

POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ MECHANICZNY - TECHNOLOGICZNY
INSTYTUT ORGANIZACJI ZARZADZANIA

Mgr inż. Juliusz Czarnowski

METODA AUTOMATYCZNEGO PROJEKTOWANIA OPTYMALNYCH PROCESOW
TECHNOLOGICZNYCH CIĄNIENIA RUR

Autoreferat rozprawy doktorskiej

Promotor

doc.dr Mieczysław Dworczyk

- WARSZAWA, 1979 -

obrony prac doktorskich

W dniu 29 listopada o godz. 12.00 na WY-
DZIALE MECHANICZNYM TECHNOLOGICZ-
NYM POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ (gmach
Nowy Technologiczny sala 129a ul. Narbutta 85)
odbędzie się publiczna obrona pracy doktorskiej
mgr. inż. JULIUSZA CZARNOWSKIEGO nt.:
„Metoda automatycznego projektowania optymal-
nych procesów technologicznych ciągnięcia rur”.
Praca do wglądu w Bibliotece Głównej PW.
Promotor — doc. dr Mieczysław Dworczyk
KA-3520-1

1. WSTEP

Przyspieszony rozwój gospodarczy szczególne wymagania stawia hutnictwu. Konieczne zwiększenie produkcji wyrobów przetwórstwa hutniczego wymaga budowy nowych i modernizacji istniejących hut, jak też szukania dalszych dróg bezinwestycyjnego wzrostu produkcji. Wywiera to daleko idące konsekwencje w sferze przygotowania i realizacji produkcji. Konieczne staje się szczególnie:

- zwiększenie efektywności projektowania nowych wyrobów oraz procesów ich wytwarzania;
- zwiększenie efektywności planowania i kontroli realizacji produkcji.

Podstawowym zbiorem danych wykorzystywanym w tych przedsiębiorstwach jest kartoteka technologiczna. Winna ona być kompletna, szczegółowa, aktualna i wygodna w użyciu.

Istniejące w wytwórniach rur kartoteki nie spełniały tych wymagań co utrudnia:

- opracowanie efektywnych systemów technicznego przygotowania i planowania produkcji;
- kontrolę przebiegów procesów, wykrywanie i ocenę odchyłeń od przebiegów prawidłowych,

i powoduje żywiołowy przebieg procesu wytwórczego.

Nieefektywność dotychczasowych rozwiązań w zakresie projektowania procesów technologicznych rur oraz możliwości ETO pozwalają sformułować podstawowe tezy niniejszej pracy:

1. Istnieje potrzeba automatycznego generowania optymalnych procesów technologicznych rur. Wyeliminuje to tradycyjną kartotekę technologiczną z systemu technicznego przygotowania i planowania produkcji.
2. Celowe jest także dalsze uzupełnienie algorytmów automatycznego generowania procesów technologicznych, aby umożliwiły ciągłą kontrolę realizowanych procesów i ich korektę w wyniku zakłóceń. Korekta taka polegałaby na projektowaniu nowego, najlepszego wariantu dalszej części procesu, jeśli w wyniku zaistnienia zakłóceń droga pierwotnie ustalona będzie niemożliwa do realizacji.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie koncepcji i metodyki automatycznego projektowania optymalnych procesów technologicznych ciągnięcia rur oraz opracowanie podstawowych algorytmów systemu.

W szczególności, przyjmując pewne uproszczenia, system projektujący opracowany wg przyjętej koncepcji ma być podstawą do:

- ustalenia najlepszego wymiaru materiału wyjściowego;
- ustalenia struktury procesu technologicznego /ciągu operacji/;
- ustalenia parametrów poszczególnych operacji;
- wyboru maszyn i urządzeń;
- ustalenia wymiarów roboczych narzędzi;
- ustalenia czasu pracy ludzi i maszyn;
- ustalenia kosztów robocizny;
- obliczenia odpadów i końcowego uzysku materiałowego;
- wyboru ekonomicznego wariantu procesu ze względu na określone kryterium.

Efektom działania systemu ma być:

- podniesienie efektywności produkcji poprzez wskazywanie optymalnych /w danych warunkach/ przebiegów procesów;
- wyeliminowanie prac ręcznych przy projektowaniu procesów technologicznych a w związku z tym skrócenie cyklu projektowania i polepszenie jakości opracowań;
- wyeliminowanie kartoteki technologicznej z systemu technicznego przygotowania i planowania produkcji;
- otrzymywanie tabulogramów procesów technologicznych /kart technologicznych lub przewodnich/ bezpośrednio na zamówioną ilość wyrobu;
- otrzymywanie materiałów służących do analizy zmian w przebiegach procesów w wyniku wprowadzonych zmian w parametrach technicznych i ekonomicznych, zmian wymiarów materiału wyjściowego i możliwych do wystąpienia zakłóceń w fazie realizacji procesu.

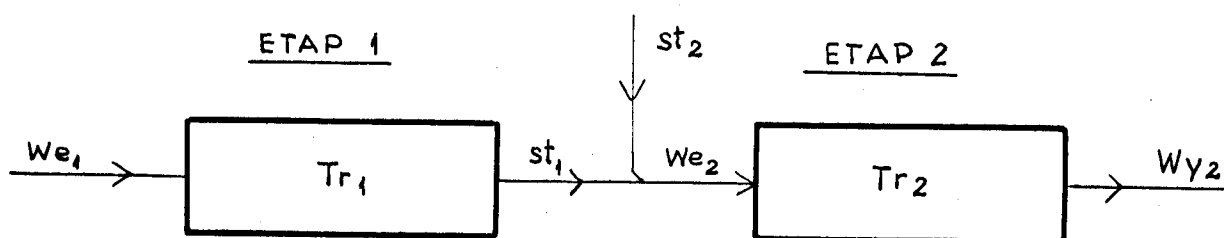
Pod tym kątem dokonano przeglądu literatury, który zakończono wnioskami:

- W dostępnej literaturze nie napotkano na opis algorytmu automatycznego projektowania procesów technologicznych rur, ani na koncepcję wyeliminowania kartoteki technologicznej z systemu technicznego przygotowania i planowania produkcji.

- Prowadzone prace w zakresie wykorzystania komputera w projektowaniu procesów nie obejmują całego przebiegu procesu a dotyczą jedynie pewnych jego parametrów technologicznych. Mogą one być wykorzystane przy opracowywaniu bazy danych stałych systemu automatycznego projektowania procesów.

2. ANALIZA PROBLEMU

Projektowanie procesu technologicznego rozpatrywać można wg dwuetapowego modelu:



Rys.1 MODEL DWUETAPOWEGO PROJEKTOWANIA PROCESU TECHNOLOGICZNEGO.

ETAP 1 - opracowywane są stałe parametry technologiczne $/st_1/$ oraz inne dane normatywne wykorzystywane przy projektowaniu procesu. Ten etap wchodzi w zakres prac zaplecza naukowo-badawczego i nie jest rozpatrywany w pracy.

ETAP 2 - projektowana jest struktura procesu, po czym następuje jego dalsze opracowanie. Ten etap obejmuje czynności od określenia materiału wsadowego do opracowania karty technologicznej.

Proces wytworzenia rury jest procesem dwufazowym:

- faza 1 - wykonanie wsadu /przygotówki/;
- faza 2 - wykonanie rury ciągnionej.

Ponieważ fazy te są rozdzielone zarówno technologicznie jak i organizacyjnie - nie jest celowe ujmowanie ich w jednym systemie automatycznego projektowania procesów. W pracy rozpatrywany jest system dla fazy 2, natomiast problem optymalizacji w niezbędnym zakresie uwzględnia obie fazy.

Praktyka produkcyjna wskazuje na nieefektywność tradycyjnej kartoteki technologicznej w systemie technicznego przygotowania

i planowania produkcji. Aby zbadać ten problem, przeanalizowano czynniki uwzględnione podczas projektowania procesów oraz rezultaty dotychczasowej metody projektowania.

a/ Rury opisywane są w sposób parametryzowany. Istniejące katalogi /normy/ nie określają bezpośrednio poszczególnych wyrobów a zawierają jedynie stabilizowane wartości parametrów opisujących. *(opis łaci nie wymaga rysunku konstrukcyjnego).*

Zbiór P tych parametrów:

$$P = \{FP, GP, LP, DP, BP, OP, SP\}$$

gdzie: FP, GP, itd. stanowią kolejno podzbiory: średnio zewnętrznych, grubości ścianek, długości, dokładności wykonania, kodów badań dodatkowych, obróbek cieplnych i gatunków stali.

b/ Wsadem na rurę ciągnioną jest grubościenna tuleja otrzymana technologią walcowania na gorąco o niższych, w porównaniu z wyrobem, parametrach jakościowych. Podobnie jak wyrób, wsad opisany jest w sposób parametryzowany.

