

Jerzy Włoczewski

B

BIBLIOTEKA
ORGANIZATORA
PRODUKCJI

**Zastosowanie
elektronicznej
techniki
obliczeniowej
w planowaniu
i ewidencji
produkcji**

NT

Biblioteka Organizatora Produkcji stanowi zespół broszur z dziedziny organizacji w przemyśle maszynowym. Ma ona za zadanie podanie w sposób przystępny tych wiadomości teoretycznych i praktycznych, które wiążą się z organizacją produkcji, przez co zostanie zapełniona luka w zakresie dokształcania pracowników technicznych przemysłu maszynowego.

*

BIBLIOTEKA ORGANIZATORA PRODUKCJI

obejmuje następujące problemy tematyczne:

Ogólne zagadnienia organizacji przemysłu

Organizację wydziałów i oddziałów produkcyjnych

Organizację technicznego przygotowania produkcji

Wybrane zagadnienia z organizacji produkcji

Biblioteka Organizatora Produkcji

Mgr inż. Jerzy Włoczewski

ZASTOSOWANIE ELEKTRONICZNEJ
TECHNIKI OBLICZENIOWEJ
W PLANOWANIU
I EWIDENCJI PRODUKCJI

NT

WYDAWNICTWA NAUKOWO-TECHNICZNE
WARSZAWA 1972

Opiniodawca *doc. dr inż. Jerzy Boszko*

Redaktor naukowy *dr inż. Kazimierz Ochęduszek*

658.512.6:681.14

W książce omówiono najistotniejsze problemy związane z zastosowaniem elektronicznej techniki obliczeniowej w planowaniu i ewidencji produkcji w przedsiębiorstwach budowy maszyn. Główną część książki stanowi metoda postępowo-ciągłego planowania produkcji w warunkach stosowania elektronicznej techniki obliczeniowej w przedsiębiorstwach o produkcji masowej i wielkoseryjnej, średnioseryjnej oraz małoseryjnej i jednostkowej. W książce podano również zakres etapów projektowania systemów elektronicznego przetwarzania danych i model matematyczny rozwiązania zagadnienia, jak też niezbędny zakres prac przygotowawczych.

Książka jest przeznaczona dla pracowników służb planowania i technicznego przygotowania produkcji przedsiębiorstw oraz projektantów systemów elektronicznego przetwarzania danych

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Printed in Poland

Redaktor techniczny *Jadwiga Pakoca*

SPIS TREŚCI

Wstęp	5
1. Prace przygotowawcze do wprowadzenia elektronicznej techniki obliczeniowej (ETO)	6
1.1. Metodyka ustalania rodzaju i zakresu prac przygotowawczych	6
1.2. Harmonogram prac przygotowawczych i ich realizacja	9
1.3. Kierunki rozwiązań zagadnień wchodzących w zakres przygotowania przedsiębiorstwa do wprowadzenia ETO	10
1.3.1. Systemy organizacyjne	10
1.3.2. Dokumentacja	13
1.3.3. Symbolika (indeksacja)	15
1.4. Zestawienie typowych prac przygotowawczych do wprowadzenia ETO	18
2. Etapy projektowania SEPD i skład dokumentacji projektowej	20
2.1. Analiza dotychczasowego systemu przetwarzania danych oraz ogólne założenia SEPD	21
2.2. Rozszerzone założenia techniczno-ekonomiczne (projekt wstępny)	23
2.3. Projekt techniczny	25
2.4. Dokumentacja programowa	26
2.5. Dokumentacja eksploatacyjna	26
3. Istota planowania postępowo-ciągłego	27
3.1. Stosowane nowe pojęcia i określenia	27
3.2. Ogólna charakterystyka oraz niedomagania stosowanych obecnie rozwiązań w zakresie planowania produkcji	30
3.3. Założenia metody planowania postępowo-ciągłego	32
3.4. Ogólny model planowania postępowo-ciągłego	44
3.5. Korzyści wynikające ze stosowania planowania postępowo-ciągłego	51
4. Model matematyczny postępowo-ciągłego planowania produkcji	56
4.1. Określenie terminów zakończenia i rozpoczęcia produkcji wyrobów oraz postępowo-ciągłego planu produkcji	57
4.2. Określenie terminów zakończenia i rozpoczęcia produkcji części oraz operacji	65
4.3. Określenie postępowo-ciągłego planu produkcji części	68
4.4. Sprawdzenie możliwości wykonania planu postępowo-ciągłego produkcji części	73
4.5. Określenie postępowo-ciągłego planu wykonania operacji	75
5. Metodyka postępowo-ciągłego planowania produkcji wyrobów o długich cyklach produkcyjnych	78
5.1. Wprowadzenie	80
5.2. Określenia terminów zakończenia i rozpoczęcia produkcji wyrobów oraz postępowo-ciągłego planu produkcji	81
5.3. Określenie postępowo-ciągłego planu produkcji części	94
5.4. Określenie postępowo-ciągłego planu wykonania operacji	102
6. Metodyka postępowo-ciągłego planowania produkcji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości	110

6.1. Wprowadzenie	110
6.2. Określenie terminów zakończenia i rozpoczęcia produkcji wy- robów oraz postępowo-ciągłego planu produkcji	112
6.3. Określenie postępowo-ciągłego planu produkcji części	121
6.4. Określenie postępowo-ciągłego planu wykonania operacji	126
7. Metodyka postępowo-ciągłego planowania produkcji wyrobów o krótkich cyklach produkcyjnych	134
7.1. Wprowadzenie	134
7.2. Określenie postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów	134
7.3. Określenie postępowo-ciągłego planu produkcji części	136
7.4. Określenie postępowo-ciągłego planu wykonania operacji	142
8. Wykorzystanie elektronicznych maszyn cyfrowych w planowaniu i ewidencji produkcji w czasie rzeczywistym	147
8.1. Istota zagadnienia	147
8.2. Niezbędne środki i urządzenia	148
8.3. Rozwiązania stosowane obecnie	149
8.4. Kierunki rozwiązań perspektywicznych	152
9. Wdrażanie zautomatyzowanych systemów planowania i ewiden- cji produkcji	153
Wykaz literatury	156

WSTĘP

Służba planowania produkcji w przedsiębiorstwach w warunkach tradycyjnego przetwarzania danych dysponuje obecnie wieloma określonymi metodami planowania. Powszechnie znane są na ogół również warunki stosowania poszczególnych metod. Zagadnienie wygląda nieco inaczej, gdy do planowania i ewidencji produkcji zastosuje się elektroniczne maszyny cyfrowe (EMC). W tym przypadku nie ma dotychczas wypracowanych pełnych i jednoznacznych rozwiązań.

Przy poszukiwaniu właściwych rozwiązań w tym zakresie należy mieć na uwadze znaną od dawna zasadę, że stosowanie nowoczesnych środków dla ich efektywnego wykorzystania wymaga równoczesnego zastosowania nowych rozwiązań organizacyjnych. Przykładowo, zastosowanie nowoczesnych, bardziej wydajnych urządzeń produkcyjnych dla ich pełnego wykorzystania wymaga daleko idących zmian procesu technologicznego, środków i metod transportu, magazynowania, a często nawet zmian struktury produkcyjnej przedsiębiorstwa. Sztywne trzymanie się bowiem dawnych, starych metod pracy nie pozwoli w pełni wykorzystać możliwości eksploatacyjnych nowych urządzeń i często poważnie zmniejszy efektywność ich stosowania.

Podobnie jest również z planowaniem produkcji w sytuacji, gdy postawiono do dyspozycji elektroniczne maszyny cyfrowe, które dzięki szybkości działania i innym możliwościom pozwalają w zasadzie — przy wyborze rozwiązań organizacyjnych — abstrahować od pracochłonności tych rozwiązań.

Na EMC można eksploatować również systemy zaprojektowane w oparciu o tradycyjne rozwiązania organizacyjne. W praktyce można spotkać szereg tego rodzaju przykładów.

W warunkach dysponowania EMC dążyć jednak należy do stosowania w projektowanych systemach elektronicznego prze-

tworzenia danych bardziej efektywnych rozwiązań organizacyjnych. Powinny to więc być rozwiązania pozwalające sterować przebiegiem procesu technologicznego oraz zabezpieczeniem prawidłowego działania tego procesu przez inne służby przedsiębiorstwa, przy pełnym asortymencie danych niezbędnych do podejmowania prawidłowych decyzji — danych dotyczących nie tylko okresu najbliższego, ale również okresów następnych. Takie podejście do zagadnienia pozwoli w efekcie końcowym osiągnąć większe efekty ekonomiczne w skali całego przedsiębiorstwa. Rozwiązaniem spełniającym przytoczone postulaty jest system postępowo-ciągłego planowania produkcji.

Syntetyzując więc problem można powiedzieć, że przy dysponowaniu EMC rozwiązaniem, które powinno być brane pod uwagę, jest planowanie postępowo-ciągłe.

1. Prace przygotowawcze do wprowadzenia elektronicznej techniki obliczeniowej (ETO)

Wprowadzenie ETO powinno być poprzedzone wykonaniem określonych prac przygotowawczych, których zakres jest zależny od wielu czynników, a w głównej mierze od stanu organizacyjno-technicznego przedsiębiorstwa oraz zamierzonego zakresu stosowania ETO. Zakres prac przygotowawczych jest na ogół szeroki, a realizacja ich bardzo pracochłonna.

Ustalenie zakresu prac przygotowawczych oraz kierunków rozwiązań poszczególnych zagadnień nie jest łatwe. Szczególnie staje się to problemem w tych przedsiębiorstwach, w których brak jest wykwalifikowanej kadry znającej elektroniczne maszyny cyfrowe (EMC), projektowanie systemów elektronicznego przetwarzania danych (SEPD) i programowanie.

1.1. Metodyka ustalania rodzaju i zakresu prac przygotowawczych

Zakres prac przygotowawczych w przedsiębiorstwie uzależniony jest w znacznej mierze od przewidywanego zakresu wprowadzenia elektronicznej techniki obliczeniowej. Dopiero po sprecy-

zowaniu i zatwierdzeniu ogólnych założeń zastosowania ETO (pierwszy etap prac projektowanych) możliwe jest określenie rodzaju prac, warunkujących wprowadzenie ETO. W związku z powyższym istotną rzeczą jest znalezienie jednej podstawy umożliwiającej uzyskanie danych dla obu celów: opracowania ogólnych założeń SEPD i wytypowania zakresu i kierunków prac przygotowawczych.

Narzędziem takim jest odpowiednio ukierunkowana analiza stanu organizacyjnego przedsiębiorstwa. Cele analizy sprowadzić można do następujących punktów:

— odwzorowania stosowanych rozwiązań organizacyjnych w ramach poszczególnych dziedzin,

— wytypowania zagadnień organizacyjno-technicznych działalności przedsiębiorstwa, które powinny ulec zmianie lub opracowaniu przed przystąpieniem do projektowania systemu lub w trakcie jego trwania,

— zebrania podstawowych informacji i dokumentów niezbędnych do zaprojektowania rozwiązań odcinkowych systemów przetwarzania danych,

— uzyskania poglądu na zakres automatyzacji przetwarzania danych w przedsiębiorstwie oraz kolejność realizacji prac (kolejność automatyzacji poszczególnych dziedzin działalności).

Ukierunkowanie analizy polegać powinno na tym, aby uchwycić w trakcie jej dokonywania te wszystkie elementy, których znajomość jest niezbędna do podjęcia dalszych prac w zakresie ETO, a pomijać te zagadnienia, które nie są związane z tą techniką.

Analiza powinna być przeprowadzana przez osoby znające wymagania i cechy charakterystyczne elektronicznych maszyn cyfrowych oraz problematykę organizacji przedsiębiorstw. Powinny one umieć ocenić (biorąc pod uwagę ewentualny rozwój przedsiębiorstwa) prawidłowość i przydatność stosowanych rozwiązań organizacyjnych oraz wytyczyć kierunki usprawnień. Należy podkreślić doniosłość skutków każdej błędnej oceny, prowadzącej w efekcie końcowym do rozwiązań nieprawidłowych, wymagających w najbliższej przyszłości daleko idących zmian.

Zakres analizy, z uwagi na jej pracochłonność, powinien być rozsądnie wyważony. W przedsiębiorstwach, które planują do-

celowo szerokie zastosowanie ETO, powinna być dokonana pełna analiza ważniejszych odcinków działalności przedsiębiorstwa. Analizą powinny być objęte wtedy następujące zagadnienia:

- techniczne przygotowanie produkcji,
- planowanie i ewidencja produkcji,
- zaopatrzenie materiałowo-techniczne,
- gospodarka narzędziowa i remontowa,
- zatrudnienie i płace,
- rachunek kosztów produkcji.

Obok wymienionych problemów w niektórych przedsiębiorstwach może zająć potrzeba objęcia analizą również innych zagadnień jak: transport, kadry, zbieranie danych statystycznych określonego rodzaju.

Pewnym problemem jest zakres analizy w przedsiębiorstwach stosujących już na niektórych odcinkach EMC lub MLA ¹⁾, które mają zamiar rozszerzyć zakres zastosowania maszyn. Istnieją w tym przypadku pewne przesłanki, aby wyłączyć z analizy zagadnienia już zmechanizowane. Doświadczenia jednak wykazują, że również tutaj analiza obejmować powinna wszystkie zasygnalizowane zagadnienia. Analiza ta może wskazać celowość zastąpienia MLA przez EMC, rozszerzenia (lub nieco innego ujęcia) prac realizowanych przez MLA lub też innego ustawienia prac już realizowanych na EMC. W innych przypadkach — gdy nawet zakres zmechanizowanych prac nie ulegnie zmianie — analizę należy przeprowadzić dla zapewnienia pełnego włączenia przetwarzanych odcinków w jeden całościowy system.

Przeważa obecnie pogląd, że analizę odcinkową należy przeprowadzać tylko wtedy, gdy istnieje dostatecznie duża liczba przesłanek, iż patrząc docelowo, przetwarzane będą w przedsiębiorstwie informacje tylko danego odcinka.

Przy analizie każdego z odcinków działalności przedsiębiorstwa szczególna uwaga powinna być zwrócona na następujące elementy, istotne przy projektowaniu SEPD:

— prawidłowość stosowanych rozwiązań, jak np. czy stosowany system planowania produkcji ma być zachowany, czy też

¹⁾ MLA — maszyny licząco-analityczne.

powinien ulec zmianie; czy zakres prowadzonej ewidencji produkcji daje pełne informacje dla wszystkich zainteresowanych itp.,

— powiązania zagadnień w procesie przetwarzania i źródła informacji dla każdego następnego etapu prac,

— prawidłowość i pełna konsekwencja stosowanej symboliki, jak np. indeksu materiałowego, numeracji wyrobów i części, zleceń produkcyjnych itp.,

— rodzaje stosowanej dokumentacji, układ i zakres danych na dokumentach będących ich nośnikami, które to dane podlegać będą elektronicznemu przetwarzaniu,

— liczba przetwarzanych danych w okresie (np. w miesiącu) lub liczba danych w zbiorach danych normatywnych oraz liczba wprowadzanych zmian,

— niezbędne rodzaje i układy wydawnictw¹⁾ dla potrzeb przedsiębiorstwa, władz zwierzchnich, GUS itp.

1.2. Harmonogram prac przygotowawczych i ich realizacja

Harmonogram prac przygotowawczych (organizacyjnych) powinien obejmować wszystkie prace, których realizacja jest warunkiem opracowania prawidłowego systemu przetwarzania danych i jego realizacji w pełnym zakresie. Do każdego punktu harmonogramu powinni być wytypowani wykonawcy (przynajmniej działy), określona szacunkowa pracochłonność realizacji i termin zakończenia całości prac, ewentualnie z podziałem na etapy.

Kolejność realizacji prac przewidziana w harmonogramie powinna stwarzać możliwości zachowania przyjętej kolejności automatyzacji przetwarzania danych w ramach poszczególnych dziedzin.

Przeprowadzenie analizy i opracowanie harmonogramu prac przygotowawczych należy traktować jako wstępny odcinek prac. Zasadniczym odcinkiem jest realizacja prac ujętych w harmonogramie.

Dla zachowania (w trakcie realizacji) właściwych kierunków prac oraz zapewnienia właściwych powiązań w ramach poszcze-

¹⁾ Wydawnictwem, wydrukiem lub tabulogramem nazywany jest produkt drukarki wierszowej połączonej z jednostką centralną, posiadający z reguły postać żadaną, narzuconą przez projektanta systemu.

gólnych dziedzin i zagadnień, realizowanych na ogół przez inne osoby, jest niezbędne powołanie koordynatora tych prac. Koordynacja może być zlecona albo działowi przetwarzania, jeśli taki w przedsiębiorstwie istnieje (co wydaje się najbardziej prawidłowe), albo działowi organizacji.

Całość prac przygotowawczych, o których wyżej mowa, powinna być włączona do planu postępu techniczno-organizacyjnego przedsiębiorstwa. Jest to niezbędnym warunkiem sprawnej realizacji tych prac.

Pełne powodzenie w prowadzeniu i rozwoju prac nad zastosowaniem ETO w przedsiębiorstwie jest uwarunkowane powołaniem własnej, zakładowej komórki przetwarzania danych oraz szybkim przeszkoleniem tych jej pracowników, którzy w ogóle lub w niewielkim zakresie zetknęli się z elektroniczną techniką obliczeniową.

1.3. Kierunki rozwiązań zagadnień wchodzących w zakres przygotowania przedsiębiorstwa do wprowadzenia ETO

Główne grupy problemów, które powinny być rozwiązane w ramach przygotowania przedsiębiorstwa do stosowania ETO, sprowadzić można do następujących punktów:

- zaprojektowanie i wprowadzenie właściwych systemów organizacyjnych poszczególnych służb i zagadnień oraz dokumentacji,
- zaprojektowanie i wprowadzenie prawidłowej symboliki,
- projektowe opracowanie założonego SEPD.

1.3.1. Systemy organizacyjne

Wybór słuszych rozwiązań organizacyjnych nie jest rzeczą prostą. Są one najczęściej uwarunkowane całym szeregiem czynników często odmiennych dla różnych przedsiębiorstw. Rozwiązanie prawidłowe dla jednego przedsiębiorstwa może być nie do przyjęcia w innym przedsiębiorstwie.

Przy projektowaniu na przykład systemu planowania produk-

cji należy brać pod uwagę przede wszystkim następujące elementy:

- typ produkcji przedsiębiorstwa,
- asortyment produkowanych wyrobów oraz stopień ich podobieństwa konstrukcyjnego i technologicznego,
- strukturę produkcyjną,
- bazę normatywów planowania,
- kwalifikacje kadr,
- warunki terenowe itp.

Każdy z wyszczególnionych elementów wpływa w pewnym zakresie na ostateczny „wygląd” zaprojektowanego systemu. Przykładowo, przy planowaniu produkcji główne kierunki rozwiązań powinny być następujące:

— We wszystkich typach produkcji powinno się zakładać otrzymywanie w pełni zbilansowanych przekrojów planów produkcji (roczne, kwartalne, miesięczne) oraz pełną i wyczerpującą ewidencję produkcji.

— Przy produkcji niestabilizowanej lub ustabilizowanej, ale o wielkiej liczbie asortymentów produkowanych wyrobów, jak też w większości przypadków w produkcji ustabilizowanej, powinno się zakładać narastające bilansowanie zamówień, zarówno w sferze produkcji, jak i w sferze przygotowania (to ostatnie szczególnie dla produkcji niestabilizowanej).

— Przy produkcji ustabilizowanej w planowaniu międzywydziałowym należy stosować system planowania „na magazyn półfabrykatów”. Powinny być w związku z tym określone normatywy zapasów części w magazynie przedmontażowym (półfabrykatów).

— Przy występowaniu dużej liczby części „wspólnych” oraz części tanich i drobnych (o charakterze części wykonywanych na automatach) należy stosować w wyżej wskazanych warunkach system planowania „minimum-maksimum”.

— Dla produkcji o długich cyklach produkcyjnych jest wskazane wyznaczanie i stosowanie okresów technologicznych.

— We wszystkich typach produkcji jest wskazane prowadzenie kartoteki stanu zapasu technologicznego części. Przy produkcji ustabilizowanej może być ona prowadzona tylko według

części, natomiast w produkcji niestabilizowanej — według normogodzin (lub wartości).

— Przy strukturze przedmiotowej odcinków produkcyjnych miesięczne plany produkcji dla wydziałów ujmować będą tylko nomenklaturę części, przy strukturze technologicznej natomiast zachodzi często konieczność specyfikowania poszczególnych operacji technologicznych. W pierwszym przypadku drugi szczebel planowania opracowywać może plany dla poszczególnych oddziałów i gniazd, natomiast w drugim — plany te muszą być sporządzane przez trzeci szczebel planowania. Przy stosowaniu ETO można widzieć nieco inne rozwiązanie tego zagadnienia.

— Planowanie wewnątrzwydziałowe w produkcji ustabilizowanej powinno być prowadzone w oparciu o harmonogramy wzorcowe lub wykresy Gantta, natomiast w produkcji niestabilizowanej — w oparciu o tablice rozdzielcze i wykresy Gantta.

— W produkcji ustabilizowanej, a szczególnie wielkoseryjnej zachodzi potrzeba określania ekonomicznej wielkości serii produkcyjnych poszczególnych części oraz wielkości rytmu produkcyjnego. Cały zaprojektowany system powinien być realizowany przy zachowaniu tych wielkości.

A jak powinien być zaprojektowany np. system wprowadzania zmian do dokumentacji konstrukcyjnej, technologicznej i innej dokumentacji źródłowej, która jest bazą dla planowania produkcji?

System ten powinien zapewnić:

— wprowadzenie jedynie tych zmian, które są uzasadnione i w terminach najważniejszych,

— wprowadzenie zmian do wszystkich dokumentów źródłowych, niezależnie od tego, w której komórce przedsiębiorstwa dokumenty te się znajdują.

Pierwszy postulat jest spełniany przez wprowadzenie w przedsiębiorstwie odpowiedniej karty zmian. Bardzo ważne jest właściwe zaprojektowanie takiej karty oraz właściwe zaprojektowanie jej obiegu.

Drugi postulat (w zależności od konkretnych warunków występujących w przedsiębiorstwie) może być spełniony przy zastosowaniu różnych rozwiązań organizacyjnych:

— pracownicy np. działu gł. technologa nanoszą zmiany na

kalce dokumentu. Dokument ten następnie powielają i rozsyłają do wszystkich zainteresowanych komórek (dla dokonania wymiany),

— pracownicy działu gł. technologa nanoszą zmiany do dokumentacji znajdującej się we własnym dziale, a do innych działów wysyłają zawiadomienia o wprowadzonych zmianach. Ten system stosowany bywa najczęściej w przedsiębiorstwach, w których jest stosowany normatywny rachunek kosztów.

Przyjęcie właściwych rozwiązań organizacyjnych wprowadzania zmian do dokumentacji źródłowej należy do projektów przygotowujących przedsiębiorstwo do wprowadzenia ETO. System ten będzie tym lepszy, w im większym stopniu będzie dostosowany do konkretnych warunków występujących w przedsiębiorstwie i w im większym stopniu zabezpiecza jednolitość dokumentacji.

1.3.2. Dokumentacja

Innym istotnym zagadnieniem w przedsiębiorstwie jest system dokumentacji warsztatowej oraz rodzaj stosowanych dokumentów warsztatowych. Od systemu dokumentacji zależy w znacznej mierze stopień sprawności całego systemu organizacji przedsiębiorstwa. Rodzaj stosowanych dokumentów jest również niezmiernie istotny dla późniejszego prawidłowego działania SEPD (głównie na odcinku sprawności przenoszenia danych na maszynowe nośniki informacji oraz bezbłędności przenoszenia tych danych).

System stosowanej dokumentacji warsztatowej jest zależny w znacznej mierze od typu produkcji przedsiębiorstwa. W produkcji jednostkowej i małoseryjnej jest stosowany na ogół przewodnikowy system dokumentacji, w produkcji wielkoseryjnej (masowej) system zmianowych plan-raportów, natomiast w produkcji średnioseryjnej, jak też w niektórych przypadkach produkcji wielkoseryjnej — system kart obiegowych ¹⁾.

Przy projektowaniu systemu dokumentacji i ustalaniu rodzaju dokumentów powinna być zwrócona szczególna uwaga na możliwie maksymalne ujednoczenie dokumentów spełniających tę sa-

¹⁾ Karta obiegowa jest dokumentem placowym, który powstał z połączenia przewodnika z kartami pracy.

mą rolę, a stosowanych w różnych komórkach produkcyjnych. Uwaga ta odnosi się głównie do dokumentów dyspozycyjnych i ewidencyjnych.

Podkreślenia wymaga również konieczność stosowania właściwej dokumentacji braków (pozwalającej np. ewidencjonować braki wg przyczyn i źródeł ich powstawania) oraz dokumentacja odchyleń. Dokumentacja ta powinna być stosowana nie tylko w warunkach stosowania w przedsiębiorstwie normatywnego rachunku kosztów, ale również przy innych systemach rachunku kosztów.

Należy zwrócić uwagę na to, aby dokumentacja zmian, będąc podstawą wprowadzania odpowiednich korekt, dawała również możliwość wyliczania i ewidencjonowania efektów ekonomicznych wprowadzanych zmian w rozbiciu wg przyczyn. Element ten jest istotny i niezbędny dla działów technicznych, ekonomicznych oraz działu głównego księgowego. Innym elementem, na który należy zwrócić uwagę przy projektowaniu dokumentacji, jest zapewnienie jednego źródła informacji dla potrzeb szeregu komórek w przedsiębiorstwie. Przykładem może być dokumentacja technologiczna, która powinna służyć również potrzebom działu gł. księgowego. Na przykład w przypadku stosowania normatywnego rachunku kosztów w tej dokumentacji jest określony wtedy koszt normatywny części, zespołu lub wyrobu. W takich przypadkach stosuje się na ogół w przedsiębiorstwie dokumenty zmodyfikowane (nie karty technologiczne, lecz karty technologiczno-kosztowe).

Osobnym problemem, na który należy zwrócić szczególną uwagę przy projektowaniu dokumentacji, jest zapewnienie możliwie bezbłędnego i sprawnego przenoszenia danych na maszynowe nośniki informacji. Istotnymi elementami są tu więc, obok bezbłądności i czytelności jednoznaczność i układ przenoszonych danych ułatwiający bezbłądne dziurkowanie.

Dużym ułatwieniem i usprawnieniem pracy komórki emisji dokumentacji jest zastąpienie dotychczas stosowanego wystawiania dokumentacji za pomocą maszyn do pisania, powielaniem jej na powielaczach. Szczególnie efektywne jest wystawianie dokumentacji na powielaczach rządzących (ormig, eksprint-organizator itp.).

1.3.3. Symbolika (indeksacja)

Obok stosowania prawidłowych systemów organizacyjnych, właściwa symbolika jest najważniejszym elementem, warunkującym często możliwość i efektywność rozwiązań systemów elektronicznego przetwarzania danych. Liczba zagadnień lub wielkości w przedsiębiorstwie, które muszą posiadać określony symbol, jest szeroka. Należy stwierdzić, że niewiele jest takich przedsiębiorstw, w których opracowano i stosuje się symbolikę merytorycznie poprawną.

Przy opracowywaniu zasad symboliki, niezależnie od zagadnienia, którego ona dotyczy, obowiązywać powinny następujące kryteria:

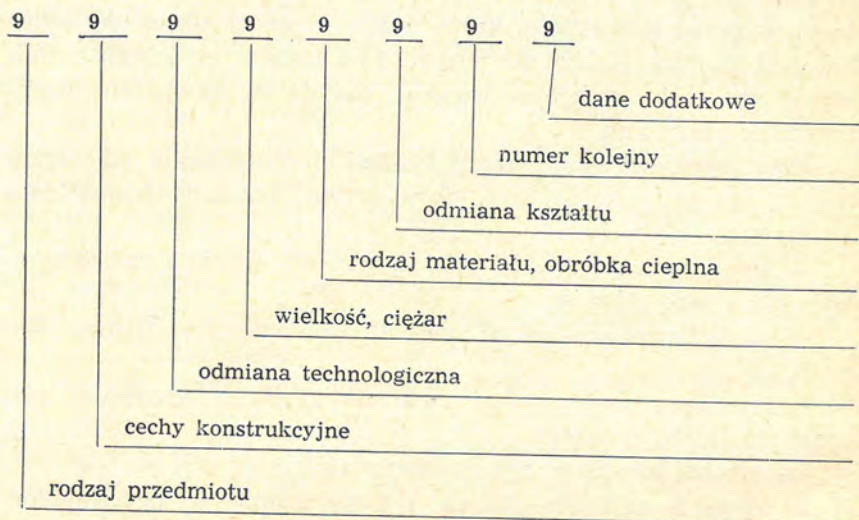
- pełna konsekwencja i jednoznaczność, zarówno całego symbolu jak i jego członów,
- stała liczba znaków w symbolu i poszczególnych jego członach,
- możliwie maksymalna zwartość symbolu (możliwie najmniejsza liczba znaków),
- symbol powinien być numeryczny.

