rys. 1. przedstawiono schemat blokowy programu symulacyjnego procesu przepływu materiału w piecowni zgniatacza. Symulacja poszczególnych etapów technologii polega na określeniu czasu trwania tego etapu i dodaniu do czasu rozpoczęcia etapu technologii. Czas trwania procesu elementarnego związanego z pojedynczym etapem technologii jest wielkością stałą albo wynika ze wzorów, tablic, lub nomogramów.

Ponieważ w procesie występują losowości, czas trwania procesu elementarnego uważany jest za realizację zmiennej losowej o wartości średniej równej wielkości wyznaczonej z tablic lub wzorów. W celu generowania



Rys. 1. Schemat blokowy programu symulacyjnego procesu przepływu materiału w piecowni

zmiennych losowych o znanych parametrach rozkładu w programie symulacyjnym umieszczono generatory liczb pseudolosowych [4].

W programie symulacyjnym uwzględniono sterowanie dyspozytorskie. Podejmowanie decyzji dyspozytorskiej polega na sprawdzaniu po kolei coraz mniej efektywnych metod prowadzenia procesu /coraz mniej intensywne grzanie/. Sprawdzenie danego wariantu polega na stwierdzeniu, czy po zakończeniu procesu grzania wlewków będzie mógł być od razu walcowany na zgniataczu.

5. Wyniki

W tabeli 1 zaprezentowano wyniki symulacji procesu przepływu materiału w piecowni. Dla co dziesiątego wytopu /N1 - nr wytopu/ przedstawiono:

- wybrany wariant technologii /N2, 0- wariant forsowny, 1-wariant normalny/,
- sumę czasów przestojów zgniatacza liczonych od początku symulowanego okresu /N3/, /m.n./,
- sumę czasów oczekiwania gorących wlewków na rozładunek /N4/, /min/
- długość kolejki wlewków oczekujących na załadunek do pieca /N5/.

Przyjęto dane: średni odstęp czasu między chwilami przybycia kolejnych partii wlewków - 35 min.

- liczba pieców - 40.

Tabela 1

N1	N2	N3	N4	N5
10	0	189	381	0
20	1	335	979	0
30	1	465	1564	0
40	1	574	2156	3
50	1	593	2783	10
60	1	614	3401	17
70	1	641	4018	26
80	1	707	4613	36
90	1	827	5183	45
100	1	929	5753	51

Zawarte w tabeli 1 wyniki przedstawiają pracę piecowni zgniatacza w warunkach braku koordynacji. Z przytoczonych wyników wyciągnąć można następujące wnioski:

- w procesie występują wahania, których przyjęta metoda sterowania dyspozytorskiego nie może zredukować /przebieg zgniatacza wynosi 929 min/,
- czas trwania walcowania jest zbyt długi /czas oczekiwania wlewków na rozładunek z pieca narasta/,
- piecownia ma za małą przepustowość w stosunku do częstotliwości przybywania transportów wlewków /kolejka wlewków na wejściu narasta/.

Dla zmniejszonej częstotliwości przybywania wlewków /co 40 minut/ wykonano serię doświadczeń symulacyjnych. Wyniki podano w tabeli 2.

Oznaczenia kolumn w tabeli 2:

- N1 - liczba pieców
- N2 - suma przestojów zgniatacza dla 100 transportów wlewków,
- N3 - suma czasów oczekiwania wlewków na rozładunek z pieca,
- N4 - kolejka wlewków oczekujących na załadunek do pieca obliczona jako wartość średnia z 10 ostatnich symulowanych transportów wlewków

Tabela 2

N1	N2	N3	N4
40	308	4625	2,8
35	280	4620	1,8
30	337	4580	10,0
25	562	4360	26,5

Z przedstawionych w tabeli 2 wyników wyciągnąć można wnioski, że dla liczby pieców większej od 35 wpływ liczby pieców na wydajność procesu jest znikomy. O wynikach decyduje głównie losowy charakter procesu. Obniżanie liczby pieców poniżej 35 powoduje zwiększanie przesto-
jów zgniatacza i długości kolejki.

Przedstawiony przykład jest bardzo prosty, dobierany jest tylko jeden parametr. Dla większej liczby parametrów liczba doświadczeń symulacyjnych może znacznie wzrosnąć, szczególnie gdy niektóre dobie-
rane parametry mogą przyjmować dowolne wartości z określonego zakresu /pozostałe parametry przyjmują wartości całkowitoliczbowe lub dyskret-
ne/. Wówczas może zaistnieć potrzeba zastosowania analizy regresji do określenia modelu, a następnie procedury programowania matematycznego do wyznaczenia optymalnych parametrów projektowych.

6. Wnioski

Modelowanie cyfrowe może mieć szerokie zastosowanie dla doboru pa-
rametrów dyskretnych procesów przemysłowych. Metoda modelowania cyfro-
wego może być wykorzystana dla procesów będących w fazie projektowania
a więc nie dokładnie zidentyfikowanych.

Można podać dalsze zalety symulacji dyskretnego procesu przemysłowego:

- możliwość wielokrotnego badania procesu,
- uwzględnienie sterowania procesem i możliwość poszukiwania metod sterowania dyspozytorskiego,
- uwzględnienie losowego charakteru procesu.

LITERATURA

- [1] H.Kowalowski, F.Marecki, J.Duda: Modelowanie cyfrowe dynamiki procesu przepływu materiału w piecowni zgniatacza. Prace VII KKA. Tom II - Rzeszów 1977.
- [2] Opracowanie tablic nagrzewania wlewków Huty Katowice przekazywanych w sposób optymalny i nieoptymalny - IMŻ Gliwice 1975.
- [3] J.Duda, F.Marecki: Modelowanie cyfrowe sterowania dyspozytorskiego piecownią zgniatacza - materiały konferencji: Teoria systemu i jej zastosowania. Wrocław 1975.
- [4] R.Zieliński: Generatory liczb losowych. WNT Warszawa 1972.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗБРАННОГО ДИСКРЕТНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОЦЕССА МЕТОДОМ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Р е з ю м е

В работе представлен метод определения параметров для процесса перемещения материалов в металлургическом заводе.

В настоящей работе применялся метод цифрового моделирования. Представлен пример: определение колодезных печей.

CHOICE OF PARAMETERS OF A CHOSEN DISCRETE INDUSTRY PROCESS USING
THE DIGITAL SIMULATION METHOD

S u m m a r y .

The paper presents a choice of parameters of flow material process in metallurgical works. A method of digital simulation was used. Results of an example - while determining the number of soaking pits - have been given.