Zbiór parametrów PW opisujących wsad:

$$PW = \{FW, GW, LW, SW\}$$

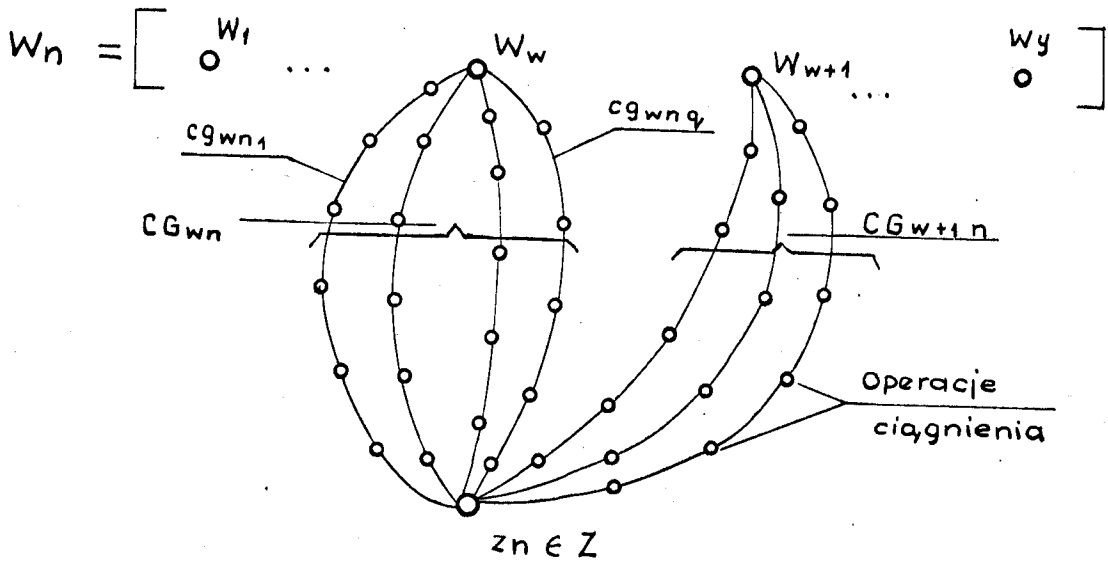
gdzie: FW, GW, ... itd. stanowią kolejno podzbiory: średnio zewnętrznych, grubości ścianek, długości, gatunków stali /oczywistym jest, że dla określonego wyrobu $SW \cong SP$ /.

Określony wyrób wykonać można z wsadu o różnych wymiarach; istniejąca standaryzacja wymiarów często nie jest w praktyce przestrzegana.

c/ Proces wykonania wyrobu polega na kilkakrotnym przeciągnięciu wsadu przez malejące kolejno otwory ciągnadeł. Z powodu umocnienia się materiału i wydłużania półfabrykatu wymagane są operacje międzyciągowe. Ilość operacji w procesie dochodzi do 80, ilość ciągów do 14.

Określony wyrób wykonać można wg różnych układów ciągów.

Sytuację można przedstawić jak na rysunku:



Rys. 2 MOŻLIWOŚĆ WARIANTOWANIA UKŁADÓW CIĄGÓW
DLA WYROBU z_n / z wsadu w_w i w_{w+1} /.

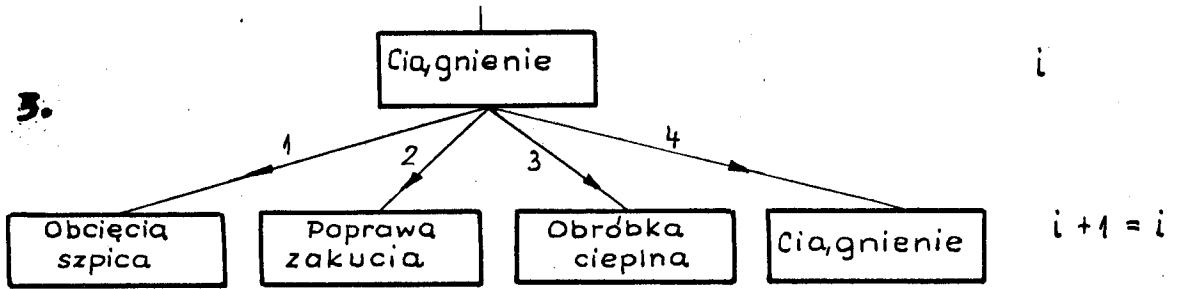
Różne układy ciągów powodują różną strukturę procesu. Jednak i przy tym samym układzie ciągów struktury mogą być różne z powodu różnych wariantów cięć międzyoperacyjnych półfabrykatu.

W pracy przeanalizowano warunki wystąpienia określonych operacji w strukturze procesu. Dla przykładu podano warunki jakie powoduje wykonanie operacji ciągnienia i jaka operacja może być następną w procesie. /rys.3/

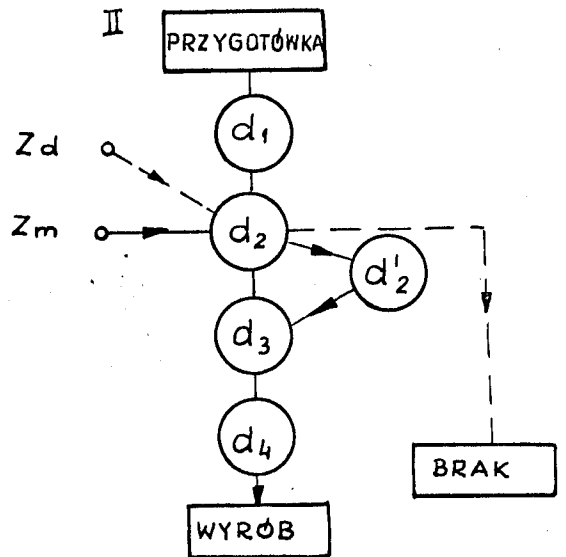
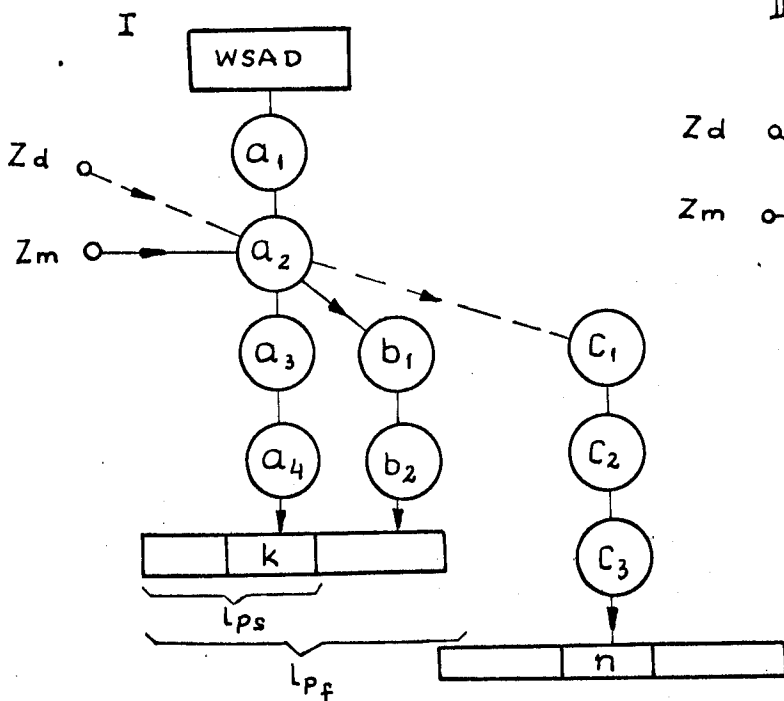
W dalszej kolejności w pracy rozpatrywana jest procedura wyboru maszyn i narzędzi, ustalania czasu wykonania operacji oraz ograniczenia występujące podczas realizacji procesu i możliwość ich przewidywania na etapie projektowania procesu.

Dokładniej przeanalizowano mechanizm działania zakłóceń występujących podczas realizacji procesu. Zakłócenia te powodowane są innym, niż to przewidziano ubytkiem materiału w operacji. Jest to istotny problem w procesach ciągnienia rur, utrudnia kontrolę i powoduje pewną żywiołowość produkcji. /rys.4/

Rys. 3.



Nr drogi	Podstawowe warunki wyboru następczej operacji procesu	Opis i uwagi
1	$f_i = f_z \wedge g_i = g_z$ $\forall m \gg 2$	- na operacje wykańczające ; - m - ilość operacji ciągnienia po ostatnim zakuciu .
2	nie 1 $\wedge f_{osth} \gg \phi_{i+1} - 1$	f_{osth} - średnica ostrza po ostatnim zakuciu w operacji "h"
3	nie 1 \wedge nie 2 $\wedge \lambda_i \cdot \lambda_{i+1} > \lambda_{dop}$	λ_{dop} - maksymalne wydłużenie (wynikające ze zgniotu) między dwoma obróbkami cieplnymi.
4	nie 1 \wedge nie 2 \wedge nie 3	



I) dla rur ciągnionych ; II) w obróbce skrawaniem.

Zd - zakłócenie "duże"
Zm - zakłócenie "małe"
lps - ...
lpf - ...

Rys. 4 WPŁYW ZAKŁÓCEŃ NA PRZEBIEG PROCESU.

I - dla rur ciągnionych:

Zakłócenie w operacji a_2 powoduje, że do następnej operacji przekazana jest inna niż pierwotnie zakładano masa materiału /a więc i inna długość półfabrykatu/. W wyniku tego realizacja procesu wg pierwotnego wariantu $a_3 - a_4$ jest niemożliwa.