Jednym z najistotniejszych i powszechnie w przedsiębiorstwach stosowanych symboli jest numeracja rysunków konstrukcyjnych — wyrobów, zespołów i części. W różnych warunkach produkcyjnych mogą w tym zakresie być przyjęte różne kryteria. W wielu przedsiębiorstwach symbolika opiera się na podobieństwie konstrukcyjnym i technologicznym (symbolika klasyfikacyjna). Wobec tego pierwszą pracą, którą należy wykonać jest klasyfikacja wszystkich części produkowanych w przedsiębiorstwie na odpowiednio małe grupy części podobnych. Symbol części składa się w tym przypadku z numeru grupy oraz kolejnego numeru części w ramach grupy. Symbolika oparta na tej zasadzie daje wiele korzyści, jak np. znacznie upraszcza stosowanie typowych procesów technologicznych grupowej obróbki części itp.

Przykład symboliki klasyfikacyjnej ¹⁾.

¹⁾ Podane przykłady zaczerpnięto z książki Z. Jodelko i B. Marks: Dokumentacja techniczna w przedsiębiorstwie budowy maszyn. Warszawa 1970. WNT.

W omawianym przypadku na ogół nie łączy się symbolu wyrobu z symbolem części. Symbolika produkowanych wyrobów powinna bazować na określonym podobieństwie wyrobów. Na



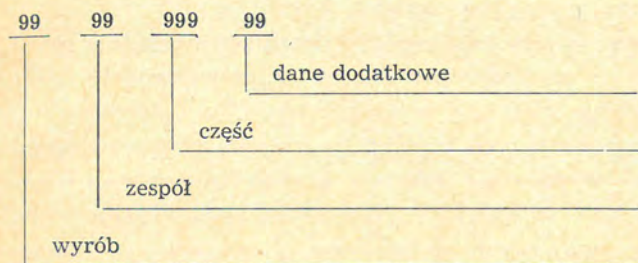
przykład w przedsiębiorstwie produkującym rowery i motorowery przyjęty symbol powinien dać możliwość rozróżnienia:

- rowerów męskich od damskich, dzieciennych i wyścigowych oraz poszczególnych odmian w ramach tych grup,
- rowerów o odpowiedniej średnicy kół,
- rowerów o odpowiedniej szerokości opon,
- koloru roweru,
- rowerów od motorowerów itp.

Za prawidłową należy uznać również taką symbolikę rysunków konstrukcyjnych, przy której z symbolu wynika, do jakiego wyrobu wchodzi dany zespół oraz do jakiego zespołu wchodzi dana część. Symbolikę opartą na tych zasadach nazywa się często symboliką strukturalną. Nie wymaga ona, patrząc z punktu widzenia zastosowania ETO, opracowania specyfikacji części na wyroby. System powyższy nie może być jednak stosowany

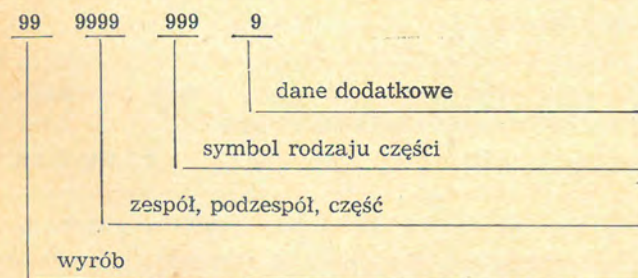
w tych przypadkach, gdy takie same części wchodzą do kilku lub kilkunastu wyrobów.

Przykład symboliki strukturalnej



Najczęściej w przedsiębiorstwach stosowana jest symbolika mieszana, łącząca w sobie cechy obu zasygnalizowanych wyżej systemów numeracji. Można ją również uznać za prawidłową w świetle stosowania ETO, o ile spełnia zasygnalizowane wyżej ogólne wymagania.

Przykład symboliki mieszanej (strukturalno-klasyfikacyjnej)



Innym problemem w przedsiębiorstwie jest symbolika stanowisk roboczych. Zagadnienie jest szczególnie istotne dla technologicznego przygotowania produkcji, planowania produkcji, zatrudnienia itp. Symbol stanowiska roboczego powinien być tak zbudowany, aby dawał możliwość rozróżnienia:

— stanowisk zgrupowanych w jednym wydziale, oddziale, gnieździe,

— stanowisk jednoimiennych (tokarek, frezarek itp.) w ramach całego przedsiębiorstwa lub wydziału, gniazda,

— grup stanowisk wzajemnie zamiennych w ramach przedsiębiorstwa, wydziałów, oddziałów, gniazd.

Przy prawidłowej symbolice komórek produkcyjnych jest możliwe zrezygnowanie z warunku pierwszego, gdyż zadanie to spełnia właśnie symbolika odcinków produkcyjnych.

Obok wyżej wspomnianych występuje zwykle potrzeba opracowania symboliki w zakresie szeregu innych zagadnień. Ważniejsze z nich podano w niżej przytoczonym zestawieniu typowych prac przygotowawczych w zakresie planowania produkcji oraz ściśle wiążącego się z nim technicznego przygotowania produkcji.

1.4. Zestawienie typowych prac przygotowawczych do wprowadzenia ETO

Wykaz ważniejszych prac przygotowawczych z zakresu *tpp*¹⁾ i planowania produkcji (abstrahując od faktu, że w niektórych przedsiębiorstwach pewne problemy mogą być już rozwiązane w sposób prawidłowy i mogą nie wymagać zmian) przytoczono w dalszej treści.

Pominięto w tym wykazie wszystkie te elementy organizacji, które są w przedsiębiorstwach w przeważającej liczbie przypadków opracowane i na ogół powszechnie stosowane.

a) W zakresie technicznego przygotowania produkcji

— symbolika wyrobów, zespół i części powiązana w przypadkach uzasadnionych z symboliką wyrobów w ramach zjednoczenia,

— właściwy rodzaj i układ dokumentów technologicznych,

— dokumentacja wprowadzania zmian konstrukcyjno-technologicznych i system wnoszenia zmian do dokumentacji,

— ustalenie jednolitych zasad i podstaw obliczania efektów ekonomicznych z tytułu wprowadzonych zmian; symbolika zmian,

¹⁾ *tpp* — techniczne przygotowanie produkcji.

— stworzenie podstaw do jednoznacznego i prawidłowego rozwinięcia wyrobów w zespoły i części,

— konsekwentna i jednoznaczna symbolika kart technologicznych,

— symbolika komórek organizacyjnych i produkcyjnych, stanowisk roboczych i operacji,

— symbolika grup zaszeregowania robót w powiązaniu z systemem wynagradzania (akord, dniówka),

— symbolika braków produkcyjnych i przyczyn ich powstawania,

— ściśle określenie zakresu produkcyjnego komórek produkcyjnych, a w przypadkach uzasadnionych zaprojektowanie nowego układu struktury produkcyjnej,

— wykazy wmontowywanych części w poszczególnych operacjach technologicznych procesu montażu (lub ujęcie tych danych w kartach technologicznych montażu),

— wykazy pomocy warsztatowych (normalnych i specjalnych) w powiązaniu z poszczególnymi operacjami technologicznymi (lub ujęcie pomocy w dokumentacji technologicznej),

— określenie okresów technologicznych z niezbędnym stopniem szczegółowości i wniesienie ich do dokumentacji technologicznej (w przypadkach uzasadnionych),

— klasyfikacja produkowanych części dla celów umożliwienia jak najszerszego stosowania części zunifikowanych w nowych konstrukcjach oraz w typowych procesach technologicznych (przy pomocy EMC).

b) W zakresie planowania i ewidencji produkcji

— ustalenie koncepcji wstępnego bilansowania przyjmowanych zamówień i określenie niezbędnych danych wyjściowych, jak cykle *tpp*, cykle zamawiania i dostawy materiałów itp. oraz zasad grupowania wyrobów w serie produkcyjne,

— opracowanie układu karty zamówienia,

— opracowanie koncepcji właściwego systemu planowania i ewidencji produkcji w zakresie wszystkich szczebli planowania,

— opracowanie normatywów planowania:

— ekonomicznych wielkości serii produkcyjnych,

— wielkości rytmu produkcji,

- wielkości cykli produkcyjnych wyrobów, części i operacji,
- wielkości produkcji w toku z podziałem na zapas technologiczny i zapas w magazynie półfabrykatów, w uzasadnionych przypadkach, i podziałem na zapas maksymalny, minimalny i sygnalizacyjny,
- symbolika zleceń produkcyjnych wyrobów,
- określenie niezbędnego zakresu i zasad ewidencji produkcji wykonanej przez robotników (perspektywa automatycznego rejestrowania przez EMC), ewidencji części w magazynach międzyoperacyjnych i magazynie półfabrykatów,
- określenie formy ewidencji kompletności części do montażu,
- jednoznaczne określenie asortymentu części wykonywanych w kooperacji i zasad ich symbolizacji,
- opracowanie założeń budowy planu produkcji części zamiennych, uwzględniającego terminy uruchamiania produkcji dla każdego rodzaju części lub grupy.

2. Etapy projektowania SEPD i skład dokumentacji projektowej

Projektowanie SEPD jest procesem złożonym i trudnym. Zakres prac objętych projektowaniem, podział na etapy, jak też stopień szczegółowości rozwiązań poszczególnych problemów nie jest rozumiany w sposób jednolity w różnych ośrodkach projektujących. Nie zostały do chwili obecnej określone i przyjęte do powszechnego stosowania jednolite metody prowadzenia prac projektowych z zakresu opracowania SEPD. Jest to zapewne powodem stosowania przez różne ośrodki różnej metodyki prac projektowych, najczęściej wypracowanej przez te ośrodki.

Przedstawiony niżej przebieg i zakres prac projektowych SEPD oparto na doświadczeniach i opracowaniach Biura Studiów i Projektów Systemów Elektronicznego Przetwarzania Danych¹⁾. Przebieg ten jest stosowany obecnie przez stosunkowo dużą liczbę

¹⁾ Biuro Studiów i Projektów Systemów Elektronicznego Przetwarzania Danych: „Skład dokumentacji projektowej i techniczno-eksploatacyjnej systemu elektronicznego przetwarzania danych”. Warszawa, luty 1970.

zespołów projektujących systemy elektronicznego przetwarzania danych.

Proces projektowania każdego większego systemu EPD można podzielić na następujące etapy:

- a) analiza dotychczasowego systemu przetwarzania danych oraz opracowanie ogólnych założeń SEPD,
- b) opracowanie rozszerzonych założeń techniczno-ekonomicznych (projektu wstępnego),
- c) opracowanie projektu technicznego,
- d) opracowanie dokumentacji programowej,
- e) opracowanie dokumentacji eksploatacyjnej.

Skład dokumentacji projektowej nie zawsze musi posiadać ten sam stopień szczegółowości. W pewnych przypadkach, zarówno dokumentacja projektowa, jak też cały proces projektowania mogą być znacznie uproszczone, lub też mogą wymagać większej szczegółowości. Stopień szczegółowości dokumentacji zależy głównie od złożoności problemu oraz od powtarzalności systemu. Jeśli z góry wiadomo, że system nie będzie powtarzany, wówczas można zrezygnować ze szczegółowej dokumentacji w poszczególnych etapach projektowania i sporządzić uproszczoną dokumentację, umożliwiającą realizację systemu. Natomiast dla systemów powtarzalnych, dokumentacja powinna być bardziej szczegółowa i uzależniona od wielkości i stopnia złożoności problemu.

2.1. Analiza dotychczasowego systemu przetwarzania danych oraz ogólne założenia SEPD

Analiza, o której mowa w tytule, stanowi punkt wyjścia do właściwego zaprojektowania rozwiązań organizacyjnych (zaprojektowania właściwego systemu planowania produkcji) oraz źródło danych do opracowania założeń SEPD. Nie zawiera ona zwykle wszystkich informacji, niezbędnych do opracowania projektu wstępnego (a tym bardziej technicznego). Zgromadzenie w analizie wszystkich tego rodzaju danych byłoby zbyt pracochłonne i kosztowne na tym etapie stopnia szczegółowości, a poza tym z uwagi na odległe niejednokrotnie terminy opracowania analizy i np. projektu technicznego — zebrane tam dane ulegają deaktualizacji.

Należy pamiętać o tym, że po postawieniu zadania analizy i opracowania ogólnych założeń z zakresu planowania produkcji w przedsiębiorstwie, analiza powinna obejmować również wszystkie te zagadnienia z technicznego przygotowania produkcji, które warunkują właściwe rozwiązanie SEPD w dziedzinie planowania produkcji. Twierdzenie to jest oczywiście aktualne tylko wtedy, gdy uprzednio w przedsiębiorstwie nie była dokonywana analiza tpp i nie były opracowywane założenia w tym zakresie.

Opracowanie analizy dotychczasowego systemu przetwarzania danych oraz ogólnych założeń SEPD powinno obejmować następujące elementy:

1. Podstawa opracowania
2. Cel i zakres opracowania
3. Ogólna charakterystyka przedsiębiorstwa i struktury służby planowania produkcji
4. Charakterystyka i ocena rozwiązań stosowanego systemu planowania produkcji i procesu przetwarzania
 - a. Analiza stosowanych rozwiązań wiążących się bezpośrednio z systemem przetwarzania danych,
 - b. Analiza procesu przetwarzania
 - 1) Określenie informacji potrzebnych dla kierownictwa, poszczególnych szczebli planowania i komórek funkcjonalnych
 - 2) Wykaz i układ opracowań wynikowych oraz terminy sporządzania (wzory wypełnione z ewentualnym opisem)
 - 3) Wykaz i układ dokumentów źródłowych potrzebnych do uzyskania informacji wynikowych (wzory wypełnione z ewentualnym opisem)
 - 4) Ilość i natężenie spływu dokumentów źródłowych w okresach obliczeniowych (głównie dokumentów ewidencyjnych)
 - 5) Ilość i wzory kartotek ewidencyjnych wraz z niezbędnym opisem
 - 6) Omówienie metody przetwarzania i stosowanej techniki pracy (w tym ewentualnie zakres stosowania średniej i dużej mechanizacji)
 - c. Zasady i budowa stosowanej symboliki w zakresie planowania produkcji i zagadnień bezpośrednio związanych
5. Ogólne założenia SEPD
 - a. Cel i wymagania stawiane SEPD

b. Wytypowanie zagadnień przewidywanych do automatyzacji z uzasadnieniem obejmującym:

— zagadnienia pozostające w tradycyjnym systemie przetwarzania danych oraz ewentualnie przy wykorzystaniu średniej i dużej mechanizacji ze wskazaniem zakresu stosowania tej techniki,

— system powiązań tej mechanizacji z SEPD,

— docelową strukturę systemu EPD z określeniem miejsca i roli dotychczas stosowanych rozwiązań.

c. Struktura tematyczna systemu i jego funkcje

d. Ogólna charakterystyka środków technicznych, które mogą być stosowane w projektowanym systemie i sposobu eksploatacji systemu

e. Tematyka prac przygotowawczych i ewentualnych zmian organizacyjnych do realizacji pod kątem wprowadzenia ETO

f. Koszty prac przygotowawczych i projektowych oraz pracochłonność i koszty eksploatacji systemu.

6. Ogólny harmonogram prac przygotowawczo-projektowych i organizacyjnych

7. Korzyści wynikające z wprowadzenia SEPD w dziedzinie planowania produkcji.

2.2. Rozszerzone założenia techniczno-ekonomiczne (projekt wstępny)

Przy dużych systemach ETO rozszerzone założenia techniczno-ekonomiczne ¹⁾ powinny być opracowane dla każdej agendy (zwanej często również podsystemem) z osobna. Powinny więc być również opracowywane osobne rozszerzone założenia dla agendy planowania produkcji. Jednym z głównych celów opracowywania tych założeń jest dostarczenie kierownictwu przedsiębiorstwa ścisłych i wyczerpujących informacji dla podjęcia ostatecznej decyzji odnośnie dalszych prac projektowych w zakresie, którego dotyczą założenia.

¹⁾ Rozszerzone założenia techniczno-ekonomiczne nazywane bywają również projektem wstępnym lub projektem ogólnym.

W skład opracowania rozszerzonych założeń techniczno-ekonomicznych powinny wchodzić następujące zagadnienia:

1. Podstawa opracowania ¹⁾
2. Przedmiot, zakres i zadania systemu
3. Opis projektowanego SEPD
 - a. Struktura systemu i powiązania jednostek przetwarzania
 - b. Schemat powiązań dokumentów i zbiorów danych
 - c. Rodzaje dokumentów źródłowych (wykaz i krótka charakterystyka dokumentów i danych biorących udział w przetwarzaniu)
 - d. Maszynowe nośniki informacji i sposób ich przygotowania (rodzaje nośników, przez kogo i na jakich urządzeniach przygotowane)
 - e. Charakterystyka zbiorów zapisów stałych i zmiennych
 - f. Charakterystyka wyników (wyszczególnienie wydawnictw, opis ich zawartości i przeznaczenia)
 - g. Analityczne schematy przetwarzania i opis ważniejszych operacji przetwarzania danych
4. Określenie środków technicznych dla EPD, branych pod uwagę przy projektowaniu
5. Określenie sposobu i miejsca eksploatacji systemu (przy pomocy własnej lub obcej EMC)
6. Warunki organizacyjne wprowadzenia SEPD
7. Obliczenie (wskaźnikowe) przewidywanej pracochłonności oraz kosztów przygotowania oraz przetwarzania danych
8. Szczegółowy harmonogram prac przygotowawczo-organizacyjnych, projektowych i programowych z równoczesnym określeniem kolejności wdrażania poszczególnych podsystemów lub jednostek ujętych w projektowanym systemie EPD
9. Korzyści wynikające z wdrożenia SEPD oraz szacunkowa ocena efektów ekonomicznych.

¹⁾ Niektóre punkty opracowania rozszerzonych założeń są jednoznaczne z odpowiednimi punktami założeń ogólnych SEPD oraz punktami zawartymi w dalszych etapach projektowania. Wynika to z faktu, że zakres tych punktów w dalszych etapach projektowania powinien być coraz bardziej szczegółowy oraz z faktu, że w dalszych etapach te same zagadnienia rozwiązywane mogą być w sposób w pełni lub częściowo odmienny.

2.3. Projekt techniczny

Projekt techniczny obejmuje zwykle jedną lub kilka jednostek przetwarzania. Zakres jego jest więc znacznie węższy niż rozszerzonych założeń. Dla całego zagadnienia objętego tymi założeniami opracowuje się najczęściej kolejno kilka projektów technicznych, obejmujących w sumie całość problematyki.

Zadaniem projektu technicznego jest podanie rozwiązań wszystkich zagadnień z takim stopniem szczegółowości, który dostarczy programistom pełen asortyment dostatecznie ścisłych i wyczerpujących informacji do opracowania kompletu programów przetwarzania danych.

W skład opracowania projektu technicznego wchodzi następujące zagadnienia:

1. Podstawa opracowania
2. Przedmiot, zakres i zadania
3. Warunki organizacyjne u użytkownika opracowywanej jednostki (grupy jednostek) przetwarzania
 - a. Wymogi dotyczące rozwiązań organizacyjnych
 - b. Wzory formularzy dokumentów źródłowych (po uzgodnieniu szkiców z przyszłym użytkownikiem)
 - c. Budowa symboli (struktura, liczba znaków)
 - d. Sposoby wstępnej kontroli danych na dokumentach źródłowych
 - e. Sposoby przekazywania i zwrotu dokumentów źródłowych pomiędzy użytkownikiem i ośrodkiem (własnym lub usługowym)
 - f. Sposób i terminy przekazywania wyników do użytkownika
4. Środki techniczne eksploatacji
5. Schemat powiązań dokumentów i zbiorów danych wraz z opisem
6. Rozmieszczenie danych na:
 - a. Maszynowych nośnikach wejściowych
 - b. Nośnikach w pamięci zewnętrznej
 - c. Maszynowych nośnikach wyjściowych (tabulogramach, kartach perforowanych itp.)
7. Analityczny schemat przetwarzania z opisem poszczególnych operacji przetwarzania, zawierającym metodę rozwiązania,

algorytm przetwarzania w miarę potrzeby łącznie ze schematem logicznym

8. Plan operacyjny przetwarzania
9. Warunki organizacyjne eksploatacji
 - a. Powiązania z innymi jednostkami przetwarzania
 - b. Częstotliwość przetwarzania
 - c. Tworzenie, przechowywanie i likwidacja zbiorów
 - d. Harmonogramy przetwarzania danych
10. Sposób kontroli danych wejściowych i wyników
11. Sposób kontroli końcowej wydawnictw oraz metody usuwania błędów
12. Przewidywana czasochłonność przetwarzania i koszty eksploatacji.

2.4. Dokumentacja programowa

Dokumentacja programowa jest opracowywana dla każdego programu i zawiera następujące elementy:

1. Symbol, nazwa programu, dla jakiej instytucji opracowany i przez kogo
2. Karta zmian
3. Funkcja programu
4. Wykaz danych wejściowych i wyjściowych
5. Ograniczenia
6. Zestaw maszyny cyfrowej i wykorzystanie pamięci
7. Język programowania
8. Wykorzystywane podprogramy
9. Schemat blokowy programu
10. Program (lista rozkazów wraz z danymi sterującymi)
11. Dane próbne (mogą być wspólne dla kompletu programów)
12. Maszynowe nośniki programu i danych próbnych (informacja o miejscu przechowywania).

2.5. Dokumentacja eksploatacyjna

Dokumentacja eksploatacyjna powinna precyzować tok realizacji całego procesu przetwarzania, od momentu powstania informacji do wykorzystania opracowań wynikowych.

Proces przetwarzania dzieli się wyraźnie na dwie fazy:

- przetwarzanie w okresie rozruchu,
- przetwarzanie właściwe (właściwa eksploatacja).

Fazy te są zwykle w pewnym stopniu różnicowane. Dlatego też wszędzie tam, gdzie zachodzi tego potrzeba, należy opracowywać dla każdego zagadnienia dwie odrębne instrukcje, każda dotycząca oddzielnej fazy.

W skład dokumentacji eksploatacyjnej powinny wchodzić następujące elementy:

1. Przedmiot odniesienia dokumentacji (czego dotyczy), autor
2. Karta zmian
3. Ogólny harmonogram przetwarzania danych w systemie (podsystemie)
4. Harmonogramy przetwarzania danych w jednostkach
5. Plany operacyjne przetwarzania dla poszczególnych jednostek
6. Instrukcje przygotowania i kontroli dokumentów źródłowych
7. Instrukcje przygotowania maszynowych nośników danych (perforowania, kontroli, kompletacji, sortowania, opisywania itp.)
8. Instrukcje operowania programami
9. Instrukcje kontroli wyników.

3. Istota planowania postępowo-ciągłego

3.1. Stosowane nowe pojęcia i określenia

1. Pojęcie agregacji stanowisk roboczych odnosi się do liczności zbioru tych stanowisk. Przyjęto w tym względzie następujący podział:

- odcinek produkcyjny o 0-wym stopniu agregacji stanowisk roboczych odpowiada pojedynczemu stanowisku roboczemu,
- odcinek produkcyjny o 1-szym stopniu agregacji stanowisk roboczych odpowiada grupie stanowisk roboczych, technologicznie zamiennych,
- odcinek produkcyjny o 2-gim stopniu agregacji stanowisk

roboczych odpowiada gniazdu produkcyjnemu lub linii (czasami brygadzie — w odniesieniu do montażu),

— odcinek produkcyjny o 3-cim stopniu agregacji stanowisk roboczych odpowiada oddziałowi,

— odcinek produkcyjny o 4-tym stopniu agregacji stanowisk roboczych odpowiada wydziałowi,

— odcinek produkcyjny o 5-tym stopniu agregacji stanowisk roboczych odpowiada przedsiębiorstwu; w przypadku, gdy przedsiębiorstwo dzieli się na zakłady, przedsiębiorstwu opowiadać będzie 6-y stopień agregacji stanowisk roboczych.

2. **Okres planowania.** Pojęcie to jest skróconą formą pojęcia: okres obejmowany planem (czy też planowaniem) postępowo-ciągłym. W pracy używane jest ono najczęściej w formie skróconej. Okres planowania oznaczać więc będzie przedział czasu (jako całość), dla którego sprecyzowane są zadania produkcyjne w postępowo-ciągłym planie produkcji, bez względu na poziom wypełnienia pracochłonnością tych zadań dysponowanego funduszu czasu. Okres planowania jest wielkością zmienną, zależną od tego czy odnosi się on od planu produkcji wyrobów, części, wykonania operacji oraz od warunków organizacyjno-technicznych, występujących w przedsiębiorstwie i przyjętych rozwiązań przy planowaniu produkcji, jak też cyklu produkcyjnego itp.

3. **Odcinek okresu planowania.** Jest to najkrótszy okres czasu, dla którego wyznaczane są zadania produkcyjne w postępowo-ciągłym planie produkcji, i dla którego jest dokonywane porównywanie pracochłonności zadań oraz dysponowanego funduszu czasu. Okres planowania dzieli się zwykle na szereg odcinków tego okresu. Jeśli dla przykładu okresem planowania przy planowaniu produkcji części jest okres półroczny, to odcinkami tego okresu planowania będą najczęściej okresy miesięczne. Przy planowaniu postępowo-ciągłym wykonania operacji okresem planowania może być okres tygodnia (6 dni roboczych), a odcinkami tego okresu mogą być dni lub zmiany robocze. Odcinek okresu planowania będzie niejednokrotnie w niniejszej pracy nazywamy również krokiem planowania postępowo-ciągłego, to jest okresem, po upływie którego jest budowany plan na następny z kolei okres planowania.

4. Okres technologiczny. Lepiej zorganizowane przedsiębiorstwa produkujące wyroby złożone o długich cyklach produkcyjnych wyznaczają w kartach technologicznych dla każdej operacji cykle wykonania tych operacji oraz terminy rozpoczęcia i zakończenia operacji, części, zespołu, wyrobu. Cykle te jak i terminy rozpoczęcia i zakończenia wyznacza się zwykle w jednostkach zwanych okresami technologicznymi. Miara okresów technologicznych jest czas. Może to być jeden dzień roboczy lub 3 dni¹⁾. Możemy więc operować jednodniowymi okresami technologicznymi, okresami trzydniowymi itp.

Jeśli pojęcie okresu technologicznego odnosimy do cyklu wykonania operacji, to określamy w ten sposób liczbę okresów technologicznych jaka jest niezbędna dla jej wykonania, a pośrednio liczbę dni roboczych niezbędnych na wykonanie tej operacji.

Jeśli pojęcie okresu technologicznego odnosimy do terminu rozpoczęcia lub zakończenia operacji, części itp., to będziemy mieli na uwadze taką liczbę okresów technologicznych jaka upłynie od momentu rozpoczęcia lub (odpowiednio) zakończenia operacji, części itp., do momentu zakończenia montażu zespołu, wyrobu.

Zakłada się, że poszczególnym okresom technologicznym są przyporządkowane ściśle określone numery, które potocznie nazywane są okresami technologicznymi, np. 852 oznacza pięćdziesiąty drugi okres technologiczny w roku 1968, 904 czwarty okres technologiczny w roku 1969 itp.

Na rozumianych w ten sposób okresach technologicznych wykonywane mogą być działania odejmowania i dodawania.

Ponieważ z reguły każdemu okresowi technologicznemu odpowiada ściśle określona data kalendarzowa, podanie numeru okresu technologicznego precyzuje kalendarzowy termin wykonania.

Dla ułatwienia i uściślenia procesu obliczeniowego jest rzeczą wskazaną tak przyjmować okres technologiczny, aby okres planowania był wielokrotnością tego okresu.

5. Agregacja odcinków okresu planowania. Pojęcie to jest odnoszone do przypadków łączenia mniejszych odcinków czasu (odcinków okresu planowania) w odcinki większe.

¹⁾ Taki okres technologiczny zwany jest często również „jednostką terminów”. Czasami pojęcie to jest stosowane dla dłuższych lub krótszych okresów.

Występować ono może (nie we wszystkich przypadkach musi) w odniesieniu do wszystkich trzech szczebli planowania.

W odniesieniu do planowania postępowo-ciągłego produkcji wyrobów zjawisko agregacji dokonywanej przez EMC występować będzie na przykład przy określaniu rozłożenia pracochłonności wyrobu w jego cyklu produkcyjnym. Zadania są tu często wyznaczane na poszczególne okresy technologiczne, a obliczenia, o których wyżej mowa są zestawiane w przekroju miesięcy. W EMC następować będzie więc agregacja okresów technologicznych w okresy miesięczne.

Podobnie występować będzie łączenie okresów miesięcznych (a ściślej mówiąc zadań przypadających do wykonania w poszczególnych miesiącach) w okresy kwartalne przy wyprowadzaniu (emisji wydawnictwa) roczno-miesięcznego planu produkcji przedsiębiorstwa, co jest wymagane również w przypadku stosowania planowania postępowo-ciągłego.

W odniesieniu do postępowo-ciągłego planowania produkcji części występować będzie podobne zjawisko jak omówione wyżej, jeśli przy planowaniu są stosowane krótsze odcinki okresu planowania jak odcinki miesięczne. Z przypadkami takimi będziemy się z reguły spotykać wtedy, gdy zadania są wyznaczone na okresy technologiczne (jednodniowe, trzydniowe itp.).

Podobnie będzie wyglądało zagadnienie przy postępowo-ciągłym planowaniu wykonania operacji, choć w praktyce występować ono będzie znacznie rzadziej.