Jeśli zakłócenie było "małe" może mieć miejsce przebieg wg $b_1 - b_2$ po którym wyrób k będzie miał inną długość niż pierwotnie zakładano. Jeśli żądano długości z określoną tolerancją $/lp_g/$ - wyrób będzie nieprzydatny /mimo, że w zasadzie nie jest to brak/ dla danego użytkownika. Jeśli nie żądano określonej długości $/lp_f/$ - wyrób będzie przydatny.

W przypadku zakłócenia "dużego" nie osiągnie się wyrobu k, możliwe jest otrzymanie wyrobu n drogą $o_1 - o_2 - o_3$.

II - w obróbce skrawaniem:

Jeśli w operacji d_2 nie osiągnięto przewidzianych pierwotnie parametrów półfabrykatu /ale nie powstał brak/, ma miejsce operacja dodatkowa d_2 po której proces wraca na drogę poprzednio założoną.

W dalszej kolejności omówiono licznosc zbioru procesow i mozliwosci jego praktycznego wykorzystywania, identyfikacje procesu w zbiorze, procedure jego wyboru dla danego wyrobu oraz problem aktualizacji kartoteki procesow. Opracowano tez model ujmujacy zaleznosci etapow projektowania i realizacji procesu w warunkach tradycyjnych /bez wykorzystania EMC/.

Przygotowanie i przeplyw informacji wg tego modelu mozna podzielic na 3 etapy: /rys.5/

etap 1:

- opracowanie w komórkach badawczych technologicznych i ekonomicznych /KT-I i KE/ zbiorow zawierajacych stale parametry technologiczne i ekonomiczne procesow;
- opracowanie wzorcowych procesow technologicznych dla zbioru wyrobow i zalozenie kartoteki technologicznej /w komorce KT-II/;

etap 2:

- analiza opisów wyrobów w zamówieniach wpływających do komórki produkcyjnej;
- wybranie z kartoteki technologicznej procesów wzorcowych dla wyrobów zamówionych;
- na ich podstawie opracowanie procesów indywidualnych /w komórce KT-III/;

etap 3:

- realizacja procesu indywidualnego w warunkach istnienia zakłóceń i ciągła analiza przebiegu procesu.

W trzecim etapie mogą mieć miejsce poniższe typowe sytuacje:

- brak odstępstw od przebiegu założonego /brak zakłócenia/ i proces jest dalej realizowany z kontrolą jego zgodności z przebiegiem założonym,
- występują odstępstwa /zakłócenia/ i proces jest dalej realizowany bez kontroli jego zgodności z przebiegiem założonym /brak czasu na opracowanie nowej wersji przebiegu/.

Dla sytuacji w której występują zakłócenia:

- Jeśli z obserwacji procesów wynika, że poziom zakłóceń jest inny niż pierwotnie założono i ma tendencję utrzymywania się - odpowiednia informacja przekazywana jest do komórki badawczej, korygowane są stałe parametry technologiczne i ekonomiczne oraz opracowane zostają nowe procesy wzorcowe.
- Jeśli zakłócenia są sporadyczne - nie przeprowadza się korekty stałych parametrów i nie opracowuje się nowych wersji procesów wzorcowych.

Jednak zarówno w pierwszym jak i drugim z tych przypadków nie jest w praktyce możliwa korekta już realizowanego procesu, w którym wystąpiło zakłócenie. Procesy takie są dalej realizowane bez kontroli zgodności z procesem wzorcowym, co powoduje, jak już zaznaczono, żywiołowy przebieg produkcji.

Po zakończeniu procesu badany jest wynik: jeśli pozytywny - wyrób przesłany zostaje do odbiorcy, jeśli nie - proces zostaje powtórzony.

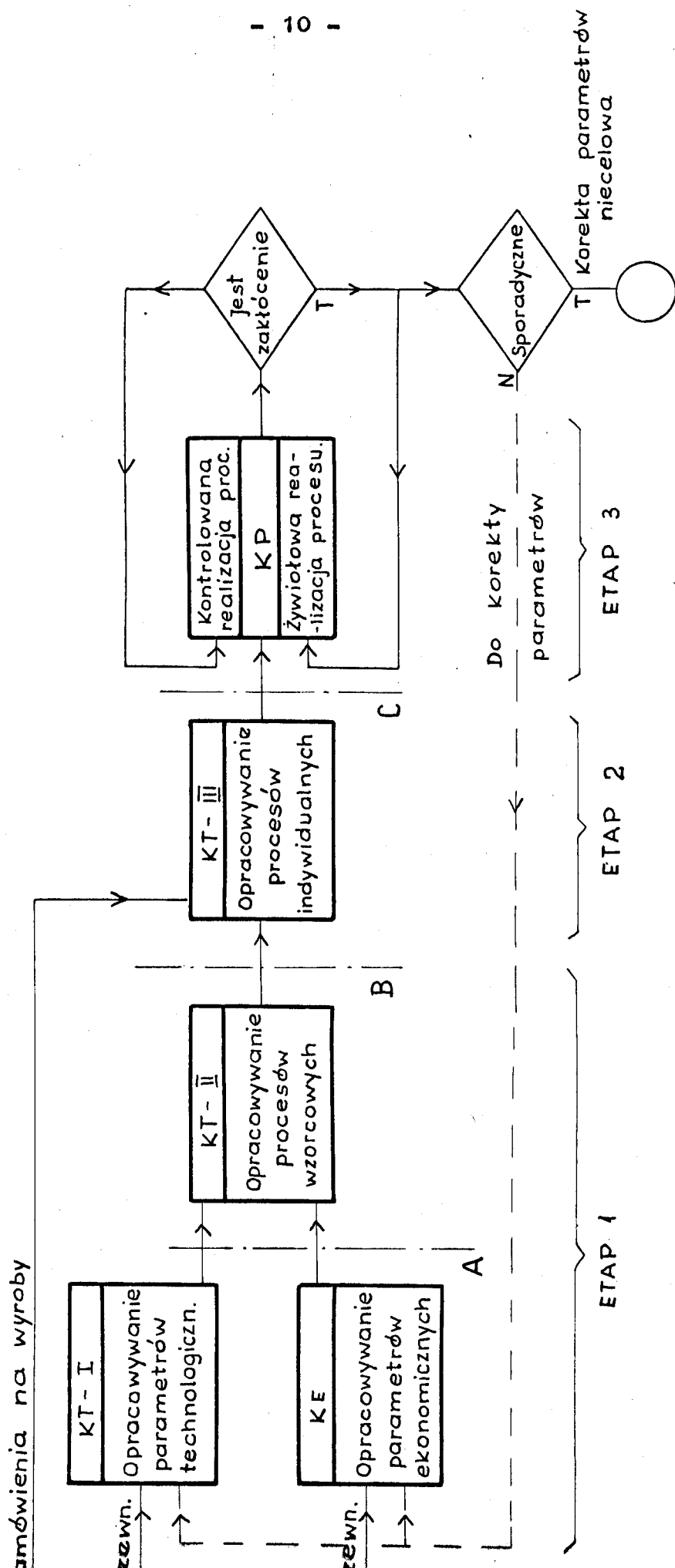
Między czynnościami w tych etapach występują określone zależności czasowe, a mianowicie:

- etap 1 może mieć znaczne wyprzedzenie w stosunku do pozostałych;
- rozpoczęcie opracowywania procesu wzorcowego ma miejsce w chwili A; wymaga to uściślenia parametrów wsadu, układu ciągów i poziomu zakłóceń;
- rozpoczęcie opracowywania procesu indywidualnego ma miejsce w chwili B; wymaga to uściślenia parametrów wyrobu;
- rozpoczęcie realizacji procesu ma miejsce w chwili B, po wydaniu wsadu z magazynu. Dopiero w tym momencie znane są dokładne parametry wsadu.

Jeśli są one zgodne z założonymi w chwili A, proces może być realizowany pod kontrolą, jeśli nie to należy opracować nowy, aktualny wariant procesu /i nową kartą przewodnią/, lub realizować proces bez kontroli. W praktyce ma miejsce alternatywa druga.

Część poświęcona analizie problemu kończy się podsumowaniem:

1. Parametryzowany opis wyrobu powoduje, że ilość jednoznacznie określonych wyrobów jest bardzo duża /wiele milionów w asortymencie rur/. Przy rocznej ilości zamówień na wyroby rzędu kilku tysięcy, tylko nieliczne wyroby z możliwych pojawią się w zamówieniach.
2. Parametryzowany opis wsadu powoduje, że ilość jednoznacznie określonych wymiarów wsadów na jeden wyrób może być znaczna. Istniejące wymiary /szczególnie długość/ wsadów typowych nie zawsze mogą być przestrzegane, nie jest też zbadane, czy pozwalają one na uzyskanie optymalnych przebiegów procesów.
3. Dla każdego wyrobu opracować można wiele wariantów procesu przy różnych wymiarach wsadu, układach ciągów i cięciach międzyoperacyjnych. Zależnie od chwilowych warunków technologicznych, produkcyjnych lub organizacyjnych realizowany może być odpowiedni z tych wariantów.
4. Znaczna pracochłonność obliczeń powoduje, że w warunkach ręcznego projektowania procesów nie przeprowadza się obliczeń



Rys. 5 IDEOWY SCHEMAT OPRACOWYWANIA I REALIZACJI PROCESU / W WARUNKACH TRADYCYJNYCH/.

wielowariantowych, ograniczając się do obliczenia jednego tylko wariantu wzorcowego z wsadu o wymiarach typowych i opracowania wzorcowej karty technologicznej grupowej.

5. Proces technologiczny rur jest w znacznym stopniu stypizowany, pozwala to na opracowywanie grupowych kart technologicznych. Procesy indywidualne zawsze będą się jednak różniły /często w minimalnym stopniu/ i dadzą różne efekty ekonomiczne. Wymagana jest więc późniejsza korekta wzorcowych kart grupowych dla wytwarzanych wyrobów.
6. Dotychczas procesy technologiczne rur opracowuje się ręcznie tworząc niekompletne, niedokładne, sztywne i nieefektywne kartoteki technologiczne o ograniczonych możliwościach wykorzystania. Zawierają one zwykle po jednym, nie zawsze optymalnym wariancie procesu z wsadu o wymiarach typowych.
7. Nie jest celowe umieszczenie w kartotece procesów wyrobów o długościach ściśle określonych. Długość ta jest określona dopiero w chwili wpłynięcia zamówienia. Nie ma więc sensu opracowywanie procesów a priori dla różnych mogących wystąpić długości.
8. Specyficzne zakłócenia technologiczne związane z większym niż założono ubytkiem materiału w pewnych operacjach powodują, że pierwotna wersja procesu od chwili wystąpienia zakłócenia nie może być ściśle realizowana i karta technologiczna staje się nieaktualna /nie można w takim przypadku utożsamiać nieprzestrzegania karty technologicznej i nieprzestrzegania procesu technologicznego/.
9. Znacznym problemem jest aktualizacja kartoteki technologicznej, Stosunkowo częste zmiany parametrów wymiarowych wsadów, układów ciągów, warunków technologicznych i produkcyjnych powodują konieczność ponownego opracowania znacznej części bądź całej kartoteki technologicznej. Aktualizacja kartoteki w postaci tradycyjnej jest więc bardzo pracochłonna.
10. Przeniesienie kartoteki technologicznej na nośnik magnetyczny a nawet skomputeryzowanie czynności projektowania procesów przy zachowaniu koncepcji prowadzenia tradycyjnej kartoteki

procesów technologicznych, nie zapewnia warunków niezbędnych dla sterowania procesem produkcyjnym.

3. MODELE OPTIMALIZACJI W PROCESIE WYTWARZANIA RUR

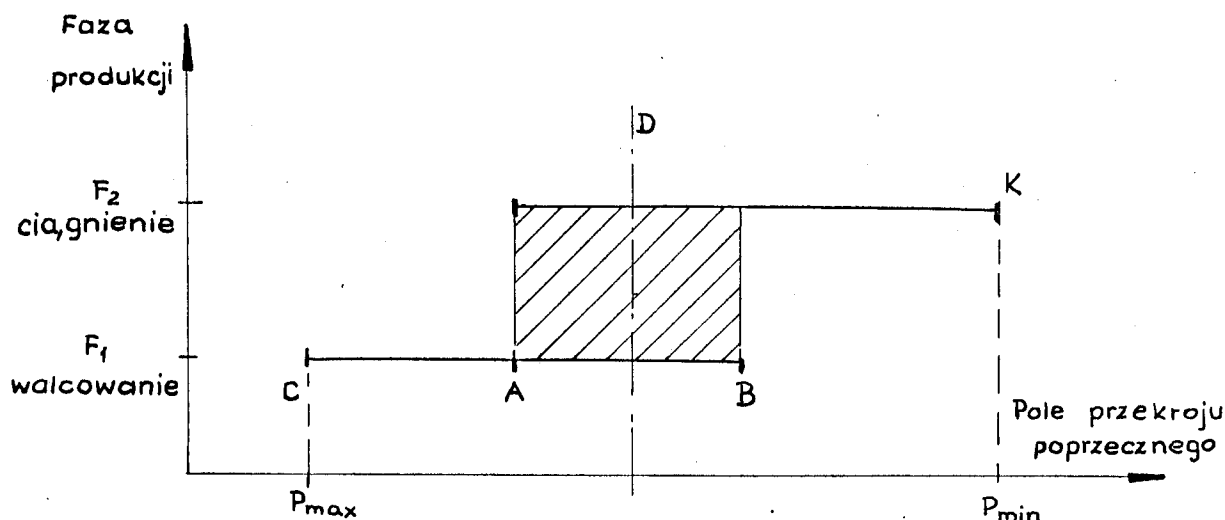
Przy ustalonych parametrach technicznych optymalizację procesu należy rozpatrywać jako najlepsze kształtowanie się wymiarów półfabrykatu w kolejnych fazach i operacjach procesu.

W dwufazowym procesie walcowania i ciągnięcia wystąpią trzy główne momenty optymalizacji:

- a/ optymalizacja na styku faz technologicznych
- b/ optymalizacja rozkroju w fazie walcowania
- c/ optymalizacja w fazie ciągnięcia.

Ad.a - optymalizacja na styku faz.

Zakresy wymiarowe średnicy i ścianki obu faz mogą w dużym zakresie pokrywać się. Przedstawia to rys.:



A - maksymalny wymiar wsadu dla fazy ciągnięcia
B - minimalny wymiar wsadu możliwy do wykonania w fazie walcowania.

Rys. 6 DOPUSZCZALNY ZAKRES WYMIAROWY A-B PRZEKAZANIA
WSADU Z FAZY WALCOWANIA F_1 DO FAZY
CIĄGNIENIA F_2

W fazie walcowania F_1 najkorzystniej jest kończyć proces już w punkcie "A"; w fazie ciągnięcia F_2 natomiast najkorzystniej rozpoczynać od punktu B. Optymalizacja polega tu na znalezieniu najlepszego położenia punktu "D" czyli określenia najbardziej ekonomicznego wymiaru wsadu.

Ze względu na drogi osprzęt i konieczność pracochłonnego przezbrajania maszyn w fazie walcowania, punkt "D" przyjmować może w praktyce tylko kilka położzeń w zakresie $A:B$ /co oznacza, że ilość dopuszczalnych wymiarów wsadu jest ściśle ograniczona/. Osprzęt fazy ciągnięcia jest tańszy a przezbrajania są szybkie i dla tej fazy dopuścić można znacznie więcej początkowych wymiarów wsadu. Jednak w fazie tej występuje znacznie większy odpad niż w fazie F_1 i większa jest pracochłonność, celowe byłoby więc jej skracanie.

Optymalizując jeden wyizolowany proces otrzyma się zawsze niekorzystnie wydłużenie procesu dla jednej z tych faz, przy czym dążąc do zmniejszania odpadów proces ulegałby wydłużaniu w fazie F_1 .

Z tego względu optymalne położenie punktu "D" ustalić można jedynie rozpatrując sumę procesów, które mają być zrealizowane w określonym czasie w fazach F_1 i F_2 . Problem sprowadza się więc nie do optymalizacji procesu technologicznego wyrobu, a do optymalizacji programu produkcji w obu fazach. Rozwiązać go można metodami programowania liniowego /algorytm simpleks/.

Ad.b - optymalizacja rozkroju w fazie walcowania.

Optymalizacja rozkroju polega na doborze różnych długości odcinków /bloczków/ i takim ich rozmieszczeniu na całej długości pręta /kęsa/, aby do minimum zmniejszyć odpad. Ponieważ długości kęsów do pocięcia na bloczki są najczęściej różne, każdy kęs musi być optymalizowany oddzielnie. Występujące iloczyny dwu zmiennych /ilość i długość bloczków/ powodują nieliniowość problemu i aby go rozwiązać, należy przeliczyć wszystkie możliwe kombinacje tych zmiennych. Ten etap optymalizacji winien być wdrożony po rozwiązaniu problemu projektowania optymalnych procesów w fazie następnej - ciągnięcia. Dopiero wtedy mogą być znane najlepsze długości bloczków jaki należy wycinać do fazy walcowania.

Ad.c - optymalizacja w fazie ciągnięcia.

Rozpatrując optymalizację tej fazy należy uwzględnić:

1. tworzenie zbioru rozwiązań dopuszczalnych,
2. kryterium optymalności,
3. algorytm poszukiwania rozwiązania optymalnego.

Jak wykazano w analizie problemu - dla danego wyrobu można utworzyć znaczną ilość wariantów procesu /różne wymiary wsadów, różne układy ciągów i cięcia międzyoperacyjne/. Tworzenie obszernego zbioru rozwiązań dopuszczalnych a priori, gdy nie jest ustalone i pewne, jakie wymiary będzie miał wsad wydany na wykonanie procesu danego wyrobu, nie jest celowe i praktycznie **nie** możliwe. Wymiary wsadu znane są dokładnie, ze stosunkowo małym wyprzedzeniem do chwili rozpoczęcia procesu, nie ma wtedy czasu na wielokrotne projektowanie procesu i poszukiwanie najlepszego wariantu. Jedynym rozwiązaniem jest automatyczne generowanie wariantów przy pomocy odpowiedniego zespołu programów /systemu/ na maszynie cyfrowej.

Przy projektowaniu procesu przyjęć można różne kryterium optymalności. Kryterium, które w sposób całościowy pozwoliłoby ocenić poszczególne warianty jest koszt wykonania wyrobu. Dla fazy ciągnięcia wystarczającym jednak kryterium jest uzysk materiałowy a właściwie jego miara - odpad technologiczny. Istotne jest też, że nie wymaga ono całościowego opracowania danego wariantu procesu wraz z częścią "ekonomiczną". Przerwanie opracowywania wariantu może nastąpić już w operacji, po której odpad jest nie mniejszy niż w najlepszym wariantcie dotychczas rozpatrzonym.