3.2. Ogólna charakterystyka oraz niedomagania stosowanych obecnie rozwiązań w zakresie planowania produkcji

Wykonanie zadań produkcyjnych przedsiębiorstwa w żądanych terminach i założonym asortymencie jest uzależnione w decydującym stopniu od właściwego działania służby planowania produkcji w przedsiębiorstwie. Na wyniki pracy tej służby wpływają w głównej mierze dwa elementy:

- stosowane rozwiązanie organizacyjne,
- kwalifikacje służby planowania i właściwa liczbowo jej obsada.

Drugi z tych elementów jest nie mniej istotny od pierwszego, jednak w niniejszej pracy nie będziemy się nim zajmować, gdyż wykracza znacznie poza jej ramy. Przyjęto w dalszych rozważaniach, że kwalifikacje służby planowania oraz ilościowy stan osobowy poszczególnych komórek planowania w przedsiębiorstwie są właściwe.

Rozwiązania organizacyjne w zakresie planowania i ewidencji produkcji nie zawsze są dostosowane do specyfiki produkcji, struktury produkcyjnej i typu produkcji przedsiębiorstwa. Często przyjęty system planowania nie daje możliwości wyznaczenia zadań produkcyjnych w asortymencie, ilości i terminach z dostatecznym stopniem szczegółowości. Spotyka się również przypadki, szczególnie w zakresie ewidencji produkcji, że przyjęty stopień szczegółowości jest zbyt duży, a w wyniku tego system niepotrzebnie zbyt pracochłonny. Dobór odpowiedniego do warunków przedsiębiorstwa systemu planowania i ewidencji produkcji jest rzeczą niezmiernie istotną nie tylko dla właściwego rozdziału zadań w czasie, ale również jako proces wtórny dla wyznaczania środków do realizacji tych zadań.

Podstawą do wyznaczania tych środków (materiały, narzędzia itp.) są właśnie plany produkcji. Jakość, terminowość i sposób opracowania planu produkcji — podstawowego elementu planu techniczno-ekonomicznego przedsiębiorstwa, rzutuje w sposób istotny na pozostałe odcinki tego planu. Czynniki te decydują o znaczeniu, jakie się przywiązuje do doboru właściwych rozwiązań w zakresie planowania produkcji.

Rozwiązań planowania produkcji jest bardzo wiele. Rozwiązania te są często zróżnicowane i w mniejszym lub większym stopniu przystosowane do profilu produkcyjnego przedsiębiorstwa. Wspólną cechą wszystkich tych rozwiązań jest jednak fakt, że plany ogólnozakładowe i międzywydziałowe, a w przeważającej liczbie przypadków również wewnątrzwydziałowe opracowuje się „skokami” i tylko na jeden okres. Raz w roku opracowuje się plan roczny tylko na okres roku (pomija się tu występujące niejednokrotnie kolejne wersje planu jako fazy wstępne), co miesiąc plan miesięczny tylko na okres miesiąca itp.

Opracowywane w ten sposób plany produkcji określają, co prawda, zadanie produkcyjne na dany okres, nie dają jednak po-

glądu, co w jakim terminie przyjętego okresu ma być wykonywane, oraz co ma być wykonywane w okresach następnych. Posiadanie takich informacji byłoby rzeczą bardzo cenną dla bardziej perspektywicznego sterowania przebiegiem produkcji, co się szczególnie ujawnia przy produkcji wyrobów o długich cyklach, oraz przy produkcji wszelkiego rodzaju wyrobów w przypadku występowania zaburzeń w przebiegu (brak materiału, awaria obrabiarek itp.).

Informacje tego rodzaju są nie mniej cenne dla zabezpieczenia środków do realizacji zadań produkcyjnych i to zarówno w zakresie możliwości bardziej precyzyjnego opracowania pozostałych odcinków planu techniczno-ekonomicznego, jak też możliwości celowej i w pełni uzasadnionej korekty tych planów.

Reasumując powyższe należy stwierdzić, że stosowane obecnie metody planowania produkcji pozostawiają zbyt mało miejsca dla elastycznego działania służby planowania. Brak informacji o szczegółowych zadaniach okresów następnych zamyka drogę przed służbą planowania w zakresie dokonywania prawidłowych (optymalnych) konfiguracji zadań w przypadku zaistniałych zahamowań przy ich realizacji. Rzutuje to z kolei na brak tych możliwości w zakresie działania innych służb.

Zasygnalizowane wyżej trudności spowodowały dążność do poszukiwania bardziej elastycznych układów rozwiązań w zakresie stosowanych metod planowania, do znalezienia takiej metody, która spełniałaby wyżej naświetlone postulaty. Rozwiązaniem spełniającym te postulaty jest planowanie postępowo-ciągłe ¹⁾, które od niedawna próbuje się wdrożyć w niektórych jego fragmentach w przedsiębiorstwach.

3.3. Założenia metody planowania postępowo-ciągłego

Planowanie postępowo-ciągłe może być odniesione do produkcji wyrobów, do produkcji elementów składowych tych wyrobów (zespołów, części), lub do wykonawstwa poszczególnych operacji.

¹⁾ Planowanie postępowo-ciągłe zwane bywa również planowaniem krocącym lub dywanowym.

We wszystkich tych przypadkach istota jego się nie zmienia. W praktycznym stosowaniu tej metody zmieniać się może jedynie okres czasu nim objęty.

W praktycznych rozwiązaniach w odniesieniu do wyszczególnionych wyżej trzech przypadków stosowany bywa różny stopień szczegółowości dokonywania bilansu pracochłonności zadań planowych z dysponowanym funduszem czasu. Plan produkcji wyrobów bilansowany jest zwykle tylko w przekroju wydziałów, a niekiedy oddziałów lub grup stanowisk roboczych. Plan produkcji części jest bilansowany najczęściej w przekroju gniazd (linii) lub rzadziej — grup stanowisk roboczych. Przy planowaniu wykonania poszczególnych operacji obciążenie śledzi się w przekroju grup stanowisk lub częściej — w przekroju poszczególnych pojedynczych stanowisk roboczych.

Dla ogólnego modelu planowania postępowo-ciągłego zagadnienia te nie są istotne, gdyż model ten jest prawidłowy dla wszystkich trzech szczebli planowania¹⁾. Kwestią jest tylko dobór w praktycznym wykorzystaniu określonego modelu, stopnia agregacji stanowisk roboczych, jak też stopnia agregacji odcinków okresu planowania.

Główne elementy, różniące planowanie postępowo-ciągłe (stanowiące jego istotę) od stosowanych obecnie powszechnie metod planowania, sprowadzić można do następujących punktów:

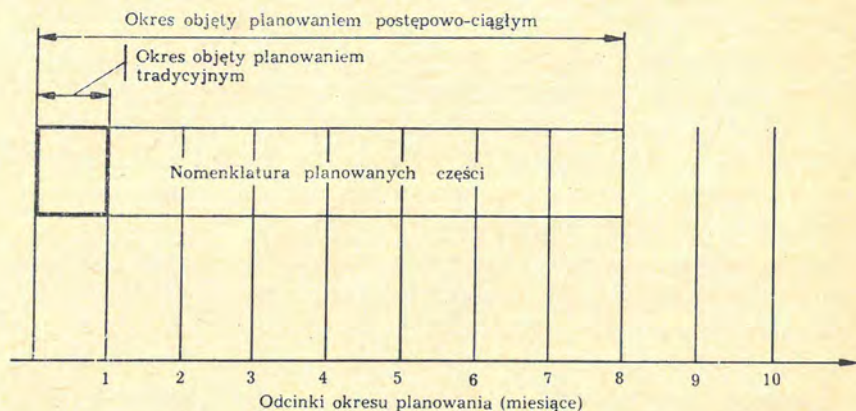
- a) objęcie planowaniem dłuższego okresu czasu,
- b) postępująca z okresu na okres ciągłość planowania,
- c) aktualizacja i uzupełnianie zadań produkcyjnych we wszystkich okresach,
- d) elastyczność planowania.

Dłuższy okres czasu objęty planowaniem.

Schemat obrazujący objęcie planowaniem postępowo-ciągłym dłuższego okresu czasu pokazano na rys. 1. Schemat ten dotyczy planu produkcji części. Wskazuje on tylko, że w danym okresie (planie) występuje pewna nomenklatura części, nie wskazuje natomiast, w jakim stopniu ta nomenklatura obciąża dany odcinek produkcyjny.

1) Pierwszym szczeblem planowania w tej pracy nazywane jest planowanie ogólnozakładowe, drugim — planowanie międzywydziałowe, natomiast trzecim — planowanie wewnątrzwydziałowe.

W rozwiązaniach praktycznych okres czasu objęty planowaniem postępowo-ciągłym powinien być zróżnicowany. Inaczej powinien się on kształtować dla planu produkcji wyrobów, inaczej dla planów produkcji części (zespołów) oraz inaczej dla planów wykonywania poszczególnych operacji. Zróżnicowany może on być również w różnych przedsiębiorstwach.



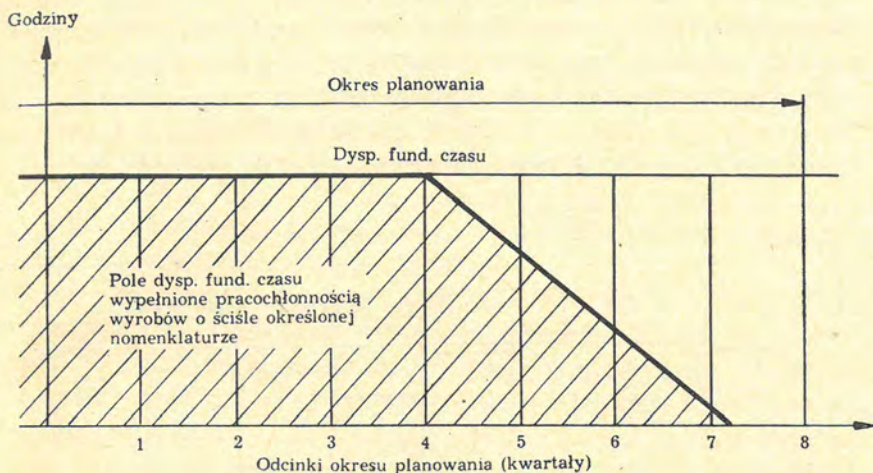
Rys. 1. Schemat obrazujący okres objęty planowaniem tradycyjnym na tle okresu objętego planowaniem postępowo-ciągłym (na przykładzie planowania produkcji części)

W odniesieniu do planu produkcji wyrobów (planowanie ogólnozakładowe) planem postępowo-ciągłym obejmuje się w bardziej złożonych przypadkach okres trzech lat, chociaż nie zawsze wszystkie miesiące tego okresu będą miały sprecyzowane zadania ¹⁾. Będzie więc objęty tym planowaniem rok bieżący (miesiące, których zadania pozostały jeszcze do realizacji), cały rok planowany oraz rok następny po roku planowanym (miesiące, w których wykonywane będą elementy wyrobów rozpoczętych w roku planowanym). Podział roku na mniejsze odcinki w modelu ogólnym jest rzeczą dowolną. W praktyce dokonuje się podziału roku na miesiące lub tylko kwartały, w zależności od

¹⁾ Przyjęty tu okres objęty planem postępowo-ciągłym dotyczy informacji gromadzonych w pamięci EMC. Wydawnictwa wyprowadzane z maszyny mogą obejmować cały ten okres lub w przypadkach uzasadnionych tylko jego część. Odnosi się to również do planowania między- i wewnątrzwydziałowego.

konkretnych warunków i potrzeb, najczęściej jednak na miesiące.

Obok nomenklatury obejmowanej planem postępowo-ciągłym, np. w odniesieniu do planu ogólnozakładowego — nomenklatury wyrobów, w planie tym ujęta powinna być pracochłonność tych wyrobów. Ideowy wykres kształtowania się obciążenia przedstawiono na rys. 2. Na wykresie tym w odniesieniu do pla-



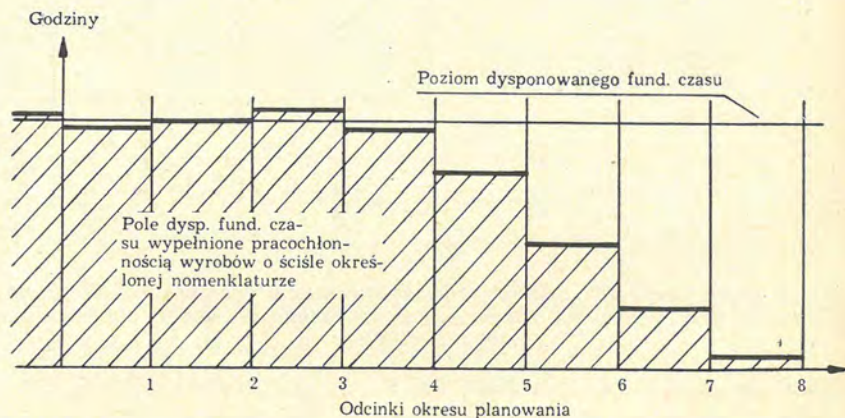
Rys. 2. Ideowy wykres kształtowania się obciążenia odcinka produkcyjnego zadaniami planowymi w poszczególnych odcinkach okresu planowania postępowo-ciągłego

nowania produkcji wyrobów za okres planowania postępowo-ciągłego przyjęto okres 3 lat z tym, że każdy rok dzieli się (dla uproszczenia rysunku) tylko na 4 okresy kwartalne bez podziału na miesiące. Pozostały okres roku bieżącego oraz rok planowany powinien obejmować taką nomenklaturę wyrobów, aby w pełni był wykorzystany dysponowany fundusz czasu. Wynika to z praktycznych wymagań, aby pracochłonność zamykanego planu produkcji była w pełni zbilansowana z dysponowanym funduszem czasu. Bilans, o którym mowa, powinien być dokonywany w zasadzie w przekroju miesięcy.

Założenie powyższe dotyczące wypełniania roku planowanego zadaniami do poziomu dysponowanego funduszu czasu nie zawsze będzie mogło być spełnione w praktyce dla wyrobów w pełni

zdefiniowanych z odpowiednim wyprzedzeniem (minimum pół roku). Nie będzie ono mogło być spełnione wtedy, gdy przedsiębiorstwo nie ma sprecyzowanego odpowiednio wcześniej pełnego portfela zamówień na cały rok planowany, lub gdy ujmowane w planie zamówienie nie wyszło jeszcze z fazy opracowania technologicznego. Postępuje się wtedy zwykle w ten sposób, że bezpośrednio po ścisłym określeniu zadania (np. otrzymaniu konkretnego zamówienia) dokonuje się uściślenia planu produkcji, wprowadzając wyroby odpowiadające temu zamówieniu w zamian ujętych uprzednio wyrobów podobnych — spodziewanych.

Na rys. 2 przedstawiono ideowy rozkład pracochłonności w poszczególnych odcinkach okresu planowania. W rzeczywistości kształtuje się on jak pokazano na rys. 3.



Rys. 3. Zbliżony do rzeczywistego wykres kształtowania się obciążenia odcinka produkcyjnego zadaniami planowymi w poszczególnych odcinkach okresu planowania postępowo-ciągłego

W odniesieniu do planu produkcji części lub zespołów (planowanie międzywydziałowe) planowaniem postępowo-ciągłym obejmuje się najczęściej okres równy najdłuższemu cyklowi produkcyjnemu rozwijanych wyrobów, powiększonemu o niezbędny okres przygotowania ¹⁾.

Okres przygotowania (obejmujący czas niezbędny na przygo-

¹⁾ Szczegółowo zagadnienie jest omówione i zilustrowane w rozdziałach 5, 6 i 7.

towanie materiałów i dokumentacji oraz ewentualnie czas związany z zamówieniem i dostawą materiałów) może być różny.

Podstawą sporządzenia postępowo-ciągłego planu produkcji części jest wycinek miesięczny rocznego (lub kwartalnego) planu uruchomienia produkcji wyrobów. Plan ten powstaje z planu zakończenia produkcji wyrobów przy uwzględnieniu cyklu produkcyjnego każdego z tych wyrobów.

Za odcinek okresu planowania w tym przypadku (krok planowania postępowo-ciągłego) przyjmuje się zwykle okres jednego miesiąca, co wiąże się z okresem przetwarzania, którym będzie również okres miesiąca.

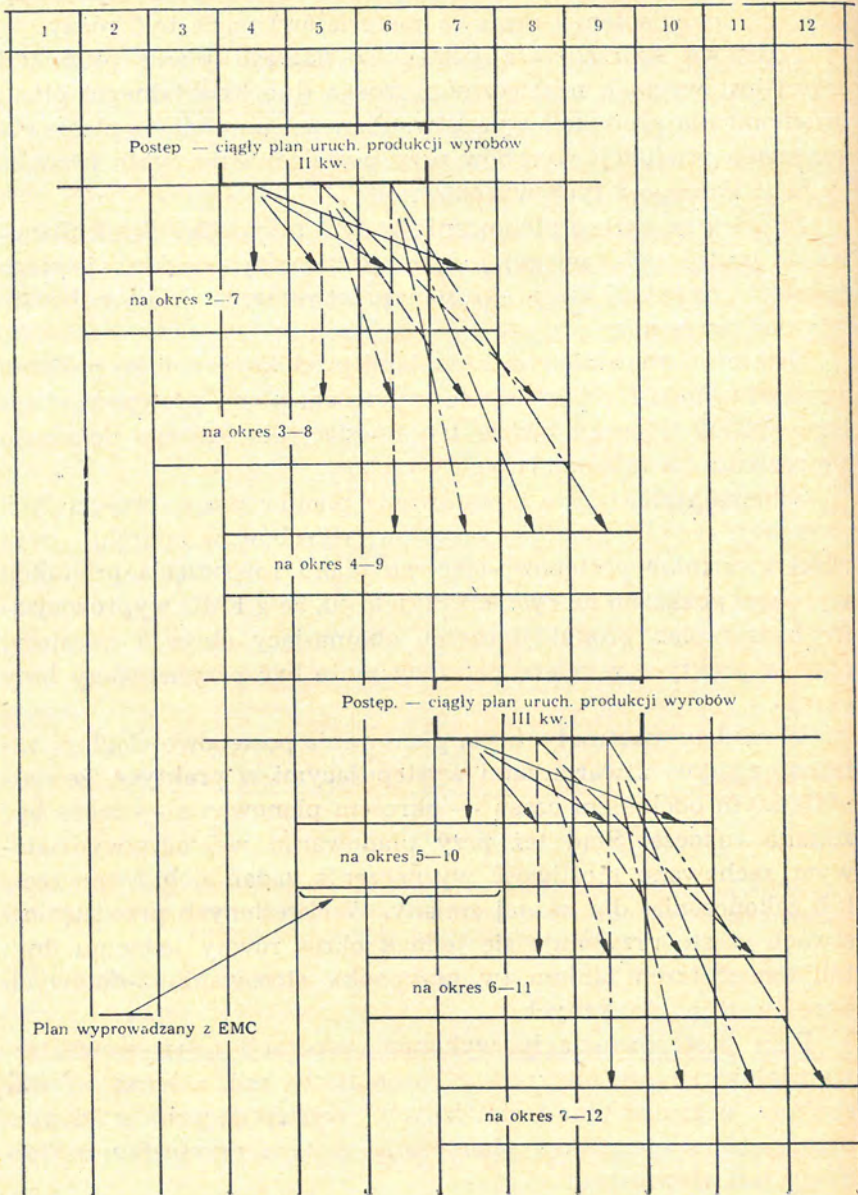
Ostatnim, wypełnionym zadaniami produkcyjnymi do poziomu dysponowanego funduszu czasu miesiącem planu postępowo-ciągłego produkcji części będzie ten miesiąc, dla którego dokonuje się rozwinięcia uruchamianych wyrobów.

Schematyczne ujęcie powstawania planów postępowo-ciągłych produkcji części i montażu zespołów, wyrobów w oparciu o wycinki kwartalne postępowo-ciągłego planu rozpoczęcia produkcji wyrobów pokazano na rys. 4. Przyjęto tu, że z EMC wyprowadzany będzie plan produkcji części, obejmujący okres 3 miesięcy, choć w praktyce w miarę potrzeby może być przyjmowany inny okres.

W modelu matematycznym planowania postępowo-ciągłego założono zgodnie z warunkami występującymi w praktyce, że najmniejszym odcinkiem czasu — okresem planowania — może być zmiana robocza. Stąd też przy planowaniu wewnątrzwydziałowym zachowano możliwość wyznaczenia zadań (ich rozpoczęcia lub zakończenia) dla każdej zmiany. W określonych przedsiębiorstwach często przyjmuje się jednak okres równy jednemu dniu lub nawet trzem dniom (w przypadku stosowania 3-dniowych okresów technologicznych).

Plan postępowo-ciągły wykonania operacji (plan wewnątrzwydziałowy) może obejmować różną liczbę dni, zależną od warunków organizacyjno-technicznych, występujących w danym przedsiębiorstwie. Okres planowania w tym przypadku uzależniony jest głównie od:

- długości cyklu produkcyjnego serii części,
- przyjętej metody elektronicznego przetwarzania danych



Rys. 4. Schemat powstawania planów postępowo-ciągłych produkcji części i montażu zespołów, wyrobów

w zakresie rozwijania planu produkcji części w postępowo-ciągły plan wykonania operacji,

— długości przyjętego okresu czasu (liczby dni), na który chcemy posiadać plan wypełniony do poziomu dysponowanego funduszu czasu.

Na pierwszy z czynników projektanci systemu nie mają wpływu, gdyż jest on zależny tylko od specyfiki przedsiębiorstwa i produkowanych w nim wyrobów.

Czynnik drugi zależy od przyjętej metody rozwiązań. Są w tym względzie w zasadzie dwie możliwości:

— ujmowanie w planie wykonania operacji tylko tej operacji (lub tych operacji), które mieszczą się (mogą być wykonane) w dniu, dla którego dokonujemy rozwinięcia planu produkcji części w plan wykonania operacji,

— ujmowanie w planie wykonania operacji wszystkich operacji do zakończenia procesu technologicznego części.

Mniej czasochłonne dla EMC wydaje się rozwiązanie drugie. Daje ono jednak w efekcie dłuższy okres planowania.

Czynnik trzeci (a więc okres wyprzedzenia w stosunku do dnia rozwijania planu) zależy głównie od stopnia możliwości utrzymania terminów realizacji zadań w stosunku do terminów ujętych w planie. Rzutuje na to głównie zabezpieczenie w materiały, brak awarii obrabiarek, utrzymanie przyjętych przerw międzyoperacyjnych itp.

Wielkość tego wyprzedzenia wahać się może w praktyce od 2—3 do 6 dni. Przy większych odchyleniach od terminów założonych jest niezbędne przyjmowanie większych wyprzedzeń z uwagi na umożliwienie planistom wydziałowym kierowania do produkcji robót zaplanowanych na okresy późniejsze w zamian robót ujętych w planie w okresach wcześniejszych, które jednak z różnych przyczyn w tych terminach nie mogą być realizowane.

Okres obejmowany planowaniem postępowo-ciągłym wykonania operacji w przypadku najbardziej rozwiniętym obejmie sumę: dni cyklu produkcyjnego części oraz dni przyjętego okresu wyprzedzenia, obejmującego zadania wypełniające dysponowany fundusz czasu potrzebnych urządzeń produkcyjnych. Końcowe dni planu zawierają zadania wypełniające fundusz dysponowany tylko w części.

Niezależnie od długości przyjętego okresu planowania, okresem powtarzalności przetwarzania (krokiem) pozostaje zawsze okres jednego dnia, czy też (jeśli przyjęto takie założenie) okres zmiany roboczej.

Schemat powstawania postępowo-ciągłych planów wykonania operacji przedstawiono na rys. 5.

Plan uruchomienia produkcji części każdego dnia miesiąca jest rozwijany w postępowo-ciągły plan wykonania operacji zgodnie z wyznaczonymi terminami ich wykonania.

W schemacie tym przyjęto założenie, że cykl wykonania serii części nie przekracza 5 dni, co w praktyce rzadko się zdarza, jednak przy założeniu dłuższych cykli rysunek staje się mniej zrozumiały i czytelny.

Przyjęto również założenie, że wyprzedzenie, o którym była mowa wynosi 6 dni roboczych.

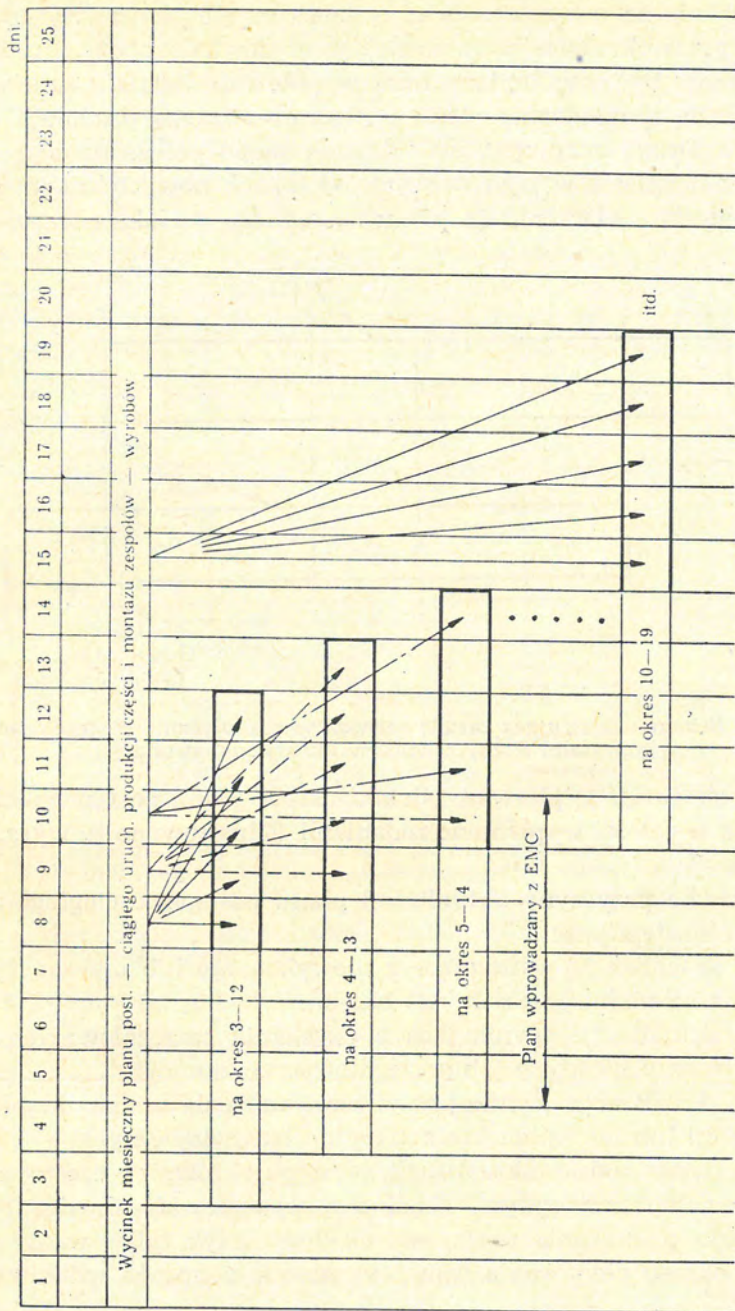
W zasadzie nigdy nie występuje potrzeba ujmowania w wydawnictwie postępowo-ciągłego planu wykonania operacji całego przyjętego okresu planowania. Z reguły wydawnictwo obejmuje tylko tę część okresu, dla której zadania wypełniają dysponowany fundusz czasu odcinków produkcyjnych.

Ciągłość planowania

Drugą istotną cechą planowania postępowo-ciągłego różniącą je od planowania tradycyjnego jest ciągłość planowania. Przejawia się ona w tym, że okresem obejmowanym planowaniem w danym przedsiębiorstwie jest okres stały, co jest uzyskiwane w ten sposób, że po upływie jednego odcinka okresu planowania odcinek ten jest wyłączany z planu postępowo-ciągłego, a równocześnie są włączane zadania odcinka okresu następnego, dotychczas nie objętego tym planem. Zasadę tę pokazano na rys. 6. Jest ona aktualna dla wszystkich trzech szczebli planowania: ogólnozakładowego, międzywydziałowego i wewnątrzwydziałowego.