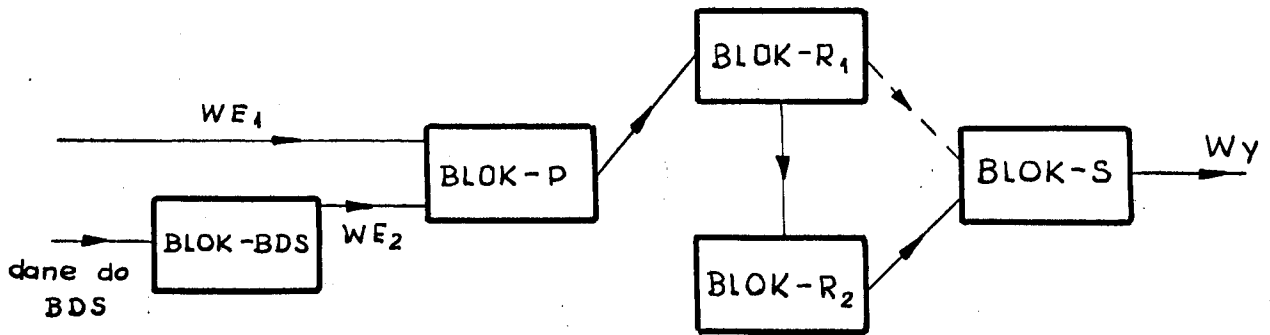
Algorytm poszukiwania rozwiązania dopuszczalnego może działać wg dwóch zasad:

- wyszukiwać wariant najlepszy z utworzonego uprzednio /przy pomocy systemu automatycznego projektowania/ zbioru wariantów dopuszczalnych,
- stanowić integralną część systemu automatycznego projektowania, zapamiętywać najlepszy dotychczas znaleziony wariant i porównywać z nim dalsze kolejno projektowane warianty.

Ze względu na swoje zalety w pracy wybrano rozwiązanie drugie.

4. SYSTEM GENERUJACY OPTIMALNE PROCESY TECHNOLOGICZNE CIĄNIENIA RUR

Blokowy schemat systemu przedstawia rys.:



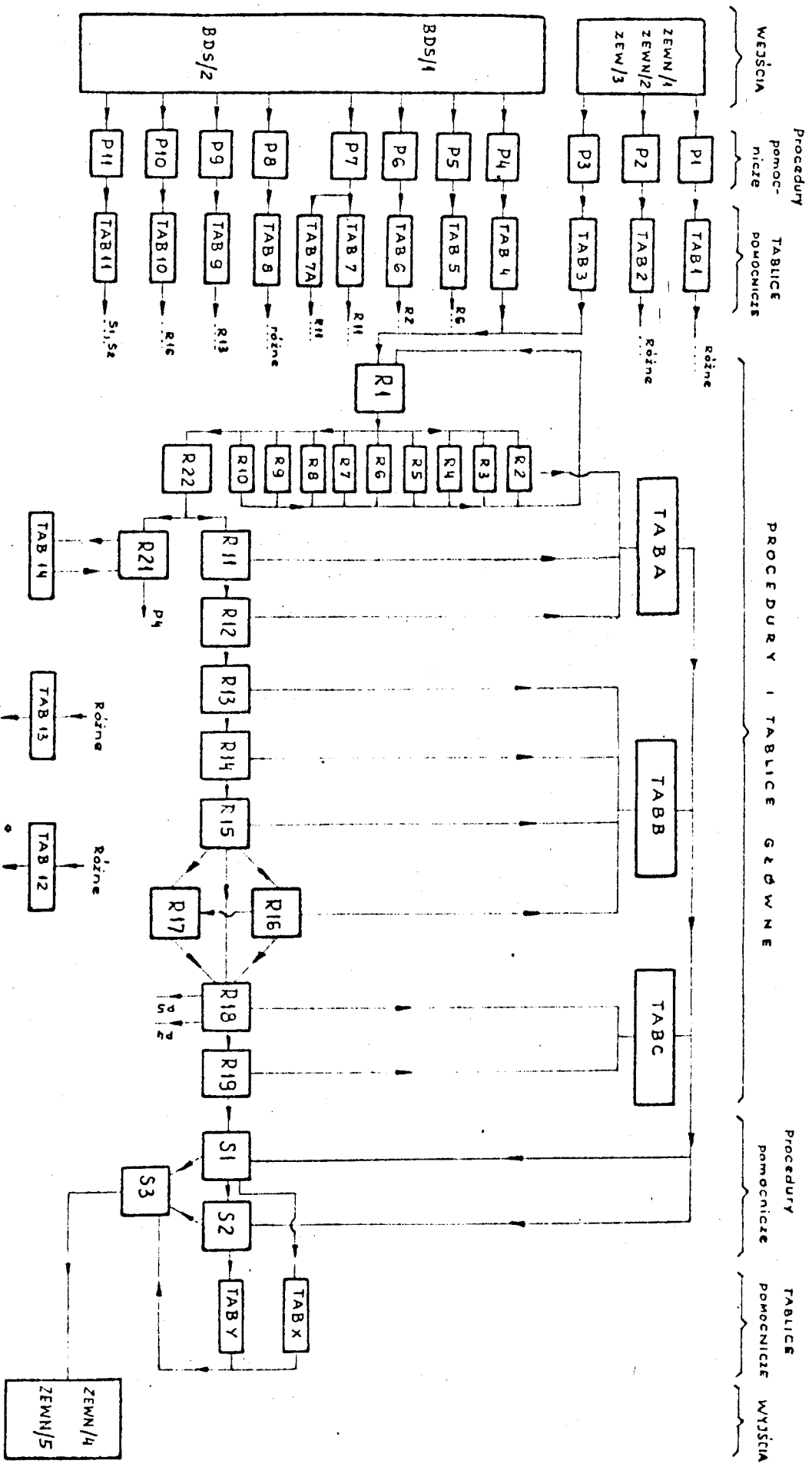
Rys. 7 SCHEMAT BLOKOWY SYSTEMU PROJEKTUJĄCEGO
PROCESY TECHNOLOGICZNE RUR.

- BLOK-P** - blok zawierający procedury wyszukiwania z BDS odpowiednich dla projektowanego procesu danych stałych WE_2 , wprowadzenia i odpowiedniego zredagowania ich w pamięci maszyny, oraz procedury wprowadzania i kontroli danych WE_1 nie będących w BDS a niezbędnych w przebiegu obliczeń;
- BLOK- R_1** - zawierający procedury opracowywania "technologicznej" części procesu, w tym projektowania właściwej sekwencji operacji technologicznych;
- BLOK- R_2** - zawierający procedury opracowywania "ekonomicznej" części procesu;
- BLOK-S** - zawierający procedury redagowania ostatecznej postaci zapisu procesu i wyprowadzenia go z pamięci maszyny.
- BLOK-BDS** - blok zakładania Bazy Danych Stałych zawierającej stałe parametry wykorzystywane w projektowaniu procesów;

W dalszej kolejności opisano model systemu projektującego./rys.8/
Każdy z wydzielonych w modelu elementów zawiera cząstkową procedurę z zakresu czynności projektowania procesu. W modelu nie wykazano wszystkich sprzężeń między elementami, zawiera je zero-jedynkowa macierz struktury systemu.

Oznaczenia na rysunku modelu:

- ZEWN/1 - wprowadzona z zewnątrz grupa informacji sterujących;
- ZEWN/2 - wprowadzana z zewnątrz grupa informacji ograniczających;
- ZEWN/3 - wprowadzana z zewnątrz grupa informacji powodująca generowanie procesu;
- BDS/1 - część 1 Bazy Danych Stałych zawierająca informacje o charakterze technologicznym;
- BDS/2 - część 2 Bazy Danych Stałych zawierająca informacje o charakterze ekonomicznym;
- ZEWN/4 - opracowany proces technologiczny wyprowadzony na zewnątrz i zapisany na nośnikach pamięci magnetycznej;
- ZEWN/5 - j.w. - zapisany na tabulogramie;
- TAB1, TAB2, TAB3, TAB4, TAB5, TAB6, TAB7, TAB7A, TAB8, TAB9, TAB10, TAB11, TAB12, TAB13, TAB14
 - pomocnicze tablice w pamięci maszyny na pomieszczenie informacji wykorzystywanych podczas projektowania procesu;
- TABA, TABB, TABC
 - główne tablice w pamięci maszyny służące do zapisywania opracowywanego procesu;
- TABX, TABY
 - pomocnicze tablice w pamięci maszyny na zredagowanie ostatecznej postaci wyprowadzanego procesu;
- P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11
 - pomocnicze procedury wprowadzające, kontrolujące i redagujące informacje w tablicach pomocniczych;
- R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10
 - główne procedury projektowania sekwencji operacji w procesie i ich opracowywania;
- R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R21, R22
 - pozostałe procedury opracowywania procesu technologicznego;



Rys. 8.

MODEL SYSTEMU PROJEKTUJĄCEGO PROCESY TECHNOLOGICZNE RUR
/Sprzężenia elementów wykazano w macierzy struktury

S1, S2, S3

- pomocnicze procedury redagujące zapis procesu i wyprzedzające go na zewnętrzny nośnik informacji.

W pracy opisano funkcje poszczególnych procedur, wektory informacji wykorzystywanych przez te procedury/w postaci tablic i pól roboczych/oraz ogólne schematy algorytmów tych procedur.

Najtrudniejszym zadaniem w pracach nad systemem automatycznego projektowania jest opracowanie algorytmu tworzącego strukturę procesu. Wykorzystano przy tym metodę typizacji procesów.

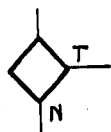
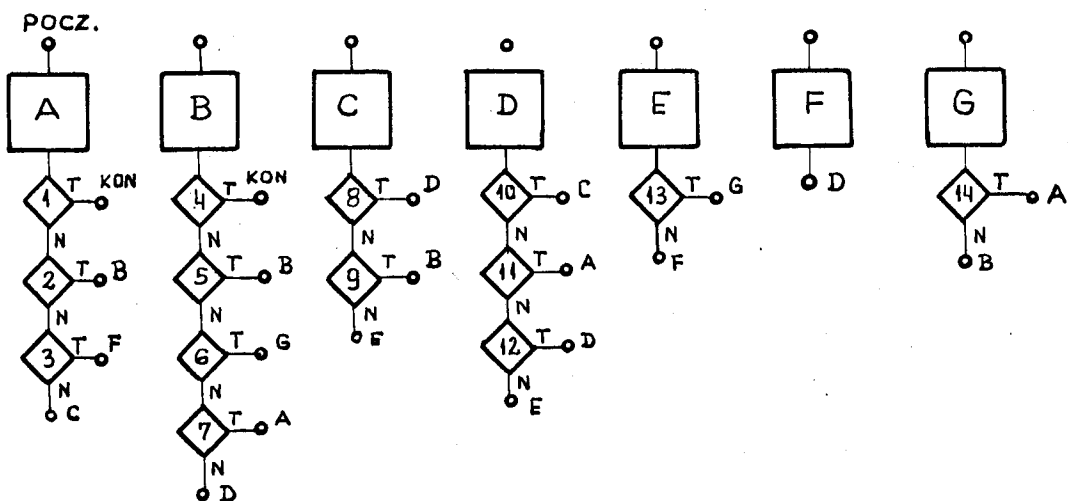
Wskazano dwie drogi postępowania, zależne od stanu istniejącej w danym zakładzie dokumentacji technologicznej:

- analizuje się przebiegi procesów wytypowanych wyrobów i tworzy się typowy ciąg operacji technologicznych zawierający maksymalną ilość operacji. Na jego podstawie utworzyć można proces każdego wyrobu z danego zbioru wyrobów. Analizę przeprowadzić można w oparciu o istniejące karty technologiczne, przewodniki bądź obserwację procesu;
- analizuje się elementy procesu /operacje/ i tworzy operację typową zawierającą w swoim schemacie logiczne warunki wystąpienia operacji następnej. Na ich podstawie można utworzyć strukturę procesu danego wyrobu. Analizę przeprowadzić można w oparciu o dokładne instrukcje technologiczne operacji /przykład takiej analizy podano w części 2 pracy - dla operacji ciągnięcia/.

W pracach nad systemem wykorzystano sposób drugi. Istotę schematów tych cząstkowych algorytmów wyboru ścieżki logicznej przedstawia rys. 9.

Projektowanie procesu odbywa się w trzech etapach:

1. Wprowadzenie do EMC i skontrolowanie informacji sterujących obliczeniami, aktualnych ograniczeń, parametrów opisujących wyrób; odszukanie w bazie danych stałych pozostałych parametrów potrzebnych do opracowania procesu na dany wyrób;



- test równości wielkości parametrów osiągniętych po operacji z założonymi.

A, B, C, D, E, F, G - symbole występujących w procesie grup operacji.

Rys. 9. SCHEMATY CZĄSTKOWYCH ALGORYTMÓW WYBORU ŚCIEŻKI LOGICZNEJ PO WYKONANIU OPERACJI.

2. Ułożenie i opracowanie procesu w dwóch krokach:
 - ustalenie struktury procesu i wykonanie obliczeń "technologicznych";
 - wykonanie obliczeń "ekonomicznych";
3. Ostateczne zredagowanie i wyprowadzenie procesu na zewnątrz pamięci EMC.

Jeśli wymagana jest optymalizacja, dodatkowo należy wprowadzić informacje:

- jakie są dopuszczalne graniczne wartości dla zmienionych parametrów /np. zakresy długości wsadów/;
- jakie kryterium brać pod uwagę.

W przypadku, gdy wartość kryterium znana jest już podczas wykonywania obliczeń "technologicznych" /np. odpad/, nie dochodzi do kroku następnego - wykonania obliczeń "ekonomicznych". Dopiero gdy wybierze się wariant najlepszy wykonane są dla niego obliczenia "ekonomiczne" i następuje wyprowadzenie procesu z EMC. Tak więc kryterium minimalnych odpadów znacznie skraca czas obliczeń.

Istotna jest możliwość uwzględniania podczas obliczeń aktualnego poziomu zakłóceń na wydziale. Osiągnięto to wprowadzając z zewnątrz odpowiednie mnożniki dla grup operacji w których zakłócenia mogą występować.

5. WERYFIKACJA SYSTEMU

System automatycznego projektowania procesów opracowany był w dwu wersjach

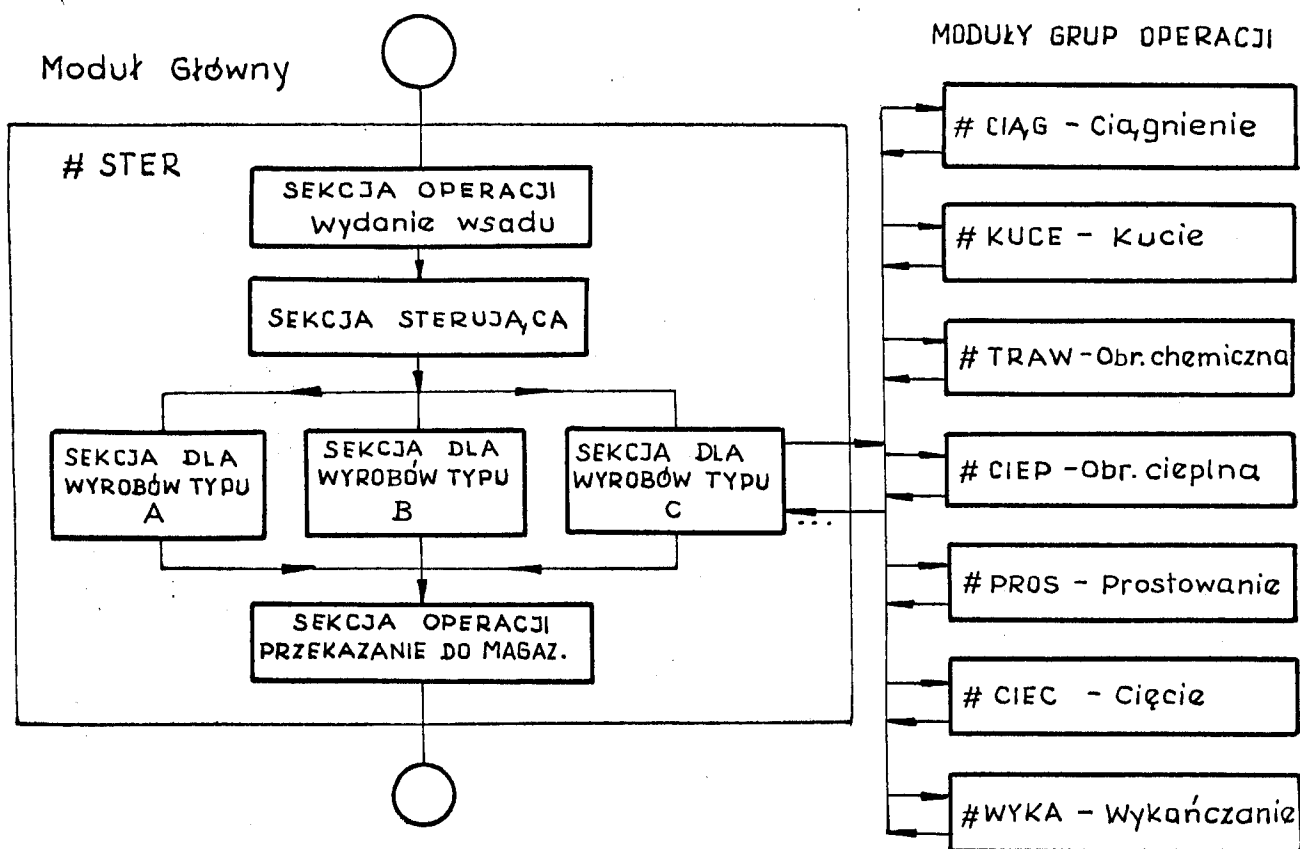
- dyskowej - na EMC ICL - 4/50
- taśmowej - na EMC ODRA- 1305

W pracy podano ogólne schematy przetwarzania dla obu wersji oraz powiązanie poszczególnych procedur cząstkowych w odpowiednich programach systemu. Główny program projektujący strukturę procesu i opracowujący poszczególne operacje /"techniczna" strona procesu/ przedstawia rys. 10.