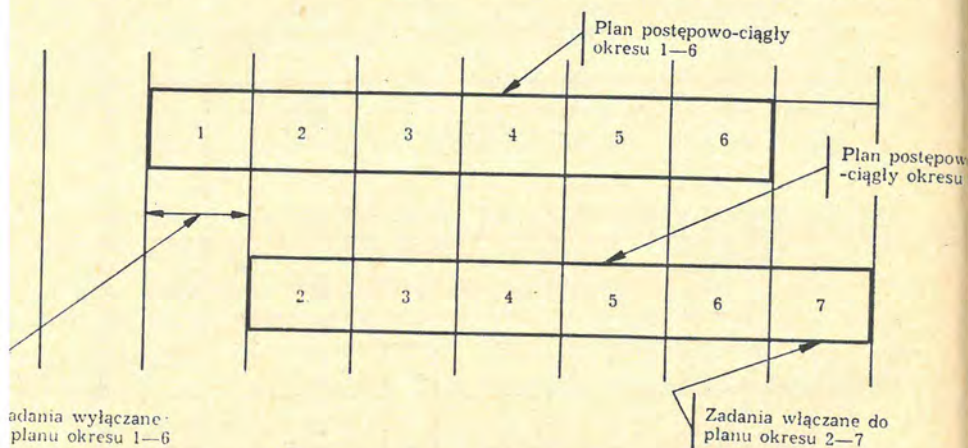
Bieżąca aktualizacja zadań produkcyjnych

Następną cechą planowania postępowo-ciągłego jest bieżąca aktualizacja i uzupełnianie zadań produkcyjnych we wszystkich odcinkach okresu objętego tym planem. Uzupełnianie zadań produkcyjnych jest związane z faktem, że w wielu przedsiębior-



Rys. 5. Schemat powstawania planów postępowo-ciągłych wykonania operacji

stwach nie na wszystkie odcinki okresu objęte planem zadania te są w pełni określone w momencie precyzowania planu. Przykładem może być wspomniany brak wypełnienia portfela zamówień w okresie sporządzania planu postępowo-ciągłego produkcji wyrobów. Drugą przyczyną uzupełniania zadań polega na wprowadzeniu do planu w jego dalszych odcinkach nowych zadań, wynikających z włączenia do planu następnego odcinka okresu. Za-



Rys. 6. Schemat ilustrujący zasadę zachowywania w planie postępowo-ciągłym stałej liczby odcinków okresu planowania

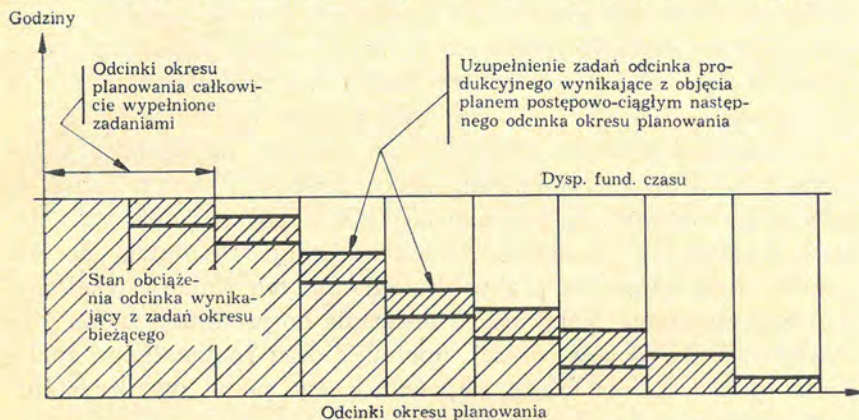
kłada się tutaj, że pierwsze odcinki okresu planu postępowo-ciągłego są w całości wypełnione zadaniami. Zilustrowano to wyraźnie na rys. 7.

Główne przyczyny aktualizacji planu postępowo-ciągłego mogą być następujące:

- aktualizacja wynikająca z niewykonania lub przekroczenia wykonania planu poprzedniego okresu,
- aktualizacja wynikająca z uzyskania szczegółowszych danych technologicznych lub szczegółowszych zamówień,
- aktualizacja wynikająca z wprowadzenia zmian do planu produkcji lub też zmian konstrukcyjno-technologicznych.

Pierwszy rodzaj aktualizacji występuje również często przy planowaniu tradycyjnym. Musi ona występować również przy metodzie planowania postępowo-ciągłego, gdyż tylko wtedy zadania okresu planowania będą wyznaczone w sposób właściwy.

W produkcji małoseryjnej i jednostkowej wyrobów o długich cyklach produkcyjnych (wobec braku niejednokrotnie opracowań technologicznych) zadania w planie rocznym odnośnie niektórych wyrobów precyzuje się w oparciu o różne metody przybliżone. Często precyzuje się je w oparciu o wyroby najbardziej konstrukcyjnie i technologicznie zbliżone, produkowane w latach ubiegłych. Po opracowaniu procesów technologicznych na te wyroby, wprowadza się do planu postępowo-ciągłego już sprecyzowane, w pełni ścisłe dane. Podobnie postępować się będzie w przypadku ujęcia pierwotnie w planie tylko grupy zadań, a nie zadań konkretnych. Powodem tego może być brak konkretnych zamówień (w odniesieniu do planowania ogólnozakładowego).



Rys. 7. Schemat uzupełnienia planu postępowo-ciągłego zadaniami wynikającymi z objęcia planem następnego odcinka okresu planowania

Trzeci rodzaj aktualizacji uściśla plan postępowo-ciągły w przypadku konieczności dokonania korekty lub też konieczności wprowadzenia określonych zmian konstrukcyjno-technologicznych. Te ostatnie dotyczą najczęściej pracochłonności, ale mogą także dotyczyć asortymentu, jak np. wycofanie jednej części i wprowadzenie w to miejsce innej. Aktualizacja ta nie dotyczy postępowo-ciągłego planu wykonania operacji.

Elastyczność planowania

Dzięki zastosowaniu planowania postępowo-ciągłego i EMC uzyskuje się dużą elastyczność w planowaniu produkcji. Elastyczność ta, ogólnie biorąc, polega na szybkim, prawidłowym i peł-

nym dostosowaniu planu produkcji do zmieniających się zadań i warunków produkcyjnych. Zmiany takie występują w zasadzie w każdym przedsiębiorstwie. Do głównych przyczyn zmian należy zaliczyć korekty planów produkcyjnych, niewykonanie lub przekroczenie wykonania zadań okresu ubiegłego, brak środków produkcji, jak materiały, narzędzia, brak obsady, awaria obrabiarek oraz szereg innych.

Nieuwzględnianie na bieżąco tych zmian przez planowanie produkcji, lub nawet uwzględnianie ale zbyt późne lub w sposób niepełny, z reguły w sposób istotny rzutuje ujemnie na terminowość wykonania zadań, jak też i na działalność innych służb, jak: służby zaopatrzenia, gospodarki narzędziowej itp. Dlatego też cechą elastyczności planowania produkcji jest w zasadzie cechą niezbędną w metodzie planowania, którą można uznać za nowoczesną w warunkach stosowania EMC i zabezpieczającą w możliwie największym stopniu terminową i pełną realizację zadań.

Cecha elastyczności przejawia się głównie na odcinku szybkiego i w pełni szczegółowego sprecyzowania nowych zadań w przypadku zmiany zadań planowanych lub ich terminów wykonania oraz środków służących do ich realizacji. Przejawia się ona również na odcinku (w przypadku zaistniałych zmian) świadomego i w prawidłowej kolejności kierowania do produkcji zadań produkcyjnych (wyrobów, części, operacji) oraz racjonalnego rozłożenia tych zadań w czasie, zapewniającego pełne wykorzystanie parku maszynowego i siły roboczej.

Cecha elastyczności jest szczególnie istotna dla prawidłowego, stale aktualnego, określania zadań wykonywanych w kooperacji gdyż dzięki odpowiednio wcześnie specyzowaniu nowych zadań pozwala dokonać zmiany u kooperatorów w takim kierunku, aby były zapewnione właściwe dostawy w asortymencie i terminach.

3.4. Ogólny model planowania postępowo-ciągłego

Model planowania postępowo-ciągłego, a więc podstawa, sposób i technika określania zadań dla każdego okresu czasu tym planowaniem objętego, jest w zasadzie identyczna, niezależnie

od tego, czy dotyczy planowania ogólnozakładowego, między- lub wewnątrzwydziałowego. Różny jest tylko okres i źródło danych dla rozwinięcia zadań w planie odpowiedniego szczebla. Różny jest również dla planów odpowiednich szczebli stopień agregacji stanowisk roboczych.

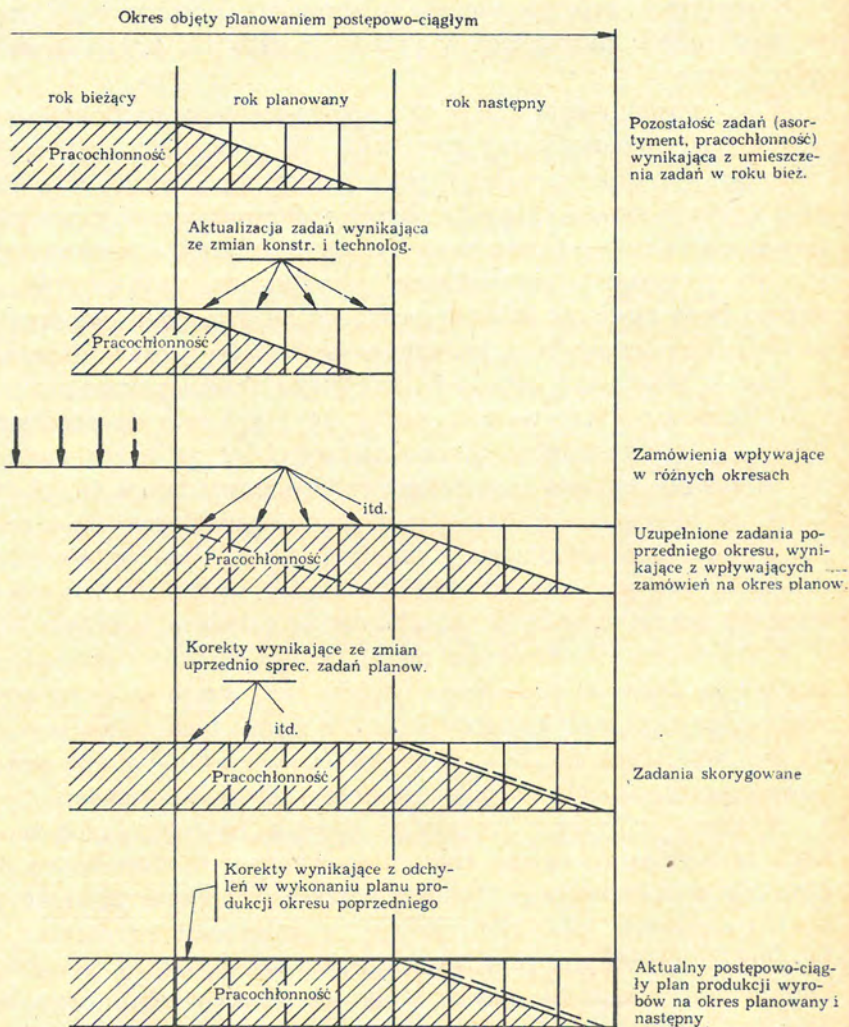
Rozpatrzmy kolejno modele planowania postępowo-ciągłego, występujących najczęściej w przedsiębiorstwach trzech szczebli planowania.

Model powstawania planu postępowo-ciągłego produkcji wyrobów jest przedstawiony na rys. 8. W przypadku najbardziej złożonym (produkcja małoseryjna i jednostkowa wyrobów o długich cyklach produkcyjnych) okresem obejmowanym przez planowanie postępowo-ciągłe może być okres 3 lat. W rzeczywistości nie we wszystkich przypadkach wszystkie miesiące przyjętego okresu będą zawierać zadania produkcyjne. Nie będą one występowały w miesiącach ubiegłych roku bieżącego oraz niejednokrotnie w miesiącach ostatnich przyjętego okresu planowania.

Wielkością początkową zadań produkcyjnych przy sporządzaniu planu postępowo-ciągłego produkcji wyrobów na okres następny są zawsze zadania (nomenklatura) i odpowiadające im obciążenie, wynikające z rozwinięcia postępowo-ciągłego planu produkcji poprzedniego okresu. Zadania te wypełniają poszczególne miesiące roku planowanego tylko w części: w większym stopniu miesiące początkowe, a w mniejszym — miesiące końcowe.

Konstrukcja i technologia wyrobów jest bieżąco doskonalona lub też są usuwane zauważone usterki, przy czym są opracowywane odpowiednie dokumenty zmian, a skutki tych zmian powinny być wprowadzone do sprecyzowanego wcześniej planu postępowo-ciągłego w celu zachowania pełnej aktualności zadań.

W miarę wpływania zamówień zadania poszczególnych miesięcy (a wynikowo całego roku planowanego) są dopełniane do poziomu dysponowanego funduszu czasu odcinków produkcyjnych (większych lub mniejszych — w zależności od potrzeb w każdym konkretnym przedsiębiorstwie). W praktyce przedsiębiorstw zamówienia nie zawsze wpływają z odpowiednim wyprzedzeniem, pozwalającym we właściwym terminie zestawić roczny plan produkcji przedsiębiorstwa. Zamówienia opóźnione zaznaczono na rysunku linią przerywaną. Spóźniony spływ zamówień jest



Rys. 8. Ogólny model powstawania planu postępowo-ciągłego produkcji wyrobów

powodem niedopełnienia dyspopowanego funduszu czasu w określonych miesiącach roku lub też powodem korekt wynikających z tego, że do planu wprowadzono przedstawicieli wyrobów spoźdiewanych.

Potrzeba korekt może wynikać (niezależnie od powyższego) ze zmian zadań planowanych, przewidywanych uprzednio na okres planowany (wycofanie zamówienia, przesunięcie terminu wykonania itp.).

Zadania produkcyjne poprzedniego okresu, a mówiąc ściślej kolejno następujących po sobie odcinków okresu planowania, nie zawsze są wykonywane zgodnie z planem. Wyłania się stąd potrzeba dokonywania korekt poprzednio sprecyzowanych zadań, wynikających z odchyień w wykonaniu planu produkcji okresu poprzedniego. Wynikiem tego może być pewne przekroczenie dysponowanego funduszu czasu (w granicach dopuszczalnych) lub też pewne przesunięcie niektórych zamówień na okres późniejszy (linia przerywana na rysunku).

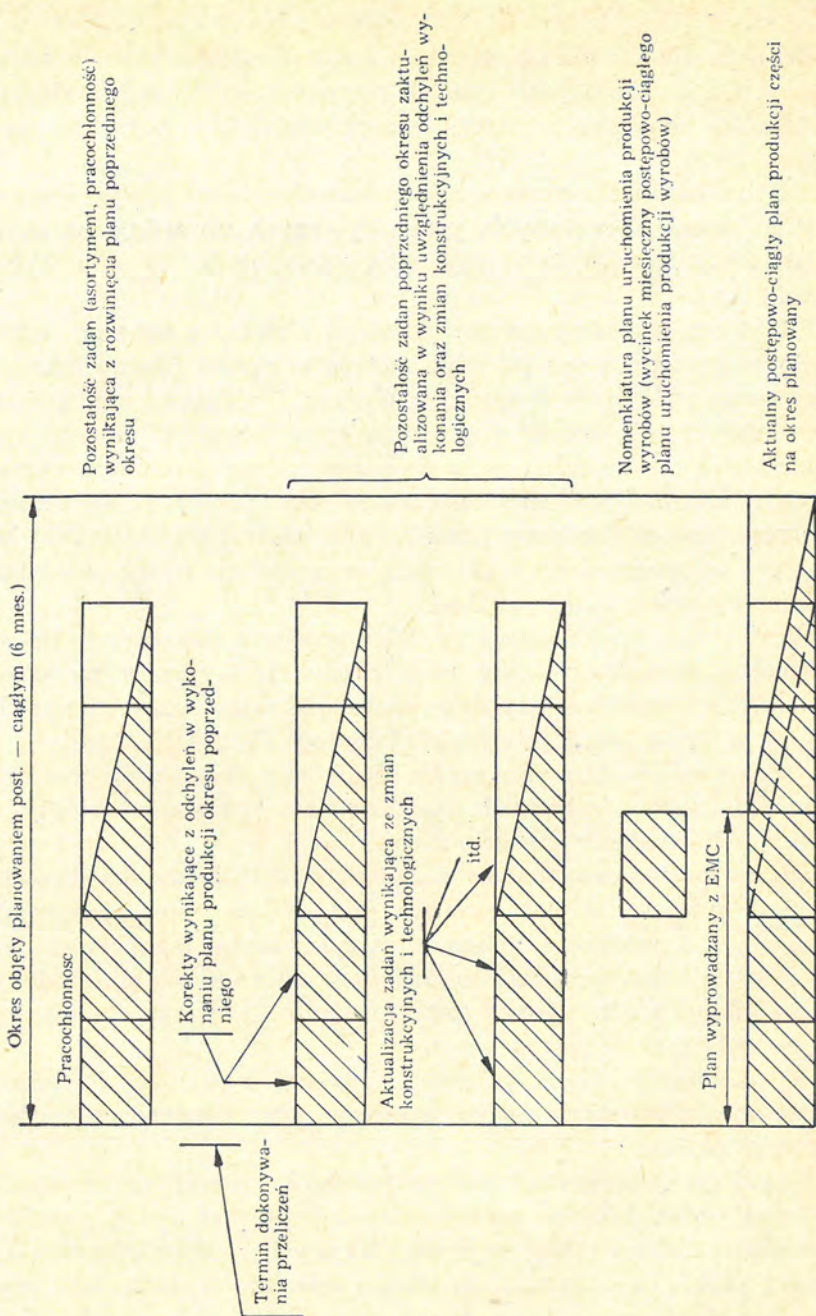
W wyniku przedstawionego toku postępowania otrzymuje się aktualny postępowo-ciągły plan produkcji wyrobów na okres planowany (wypełniający dysponowany fundusz czasu) i następny po planowanym (nie wypełniający tego funduszu).

Odcinkiem okresu planowania (krokiem) dla całości prac jest miesiąc, a dla niektórych (umieszczanie w planie zamówień) okres półmiesięczny lub dekadowy.

Model postępowo-ciągłego planu produkcji części przedstawiono na rys. 9. Na tym rysunku przyjęto, że okres planowania obejmuje 6 miesięcy. Schemat otrzymywania tego planu jest analogiczny do uprzednio omówionego. Różnice wynikają jedynie z innego źródła danych (punktu odniesienia) oraz objęcia planowaniem innego okresu czasu.

Z rozwinięcia planu poprzedniego okresu wynika obciążenie (niepełne) pierwszych pięciu miesięcy planu postępowo-ciągłego nowego okresu.

Przed przystąpieniem do sporządzania planu na następny z kolei okres dokonać należy uprzednio korekt zadań przechodzących na okres planowany, wynikających z odchyień w wykonaniu zadań (w stosunku do planu) miesiąca wyłączanego (bieżącego). Praktycznie rzecz biorąc odchylenia takie zawsze będą



Rys. 9. Ogólny model powstawania planu postępowo-ciągłego produkcji części i montażu zespołów, wyrobów

występowały, choć nie we wszystkich przypadkach rozwiązań szczegółowych muszą być uwzględnione w przekroju wszystkich elementów (informacji w planie)¹⁾.

Zadania przechodzące do planu postępowo-ciągłego z okresu poprzedniego powinny być również poddane aktualizacji, wynikającej z wprowadzonych zmian konstrukcyjnych i technologicznych. Aktualizacja dotyczy tylko zadań przechodzących z planu poprzedniego okresu. Zadania włączane do planu postępowo-ciągłego produkcji części z miesięcznego (kwartalnego) planu produkcji wyrobów (o czym mowa niżej) tej aktualizacji nie wymagają, gdyż została ona dokonana przy określeniu planu postępowo-ciągłego produkcji wyrobów (rys. 8).

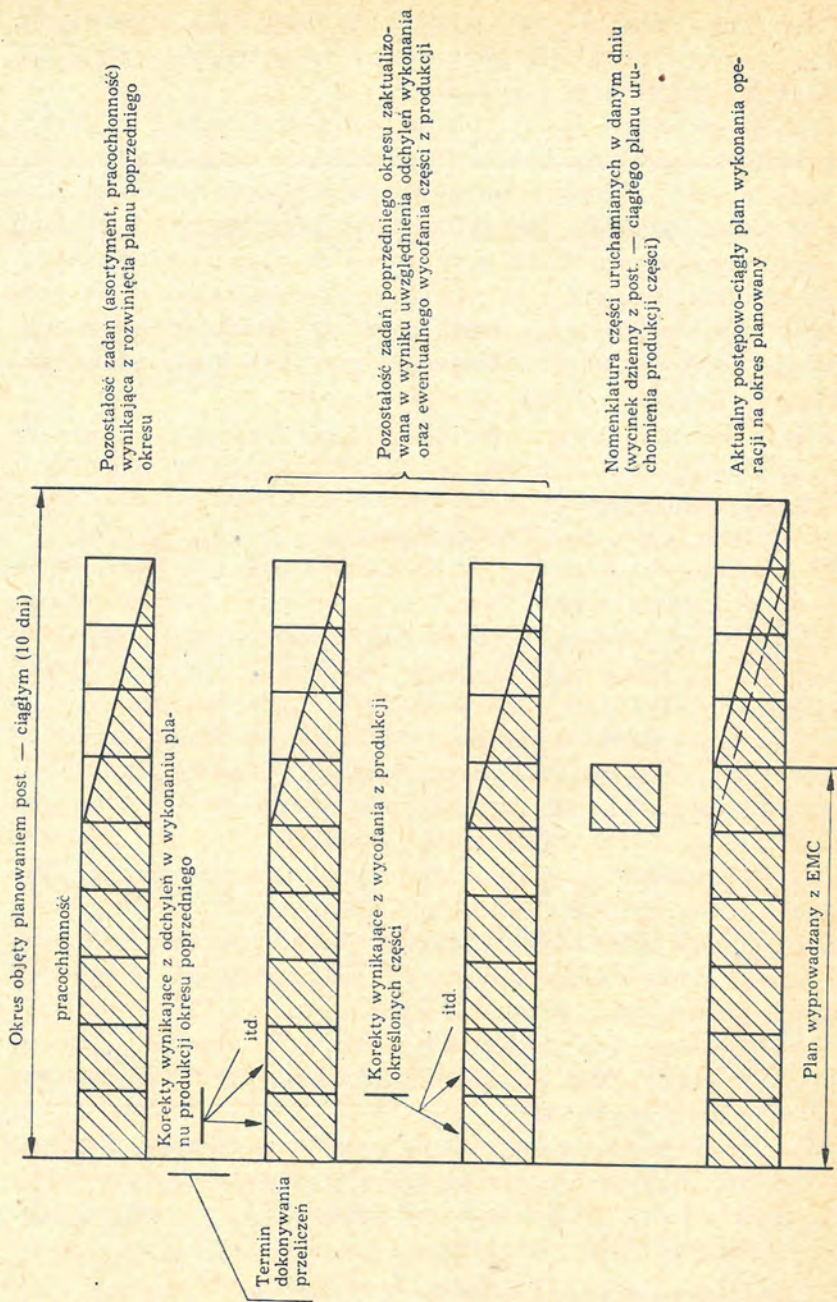
Z wycinka miesięcznego postępowo-ciągłego planu uruchomienia produkcji wyrobów wynika dalsze obciążenie końcowych 4 miesięcy. Na wykresie to dopełnienie zadań symbolizuje górna pochyła linia leżąca nad linią przerywaną.

W prawidłowo opracowanym planie rocznym, wynikiem dopełnienia, o którym mowa wyżej, jest uzyskanie pełnego obciążenia odcinków produkcyjnych w tym miesiącu planu postępowo-ciągłego, dla którego dokonuje się rozwinięcia (na rys. 9 trzeci miesiąc od strony lewej). Pełne obciążenie zadaniami miesiący leżących z lewej strony uzyskano przy określaniu planu postępowo-ciągłego na okres bieżący. Dalsze miesiące posiadają wzrastające rezerwy dysponowanego funduszu czasu. Przekroczenie lub niedociążenie odcinków w pierwszych miesiącach (na rys. 9 pierwszych dwu miesięcy) wynikać może jedynie z odchyłeń w wykonaniu zadań miesiąca ubiegłego. Nie przekraczają one jednak najczęściej odchyłeń dopuszczalnych. W przypadku przekroczenia granic dopuszczalnych dokonuje się przesunięcia niektórych zadań o późniejszych terminach wykonania.

Przedstawiony tok postępowania pozwoli uzyskać aktualny postępowo-ciągły plan produkcji części i montażu zespołów-wyrobów na okres planowany.

Model postępowo-ciągłego planu wykonania operacji pokazano na rys. 10. Przyjęto, że planowaniem postępowo-ciągłym objęty jest okres 10 dni. Model ten jest podobny do przedstawionego na rys. 9 modelu tego rodzaju planu dla produkcji części.

¹⁾ Zagadnienie to szerzej omówiono w rozdziale 6.



Rys. 10. Ogólny model powstawania planu postępowo-ciągłego wykonania operacji

Punktem wyjścia do sporządzenia postępowo-ciągłego planu wykonania operacji na okres następny (planowany) są zadania ostatnich 9 dni okresu poprzedniego. Ponieważ realizacja nie zawsze przebiega zgodnie z planem, przeto w pierwszej kolejności zachodzi potrzeba dokonania korekty zadań (przechodzących na okres następny) o zaistniałe odchylenia w realizacji planu okresu poprzedniego. Najczęściej korekty te dotyczyć będą pierwszych odcinków okresu planowania, chociaż mogą sięgać niejednokrotnie aż do odcinka ostatniego (na rys. 10 — dnia dziewiątego).

Dalszym etapem aktualizacji zadań w postępowo-ciągłym planie wykonania operacji (przechodzącym do realizacji na okres planowany) jest dokonanie w nim korekt wynikających z wycofania z produkcji określonych części. Przypadki takie w praktyce występują bardzo rzadko, niemniej mogą się zdarzyć i dlatego w systemie muszą być przewidywane.

Konieczność wycofania części (serii części) z obróbki może wystąpić np. w przypadku uruchomienia produkcji serii części w oparciu o dokumentację techniczną, w której omyłkowo nie wprowadzono niezbędnej zmiany. Konieczność taka może się również pojawić w przypadku wycofania z produkcji określonego rodzaju wyrobu, gdy zauważono, że posiada on niemożliwe do przyjęcia wady.

Posiadając w pełni zaktualizowane zadania produkcyjne, przechodzące do wykonania na okres planowany, możemy przystąpić do dopełnienia obciążenia początkowego zadaniami wynikającymi z odpowiedniego wycinka miesięcznego planu produkcji części. W planie miesięcznym lub (w zależności od przyjętego rozwiązania) w dokumentacji technologicznej poszczególne części i operacje mają określone terminy rozpoczęcia obróbki (okresy technologiczne), co pozwala we właściwy sposób dokonać rozłożenia zadań w planie postępowo-ciągłym wykonania operacji.

3.5. Korzyści wynikające ze stosowania planowania postępowo-ciągłego

Korzyści wynikające ze stosowania planowania postępowo-ciągłego są zróżnicowane w różnych przedsiębiorstwach o różnym

asortymencie produkcyjnym. Są one zwykle znacznie większe w przedsiębiorstwach o niewielkiej seryjności i przy produkcji wyrobów o długich cyklach produkcyjnych, natomiast mniejsze w przedsiębiorstwach o większej seryjności ¹⁾.

Niezależnie jednak od wielkości tych korzyści można je sprowadzić do następujących punktów:

— możliwość bieżącego, narastającego uściślenia zadań produkcyjnych w poszczególnych okresach w miarę uzyskiwania (napływu) danych uściślających,

— znajomość zadań produkcyjnych wyrobów, części i operacji oraz ich pracochłonności ze znacznie większym wyprzedzeniem, co pozwala służbie planowania w przedsiębiorstwie przedsięwziąć kroki zabezpieczające pełne i terminowe wykonanie tych zadań; może to być w miarę potrzeby wcześniejsze uruchamianie produkcji części, rozszerzenie możliwości stosowania grupowej obróbki części, zabezpieczenie produkcji części w związku z remontem urządzeń, usprawnienie kooperacji poprzez wcześniejsze precyzowanie zadań, zabezpieczenie pomocy warsztatowych itp.,

— możliwość sprecyzowania zadań na mniejsze odcinki czasu (miesiąc, dekada, dzień) w przyjętym okresie wyprzedzenia; jeśli przyjęto, np. w określonym przedsiębiorstwie, że planowanie postępowo-ciągłe obejmować będzie okres półroczny, to zadania w tym okresie mogą być podzielone na okresy kwartalne, miesięczne, dekadowe.

Efektów ze stosowania planowania postępowo-ciągłego nie należy wiązać jedynie ze sferą planowania produkcji. Występują one również, nawet może w większym stopniu, w sferze działalności innych komórek przedsiębiorstwa rzutuujących następnie na działalność produkcyjną. Do ważniejszych z nich należy zaliczyć:

¹⁾ W przedsiębiorstwach może występować 5 typów produkcji (nie zawsze muszą występować wszystkie): produkcja masowa, wielkoseryjna, średnioseryjna, małoseryjna oraz jednostkowa. Jeśli produkcja przedsiębiorstwa bliższa jest produkcji małoseryjnej i jednostkowej mówimy, że jest to przedsiębiorstwo o niewielkiej seryjności produkcji. Jeśli natomiast produkcja przedsiębiorstwa zbliżona jest do produkcji masowej i wielkoseryjnej mówimy, że jest to przedsiębiorstwo (w porównaniu z poprzednim) o większej seryjności produkcji. Szersze omówienie zagadnienia znajdzie czytelnik w (14) pozycji wykazu literatury.

zaopatrzenie w materiały i pomoce warsztatowe oraz zatrudnienie.

Aby zapewnić możliwość pełnego zabezpieczenia potrzeb produkcyjnych w materiały, podstawą opracowania planu zużycia asortymentu i ilościach plany produkcji zakładu. Ponieważ obrotów powinny być operatywne, w pełni zdefiniowane w wiążącej w naszych warunkach wielomiesięczne cykle zamawiania i dostawy materiałów, przeto dla umożliwienia zamówienia właściwych materiałów jest rzeczą niezbędną posiadanie opracowanego odpowiednio wcześniej operatywnego planu produkcji. W większości naszych przedsiębiorstw najbardziej długofalowym planem operatywnym (to jest planem, który w sposób w pełni szczegółowy precyzuje zadania) jest operatywny kwartalny plan produkcji. Ponieważ plan taki bywa sporządzony najczęściej zbyt późno, przeto nie może być podstawą terminowego opracowania w pełni realnych planów zużycia materiałów, szczególnie w przedsiębiorstwach o niewielkiej seryjności produkcji.

W praktyce naszych przedsiębiorstw plany zużycia są sporządzane albo w oparciu o roczne plany produkcji, które z natury swej w znacznej mierze są planami ramowymi, albo w oparciu o szacunkowo skorygowane plany zużycia okresów ubiegłych.

Brak miarodajnej podstawy planowania zużycia materiałów, który jest wynikiem wyżej zasygnalizowanej sytuacji powoduje, że zamówione i dostarczone do przedsiębiorstwa materiały w znacznej części nie pokrywają rzeczywistych potrzeb (głównie pod względem ich rodzajów i asortymentów). Wynikiem takiego stanu rzeczy jest ogólnie znana sytuacja większości przedsiębiorstw na odcinku zaopatrzenia: z jednej strony gromadzą się znaczne ilości materiałów zbędnych (stany ponadnormatywne), podczas gdy z drugiej strony występują równocześnie niedobory wielu asortymentów materiałów, niezbędnych do wykonania zadań produkcyjnych poszczególnych okresów.

Planowanie postępowo-ciągłe (I i II szczebla), choć nie wyeliminuje w pełni powyższych mankamentów, daje jednak możliwość w znacznym stopniu przeciwdziałania ich powstawaniu. Z punktu widzenia bazy dla opracowań właściwego planu zużycia materiałów, planowanie postępowo-ciągłe dostarcza komórkom

sporządzającym plany zużycia znacznie aktualniejsze informacje o planach produkcji poszczególnych okresów. Jeśli przyjmiemy, że planowanie postępowo-ciągłe określa operatywne zadania produkcyjne tylko na najbliższych 6 miesięcy, to nawet w tych warunkach procent zamawianych zbędnych pozycji materiałów, lub braku zamówień pozycji niezbędnych, będzie znacznie mniejszy. Stąd też rzeczą bardzo istotną jest przyjęcie właściwego okresu planowania.

Wprowadzenie postępowo-ciągłego planowania produkcji w przedsiębiorstwie i wykorzystanie go przy opracowaniu planu zużycia materiałów i korekty złożonych wcześniej zamówień na materiały przyniesie poważne korzyści przedsiębiorstwu.

Podobna sytuacja będzie występowała w odniesieniu do normalnych oraz specjalnych pomocy warsztatowych. Plan zużycia normalnych pomocy warsztatowych jest opracowywany w oparciu o analogiczne dane, jak plan zużycia materiałów. Wykorzystanie więc postępowo-ciągłych planów produkcji w odniesieniu do planowania normalnych pomocy warsztatowych przynosi podobne korzyści jak do planowania zużycia materiałów.

Wykonanie specjalnych pomocy warsztatowych wymaga często dość długiego okresu czasu. Cykl wykonania bardziej złożonych tego rodzaju pomocy wynosi niejednokrotnie kilka miesięcy. Jest on szczególnie długi dla pomocy wykonywanych w kooperacji.

Postępowo-ciągły plan produkcji zakładu pozwoli w tym przypadku opracować ze znacznie większym wyprzedzeniem ściśle (zabezpieczające potrzeby produkcji w asortymencie i terminach) plany produkcji narzędziowni. Posiadanie takiego planu przyczyni się do racjonalnego rozłożenia obciążenia narzędziowni i wyeliminuje w znacznej mierze konieczność wykonywania odpowiednio wcześniej pozycji niezaplanowanych, unikając w ten sposób spotykanej często pracy szturmowej.

Innym istotnym i aktualnym problemem w całokształcie gospodarki przedsiębiorstwa, do usprawnienia którego przyczyni się może wprowadzenie w przedsiębiorstwie planowania postępowo-ciągłego, są problemy zatrudnienia. Powszechnie wiadomo, że należy dążyć, aby przekrój zawodowy i kwalifikacyjny robot-

ników bezpośrednio produkujących był możliwie ściśle związany z zadaniami produkcyjnymi przedsiębiorstwa. Nie byłoby jednak rzeczą słuszną, aby dla każdorazowo określonego planu produkcji dostosowywać w pełni profil zatrudnienia poprzez zwalnianie części pracowników i przyjmowanie nowych.

Dążność dostosowania profilu zatrudnienia do profilu produkcji (poza zakładami nowouruchamianymi) odnosi się do robotników nowoprzyjmowanych, do niezbędnych przesunięć między wydziałami lub do ich przekwalifikowania. W pełni świadome przedsięwzięcia w tym zakresie mogą być dokonywane jednak tylko w oparciu o odpowiednie obliczenia. Ustalenie właściwego przekroju zawodowego i kwalifikacyjnego robotników jest trudne, szczególnie w przedsiębiorstwach o produkcji małoseryjnej i jednostkowej.

Wprowadzenie planowania postępowo-ciągłego dostarczy kierownictwu przedsiębiorstw narzędzia, pozwalającego w znacznym stopniu wyeliminować obecnie obserwowaną przypadkowość wynikającą z braku miarodajnej podstawy obliczeń.

Wyżej omówiono tylko korzyści wynikające ze stosowania planowania postępowo-ciągłego w zakresie kilku odcinków działalności przedsiębiorstwa. Można je obserwować w nieco mniejszym zakresie również na innych odcinkach.

Na podstawie przytoczonych rozważań można wysunąć wniosek, że na planowanie postępowo-ciągłe należy zawsze patrzeć jako na narzędzie i podstawę planowania wszystkich odcinków działalności przedsiębiorstwa. Wtedy jego stosowanie przyczyni się do zdecydowanie do terminowego i bardziej efektywnego wykonania zadań produkcyjnych oraz bardziej oszczędnego gospodarowania środkami.

Przedstawione wyżej prace, związane z opracowywaniem planów postępowo-ciągłych w zakresie planowania produkcji, jak również planowanie zaopatrzenia i zatrudnienie wymagają większego nakładu pracy niż analogiczne prace wykonywane w dotychczasowym zakresie. Praktycznie rzecz biorąc są one uwarunkowane możliwością stosowania elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania danych o dużej mocy obliczeniowej.

4. Model matematyczny postępowo-ciągłego planowania produkcji

Wielkość zadań ujętych w postępowo-ciągłym planie produkcji (niezależnie od szczebla planowania, dla którego plan jest określony) jest zależna od okresu czasu objętego planem oraz liczby stanowisk roboczych, na których zadania te będą realizowane przy uwzględnianiu ich zmianowości (dysponowanego funduszu czasu odcinka produkcyjnego). Zależności powyższe ująć można w postaci funkcji

$$P_{pc} = f(d, o)$$

gdzie:

- P_{pc} — wielkość zadań ujętych w planie postępowo-ciągłym wyrażona liczbą normogodzin,
- d — dysponowany fundusz czasu, odpowiadający odcinkowi produkcyjnemu (S_i) o dowolnym stopniu agregacji stanowisk roboczych w przyjętym okresie planowania (wyrażony w godzinach na odcinek okresu planowania); dysponowany fundusz czasu wypełniony jest zadaniami o określonej pracochłonności (b), wyrażonej w normogodzinach,
- o — wielkość okresu czasu objętego planowaniem postępowo-ciągłym (okresem planowania), wyrażona liczbą odcinków okresu planowania.

Pracochłonność zadań posiada swój punkt odniesienia (operacja, część, zespół, wyrób), który zachowany będzie w pamięci EMC i na wydawnictwie rejestrowany.

Podane tutaj parametry b , d , o mają charakter zmiennych tylko w modelu ogólnym. W odniesieniu do konkretnego przedsiębiorstwa przyjmują one określone wartości. Wartość b definiowana jest zamówieniami i danymi z odpowiedniego kompletu kart technologicznych. Wartość d wyznacza przyjęty stopień agregacji stanowisk roboczych oraz ich zmianowość, natomiast wartość o jest przyjmowana w zależności od szczebla planowania i potrzeb wynikających ze specyfiki przedsiębiorstwa.

Pełne rozwiązanie zagadnienia wymaga matematycznego ujęcia jego elementów. Do elementów tych należy zaliczyć:

- określenie terminów zakończenia i rozpoczęcia produkcji wyrobów i postępowo-ciągłego planu produkcji,
- określenie terminów zakończenia i rozpoczęcia produkcji elementów wyrobów oraz operacji,

- określenie postępowo-ciągłego planu produkcji części,
- sprawdzenie możliwości wykonania postępowo-ciągłego planu produkcji części,
- określenie postępowo-ciągłego planu wykonania operacji.

4.1. Określenie terminów zakończenia i rozpoczęcia produkcji wyrobów oraz postępowo-ciągłego planu produkcji

Wpływające bieżąco do przedsiębiorstwa zamówienia od odbiorców na wyroby lub serie wyrobów stanowią podstawę opracowania rocznego planu produkcji przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwo powinno być zorientowane na bieżąco o stopniu obciążenia odcinków produkcyjnych w okresie planowanym, a zamawiający powinien otrzymać informacje o terminie realizacji zamówienia.

Każde nowe zamówienie obciąża poszczególne odcinki produkcyjne, przy czym każdy z tych odcinków ma określone obciążenie wyjściowe (w normogodzinach), wynikające z obciążenia tych odcinków zamówieniami wcześniej wprowadzonymi. Sposób określania tego obciążenia podano niżej. Przyjmijmy obecnie iż:

- odcinek produkcyjny S_1 posiada obciążenie wyjściowe b_1 ng
- „ „ „ S_2 „ „ „ „ b_2 „
- „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „
- „ „ „ „ S_i „ „ „ „ „ b_i „
- „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „
- „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ b_n „

W poszczególnych odcinkach okresu planowania obciążenia te są rozłożone w sposób następujący (patrz str. 58):

gdzie:

r_p — oznaczenie dowolnego zamówienia ujętego w planie okresu poprzedniego,

u_p — liczba zamówień wprowadzonych do planu w okresie poprzednim,

$\{b_{(r_p)ij}\}$ — zbiór zapisów ujmujących osobno dla każdego zamówienia pracochłonność łączną każdego zamówienia (w normogodzinach) przypadającą na okres j w i -tym odcinku produkcyjnym; zbiór ten zawarty w pamięci zewnętrznej EMC będzie zawierał obok pracochłonności również inne informacje z nią związane, jak symbole poszczególnych wyrobów, symbole zamówień i zamawiających itp.

odc. okr. plan.	odc. prod.	S_1	S_2	$\dots S_i \dots$	S_n
1		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)11}\}$	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)21}\}$	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)11}\}$	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)n1}\}$
2		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)12}\}$	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)22}\}$	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)12}\}$	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)n2}\}$
j		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)1j}\}$	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)2j}\}$	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)ij}\}$	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)nj}\}$
Ok		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)1Ok}\}$	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)2Ok}\}$	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)1Ok}\}$	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)nOk}\}$

[1]

Oznaczony tu (oraz w dalszych schematach obliczeń) odcinek okresu jako odcinek 1 symbolizuje tylko, że jest to odcinek początkowy (pierwszy). W obliczeniach będzie on posiadał różną wartość (patrz rozdział 3 punkt 4), np. 931, następny z kolei 932 aż do odcinka końcowego *Ok*.

W każdym następnym toku obliczeń za odcinek okresu 1 przyjmuje się odcinek najbliższy następny w stosunku do tego, dla którego

$$b_{ij}^1 = d_{ij} \quad [2]$$

gdzie d_{ij} — dysponowany fundusz czasu danego (*i*-tego) odcinka produkcyjnego w *j*-ym odcinku okresu planowania.

W tym samym toku obliczeń za odcinek *Ok* (końcowy) przyjmuje się odcinek okresu planowania najbliższy poprzedni w stosunku do odcinka dla którego

$$b_{ij} = 0 \quad [3]$$

Przyjęty w schemacie [1] oraz w dalszych schematach wskaźnik *p* przy określonych parametrach oznacza, że dana wielkość dotyczy zadań ustalonych w poprzednim okresie planowania. W dalszych schematach wskaźnik *b* oznacza, że parametr dotyczy zadań precyzowanych w okresie bieżącym, natomiast wskaźnik *z* — że parametr dotyczy zadań wykonanych w poprzednim odcinku okresu planowania.

Dla każdego wyrobu lub serii wyrobów, na które wpływają zamówienia, działy technologiczne mają opracowany w sposób ścisły lub ustalony w oparciu o dane z lat ubiegłych rozkład pracochłonności. Pracochłonność ta dla każdego wyrobu jest rozbita na odcinki okresu planowania oraz odcinki produkcyjne i przeniesiona do pamięci EMC. Można ją przedstawić w postaci następującego zbioru danych (przykład dla wyrobu 1).

¹⁾ We wszystkich przypadkach porównywania pracochłonności i dysponowanego funduszu czasu odcinków produkcyjnych wartość *b* jest sprowadzana do godzin rzeczywistych w wyniku podzielenia pracochłonności normowanej przez współczynnik wykonania normy.

odc. okr. plan.	odc. prod.	S_1	S_2	$\dots S_i \dots$	S_n
	1	$b_{(1)11}$	$b_{(1)21}$	$b_{(1)i1}$	$b_{(1)n1}$
	2	$b_{(1)12}$	$b_{(1)22}$	$b_{(1)i2}$	$b_{(1)n2}$
	j	$b_{(1)1j}$	$b_{(1)2j}$	$b_{(1)ij}$	$b_{(1)nj}$
	Ok	$b_{(1)1Ok}$	$b_{(1)2Ok}$	$b_{(1)iOk}$	$b_{(1)nOk}$

[4]

gdzie $b_{(1)}$ — pracochłonność pierwszego zamówienia wprowadzonego do planu.

Jeśli przedsiębiorstwo nie dysponuje tego rodzaju zestawieniem danych, powinno ono być sporządzone przez EMC.

Po wprowadzeniu (do EMC) zamówienia obejmującego wyrób (serię) wyrobów 1, obciążenie poszczególnych odcinków produkcyjnych w odpowiednich odcinkach okresu planowania będzie się kształtowało następująco (począwszy od tego miejsca zastosowano skróconą formę zapisu):

odc. okr. plan.	odc. prod.	S_i
	1	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) i1}\} + b_{(1_b) i1}$
	2	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) i2}\} + b_{(1_b) i2}$
	j	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) ij}\} + b_{(1_b) ij}$
	Ok	$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) iOk}\} + b_{(1_b) iOk}$

[5]

Po wprowadzeniu wyrobów odpowiadających zamówieniu 2

odc. okr. plan.	odc. prod.	s_i
1		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) i1}\} + b_{(1_b) i1} + b_{(2_b) i1}$
2		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) i2}\} + b_{(1_b) i2} + b_{(2_b) i2}$
[6]		
j		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) ij}\} + b_{(1_b) ij} + b_{(2_b) ij}$
Ok		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) iOk}\} + b_{(1_b) iOk} + b_{(2_b) iOk}$

Ogólna postać zależności po wprowadzeniu wszystkich zamówień w bieżącym cyklu przetwarzania będzie następująca:

odc. okr. plan.	odc. prod.	s_i
1		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) i1}\} + \sum_{r_b=1}^{u_b} \{b_{(r_b) i1}\}$
2		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) i2}\} + \sum_{r_b=1}^{u_b} \{b_{(r_b) i2}\}$
[7]		
j		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) ij}\} + \sum_{r_b=1}^{u_b} \{b_{(r_b) ij}\}$
Ok		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) iOk}\} + \sum_{r_b=1}^{u_b} \{b_{(r_b) iOk}\}$

gdzie:

- $b_{(r_b)}$ — pracochłonność r -tego zamówienia wprowadzonego w danym (bieżącym) cyklu przetwarzania,
- u_b — liczba zamówień wprowadzonych do planu w bieżącym cyklu przetwarzania,
- r_b — oznaczenie dowolnego zamówienia ujmowanego w planie okresu bieżącego.

Wartości obciążenia dla każdego odcinka produkcyjnego S_{ij} równe $\sum_{r=1}^u b_{(r)ij}$ są zapamiętywane po zakończeniu obliczeń dla każdej grupy zamówień w celu wykorzystania (jako punkt wyjścia) dla obliczeń następnego ciągu (następnej grupy zamówień). Dla każdego następnego ciągu obliczeń zachodzi równość sum pracochłonności:

$$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)ij}\}^{II} = \sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p)ij}\}^I + \sum_{r_b=1}^{u_b} \{b_{(r_b)ij}\}^I \quad [8]$$

gdzie I, II — kolejne, następujące po sobie ciągi obliczeń, związane z wprowadzaniem zamówień do planu produkcji.

W każdym cyklu obliczeń powinna być poddana badaniu relacja obciążenia odcinka produkcyjnego w odcinku okresu planowania oraz dysponowany fundusz czasu tego odcinka w tym okresie, przy czym musi być spełniony warunek

$$b_{ij} < d_{ij} \quad [9]$$

Przy spełnieniu nierówności wartość dopełniająca $\sum_{r_b=1}^{u_b} b_{(r_b)ij}$ będzie obciążać określony odcinek produkcyjny w odcinku okresu planowania j , natomiast przy niespełnieniu tej nierówności obciążenie to (lub jego część) powinno być zaliczone na odcinek okresu $j + 1$ (o ile oczywiście nierówność powyższa w odcinku okresu $j + 1$ będzie spełniona).

Jako punkt wyjścia do następnego cyklu obliczeń zapamiętywany będzie (w pamięci EMC) ostatni odcinek okresu planowania, dla którego spełniona jest zależność $b_{ij} = d_{ij}$ ¹⁾.

¹⁾ W praktyce przedsiębiorstw dopuszcza się przekroczenie dysponowanego funduszu czasu lub jego nieosiągnięcie w granicach szacowanego błędu wyznaczenia współczynnika wykonania normy. Wtedy warunek wyżej ujęty przybiera postać:

$$b_{ij} = (d_{ij} \pm \Delta d_{ij}) \quad [10]$$

gdzie:

$$\Delta d_{ij} = w d_{ij} \quad [11]$$

gdzie w — szacowany błąd wyznaczenia współczynnika wykonania normy (ok. $\pm 5\%$).

Odcinek okresu planowania $j + 1$ w następnym cyklu obliczeń będzie uważany jako odcinek pierwszy, a obciążenie tego odcinka okresu, wynikające z zaszczości w pierwszym odcinku produkcyjnym, będzie wynosić $b_{(r_p)11}$.

W oparciu o przytoczone wyżej zależności można już sprecyzować termin T_k zakończenia produkcji (montażu) wyrobu. Dla dowolnego wyrobu terminem tym będzie odcinek okresu planowania poprzedzający ten okres, począwszy od którego nie występuje już obciążenie żadnego odcinka produkcyjnego, a więc odcinek okresu poprzedzający ten okres, dla którego

$$b_{(r_p)ij} = 0 \quad [12]$$

Będzie to odcinek okresu planowania

$$T_k = j - 1 \quad [13]$$

Taka interpretacja jest właściwa dla określenia terminu T_k przy pomocy EMC, gdzie następuje kolejne wyszukiwanie przez EMC wartości obciążeń. Ogólnie rzecz biorąc termin zakończenia produkcji (zamówienia) wyrobu lub serii wyrobów można zdefiniować jako numer okresu technologicznego, odpowiadającego obciążeniu ostatniego odcinka produkcyjnego (najczęściej wydziału montażu lub części tego wydziału).

Wskazany wyżej tok obliczeń dla wpływających zamówień będzie prowadzony w zasadzie w sposób ciągły. Wydawnictwa postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów mogą być uzyskiwane w dowolnie ustalonych okresach. Wydawnictwa te mogłyby być uzyskiwane w oparciu o schemat obliczeń [7], przy założeniu jednak, że zadania poprzedniego okresu planowania zostały wykonane w 100%. Przyjęcie takiego założenia często nie jest możliwe. Należy przewidzieć korektę zadań objętych planem postępowo-ciągłym, wynikającą z odchyień w wykonaniu zadań poprzedniego odcinka okresu planowania. Ogólna postać wzorów służących do określenia aktualnego planu postępowo-ciągłego mieć będzie wtedy postać następującą (patrz wzór [14] str. 64):

gdzie:

- u_z — liczba zamówień wykonanych lub zaawansowanych w odcinku okresu planowania, poprzedzającym okres planowany,
- r_z — oznaczenie dowolnego zamówienia wykonanego lub zaawansowanego w odcinku okresu planowania, poprzedzającym okres planowany,

$b_{(r_z)}$ — obciążenie (w normogodzinach) poszczególnych odcinków okresu planowania i odcinków produkcyjnych z tytułu zrealizowanych zadań produkcyjnych w poprzednim okresie planowania; obciążenie to wynika z wprowadzonych do EMC danych z dokumentów zakończonej produkcji w danym okresie, na których jest podany z reguły odcinek produkcyjny, w którym zadanie było realizowane; dokumentami, o których wyżej mowa, są najczęściej karty robocze.

odc. okr. plan.	odc. prod.	S_i
1		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) i1}\} + \sum_{r_b=1}^{u_b} \{b_{(r_b) i1}\} - \sum_{r_z=1}^{u_z} \{b_{(r_z) i1}\}$
2		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) i2}\} + \sum_{r_b=1}^{u_b} \{b_{(r_b) i2}\} - \sum_{r_z=1}^{u_z} \{b_{(r_z) i2}\}$
..... [14]		
j		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) ij}\} + \sum_{r_b=1}^{u_b} \{b_{(r_b) ij}\} - \sum_{r_z=1}^{u_z} \{b_{(r_z) ij}\}$
.....		
OK		$\sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(r_p) iOk}\} + \sum_{r_b=1}^{u_b} \{b_{(r_b) iOk}\} - \sum_{r_z=1}^{u_z} \{b_{(r_z) iOk}\}$

Wzory wyżej podane wyczerpują w zasadzie problem postępowo-ciągłego planowania produkcji wyrobów, gdyż pozwalają określić ten plan w asortymencie i terminach, przy założeniu pełnego wykorzystania dysponowanego funduszu czasu odcinków produkcyjnych.

Pozostały tylko jeszcze dwa zagadnienia do omówienia, ujęte w modelu ogólnym (rys. 8), a mianowicie:

— aktualizacja planu z tytułu wprowadzonych zmian konstrukcyjnych i technologicznych,

— korekty planu wynikające z wprowadzania zmian do zadań planowanych.

Pierwsze z tych zagadnień nie nastrocza merytorycznie większych trudności. Aktualizacja jest dokonywana powszechnie znany w elektronicznym przetwarzaniu danych trybem — w oparciu o odpowiednie dokumenty zmian, zwane w praktyce kartami zmian.

Sposób postępowania przy wprowadzaniu zmian do planu jest analogiczny do przedstawionego obciążania nowymi zamówieniami. Zarówno zmieniane zamówienie (inny wyrób lub tylko inne terminy wykonania) jak i zamówienie stare (które chcemy wycofać), które już jest ujęte w planie postępowo-ciągłym, wprowadzamy do planu w sposób wyżej określony. Zamówienie wycofywane wprowadzamy jednak z odpowiednim znakiem (np. znakiem minus), co spowoduje, że zostanie ono z planu wyeliminowane. Tego rodzaju rozwiązanie nie wymaga opracowywania dla zamówień wycofywanych odrębnego toku postępowania, a w efekcie końcowym opracowywania odrębnych programów przetwarzania.

4.2. Określenie terminów zakończenia i rozpoczęcia produkcji części oraz operacji

Metoda przedstawiona w rozdziale poprzednim pozwala określić termin zakończenia produkcji dowolnego, wprowadzonego do planu produkcji wyrobu lub wyrobów ujętych odpowiednim zamówieniem. Po sprecyzowaniu tego terminu, wyrażonego numerem okresu technologicznego, dział głównego technologa przystępuje (choć ze względu na pracochłonność tych czynności nie zawsze to jest wykonywane w praktyce) do sprecyzowania liczby okresów technologicznych dla każdej operacji technologicznej tego wyrobu (serii wyrobów). Wskazane jest wykonywanie tych prac przy wykorzystaniu EMC.

Czynności te nie muszą być wykonywane tylko dla tych wyrobów, które były już produkowane w okresie ubiegłym w takiej samej lub zbliżonej wielkości serii. Wyroby te posiadają sprecyzowane już w okresie ubiegłym liczby okresów technologicznych dla poszczególnych operacji.

Tryb ustalania liczby okresów technologicznych jest w prak-

tyce powszechnie znany, w związku z czym nie zachodzi potrzeba szerzej go tu omawiać ¹⁾.

Znając te liczby dla wszystkich operacji, można określić liczbę okresów technologicznych, niezbędną do montażu wyrobu gotowego, montażu zespołów, podzespołów itp. oraz do wykonania części. Będą one stanowiły sumę liczby okresów niezbędnych dla wykonania wszystkich operacji. Przykładowo, jeśli montaż podzespołu wymaga wykonania 5 operacji o następującej liczbie okresów technologicznych dla każdej z nich:

operacje	1	2	3	4	5
okresy technologiczne	2	1	2	1	2

Liczba okresów technologicznych niezbędna dla montażu tego podzespołu wynosić będzie:

$$2 + 1 + 2 + 1 + 2 = 8$$

Znając termin zakończenia montażu wyrobu oraz korzystając z informacji zawartych w kartach technologicznych, do jakiego zespołu czy wyrobu dany element wchodzi, można określić w

¹⁾ Metoda określania liczby okresów technologicznych jest zależna od przyjętej długości tych okresów. Jeśli dla przykładu (przykład zaczerpnięty z praktyki jednego z polskich przedsiębiorstw) okres technologiczny równy jest 3 dni robocze (rok zawiera w tym przypadku 100 okresów technologicznych), sposób ustalania liczby tych okresów dla dowolnej operacji może być następujący:

$$\begin{aligned} \text{jeśli } t_i < 8 \text{ godz} & \quad Ot_i = 1 \\ \text{jeśli } 24 > t_i > 8 \text{ godz.} & \quad Ot_i = 2 \\ \text{jeśli } t_i > 24 \text{ godz} & \quad Ot_i = \frac{t_i}{8z} + 2 \end{aligned} \quad [15]$$

przy czym iloraz $\frac{t_i}{8z}$ jest zawsze zaokrąglany do najbliższej większej liczby całkowitej.

We wszystkich przypadkach, gdy operacja następna wykonywana jest w innym wydziale, należy dodatkowo dodać jeden okres.

Przyjęto tu następujące oznaczenia:

- t_i — norma czasu wykonania i -tej operacji, wyrażona w godzinach,
- O_{t_i} — liczba okresów technologicznych niezbędna do wykonania i -tej operacji; w okresie tym mieści się również przerwa międzyoperacyjna, poprzedzająca wykonanie tej operacji,
- z — przyjęta liczba zmian roboczych dla stanowisk, na których dana operacja będzie wykonywana; dla uproszczenia można przyjąć, że wszystkie zmiany robocze trwają 8 godzin (chodzi tu o 6-godzinny dzień pracy w soboty).

sposób stosunkowo prosty terminy (numery okresów technologicznych) zakończenia obróbki (lub montażu) wszystkich elementów składowych wyrobu. Obliczenie dokonywane będzie w oparciu o następujący wzór:

$$T_{(j-1)} = T_j - Ot_j \quad [16]$$

gdzie

$$Ot_j = \sum_{i=1}^{n_j} Ot_{ji} \quad [17]$$

We wzorach tych przyjęto następujące oznaczenia:

- T_j — okres zakończenia montażu (lub obróbki) elementu o j -tym stopniu montażu (równy poprzednio określone T_k),
- Ot_j — liczba okresów technologicznych niezbędna do wykonania elementu j -ego stopnia montażu,
- Ot_{ji} — liczba okresów technologicznych na dowolną i -tą operację elementu o j -tym stopniu montażu,
- n_j — liczba operacji składających się na wykonanie elementu o j -ym stopniu montażu.

Rozważmy to na przykładzie. Załóżmy, że ustalonym okresem technologicznym zakończenia montażu wyrobu jest okres 187¹⁾. Według poprzednio omówionych zasad ustalamy, że cały proces montażu końcowego tego wyrobu wymaga np. 11 okresów technologicznych. Początek montażu wyrobu, będący zarazem końcem (okresem zakończenia) obróbki lub montażu elementów wchodzących do montażu końcowego, wynosić będzie

$$187 - 11 = 176$$

Znając z kolei liczbę okresów technologicznych na wykonanie elementów, dla których terminem zakończenia jest okres o numerze 176, możemy określić, postępując w sposób analogiczny, terminy rozpoczęcia produkcji lub montażu tych elementów.

Cykl produkcyjny wyrobu (mierzony liczbą okresów technologicznych) będzie równy różnicy okresu najpóźniejszego (odpowiadającego zakończeniu montażu wyrobu) oraz najwcześniejszego (odpowiadającego terminowi rozpoczęcia pierwszej części wprowadzanej do obróbki).

Liczba okresów technologicznych, niezbędnych do wykonania poszczególnych operacji, jak też i numery okresów zakończenia

¹⁾ Cyfra 1 oznacza tu rok 1971.

i rozpoczęcia obróbki (montażu) poszczególnych elementów wyrobów może być również określona bezpośrednio przez EMC (i zapisana w odpowiednich miejscach kartoteki kart technologicznych, znajdującej się w pamięci maszyny). Muszą być jedynie wtedy wprowadzone do pamięci EMC dane normatywne, określające ile należy zarezerwować okresów technologicznych i w jakich warunkach. Przykładowe dane tego rodzaju podano w odnośniku na początku niniejszego ustępu.