W części tej podano też zasady aktualizacji systemu w zakresie:

- zwiększania ilości informacji o procesie;
- zwiększania ilości wyrobów objętych automatycznym projektowaniem.

Zakres kontroli formalnej i logicznej danych wejściowych, postępowanie w przypadku błędów, emisja wydawnictw kontrolnych oraz cały cykl przygotowania i wprowadzania ich do pamięci maszyny, uruchamianie programów itd. są typowe dla systemów elektronicznego przetwarzania danych i nie są omawiane w pracy.



Rys.10 SCHEMAT POWIĄZANIA MODUŁÓW W GŁÓWNYM PROGRAMIE SYSTEMU PROJEKTOWANIA PROCESÓW.

/# TPPC W WERSJI TAŚMOWEJ LUB PROGRAM-2 W WERSJI DYSKOWEJ/.

Ponieważ omawiany system automatycznego projektowania jest już wykorzystywany, załączono przykłady niektórych wyników:

- karta technologiczna procesu będąca wynikiem automatycznego projektowania;
- uzyski przy ciągnięciu z różnych wymiarów średnicy i grubości wsadu;
- uzyski przy ciągnięciu z różnych długości wsadu przy stałych średnicach i grubościach;
- uzyski przy ciągnięciu wg różnych układów ciągów przy stałych parametrach wymiarowych wsadu;

- badanie wpływu tolerancji poprzecznych wymiarów wyrobu i wsadu na uzysk;
- dane do analizy wpływu zakłóceń w operacjach ciągnięcia i wytrawiania na uzysk.

W części tej załączono również ideowy schemat opracowywania i realizacji procesu technologicznego w warunkach wykorzystania EMC. Jest on znacznie prostszy niż dla warunków tradycyjnych i wskazuje na możliwość kontrolowanej realizacji procesu. /rys.11/

6. KONCEPCJA WYKORZYSTANIA I DALSZEGO ROZWOJU SYSTEMU

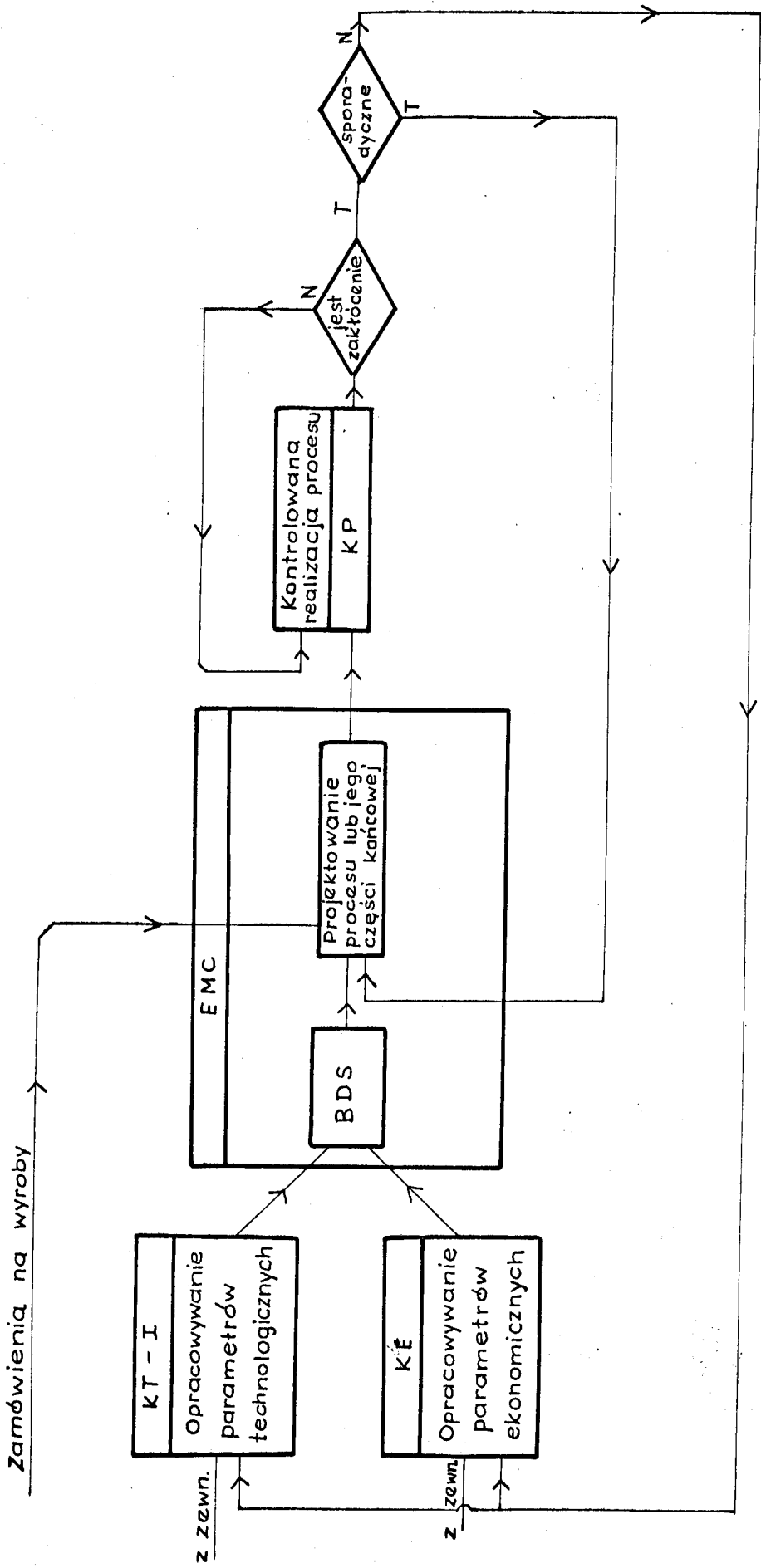
W pracy rozgranicza się:

- wykorzystanie możliwości obliczeniowych systemu;
- dalsze wykorzystywanie wyników systemu.

Wykorzystywanie wyników systemu przekracza zakres pracy i nie jest rozpatrywane.

Przewiduje się trzy etapy wykorzystywania systemu:

- do prac badawczych z zakresu techniczno-ekonomicznej analizy procesów; w tym przypadku do bazy danych stałych należy wprowadzić parametry przy których chcemy badać procesy /mogą to być parametry nie stosowane aktualnie w procesie produkcji/;
- do prac z zakresu technicznego przygotowania i planowania produkcji - w tym opracowywania dokumentacji technologicznej bezpośrednio dla wyrobów pojawiających się w zamówieniach; w tym przypadku baza danych stałych musi zawierać parametry aktualnie stosowane;
- do sterowania przebiegiem procesów. Etap ten uważa się za perspektywiczny, wymaga zwrotnego połączenia wydział produkcyjny - EMC, umożliwiającego ciągłe podawanie informacji o wykonanych operacjach i osiągniętych parametrach wyrobu. W przypadku niezgodności z wariantami wcześniej opracowanymi, byłyby opracowywane nowe "końcówki" procesów aby przy możliwie małych stratach osiągnąć rezultat końcowy. W pracy wskazano, jakie uzupełnienia byłyby niezbędne w aktualnej wersji systemu projektującego.



Rys. 11 IDEOWY SCHEMAT OPRACOWYWANIA I REALIZACJI PROCESU TECHNOLOGICZNEGO
W WARUNKACH WYKORZYSTANIA EMC

Inny kierunek wykorzystywania systemu to umożliwienie korsarskiego trybu pracy technologa z maszyną cyfrową.

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wnioski z dotychczasowych doświadczeń połączono w trzy grupy:

1. Ogólne - wynikające z rozpatrywanego problemu;
2. Wynikające z doświadczeń projektowych;
3. Wynikające z doświadczeń eksploatacyjnych.

W niniejszym autoreferacie przytoczę je w całości:

A. Wnioski ogólne - wynikające z rozpatrywanego problemu.

1. Opracowano system automatycznego projektowania optymalnych procesów ciągnięcia rur umożliwiającą:
 - projektowanie procesów bezpośrednio dla wyrobów zamówionych /co pozwala wyeliminować tradycyjną kartotekę technologiczną z prac związanych z technicznym przygotowaniem produkcji/;
 - prowadzenie badań w zakresie dalszej poprawy efektywności projektowanych procesów.
2. Przeprowadzone badania wykazały poprawę efektywności procesów poprzez zmniejszanie odpadów technologicznych. Największe efekty uzyskać można drogą doboru właściwych wymiarów wsadów. Obliczenia mogą być podstawą ustalenia nowej /i aktualizowanej w miarę potrzeby/ typizacji wymiarów wsadów.
3. Wdrożenie systemu umożliwia wprowadzenie zmian w zakładzie:
 - organizacyjnych- w wyniku wyeliminowania potrzeby tworzenia, aktualizacji i wykorzystywania tradycyjnej kartoteki technologicznej;
 - technologicznych - w wyniku dokładnego poznania warunków przebiegu procesów optymalnych, wpływu zakłóceń na te przebiegi i ustalenia kierunków poprawy stosowanej technologii.