4.3. Określenie postępowo-ciągłego planu produkcji części

W rocznym planie produkcji roku planowanego (postępowo-ciągłym planie produkcji wyrobów) występują wyroby (zakończone oraz te, które są rozpoczynane w roku planowanym), 1, 2 ... r ... t.

W skład tych wyrobów wchodzi określone elementy składowe (części i zespoły), tworzące niżej podane zbiory:

$$\begin{aligned}
 1 &= \{g_{11}, g_{21} \dots g_{a1} \dots g_{n_c 1}\} \\
 2 &= \{g_{12}, g_{22} \dots g_{a2} \dots g_{n_c 2}\} \\
 &\dots \\
 r &= \{g_{1r}, g_{2r} \dots g_{ar} \dots g_{n_c r}\} \\
 t &= \{g_{1t}, g_{2t} \dots g_{at} \dots g_{n_c t}\}
 \end{aligned}
 \tag{18}$$

gdzie g_{ar} — liczba sztuk na jeden wyrób elementu a , wchodzącego do wyrobu r .

Podana tu forma zapisu ma charakter poglądowy. W rzeczywistości w pamięci EMC zapis ten będzie obejmował m. in. podane niżej dane

nr wyrobu	nr części	liczba sztuk
9999 ¹⁾	99999	99
	99999	99
	99999	99

Przed sprecyzowaniem dalszego toku obliczeń warto przypomnieć, że każdemu elementowi wyrobu jest przyporządkowany

¹⁾ Liczba znaków w tym zapisie (oraz w zapisach podanych niżej) jest przykładowa.

w dokumentacji technologicznej określony termin zakończenia oraz liczba okresów technologicznych niezbędna do jego pełnego wykonania. Metodę określania tych danych sprecyzowano w ustępie 4.2.

W kartach technologicznych czas jednostkowy t_j jest podawany na jednostkę (dla jednej części), zarówno w produkcji masowej i wielkoseryjnej, jak też w produkcji małoseryjnej oraz jednostkowej, przy której w kartach tych są podawane zwykle okresy technologiczne.

Okresy technologiczne, o których wyżej mowa nie mogą jednak być odniesione do jednej sztuki części. Jeśli mają one w sposób właściwy spełnić swoje zadanie, to powinny być ustalone dla takiej liczby sztuk elementów, jaka występuje w danym zleceniu (w niektórych przypadkach zlecenie może oczywiście obejmować tylko jedną sztukę wyrobu).

Faktem jest, że na liczbę okresów technologicznych, jaka jest niezbędna do wykonania elementu w decydującej mierze rzutuje długość przerw międzyoperacyjnych, a nie czas obróbki. Powoduje to, że w praktyce można przyjmować, iż przy zmianie liczby sztuk w zleceniu pociągającej za sobą zmianę pracochłonności zlecenia w granicach 20—30% nie ma potrzeby wnoszenia do dokumentacji technologicznej nowych (przystosowanych do nowej liczby sztuk) okresów technologicznych. W każdym więc warunkach powtarzalności produkcji nawet w różnych, nie ustalonych z góry okresach i zmiennej liczbie sztuk w zleceniu (w wyżej podanych granicach) warto zachowywać w pamięci maszyny wyniki obliczenia pracochłonności zadań i ich rozłożenie w cyklu produkcyjnym dla kompletu elementów na jeden wyrób. Obliczenie to będzie mogło być podstawą do dalszych obliczeń dla zleceń opiewających na takie same wyroby, obejmujących liczbę sztuk wahającą się w granicach wyżej podanych.

W pierwszym rzędzie należy więc dokonać obliczenia pracochłonności odpowiadającej kompletowi części na jeden wyrób. Obliczenie dokonywane jest w oparciu o następujący schemat obliczeń, niezależnie dla każdego elementu $g_{(ar)}$ ¹⁾.

¹⁾ Poczawszy od tego miejsca poszczególne schematy obliczeń będą podawane przy zastosowaniu skróconej formy zapisu — w ich najbardziej ogólnej postaci.

$$j \left\{ \begin{array}{c} n_o \\ \sum_{\gamma=1} t_{pz(ar)ij\gamma}, \sum_{\gamma=1}^{n_o} t_{j(ar)ij\gamma} \end{array} \right\} \quad [19]$$

gdzie:

- n_o — liczba operacji danego elementu przewidywana do wykonania w danym odcinku produkcyjnym i w danym okresie planowania,
 γ — dowolna operacja technologiczna,
 $t_{pz(ar)ij\gamma}$ — czas przygotowawczo-zakończeniowy operacji γ , przypadający na okres j w odcinku produkcyjnym i elementu ar ,
 t_j — analogiczny czas jednostkowy.

Jeśli określony element ma być wykonany częściowo w jednym a częściowo w następnym odcinku okresu planowania, wtedy do każdego z okresów zalicza się część pracochłonności tego elementu, dzieląc ją proporcjonalnie do liczby okresów technologicznych przypadających na każdy odcinek planowania. Zapis pracochłonności w obu odcinkach okresu (będzie przywiązywany do tego samego numeru elementu (numer elementu w następnym okresie powinien być powtórzony).

W oparciu o zbiory danych [18] i [19] można już określić łączną pracochłonność na liczbę tych samych części występujących w wyrobie.

Przyjmując:

$$\sum_{\gamma=1}^{n_o} t_{pz(ar)ij\gamma} = T_{pz(ar)ij} \quad [20]$$

$$\sum_{\gamma=1}^{n_o} t_{j(ar)ij\gamma} = T_{j(ar)ij} \quad [21]$$

$$g_{c(ar)} = X_r g_{(ar)} + ga + gz \quad [22]$$

gdzie:

- X_r — liczba sztuk wyrobów wprowadzanych do planu produkcji,
 ga — liczba części awaryjnych do wykonania w tym samym okresie,
 gz — liczba analogicznych części zamiennych.

Przebieg obliczeń ilustrują niżej podane schematy obliczeń.
Dla elementów wyrobu 1

$$\begin{array}{c|c}
 \begin{array}{l} \text{odc.} \\ \text{prod.} \end{array} & S_i \\
 \hline
 \begin{array}{l} \text{odc.} \\ \text{okr.} \\ \text{plan.} \end{array} & j \left[23 \right] \\
 \hline
 & \sum_{\alpha=1}^{n_c} \{ T_{pz(\alpha)ij} + gc_{(\alpha)} T_{j(\alpha)ij} \}
 \end{array}$$

gdzie: n_c — liczba wszystkich różnych elementów w wyrobie.

W warunkach produkcji małoseryjnej i jednostkowej części zamienne i awaryjne często nie będą mogły być łączone w jedną serię produkcyjną. Są one niejednokrotnie produkowane również wtedy, gdy wyroby, do których one wchodzi nie występują w planie produkcji.

W takich przypadkach części wyżej wspomniane stanowią osobną pozycję postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów.

Do zbioru powyższego [23] dla elementów wyrobu 1 wyszukiwane będą kolejno elementy wykonywane w odcinkach okresu planowania j i dla tych odcinków będzie obliczane obciążenie odcinków produkcyjnych i .

Dla każdego zbioru zdefiniowanego schematem obliczeń [23] zawarte będą w pamięci maszyny m. in. następujące dane:

Nr wyrobu	Nr części	Liczba sztuk	Pracochłonność	Obciążenie narastające
9999	99999	99	999,99	9999,99
	99999	99	999,99	9999,99
	99999	99	999,99	9999,99

Przyjmując, że:

$$T_{pz(\alpha)} + gc_{(\alpha)} T_{j(\alpha)} = T_{(\alpha)} \quad [24]$$

odpowiednie obciążenie odcinków produkcyjnych i odcinków okresu planowania dla wyrobu 2 można wyrazić w sposób następujący:

odc. okr. plan.	odc. prod.	S_i
j	$\sum_{\alpha=1}^{n_c} \{T_{(\alpha 2)ij}\}$	

[25]

Natomiast obciążenie odcinków produkcyjnych i odcinków okresu planowania wszystkimi wyrobami określa niżej podana zależność

odc. okr. plan.	odc. prod.	S_i
j	$\sum_{\alpha=1}^{n_c} \sum_{r=1}^u \{T_{(\alpha r)ij}\}$	

[26]

W chwili wprowadzania u wyrobów w poszczególnych odcinkach okresu planowania, odcinki produkcyjne posiadają określone obciążenie początkowe. Jest to obciążenie równe wynikowemu z poprzedniego cyklu przetwarzania, pomniejszone o obciążenie związane z elementami wykonanymi. Oznaczając to obciążenie początkowe przez $b_{(p)ij}$ oraz przez $b_{(z)ij}$ obciążenie odcinków produkcyjnych i i okresów planowania z tytułu zakończenia produkcji elementów wyrobów oraz dla ujednoczenia oznaczeń $T_b = b_b$ wzory przedstawione w schemacie [26] przyjmują postać wskazaną we wzorze [27] (patrz str. 73).

Wyjaśnienia wymaga jeszcze sposób określania zbioru $b_{(\alpha_z r_2)}$ występującego w powyższym schemacie obliczeń. Elementami dla których śledzi się wykonanie są części i zespoły lub ich operacje. Sposób wprowadzania ich do obliczeń jest analogiczny do przedstawionego wyżej [26] z tym jedynie, że będą one występowały z ujemnym znakiem (będą odejmowane).

odc. okr. plan.	odc. prod.	S_i
j	$ \sum_{\alpha_p=1}^{n_{cp}} \sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(\alpha_p r_p)^{ij}}\} + \sum_{\alpha_b=1}^{n_{cb}} \sum_{r_b=1}^{u_b} \{b_{(\alpha_b r_b)^{ij}}\} - \sum_{\alpha_z=1}^{n_{cz}} \sum_{r_z=1}^{u_z} \{b_{(\alpha_z r_z)^{ij}}\} $	

[27]

Elementy wykonane będą stanowić analogiczne zbiory do przedstawionych w schemacie [18] z tą jedynie różnicą, że liczba występujących elementów, jak i wyrobów, do których one wchodzi, będzie na ogół różna. Wobec powyższego odpowiednie wartości b_z otrzyma się przy nie zmienionym w stosunku do naświetlonego wyżej toku obliczeń w oparciu o schematy [19], [23], [25] i [26].

W ten sposób zostały sprecyzowane wszystkie elementy, pozwalające określić plan postępowo-ciągły produkcji części. Wszystkie dane, niezbędne do uzyskania wydawnictwa tego planu z EMC są zawarte w schemacie [27]. Określa on zadania planowe w asortymencie, ilości i pracochłonności na dowolnie długi okres czasu w przekroju dowolnie zagregowanych odcinków produkcyjnych.

4.4. Sprawdzenie możliwości wykonania planu postępowo-ciągłego produkcji części

Sprecyzowany wyżej plan postępowo-ciągły, a właściwie jego pracochłonność, określona dla odcinków produkcyjnych i odcinków okresu planowania, powinna w zasadzie spełniać nierówność

$$b_{ij} \leq d_{ij}$$

co oznacza, że obciążenie każdego odcinka produkcyjnego w odcinku okresu planowania nie powinno przekraczać dysponowanego funduszu czasu tego odcinka w tym samym okresie.

Spełnienie nierówności gwarantuje wykonanie zadań bez szu-

kania dodatkowych środków. Jeśli jednak zależność powyższa w odniesieniu do omawianego tu przypadku planowania postępowo-ciągłego produkcji części przyjmie postać $b_{ij} > d_{ij}$, zachodzi wtedy potrzeba podjęcia decyzji zmierzających do rozładowania spiętrzenia obciążenia. Nie ma zwykle większych możliwości przesuwania wykonania elementów na okresy późniejsze (zmieniają na późniejsze terminy ich zakończenia). Doprowadziłoby to do braku terminowego zabezpieczenia fazy montażu końcowego w elementy składowe, a w efekcie końcowym do niewykonania planu produkcji wyrobów.

Przy przekroczeniu dysponowanego funduszu czasu odcinka produkcyjnego można przyjąć (w zależności od warunków) jedną z trzech dróg działania:

a) Zażądać z EMC emisji wydawnictwa, ujmującego zestawienie w przekroju odcinków okresu planowania tych odcinków produkcyjnych, dla których $b_{ij} > d_{ij}$. W oparciu o to wydawnictwo podjęte będą poza EMC decyzje i uruchomione środki zezwalające na usunięcie spiętrzeń. Może to być decyzja równoległego wykonywania robót na innej, mniej obciążonej grupie stanowisk, decyzja uruchomienia godzin nadliczbowych itp. Rozwiązanie tego rodzaju będzie stosowane na ogół wtedy, gdy istnieje ograniczony z różnych przyczyn dostęp do EMC lub maszyna ta posiada zbyt małą moc obliczeniową.

b) W oparciu o uzyskane, wspomniane wyżej, wydawnictwo podjąć decyzję (poza EMC), które z wyrobów można przesunąć na okres późniejszy (w praktyce zawsze istnieje pewna rezerwa czasu), wskazując równocześnie ile okresów technologicznych to przesunięcie ma wynosić.

Wskazane wyroby zostaną następnie wprowadzone do EMC i potraktowane w maszynie analogicznie jak wyroby wykonane. Odpowiednie obciążenie z odcinków produkcyjnych i terminów zostanie „zdjęte”, nie uwzględniając go jednak w ewidencji wykonania. Następnie, lub nawet równocześnie, te same wyroby (łącznie z innymi wyrobami) zostaną wprowadzone do planu, ale w nowych, przesuniętych już terminach.

Taki tok postępowania jest stosunkowo najprostszy, gdyż pozwala uniknąć w cyklu przetwarzania dodatkowej, trzeciej fazy — fazy korekty z tytułu zmiany terminów. Dla maszyny po-

zostają w dalszym ciągu dwie fazy: faza obciążania z tytułu wprowadzania nowych wyrobów i faza odciążania z tytułu wykonania wyrobów i ich elementów.

c) Trzecie z możliwych rozwiązań polega na tym, że w przypadku spełnienia nierówności $b_{ij} > d_{ij}$, bez wyprowadzenia wyników na zewnątrz maszyny, maszyna sama uruchamia dodatkowe działanie (sprzężenie zwrotne), prowadzące do przesunięcia określonych wyrobów na okres późniejszy. Aby maszyna mogła jednak dokonać właściwego wyboru, wszystkie wyroby powinny posiadać określone stopnie pilności oraz przynajmniej te o niższym stopniu pilności — podaną liczbę okresów planowania, o którą można dokonać przesunięcia terminu zakończenia wyrobu. W oparciu o te dane maszyna będzie mogła w sposób prawidłowy działać we wskazanym tu sprzężeniu zwrotnym.

4.5. Określenie postępowo-ciągłego planu wykonania operacji

Podstawą sporządzenia postępowo-ciągłego planu wykonania operacji są miesięczne postępowo-ciągłe plany produkcji części, w których są podane terminy rozpoczęcia i zakończenia tych części. Jeśli w planach produkcji części terminy te nie są ujęte, czerpane one będą z odpowiednich kart technologicznych (zbioru kart technologicznych). Dla pozycji wprowadzanych do planu postępowo-ciągłego wykonania operacji będą wyszukiwane części o najwcześniejszym okresie technologicznym i dla nich w poszczególnych odcinkach okresu planowania i odcinkach produkcyjnych będą rozmieszczane obciążenia dla poszczególnych operacji. Dla każdej pozycji wprowadzanej do planu produkcji będzie ujmowane w pamięci maszyny, obok pracochłonności operacji (która podlega sumowaniu w ramach okresów i odcinków produkcyjnych), właściwe oznaczenie elementu. Układ zapisu będzie następujący:

Nr wyrobu	Nr części	Liczba sztuk	Nr operacji	Pracochłonność operacji	Pracochłonność w okresie
9999	99999	99	999	99,99	999,99
			999	99,99	999,99
			999	99,99	999,99

Punktem wyjścia do budowy planu będzie analogiczny zbiór danych jak pokazano w schemacie [19]. Inna będzie jedynie interpretacja i układ zapisów. Podane w schemacie [19] sumy dotyczyły pracochłonności wszystkich operacji danego elementu, przypadających do wykonania w danym odcinku okresu planowania i danym odcinku produkcyjnym, przy czym w zapisie pomijano informacje, której operacji pracochłonność dotyczy, ujmując tylko numer elementu i numer wyrobu.

Dla potrzeb planu postępowo-ciągłego wykonania operacji powinny być ujmowane także numery operacji, przy czym pracochłonność operacji nie będzie sumowana w ramach części, a będzie podawana każda osobno. Niezależnie od tego będzie również określana łączna suma pracochłonności w okresie i odcinku produkcyjnym.

Układ zależności [19] analogiczny dla każdego rodzaju kompletu elementów na wyrób przybierze więc postać

$$\begin{array}{c|c}
 \begin{array}{l} \text{odc.} \\ \text{okr.} \\ \text{plan.} \end{array} & \begin{array}{l} \text{odc.} \\ \text{prod.} \end{array} \\
 \hline
 j & S_i \\
 \hline
 j & \{t_{pz(ar)ij\gamma}\}_{\gamma=1}^{n_o} , \{t_{j(ar)ij\gamma}\}_{\gamma=1}^{n_o}
 \end{array} \quad [28]$$

Dalej tworzy się analogiczny zbiór zapisów jak podano w schemacie [23] dla wszystkich elementów $gc_{(a1)}$ wyrobu 1, pamiętając, że wartości w nim ujęte stanowią nie sumę lecz zbiór oddzielnych zapisów. Obok pojedynczych zapisów będzie obliczana suma pracochłonności w ramach odcinków okresu planowania i odcinków produkcyjnych. Będzie on więc miał postać

$$\begin{array}{c|c}
 \begin{array}{l} \text{odc.} \\ \text{okr.} \\ \text{plan.} \end{array} & \begin{array}{l} \text{odc.} \\ \text{prod.} \end{array} \\
 \hline
 j & S_i \\
 \hline
 j & \sum_{\alpha=1}^{n_c} \{t_{pz(a1)ij\gamma} + gc_{(a1)}t_{j(a1)ij\gamma}\}_{\gamma=1}^{n_o}
 \end{array} \quad [29]$$

Przyjmując, że $t_{pz} + gc \cdot t_j = t$, odpowiednie obciążenie dalszymi wyrobami można wyrazić w sposób prostszy (analogicznie do schematu [25]). Obciążenie odcinków produkcyjnych i odcinków okresu planowania elementami $gc_{(\alpha 2)}$ wyrobu 2 wyraża więc zależność

$$\begin{array}{|c|c|}
 \hline
 \begin{array}{l} \text{odc.} \\ \text{okr.} \\ \text{plan.} \end{array} & \begin{array}{l} \text{odc.} \\ \text{prod.} \end{array} \\
 \hline
 j & S_i \\
 \hline
 & \sum_{\alpha=1}^{n_c} \{t_{(\alpha 2)ij}\}_{\gamma=1}^{n_o}
 \end{array} \quad [30]$$

Obciążenie odcinków produkcyjnych i odcinków okresu planowania elementami wszystkich wyrobów u

$$\begin{array}{|c|c|}
 \hline
 \begin{array}{l} \text{odc.} \\ \text{okr.} \\ \text{plan.} \end{array} & \begin{array}{l} \text{odc.} \\ \text{prod.} \end{array} \\
 \hline
 j & S_i \\
 \hline
 & \sum_{\alpha=1}^{n_c} \sum_{r=1}^u \{t_{(\alpha r)ij}\}_{\gamma=1}^{n_o}
 \end{array} \quad [31]$$

Podobnie jak i przy określaniu postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów lub części, tak i w tym przypadku w chwili wprowadzania elementów i ich operacji do planu w poszczególnych odcinkach okresu, odcinki produkcyjne posiadają określone obciążenie początkowe. Jest to obciążenie równe wynikowemu z poprzedniego cyklu przetwarzania, pomniejszone o obciążenie związane z elementami wykonanymi.

Elementami, dla których śledzi się wykonanie, będą w tym przypadku operacje. Sposób wprowadzenia ich do toku obliczeń jest analogiczny jak operacji wprowadzanych do planu produkcji i tworzyć one będą analogiczne zbiory (patrz zbiory podane schematami obliczeń [28], [29], [30], [31]). Różnicą będzie tylko

to, że wartości stąd otrzymane będą odejmowane, a nie dodawane.

Oznaczając analogicznie jak dla planu produkcji części obciążenie początkowe przez $b_{(p)ij}$ oraz przez $b_{(z)ij}$ — obciążenie odcinków produkcyjnych i okresów z tytułu zakończenia operacji, jak też dla ujednoczenia postaci wzorów $t_b = b_b$ przedstawiony wyżej schemat [31] przyjmie postać

	odc. prod.	
		S_i
odc. okr. plan.		
j		$ \sum_{\alpha_p=1}^{n_{cp}} \sum_{r_p=1}^{u_p} \{b_{(\alpha_p r_p)ij\gamma}\}_{\gamma=1}^{n_o} + \sum_{\alpha_b=1}^{n_{cb}} \sum_{r_b=1}^{u_b} \{b_{(\alpha_b r_b)ij\gamma}\}_{\gamma=1}^{n_o} + $ <div style="text-align: right;">[32]</div> $ + \sum_{\alpha_z=1}^{n_{cz}} \sum_{r_z=1}^{u_z} \{b_{(\alpha_z r_z)ij\gamma}\}_{\gamma=1}^{n_o} $

Wzory powyższe pozwalają zestawić postępowo-ciągły plan wykonania operacji w asortymencie i pracochłonności na dowolnie wybrany przeciąg czasu (na dowolnie wybraną liczbę odcinków okresu planowania) i dowolny stopień agregacji stanowisk roboczych.

5. Metodyka postępowo-ciągłego planowania produkcji wyrobów o długich cyklach produkcyjnych

Znaczna różnorodność konstrukcyjna wyrobów produkowanych w przedsiębiorstwach przemysłu maszynowego, różnorodność procesów technologicznych, liczba produkowanych asortymentów w okresie, liczba sztuk w ramach każdego z nich, jak też powtarzalność lub jej brak oraz szereg innych czynników powoduje, że właściwie każde z przedsiębiorstw posiada w mniej-

szym lub większym stopniu różną specyfikę. Zróznicowanie specyfiki poszczególnych przedsiębiorstw przejawiać się będzie w tym, że do warunków każdego z nich, lub określonych grup tych przedsiębiorstw, powinny być dostosowane rozwiązania techniczno-organizacyjne poszczególnych zagadnień i służb w przedsiębiorstwie, jeśli mają one stanowić rozwiązania optymalne lub maksymalnie zbliżone do optymalnych. Potrzeba zróznicowania odnosi się również do postępowo-ciągłego planowania produkcji.

Ogólny model postępowo-ciągłego planowania produkcji jest słuszny dla wszystkich przedsiębiorstw, natomiast inna może być dla różnych przedsiębiorstw interpretacja elementów tego planowania, inna podstawa precyzowania zadań itp. Głównymi czynnikami rzutuującymi na potrzebę zróznicowania metodyki postępowo-ciągłego planowania produkcji są:

- długość cyklu produkcyjnego produkowanych w przedsiębiorstwie wyrobów,
- typ produkcji przedsiębiorstwa i wynikająca z niego różna technika określania liczby produkowanych elementów.

Większość czynników różnicujących metodykę planowania postępowo-ciągłego zostanie uwypuklona w wyniku jej określania dla następujących trzech rodzajów produkcji:

- produkcja wyrobów o długich cyklach produkcyjnych ¹⁾, występująca najczęściej w przedsiębiorstwach o produkcji małoseryjnej i jednostkowej,
- produkcja wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości, występująca najczęściej w przedsiębiorstwach o produkcji średnioseryjnej powtarzalnej,
- produkcja wyrobów o krótkich cyklach produkcyjnych, występująca najczęściej w przedsiębiorstwach o produkcji wielkoseryjnej i masowej.

Niżej sprecyzowane będą kolejno rozwiązania dla tych trzech przypadków.

¹⁾ W pracy niniejszej przyjęto nazywać:

- cykle powyżej 3 miesięcy — cyklami długimi,
- cykle od 2 do 3 miesięcy — cyklami średniej długości (średnimi),
- cykle do 2 miesięcy — cyklami krótkimi.

5.1. Wprowadzenie

Planowanie produkcji wyrobów złożonych o długich cyklach produkcyjnych jest bezsprzecznie w praktyce planowaniem najbardziej skomplikowanym i trudnym. Z przypadkami takimi można się spotkać np. przy produkcji dużych generatorów elektrycznych lub turbin parowych, przy produkcji wielkich kotłów energetycznych, przy produkcji złożonych urządzeń chemicznych itp.

Główne przyczyny tych trudności są następujące:

— produkcja wyrobów o długich cyklach produkcyjnych jest produkcją niepowtarzalną, a jeśli nawet powtarzalną, to w nieznanym z góry, zmiennym okresie powtarzalności,

— wyroby produkowane są jednostkowo lub częściej w małych, zmiennych z okresu na okres seriach, co jest powodem występowania na warsztacie w każdym okresie czasu dużej zmienności robót,

— wyroby o długich cyklach produkcyjnych są najczęściej wyrobami bardzo złożonymi, w których występuje wielka liczba różnych elementów składowych, co jest powodem potrzeby zaplanowania wielkiej liczby różnych elementów tych wyrobów we właściwym czasie, jak też powodem występowania na warsztacie wielkiej liczby przewodników czynnych i innych dokumentów,

— niemożność tworzenia stałych zapasów wszystkich części w magazynach przedmontażowych (możliwość taka istnieje tylko przy produkcji powtarzalnej) zmusza do bardzo konsekwentnego i ścisłego wyznaczania terminów rozpoczęcia i zakończenia każdego elementu w powiązaniu z terminem wejścia elementu do montażu odpowiedniego stopnia,

— często występująca potrzeba ujmowania w planach produkcyjnych wyrobów, dla których jeszcze przedsiębiorstwo nie posiada opracowanej technologii, a niejednokrotnie nawet nie są zakończone prace w zakresie przygotowania konstrukcyjnego.

Duży stopień złożoności planowania produkcji wyrobów o długich cyklach produkcyjnych powoduje, że metodyka planowania postępowo-ciągłego tego rodzaju wyrobów jest stosunkowo najbardziej rozbudowana. Wymaga ona rozwinięcia i omówienia wszystkich elementów wskazanych w rozdziale traktującym o mo-

delu matematycznym postępowo-ciągłego planowania produkcji (rozdział 4), a mianowicie:

- określenia terminów zakończenia i rozpoczęcia produkcji wyrobów i postępowo-ciągłego planu produkcji,
- określenia postępowo-ciągłego planu produkcji części,
- sprawdzenia możliwości wykonania postępowo-ciągłego planu produkcji części,
- określenia postępowo-ciągłego planu wykonania operacji.

5.2. Określenia terminów zakończenia i rozpoczęcia produkcji wyrobów oraz postępowo-ciągłego planu produkcji

Postępowo-ciągły plan produkcji wyrobów dla przedsiębiorstwa jest sporządzany w przypadku produkcji małoseryjnej i jednostkowej z reguły w oparciu o napływające od indywidualnych odbiorców zamówienia. Zamówienia te nie zawsze są dostatecznie wcześniej sprecyzowane. Z takimi przypadkami spotykamy się niejednokrotnie w praktyce przy sporządzaniu rocznego planu produkcji przedsiębiorstwa, a nawet czasami przy sporządzaniu planów kwartalnych. Patrząc na zagadnienie z punktu widzenia ścisłości danych wyjściowych do sformułowania planu produkcji, wyroby lub serie wyrobów ujmowane w planie postępowo-ciągłym można podzielić na dwie grupy:

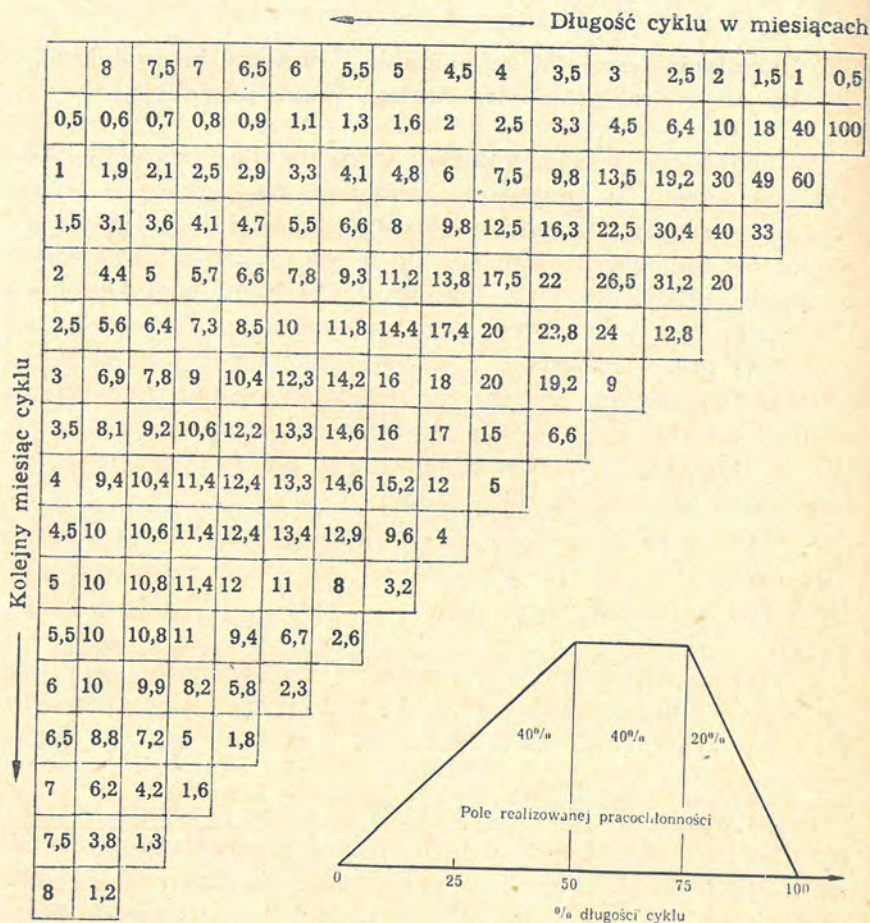
— wyroby produkowane już w okresach ubiegłych lub nawet nieprodukowane, ale posiadające do końca sprecyzowaną konstrukcję i technologię w momencie ujmowania ich w planie produkcji,

— wyroby, dla których w momencie ujmowania ich w planie nie zostały jeszcze zakończone prace nad opracowaniem technologii i konstrukcji, a czasami prace te nawet nie zostały rozpoczęte.