4. Praca daje podstawę opracowania wg jednolitej koncepcji systemów dla wszystkich wytwórców rur /lub odpowiednio rozbudowanego systemu scentralizowanego/. Wyniki działania takiego systemu mogą być podstawą wykonania badań efektywności wytwarzania u poszczególnych wytwórców w celu ustalenia optymalnej w skali hutnictwa specjalizacji produkcji, oraz mogą stanowić niezbędną bazę normatywną do automatycznego rozdziału zamówień na poszczególne zespoły hutnicze.
5. Przedstawiona metodyka może być zastosowana do wszystkich wyrobów w tym:
 - rur wytwarzanych wg innej niż ciągnienie technologii /gorąco i zimno walcowane, zgrzewane, tłoczone itd/;
 - rur z metali kolorowych.

Celowe jest przeprowadzenie dalszych badań i ustalenie, czy metodyka ta może być wykorzystana dla wyrobów innych klas /w tym pozostałych wyrobów przetwórstwa hutniczego/, a w szczególności dla:

- wyrobów opisywanych w sposób parametryzowany, dla których nie jest konieczne podanie rysunku konstrukcyjnego.

B. Wnioski wynikające z doświadczeń projektowych.

6. Opracowanie systemu automatycznego projektowania procesów technologicznych ciągnienia rur możliwe jest w oparciu o krajowy sprzęt obliczeniowy i istniejące oprogramowanie standardowe. Do kodowania algorytmów systemu wykorzystać można język programowania COBOL. Nie jest konieczne opracowywanie języka i odpowiedniego translatora dla tego systemu.
Specyfika problemu nie pozwala jednak wykorzystać fragmentów istniejących innych systemów automatycznego projektowania procesów np. procesów detali obrabianych skrawaniem.
7. W wyniku doświadczeń projektowych proponuje się przyjąć następującą kolejność etapów prac:

etap I - opracować system /automatycznego/ projektowania procesów w fazie końcowej /wykonania wyrobu/ i ustalać dla tej fazy optymalne wymiary wsadów;

etap II - opracować system /wskazane, aby również automatyczny/ projektowania procesów w fazie początkowej /wykonania wsadu/ i ustalać optymalny dla tej fazy rozkrój materiału na wykonanie wsadu.

Przy odwrotnej kolejności prowadzenia prac /co się praktykuje/ efekty optymalizacji fazy wykonania wsadu mogą być zniweczone nieefektywnym przebiegiem procesów w fazie wykonania wyrobu.

8. Zaleca się podział systemu na odrębne bloki funkcyjne, i opracowywanie ich w kolejności:

Baza Danych Stałych

Blok Wejścia

Blok Techniczny

Blok Wyjścia

Blok Ekonomiczny

Umożliwi to otrzymywanie materiałów analitycznych już w trakcie prac nad systemem i tak:

- po opracowaniu Bazy Danych Stałych - możliwość analizy bazy normatywnej technicznego przygotowania produkcji i jej wykorzystywania w innych systemach EPD;
- po opracowaniu Bloku Technicznego - możliwość optymalizacji procesów i analizy ich przebiegów;
- po opracowaniu Bloku Ekonomicznego - możliwość pełnej analizy techniczno-ekonomicznej procesów.

Poszczególne bloki winny mieć budowę modułową. Budowa taka:

- pozwala na stosunkowo prostą i bezpieczną aktualizację i dalszy rozwój systemu;
- umożliwia eksploatację systemu na maszynach o mniejszej pamięci operacyjnej.

9. W przypadku opracowywania systemu wspólnego dla wyrobów o różnych technologiach /lub dla różnych wytwórców/ istotne różnice wystąpią w modułach Bloku Technicznego /i w zawartości Bazy Danych Stałych/ najściślej związanym ze stosowaną technologią, organizacją i warunkami produkcyjnymi. Poszczególne moduły tego bloku wskazane jest opracowywać oddzielnie dla poszczególnych technologii /lub wytwórców/ a w tablicach i obszarach roboczych systemu przewidzieć znaczne rezerwy na dalszy rozwój i ujednoczenie systemu.

10. Optymalizację wymiarów wsadu należy wprowadzać dopiero po wytestowaniu systemu w zakresie projektowania procesów. Ze względu na przyjęty sposób wyboru wariantu optymalnego procedury optymalizacji będą polegały na zmianie w kolejnych iteracjach wartości poszczególnych parametrów początkowych, oraz porównywania osiągniętych wartości kryterium. Procedury te można ująć w odrębny moduł włączony do realizacji w przypadku podania odpowiedniego parametru sterującego.

C. Wnioski wynikające z doświadczeń eksploatacyjnych

11. Opracowanie systemu generującego procesy nie wyeliminowało jak dotychczas tendencji do tworzenia kartoteki technologicznej w postaci tradycyjnej /choć opracowywanej przy pomocy EMC/. Spowodowane to jest:

- przyzwyczajeniem użytkowników oraz wymaganiem władz nadrzędnych odnośnie posiadania takiej kartoteki;
- koniecznością posiadania kartoteki tradycyjnej dla wyrobów nie objętych systemem;
- zbyt krótkim okresem eksploatacji i nie pełnym rozeznanieniem użytkowników jakie możliwości wynikają z systemu.

12. Konieczny jest ścisły podział prac z zakresu aktualizacji systemu między informatyków i technologów. Technolodzy w szczególności winni przestrzegać aktualności informacji w Bazie Danych Stałych /w związku

z tym celowe jest, by znali strukturę tablic TAB2 ÷ TAB10 systemu/ oraz zgłaszać zmieniające się warunki technologiczne, produkcyjne i organizacyjne w komórce produkcyjnej.

13. Celowe będzie przystosowanie systemu do przetwarzania w trybie konwersacyjnym z wykorzystaniem monitorów ekranowych - przynajmniej w zakresie badań procesów i obliczeń inżynierskich. Obliczenie takie nie wymagające w zasadzie tworzenia i przechowywania zbiorów informacji /opisów procesów/ na nośnikach magnetycznych, powinny być realizowane przy minimalnym zaangażowaniu informatyków.

8. LITERATURA

Załączono spis wykorzystanej literatury obejmujący 135 pozycji z zakresu rurownictwa, technicznego przygotowania i planowania produkcji, metodyki projektowania i zagadnień elektronicznego przetwarzania danych.

9. ZAŁĄCZNIKI

Załączniki zawierają szczegółowe schematy głównych algorytmów i pola robocze systemu projektującego, zestawienie modelowych układów ociągów wykorzystanych w przykładach obliczeń, kopie wyników obliczeń z EMC.

Do użytku służbowego

INFORMATOR

o zakończonych pracach naukowych (przegląd dokumentacyjny)

SERIA 5

15. Radiotechnika. Elektronika.

Telekomunikacja

16. Automatyka. Telemekhanika.

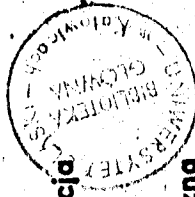
Technika pomiarowa i produkcja

przyrządów pomiarowych

Maszyny matematyczne.

20. Poligrafia. Technika fotograficzna

i filmowa.



DWUMIESIĘCZNIK

ZESZYT 5 (30)

ROK WYD. 17

1980

16.10. ZASTOSOWANIE MASZYN LICZĄCYCH W SYSTEEMACH STEROWANIA
AUTOMATYCZNEGO

B Opracowanie podstaw teoretycznych modelowania syfrowego dla celów automatyzacji projektowania i sterowania wibracyjnych dyskretnych procesów przemysłowych. Marecki P. i in.: Gliwice: Politechnika Śląska 1979, 470 s., bibliogr. 38 poz.

Przedstawiono rezultaty badań w pięciu zadaniach badawczych. Czynności: tlocznia, krawalnia, kuznia i linia montażowa /FSM/, w których procesy produkcyjne mają charakter dyskretny. Piąte zadanie badawcze dotyczy modeli probabilistycznych dyskretnych procesów przemysłowych i ma charakter podstawowy.

106/148851

16.11. ZASTOSOWANIE MASZYN LICZĄCYCH DO BADAŃ NAUKOWYCH I
OBLICZEŃ INŻYNIERYJNO-TECHNICZNYCH

Czarnowski J.: Metoda automatycznego projektowania optymalnych procesów technologicznych ciągnięcia rur. Warszawa: Politechnika Warszawska 1979

* 107/138285

Promotor: doc. dr Mieczysław Dworczyk

Przedstawiono model komputerowego systemu projektowania procesów technologicznych wyrobów opisywanych w sposób parametryzowany.

Model zawiera procedurę automatycznego generowania struktur procesów opartą o typizację operacji technologicznych oraz efektywną procedurę wyboru optymalnego wariantu procesu. Uwzględnia on występowanie zakłóceń lub ograniczeń w fazie realizacji procesu. Opracowane algorytmy w istotny sposób unowocześniają metody projektowania procesów i dają podstawę wyeliminowania tradycyjnej kartoteki technologicznej z systemu technicznego przygotowania i planowania produkcji.

B Caban D., Józwiak I.: Instrukcja użytkownika pakietu programów OSW. Wrocław: Politechnika Wrocławska 1979, 35 s., 3 rys. bibliogr. 3 poz.

108/138826

Przedstawiono opis metody korzystania z pakietu programów analizujących natężenia oświetlenia obiektów otwartych. Podano metodę generowania pakietu pod kontrolą systemem GEORGE 3 oraz strukturę danych wejściowych do pakietu.