Przed wprowadzeniem zamówienia do planu produkcji określony musi być dla każdego z nich rozkład pracochłonności w odcinkach okresu planowania w poszczególnych odcinkach produkcyjnych (schemat obliczeń [4]). W praktyce są stosowane różne metody określania tego rozkładu i różny stopień szczegółowości.

Najlepszym rozwiązaniem jest sporządzenie rozkładu praco-

chloności w czasie trwania cyklu produkcyjnego w oparciu o sprecyzowane wcześniej w dokumentacji technologicznej okresy technologiczne. Rozwiązanie to może być jednak stosowane tylko wtedy, gdy istnieje dostatecznie duże wyprzedzenie w opracowaniu dokumentacji technologicznej, w stosunku do terminu wprowadzenia wyrobu do planu produkcji wyrobów. Może być oczywiście również stosowane do wyrobów produkowanych już w



Rys. 11. Procent pracochłonności przypadającej na okresy 0,5-miesięczne przy różnych długościach cykli produkcyjnych wyrobów

okresie ubiegłym, a więc posiadających kompletną dokumentację technologiczną i znaną pracochłonność.

Jeśli termin zakończenia opracowania dokumentacji technologicznej jest zbyt późny, muszą być stosowane inne metody określania tego rozkładu. Należy wtedy posługiwać się znanym rozkładem pracochłonności wyrobu najbardziej podobnego lub też innymi metodami statystycznymi lub szacunkowymi. Jedną z takich metod określania rozkładu pracochłonności w czasie trwania cyklu produkcyjnego jest metoda wskaźników procentowych pokazana na rys. 11 ¹⁾. Wymaga ona jednak uprzedniego określenia długości cyklu produkcyjnego wyrobu oraz ogólnej jego pracochłonności. Jeśli produkcja wyrobu jest realizowana w kilku odcinkach produkcyjnych, ogólna pracochłonność wyrobu musi być określona osobno dla każdego z tych odcinków.

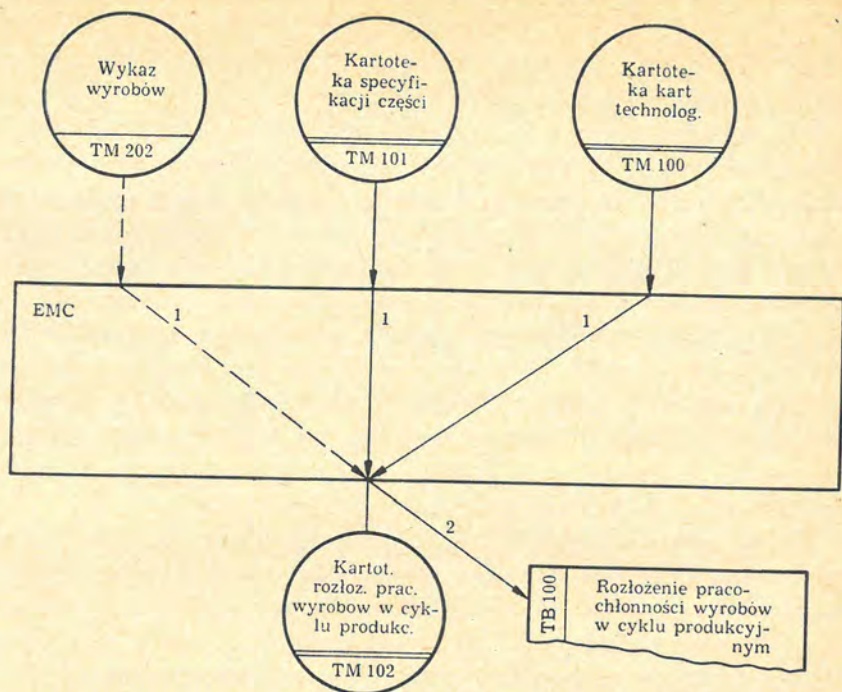
Sposób wprowadzania do EMC omawianych tu danych może być różny. Mogą one być wprowadzone łącznie z innymi danymi zawartymi w odpowiednio zbudowanej karcie zamówienia lub też na stałe wprowadzone do EMC wskaźniki procentowe, a każdorazowo tylko długość cyklu produkcyjnego i ogólna pracochłonność wyrobu.

Dla wyrobów posiadających sprecyzowany proces technologiczny rozkład pracochłonności może być każdorazowo wyliczany na podstawie danych zawartych w utworzonej w pamięci zewnętrznej EMC kartotece kart technologicznych, lub też obliczenie to może być dokonane tylko jeden raz, a wyniki zachowane w pamięci zewnętrznej.

Pierwsze rozwiązanie można uznać za prawidłowe tylko wtedy, gdy z góry wiemy, iż produkcja wprowadzanych do planu wyrobów się nie powtórzy. Będą to na ogół przypadki rzadko spotykane. Dla występującej najczęściej powtarzalności produkcji bardziej ekonomiczne okazuje się rozwiązanie drugie — utworzenie z uzyskanych wyników rozłożenia pracochłonności w cyklu produkcyjnym osobnej stałej kartoteki pochodnej — do wielokrotnego wykorzystania.

Obliczenie rozłożenia pracochłonności może być dokonane tylko wtedy, gdy w dokumentacji technicznej są podane okresy tech-

¹⁾ Metodę tę zaczerpnięto z praktyki Zakładów Mechanicznych w Elblągu.



Rys. 12. Schemat przetwarzania danych obrazujący uzyskiwanie z EMC rozłożenia pracochłonności wyrobów w cyklu produkcyjnym w przypadku posiadania w kartach technologicznych naniesionych okresów technologicznych.

Z taśmy magnetycznej specyfikacji części TM 101 są najpierw wybierane kolejno części składowe dla pierwszego ujętego tam wyrobu. Dla każdej części w kartotece kart technologicznych TM 100 jest wyszukiwany zapis dotyczący karty technologicznej tej części. Dla każdego odcinka produkcyjnego, przez który przebiega produkcja danej części jest sumowana pracochłonność przypadająca na każdy odcinek z podziałem na odcinki okresu planowania, którymi w tym przypadku są miesiące. Wyniki obliczeń są przenoszone na TM 102. Na tej taśmie nie ujmuje się osobno pracochłonności dla każdej operacji i części, lecz łączną (sumaryczną) pracochłonność wszystkich części, których obróbka przypada na dany odcinek produkcyjny w danym odcinku okresu planowania. Dalej cykl działania powtarza się dla następnych części. Po wyczerpaniu części pierwszego wyrobu analogiczne działania są dokonywane dla wyrobów następnych.

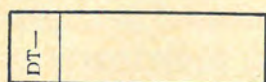
Wyniki obliczeń warto zachowywać w pamięci zewnętrznej EMC do dalszego wykorzystania przy stałej lub niewiele wahającej się powtarzalności wyrobów i liczbie sztuk w serii produkcyjnej. W przeciwnym przypadku po wykorzystaniu wszystkich danych, wyników nie należy na stałe zachowywać.

Jeśli obliczenia rozłożenia pracochłonności wyrobów w cyklu produkcyjnym chcemy dokonać nie dla wszystkich wyrobów ujętych w specyfikacji lecz tylko dla niektórych, wtedy wyroby te do systemu trzeba wprowadzić (patrz TM 202)

nologiczne dla wszystkich operacji w oparciu o podaną tam pracochłonność tych operacji. Technikę uzyskiwania z EMC rozłożenia pracochłonności w cyklu produkcyjnym ilustruje schemat przetwarzania danych podany na rys. 12.

Na rys. 13 podano wykaz stosowanych oznaczeń w tym schemacie oraz w schematach zamieszczonych w dalszej treści.

W produkcji małoseryjnej i jednostkowej wyrobów o długich cyklach produkcyjnych za odcinek okresu planowania postępowo-ciągłego przyjmuje się z reguły okres jednego miesiąca. Na takie więc okresy czasu jest dokonywany rozkład pracochłonności wy-



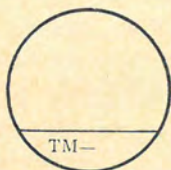
Dokument tradycyjny z odpowiadającym mu zakresem danych



Karta perforowana



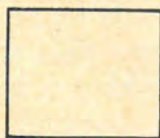
Zbiór danych stałych (normatywnych) na taśmie magnetycznej



Zbiór danych zmiennych na taśmie magnetycznej



Wydruk uzyskiwany z drukarki elektronicznej maszyny cyfrowej



Urządzenie rejestrujące, przekazujące dane bezpośrednio do EMC

Rys. 13. Wykaz oznaczeń stosowanych w załączonych do pracy schematach przetwarzania danych

robów (zleceń) i dla takich okresów są określone zadania i obliczone obciążenie odcinków produkcyjnych w postępowo-ciągłym planie produkcji wyrobów.

W warunkach stosowania elektronicznej techniki obliczeniowej powinno być zasadą, aby wprowadzane do planu postępowo-ciągłego zamówienie było rozwijane do odcinka okresu planowania, odpowiadającego terminowi zakończenia cyklu produkcyjnego.

Otrzymany w ten sposób w pełni rozwinięty postępowo-ciągły plan produkcji wyrobów będzie się znajdował jedynie w pamięci zewnętrznej EMC ¹⁾. Nie ma w zasadzie potrzeby wprowadzania go w pełnym zakresie na wydawnictwie.

W różnych przedsiębiorstwach przy określaniu zadań w planie wyrobów gotowych bywa stosowany różny stopień agregacji odcinków produkcyjnych. Na wyprowadzonym z EMC wydawnictwie przyjmuje się 5 stopień agregacji, co oznacza, że określa się ten plan dla całego przedsiębiorstwa bez podziału na mniejsze odcinki produkcyjne. Wyjątek stanowią będą przedsiębiorstwa składające się z kilku zakładów, z których każdy wykonuje na gotowo określone grupy wyrobów. W takich przypadkach dla każdego zakładu emituje się zwykle osobne wydawnictwo. Dla porównania jednak pracochłonności zadań z dysponowanym funduszem czasu przyjmuje się 2 lub 1 stopień agregacji. W tym ostatnim przypadku porównuje się pracochłonność zadań z dysponowanym funduszem czasu w przekroju grup stanowisk, łącząc je w grupy niezależnie od tego, w którym odcinku się one znajdują.

Wpływające do przedsiębiorstwa zamówienia są wprowadzane do EMC za pośrednictwem karty zamówienia (i odpowiadającej jej karty dziurkowanej) co 10 dni do dwóch tygodni. Założona tu częstotliwość przetwarzania wynika z narzuconego przedsiębiorstwu obowiązku potwierdzania zamówień w terminach dwutygodniowych. Dane zawarte w karcie zamówienia oraz dane zestawione zgodnie z wymogami schematu [2], jak też informacje o wielkości dysponowanego funduszu czasu, pozwalają w sposób

¹⁾ W treści książki przyjęto, że pamięć zewnętrzną EMC stanowią taśmy magnetyczne. W praktyce występować mogą dyski magnetyczne, karty magnetyczne itp., przy których niektóre elementy są rozwiązywane w sposób nieco odmienny.

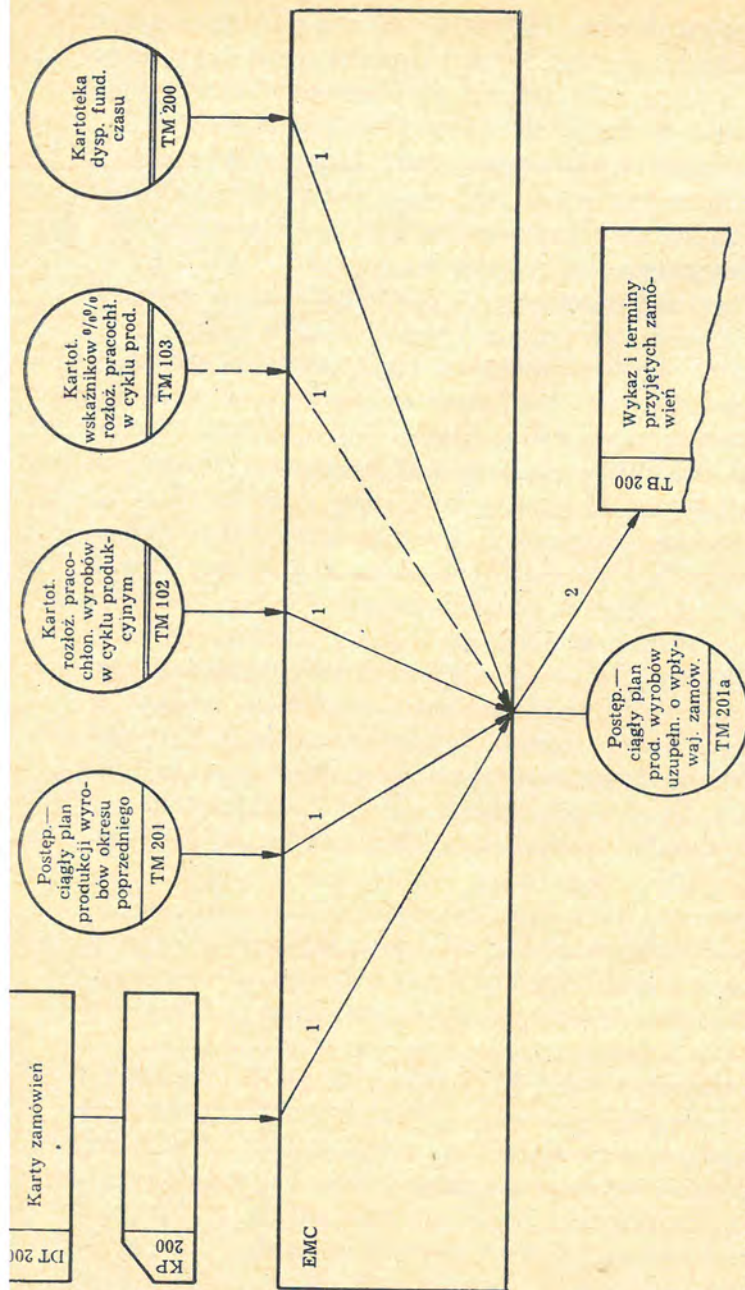
narastający grupować w pamięci EMC zadania w postępowo-ciągłym planie produkcji wyrobów. Schemat przetwarzania obrazujący uzyskiwanie z EMC tabulogramu ujmującego wykaz przyjętych zamówień oraz terminy ich realizacji pokazano na rys. 14.

Dla wszystkich zamówień, a więc tych, które były ujęte w planie w poprzednim cyklu przetwarzania, jak i tych, które są wprowadzane do planu w danym cyklu, ujmowane powinny być co najmniej następujące informacje: nr wyrobu, liczba sztuk, pracochłonność w każdym miesiącu i wydziale (jeśli przyjęto 4 stopień agregacji odcinków produkcyjnych), oraz w tym samym przekroju pracochłonność narastająca. Zwykle ujmuje się również kilka innych informacji, jak numer zamówienia, odbiorcę itp.

Przy umieszczaniu obciążenia odpowiadającego pierwszemu miesiącowi cyklu produkcyjnego wprowadzonego zamówienia powinno być dokonywane badanie, pozwalające stwierdzić, który miesiąc nie ma jeszcze pełnego obciążenia (dla którego pracochłonność zadań nie wypełnia jeszcze dysponowanego funduszu czasu). Ten właśnie miesiąc (odcinek okresu planowania) będzie pierwszym miesiącem cyklu produkcyjnego danego zamówienia.

Może się tak złożyć, że obciążenie określonym zamówieniem, które mamy umieścić w danym miesiącu przekracza więcej niż o 5% dysponowany fundusz czasu. W takim przypadku EMC powinna dokonać wyboru spośród wprowadzanych zamówień takiego zamówienia, którego pracochłonność w pierwszym miesiącu cyklu nie przekracza dysponowanego funduszu czasu. Jeśli zamówienia takiego EMC nie znajdzie, wtedy część pracochłonności umieszcza w miesiącu odpowiadającym pierwszemu miesiącowi cyklu, a drugą część w miesiącu następnym, dokonując równocześnie przedłużenia cyklu produkcyjnego wyrobu o jeden miesiąc. Wydłużenia cyklu produkcyjnego można uniknąć wtedy, gdy część obciążenia przesuwana na miesiąc następny (jeśli nie jest on ostatnim miesiącem cyklu) nie przekracza obciążenia miesięcznego drugiego miesiąca cyklu więcej jak ok. 25%. Cyfra 25% wynika z szacunku możliwości zmiany okresów technologicznych niektórych elementów wyrobu bez zmiany długości cyklu produkcyjnego i terminu zakończenia realizacji zamówienia.

Ponieważ określone obciążenie jest związane zawsze z konkretnymi zadaniami (wykonaniem zespołów, części, operacji) nietrud-



Rys. 14. Schemat przetwarzania danych obrazujący uzyskiwanie z EMC tabulogramu ujmującego wykaz przyjętych zamówień oraz terminy ich realizacji. Dla każdego nowego zamówienia wprowadzanego do EMC za pośrednictwem kart perforowanych KP 200 (korzystając z danych zawartych w kartotece rozłożenia pracochłonności wyrobów w cyklu produkcyjnym TM 102) jest dokonywane dopełnianie zadań w postępowo-ciągłym planie produkcji wyrobów TM 201. Dopełnianie w poszczególnych odcińkach okresu planowania jest dokonywane do poziomu wskazanego w kartotece dysponowanego funduszu czasu (TM 200). Dla wyrobów, których dane nie występują w kartotece TM 102 (dla których brak jest dotychczas opracowanej technologii), EMC korzystać będzie z danych zawartych nie na TM 102, lecz na TM 103. Obok tego w kartecze zamawianej (dla tych wyrobów) będą podane informacje odnośnie długości cyklu produkcyjnego i ogólnej pracochłonności w przekroju odcińków produkcyjnych. Z maszyni wypracowane jest wydawnictwo TB 200 — wykaz i terminy przyjętych zamówień, będące podstawą udzielenia odpowiedzi, zamawiającemu. Jeśli w systemie w dalszej fazie jego realizacji zachodzi potrzeba wykorzystania niektórych danych zawartych w kartach zamówień, należy w takim przypadku zamówienia gromadzić na osobnej taśmie magnetycznej do wielokrotnego wykorzystania (czego rysunek nie obejmuje).

no jest określić przy pomocy EMC jakie elementy ulegają przesunięciu. Zmiana okresów technologicznych zadań przesuniętych, jak też zadań przewidzianych planowo do wykonania w miesiącu, na który zadania przesuujemy, może przebiegać w sposób następujący:

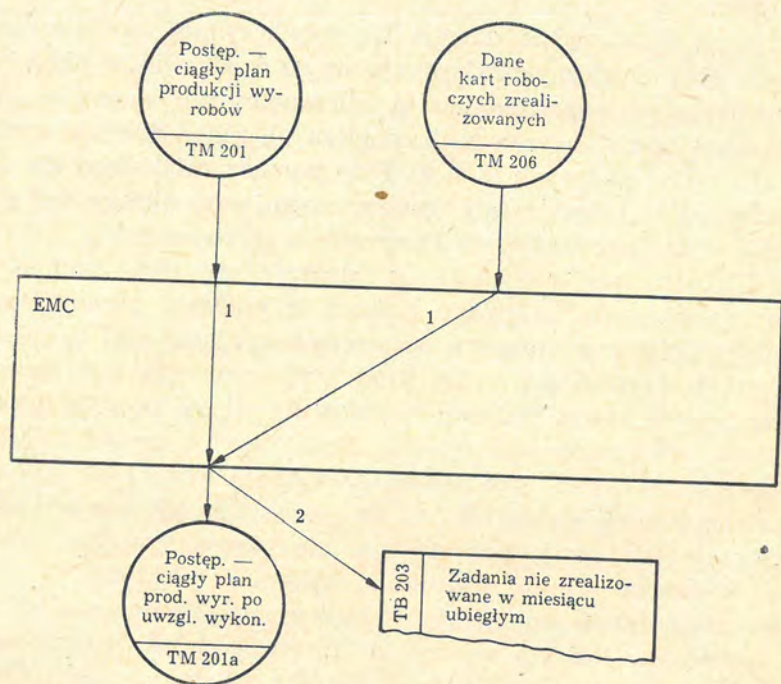
W pierwszym rzędzie określa się współczynnik zmniejszenia okresów technologicznych. Uzyskuje się go dzieląc liczbę okresów technologicznych odpowiadającą przeliczanemu miesiącowi (np. 9) przez sumę liczby okresów technologicznych zadań przesuwanym (np. 3) i wyżej podanych ($3 + 9$). Przy pomocy ustalonego współczynnika (0,75) zmniejszamy (przemianowujemy) okresy technologiczne zadań przesuwanym i poprzednio planowanym.

W działaniu tym przyjmuje się założenie, aby okres technologiczny zakończenia ostatniego zadania w miesiącu planowanym nie uległ zmianie w stosunku do pierwotnego (jeśli jest to ostatni okres technologiczny cyklu produkcyjnego), oraz aby okresy technologiczne równe jedności również nie uległy zmianie (uniknie się w ten sposób wyznaczania ułamkowych okresów technologicznych). Efektem tego założenia będzie jednak fakt, że ten sam okres technologiczny odnosić się może do dwóch operacji. Nie komplikuje to jednak posługiwania się okresami technologicznymi. Rozwiązania takie są często spotykane w praktyce.

Miesiącem zakończenia cyklu produkcyjnego zamówienia będzie ten miesiąc, w którym występują jeszcze jakiekolwiek zadania w ramach danego zamówienia. Technika ustalania przez EMC tego okresu planowania będzie tego rodzaju, że maszyna będzie badać, w którym miesiącu nie występuje już obciążenie odcinków produkcyjnych. Miesiąc najbliższy poprzedni będzie okresem zakończenia produkcji wyrobów objętych danym zamówieniem. Okres ten można również wyznaczyć inną drogą — jako sumę okresu rozpoczęcia obróbki oraz liczby odcinków okresu planowania odpowiadających cyklowi produkcyjnemu.

Po zakończeniu miesiąca (w oparciu o odpowiednie dokumenty ujmujące pracochłonność robót wykonanych, którymi najczęściej będą zakończone karty pracy) jest dokonywany wybór pozycji niewykonanych w danym miesiącu i przesunięcie tych zadań na miesiąc planowany. W oparciu o analogiczne dokumenty dotyczące miesiąca bieżącego, zostają „zdjęte” zadania z miesiąca pla-

nowanego lub nawet następnego, których wykonanie zostało przyspieszone¹⁾. Odpowiedni schemat przetwarzania pokazano na rys. 15. Dokumenty, o których wyżej mowa, są równocześnie podstawą prowadzenia ewidencji wykonanej produkcji w niezbęd-



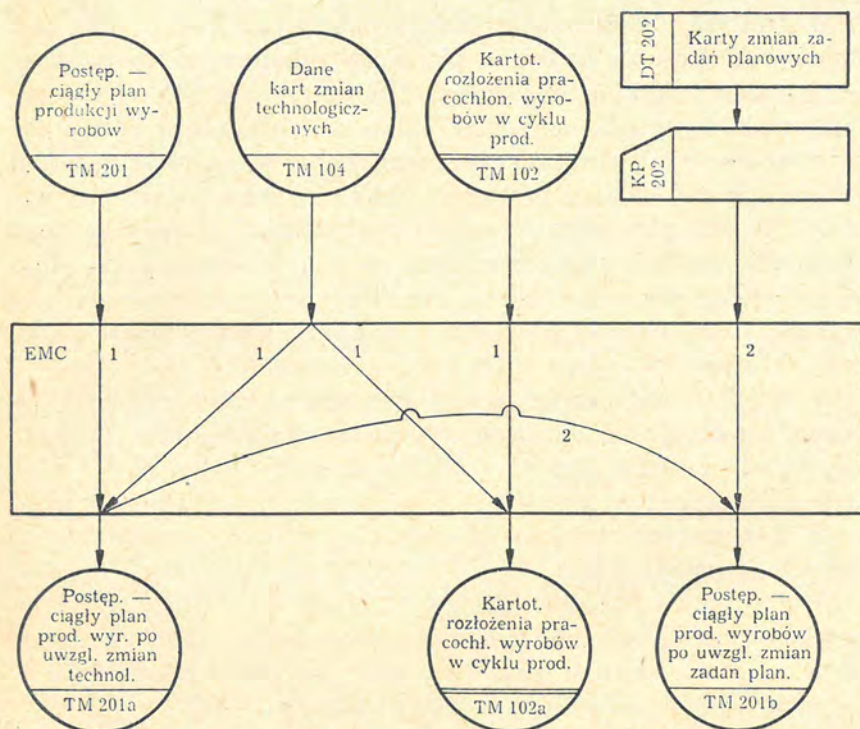
Rys. 15. Schemat przetwarzania danych obrazujący aktualizację postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów z tytułu odchyień w wykonaniu planu zadań miesiąca ubiegłego.

Informacje na TM 201 i TM 206 są uszeregowane w tej samej kolejności. Czerpiąc kolejno dane z TM 206 dla określonego miesiąca na TM 201 jest dokonywane odejmowanie pracochłonności zadań zrealizowanych. Następnie po wyczerpaniu informacji z TM 206 zadania nie wykonane w miesiącu ubiegłym są przenoszone do zadań miesiąca bieżącego lub też (w zależności od przyjętego rozwiązania) bez przenoszenia na TM 201 na miesiąc bieżący, są wyprowadzane z EMC w postaci wydawnictwa zadań nie zrealizowanych w miesiącu ubiegłym TB 203

¹⁾ W praktyce stosuje się również tego rodzaju rozwiązania, że nie dokonuje się w planie produkcji aktualizacji zadań z tytułu odchyień w wykonaniu zadań miesiąca poprzedniego, poprzestając jedynie na emisji wydawnictwa ujmującego zadania niewykonane w poprzednim miesiącu. Rozwiązanie takie omówiono szerzej w dalszej części niniejszego rozdziału.

nych przekrojach, jak wykonanych normogodzin w przekroju zleceń, w przekroju odcinków produkcyjnych i ewentualnie równoległe w przekroju miesięcy, co pokazano na rys. 21.

Długie cykle produkcyjne wyrobów oraz stosunkowo duża liczba zmian konstrukcyjno-technologicznych, występująca w oma-



Rys. 16. Schemat przetwarzania danych obrazujący dokonywanie aktualizacji zadań w postępowo-ciągłym planie produkcji wyrobów z tytułu wprowadzonych zmian technologicznych oraz zmian zadań planowych.

Wszystkie dane zarówno wprowadzane do EMC, jak też ujęte na taśmach magnetycznych są uszeregowane wg jednolitej kolejności. W oparciu o dane z TM 104 jest dokonywana korekta zapisów w TM 201 oraz równoległe w TM 102. W drugiej kolejności jest dokonywana korekta ujętych w postępowo-ciągłym planie produkcji wyrobów (TM 201a) z tytułu wprowadzanych zmian do planu w oparciu o informacje wczytywane z KP 202.

W niektórych rozwiązaniach (przy kilkakrotnym wykorzystaniu) jest celowe uprzednie przeniesienie danych z KP 202 na odpowiednią taśmę magnetyczną.

Wynikiem działania jest uzyskanie w pamięci zewnętrznej EMC na TM 201b zaktualizowanego postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów

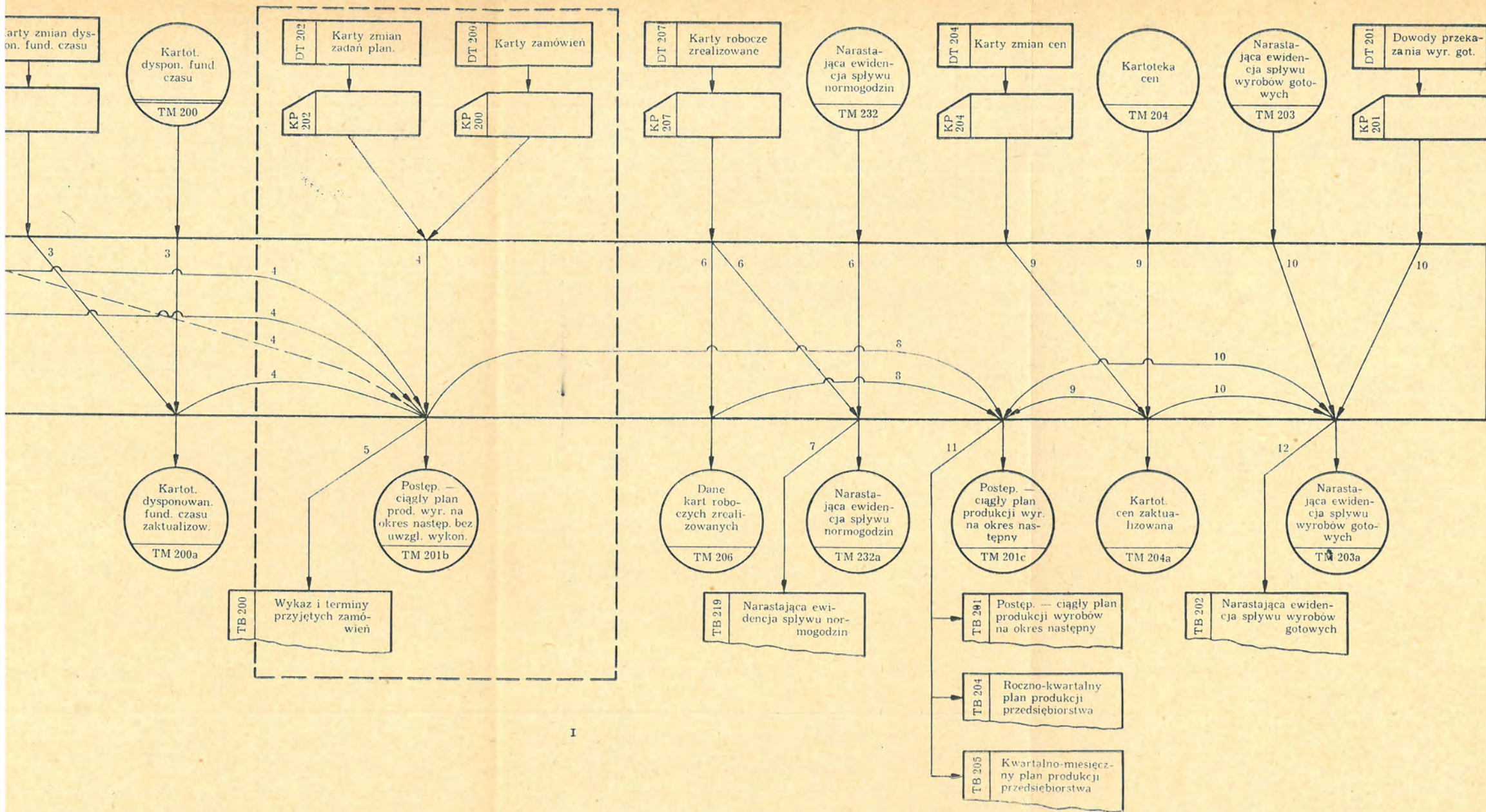
wianym tu typie produkcji powoduje konieczność wprowadzania wynikających stąd zmian do postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów. Zmiany te są wprowadzane najpierw do rozłożenia pracochłonności w cyklu produkcyjnym (TM 102) oraz do planu postępowo-ciągłego. Odpowiedni schemat przetwarzania danych pokazano na rys. 16.

W procesie przetwarzania danych należy pamiętać o tym, aby dokonywać korekty zadań w planie, wynikającej z wprowadzanych zmian zadań planowych (rys. 16) lub też szczegółowego sprecyzowania danych dla wyrobów, które zostały ujęte w planie postępowo-ciągłym przed zakończeniem opracowania dokumentacji technologicznej (wprowadzone do planu wyroby — przedstawiciele). W obu przypadkach sposób postępowania może być identyczny. Nowe dane są wprowadzane za pośrednictwem poprzednio wspomnianej karty zamówienia, na której są ujęte informacje dla wyrobu, który chcemy do planu wprowadzić oraz w miejsce wyrobu, którego nowe dane mają być wprowadzone.

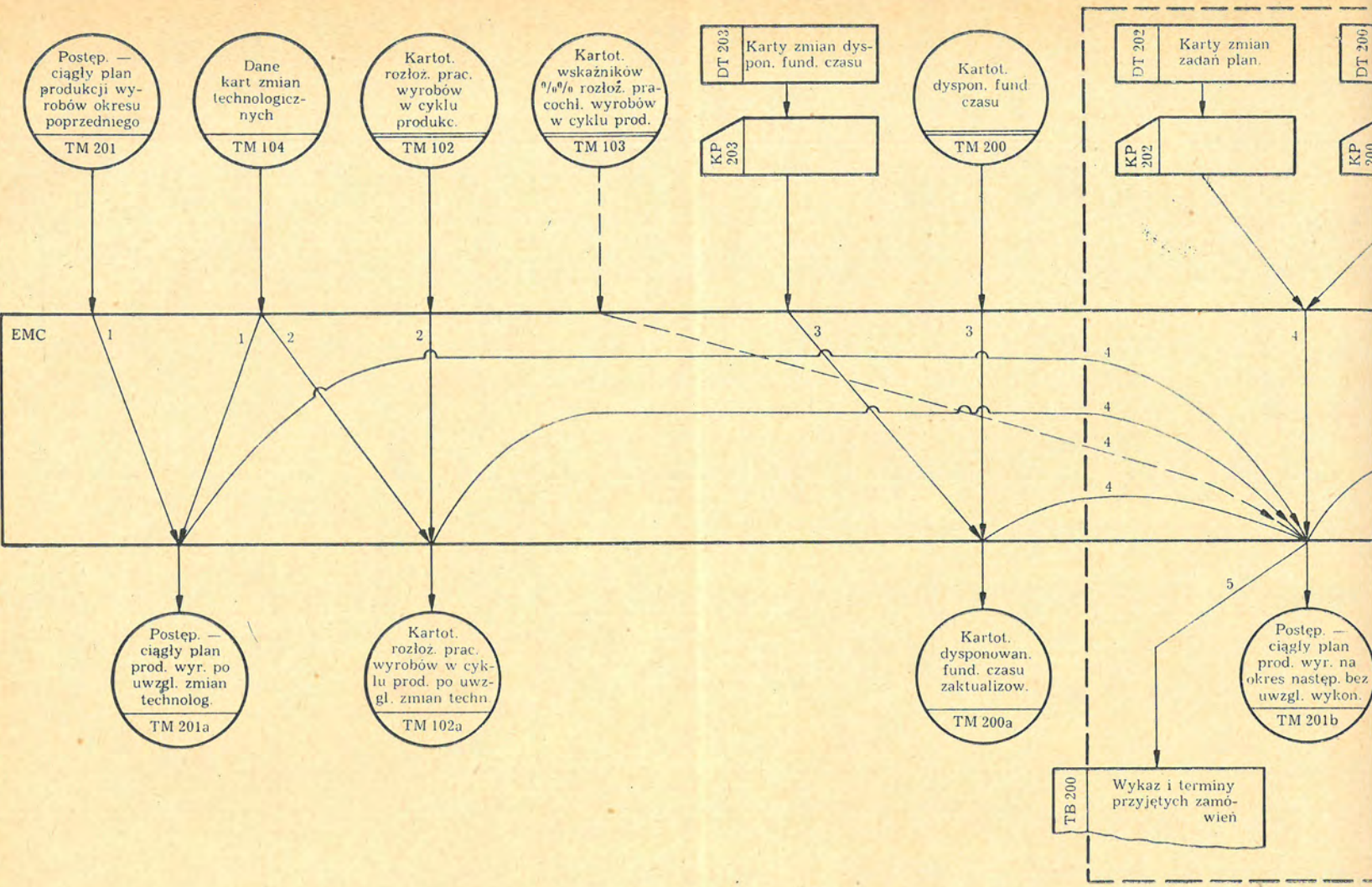
W wyniku omówionego wyżej łańcucha działań uzyskuje się postępowo-ciągły, zbilansowany w przekroju odcinków produkcyjnych i miesięcy plan produkcji wyrobów. Ogólna postać metody obliczania tego planu jest przedstawiona w schemacie obliczeń [14], natomiast odpowiadający mu schemat przetwarzania danych — na rys. 17.

Wydawnictwo postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów powinno obejmować informacje o uruchomieniu produkcji wyrobów, jak też o zakończeniu (powinno ono stanowić połączenie planu uruchomienia i planu zakończenia).

Koncepcję ustalania okresu obejmowanego postępowo-ciągłym planowaniem produkcji wyrobów przedstawiono na rys. 18. Została ona zilustrowana w oparciu o stan (wyprzedzenie w precyzowaniu zadań), jaki powinien istnieć pod koniec czerwca roku bieżącego. W tym czasie powinny być w pełni sprecyzowane zadania na wszystkie miesiące roku planowanego, a więc również obciążenie (pracochłonności zadań) powinno być zbilansowane z dysponowanym funduszem czasu. W przypadku zbyt dużej liczby zamówień, które wpłynęły w roku bieżącym, dysponowany fundusz czasu może być w pełni zapełniony pracochłonnością zadań również w jednym lub kilku miesiącach roku następnego po roku



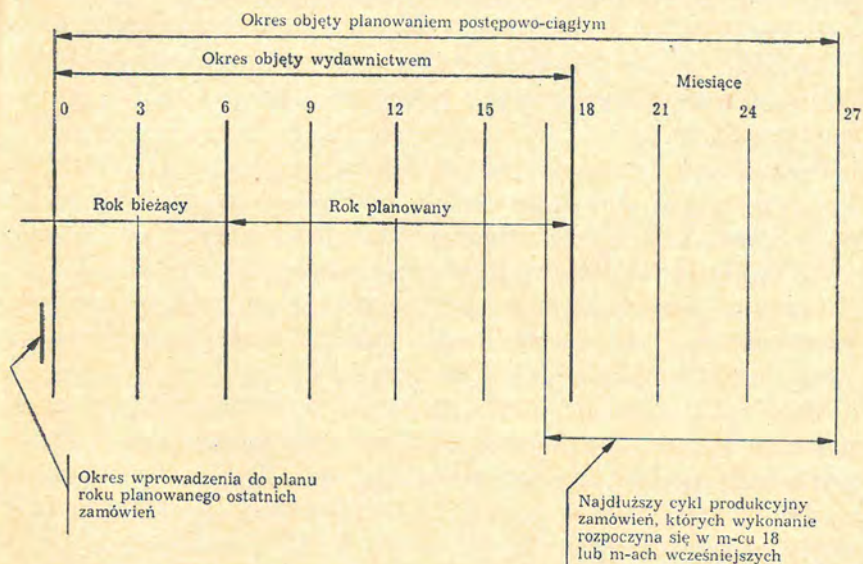
przetwarzania danych całościowo obrazujący utrzymywanie postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów o długich cyklach produkcyjnych. Wymagane w tym celu zbiorcze dane (zbiór TM 206) zostały przeniesione na taśmę magnetyczną z uwagi na to, że są one wykorzystywane kilka razy (dla aktualizacji TM 100, TM 103, TM 201 itp.). Zbiór TM 104 jest zakładany w podsystemie (zbiór TM 104 jest zakładany w podsystemie). W przypadku konieczności wprowadzenia zmian zbiór będzie zakładany od początku (założenie tego rodzaju jest możliwe do przyjęcia w odniesieniu do zbiorów niewielkich). W następnym etapie 14-dniowych



Rys. 17. Schemat przetwarzania danych całościowo obrazujący utrzymywanie

1. Dane kart zmian technologicznych TM 104 oraz dane kart roboczych zrealizowanych TM 206 zostały przeniesione na taśmę magnetyczną z umiemy technicznego przygotowania produkcji (ma on charakter zbioru roboczego).
2. Przyjęto, że zbiór TM 103 nie podlega aktualizacji. Założono, że w przypadku konieczności wprowadzenia zmian zbiór będzie zakładany.
3. Część procesu przetwarzania oznaczona I jest realizowana nie rzadziej jak w odstępach 14-dniowych

planowanym. Na rys. 18 pokazano taki przypadek, gdy ostatnim miesiącem wypełnionym pracochłonnością do poziomu dysponowanego funduszu jest ostatni miesiąc roku planowanego.



Rys. 18. Ustalenie okresu obejmowanego planowaniem postępowo-ciągłym wyrobów o długich cyklach produkcyjnych

Ogólnie można powiedzieć, że okres obejmowany planowaniem postępowo-ciągłym jest równy sumie miesięcy, w których pracochłonność zadań wyczerpuje w pełni dysponowany fundusz czasu odcinków produkcyjnych oraz tych miesięcy, w których dysponowany fundusz czasu jest zapełniony tylko częściowo.

Zwykle przyjmuje się, że wydawnictwo postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów nie obejmuje całego okresu planowania, lecz tylko tę jego część, dla której zbilansowano pracochłonność zadań z dysponowanym funduszem czasu. Okres ten pokazano strzałką w górnej części rys. 18.

Z uwagi na to, że okres (liczba miesięcy), dla których dokonano wyrównania pracochłonności i dysponowanego funduszu czasu, nawet w tym jednym przedsiębiorstwie może być różny, przyjmuje się, że okres objęty wydawnictwem jest równy 18 mie-

siącom (zapewniona jest wtedy możliwość zamówienia i terminowej dostawy niezbędnych materiałów).

Okres taki dostarczy służbie planowania pełne informacje odnośnie terminów uruchomienia produkcji wyrobów i ich awansowania.

Pozwoli to w pełni świadomie dokonywać zmian w przebiegu realizacji zadań spowodowanych występującymi zaburzeniami w tym przebiegu.

Poza wyżej wspomnianym planem postępowo-ciągłym obowiązujące przepisy wymagają emisji dwóch innych wydawnictw:

- roczno-kwartalnego planu produkcji wyrobów,
- kwartalno-miesięcznego planu produkcji wyrobów.

Pierwszy z nich emituje się z wyprzedzeniem ok. 6 miesięcy przed rokiem planowanym, drugi natomiast z wyprzedzeniem ok. 80 dni przed kwartałem planowanym.

Obok asortymentu i pracochłonności w omówionych planach powinny być podane zadania planowe w jednostkach wartościowych (ceny porównywalne, ceny zbytu itp.). Wycena ta jest dokonywana przez EMC w oparciu o wprowadzone do pamięci maszyny odpowiednie cenniki.

Część postępowo-ciągłego planu produkcji, dotycząca części zamiennych lub części awaryjnych¹⁾ jest sporządzana w sposób podobny do omówionego wyżej.

Podstawą sporządzenia tego planu jest sprecyzowany asortyment tych części w odcinkach okresu planowania (miesiącach) oraz rozłożenie pracochłonności w cyklu produkcyjnym, sporządzone w oparciu o schemat obliczeń [19] i dalsze.

5.3. Określenie postępowo-ciągłego planu produkcji części

Właściwe rozwinięcie planu produkcji wyrobów w postępowo-ciągły plan produkcji części w warunkach produkcji małoseryjnej i jednostkowej wyrobów o długich cyklach produkcyjnych wymaga określenia dla każdego elementu i operacji okresów tech-

¹⁾ Pojęciem części awaryjnych obejmuje się wszystkie części o mniejszej żywotności, które w odpowiednim komplecie dostarcza się zamawiającemu razem z zamówionym wyrobem.

nologicznych. Sposób ich określania omówiono w rozdziale 4. Dóbr wielkości okresu technologicznego jest związany ze specyfiką przedsiębiorstwa i może się on kształtować w sposób różny. Praktyczne wymagania są jednak tego rodzaju, aby długość tego okresu była tak dobrana, by w każdym miesiącu (w każdym odcinku okresu planowania) występowała stała liczba okresów technologicznych. Nie jest to jednak warunkiem koniecznym.

Podstawowymi dokumentami, służącymi do rozwinięcia planu postępowo-ciągłego produkcji wyrobów w postępowo-ciągły plan produkcji części, są karty technologiczne oraz wykazy części na wyroby (zwane również często specyfikacjami części), tworzące w pamięci EMC stałe zbiory danych. Dla każdego rodzaju i liczby części, wchodzących w skład rozwijanych wyrobów w oparciu o znane okresy technologiczne, obliczana jest ich pracochłonność, przypadająca na poszczególne odcinki okresu planowania i odcinki produkcyjne.

Pracochłonność ta jest obliczana w oparciu o schemat [23], a właściwie w oparciu o ogólną jego postać, wskazaną w schemacie [26]. Schemat [19] w toku obliczeń w niektórych przypadkach jest pomijany. Zachodzi wówczas potrzeba dokonywania tych obliczeń oraz zachowywania wyników w pamięci EMC dla tych wyrobów, których produkcja powtarzać się będzie w następnych okresach.

Decyzja odnośnie zachowywania w pamięci EMC danych odpowiadających schematowi [19] powinna więc być podejmowana indywidualnie dla każdego przedsiębiorstwa lub nawet dla poszczególnych wyrobów produkowanych w tym przedsiębiorstwie.

Za odcinek okresu planowania (krok postępowo-ciągłego planu produkcji) przyjmuje się najczęściej okres jednego miesiąca, a jedynie czasami okres jednej dekady lub tygodnia. Okresy krótsze od miesięcznych warto stosować w tych przypadkach, gdy w przedsiębiorstwie nie sporządza się postępowo-ciągłych planów wykonania operacji.

Postępowo-ciągłe plany produkcji części są sporządzane najczęściej w przekroju wydziałów. Przy strukturze przedmiotowej wydziałów celowe jest określanie osobnych planów dla każdego oddziału lub nawet gniazda. W wyniku tego uzyskuje się tę ko-

rzyść, że każde gniazdo otrzymuje w postaci zwartej obowiązującej je plan.

Przy ustalaniu liczby sztuk do wykonania poszczególnych rodzajów części, należy pamiętać o częściach awaryjnych i zamiennych. Wykonywanie tych części jest uzasadnione łącznie w jednej serii produkcyjnej. Spotykane w praktyce produkowanie tych części w seriach oddzielnych jest niejednokrotnie niesłuszne z ekonomicznego punktu widzenia.

W postępowo-ciągłym planie produkcji części nie ma potrzeby osobnego ujmowania poszczególnych operacji. Ujmuje się dla każdego rodzaju części łączną pracochłonność przypadającą do wykonania w każdym miesiącu i odcinku produkcyjnym.

Ewidencja wykonania powinna być dokonywana w dwóch przekrojach:

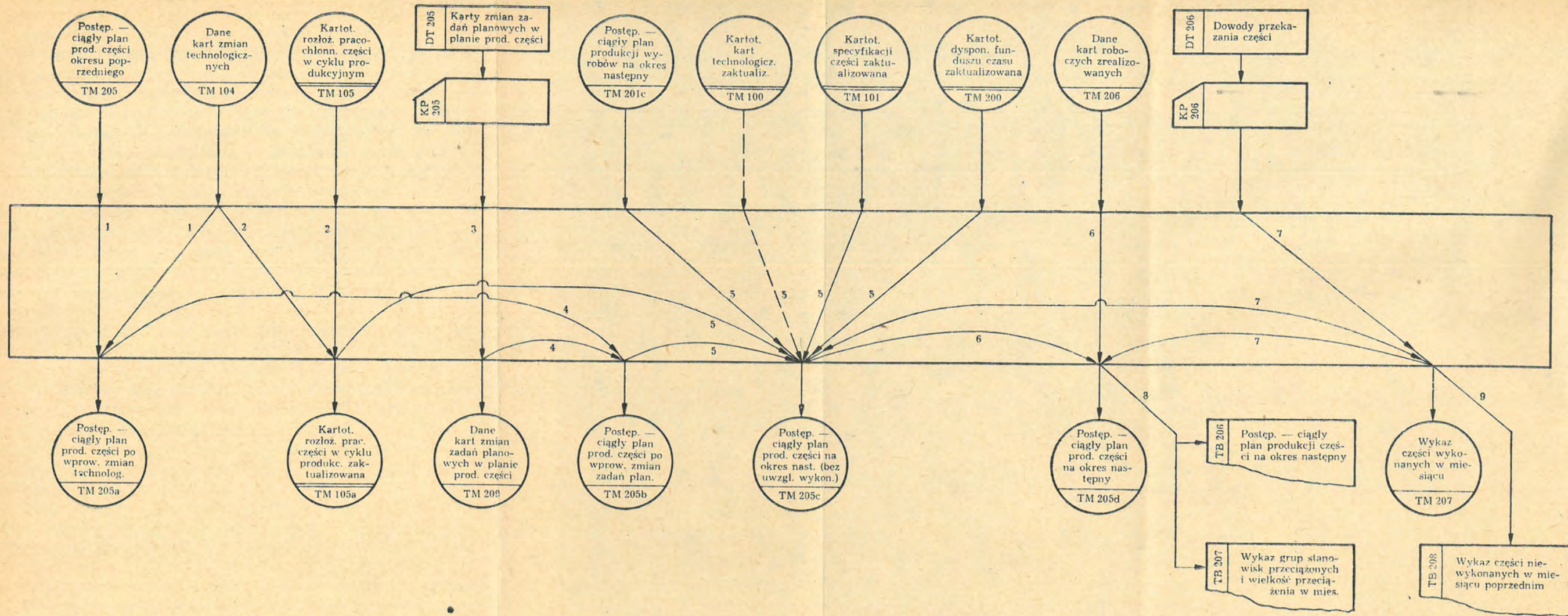
- ewidencja części wykonanych na gotowo,
- ewidencja wykonanych normogodzin (dotyczących poszczególnych operacji), pokazana w schemacie na rys. 17.

W pierwszym przypadku podstawą ewidencji jest dowód przekazania części gotowych do magazynu przedmontażowego ¹⁾ lub — jeśli dalszy proces technologiczny jest realizowany w innym wydziale — dowód przekazania części do dalszej obróbki.

W drugim przypadku podstawą ewidencji jest najczęściej karta robocza, a więc ten sam dokument, który jest podstawą uwzględnienia w postępowo-ciągłym planie produkcji wyrobów zadań wykonanych.

Oba te dokumenty są podstawą określenia parametru b_z — schemat [27]. Zadania pierwszego miesiąca postępowo-ciągłego planu produkcji części (chodzi np. o miesiąc kwiecień dla toku obliczeń dokonywanych w końcu kwietnia) mogą być z tego planu wyłączone tylko wtedy, gdy do EMC spłynęły dokumenty zakończenia obróbki wszystkich części. Gdy zadania przewidywane w planie do wykonania w miesiącu ubiegłym (w naszym przykładzie — kwietniu) nie zostały w pełni zrealizowane, wtedy są one przenoszone do zadań miesiąca następnego (maja). Wpływające karty robocze będą podstawą dla ustalenia przez EMC, jaka

¹⁾ Wskazane tu oraz w dalszej treści rodzaje dokumentów występują w praktyce przedsiębiorstw pod wieloma różnymi nazwami.



Rys. 19. Schemat przetwarzania danych obrazujący otrzymywanie postępowo-ciągłego planu produkcji części wchodzących w skład wyrobów o długich cyklach produkcyjnych.

1. Kartoteka TM 100 będzie wykorzystywana wtedy, gdy nie będzie się korzystać z TM 105 (tj. gdy z uwagi na brak powtarzalności produkcji nie warto tworzyć TM 105 jako stałego zbioru informacji do wielokrotnego wykorzystania).
2. Niektóre kartoteki tu wykorzystywane zostały utworzone we wcześniej omówionym systemie (rys. 17). Wskazuje na to ten sam numer kartoteki

pracochłonność została wykonana i czy ewentualnie (i jak duża) pracochłonność musi być przesunięta na następny miesiąc. Schemat przetwarzania danych obrazujący otrzymywanie z EMC postępowo-ciągłego planu produkcji części pokazano na rys. 19¹⁾.

Przyjęta metoda korekty zadań miesiąca planowanego w zakresie pracochłonności o niewykonanie zadań miesiąca poprzedniego jest zaczerpnięta z praktyki przedsiębiorstw. Taki sposób budowy planu stosuje większość przedsiębiorstw w Polsce. Jest ona jednak niesłuszna w warunkach budowy planów w sposób prawidłowy przy właściwym zbilansowaniu zadań planowych przez EMC.

Jeśli plan przedsiębiorstwa oraz plan poszczególnych jego wydziałów jest ustalony w sposób właściwy, prawidłowej będzie nie uwzględniać w pracochłonności planu następnych okresów odchyień od wykonania planu okresu poprzedniego. Przy takim założeniu plan produkcji części dla wydziałów (pracochłonność tego planu) zawsze wynika ściśle z rozwinięcia planu produkcji wyrobów.

Obok tak zbudowanego planu wydziały otrzymują wykaz pozycji niewykonanych w miesiącu poprzednim, który powinien być zrealizowany w pierwszej kolejności (TB 208 na rys. 19).

Za zaniechaniem dokonywania korekty zadań dla wydziałów w zakresie pracochłonności z tytułu niewykonania zadań w miesiącu poprzednim przemawiają następujące fakty:

a) Przedsiębiorstwo jako całość ma ściśle określone zadania w asortymencie, ilości oraz wartości i zadania te ma obowiązek bezwzględnie wykonać.

b) Przedsiębiorstwo potwierdziło odbiorcom swych wyrobów terminy dostawy i w przypadku odchyień od tych terminów (niezależnie od innych rygorów) jest obowiązane płacić kary umowne.

c) Uwzględnianie w planie pracochłonności następnego okresu zadań niewykonywanych przez wydziały „rozgrzesza” te wydziały ze złej pracy i stwarza zachętę do rozluźniania dyscypliny i intensywności pracy również w następnych okresach. Powoduje poza tym przy dobrym planowaniu bezwzględnie niewykonanie pla-

¹⁾ Jeśli wystąpi potrzeba uwzględnienia w toku obliczeń zadań planowych — odchyień od normatywnego stanu zapasu technicznego, należy stosować rozwiązanie wskazane na rys. 31 (operacja 9).

nu produkcji przedsiębiorstwa, co wyraźnie wskazuje na niewłaściwość tej metody.

d) Dotychczas obserwowane często wykonywanie planów produkcji przedsiębiorstwa (mimo stosowanej zasady uwzględnia pracochłonności zadań nie wykonanych w planie pracochłonności następującego okresu) wskazuje, że w wyniku niewłaściwie sporządzonego bilansu pracochłonności zadań z dysponowanym funduszem czasu, lub braku takiego bilansu, zadania dla wydziałów są w dużym stopniu zaniżone.

e) W warunkach stosowania elektronicznej techniki obliczeniowej i postępowo-ciągłego planowania produkcji uzyskuje się dużą pewność możliwości ich realizacji. Nie można w związku z tym przenosić błędnych rozwiązań do nowych warunków.

W związku z tym w przedstawionym modelu matematycznym postępowo-ciągłego planowania produkcji wyrobów i części — przy sporządzaniu tego planu na następny okres (miesiąc) — następuje automatyczne wycofanie wszystkich zadań przewidywanych do wykonania w miesiącu poprzednim¹⁾. Ewentualne niewykonanie zadań w asortymencie oraz pracochłonności, jak wyżej powiedziano, będzie ujmowane w osobnym zestawieniu obok wydawnictwa planu postępowo-ciągłego.

Wielkość obciążenia poszczególnych wydziałów wynika ściśle z zadań sprecyzowanych w postępowo-ciągłym planie produkcji wyrobów. Są one grupowane tylko do wysokości dysponowanego funduszu czasu, a więc również zadania rozwinięte w postępowo-ciągłym planie produkcji części nie powinny przekraczać tego funduszu, jak też nie powinny być od niego niższe. Przy dobrze zbudowanym (zbilansowanym) planie produkcji wyrobów nie wystąpi potrzeba dokonywania jakichkolwiek zmian w planie. Jeśli nawet wystąpią pewne różnice między pracochłonnością postępowo-ciągłego planu produkcji części i dysponowanym funduszem czasu, to będą one tak niewielkie, że mieścić się będą w granicach błędu wyznaczania współczynnika wykonania norm. Występują jednak w praktyce czynniki obiektywne, które pociągają za sobą potrzebę porównywania pracochłonności zadań, głównie pierw-

¹⁾ Model matematyczny ujmuje „stare” — dotychczas najczęściej stosowane w praktyce rozwiązanie. Umożliwia to w zależności od warunków stosowania w praktyce jednego z dwóch możliwych rozwiązań.

szego miesiąca planu postępowo-ciągłego produkcji części z dysponowanym funduszem czasu. Z czynników tych istotne znaczenie mają zwykle trzy:

— wprowadzane zmiany do planu produkcji wyrobów po zamknięciu tego planu,

— odchylenia w wykonaniu braków,

— nieściśle szacowana pracochłonność wyrobów, które w momencie ich planowania nie posiadały opracowanej technologii.

Dodatkowo można włączyć tu również przesuwanie zadań niezakończonych w miesiącu poprzednim do zadań miesiąca planowanego.

Każdy z podanych tu czynników może spowodować zwiększenie lub zmniejszenie pracochłonności, co pociąga za sobą potrzebę sprawdzenia wyniku końcowego (wynikowego obciążenia odcinków produkcyjnych).

Zmniejszenie pracochłonności zadań w wyniku oddziaływania wyszczególnionych czynników jest w praktyce w sposób prosty likwidowane poprzez przyspieszenie realizacji zadań przewidywanych do realizacji w okresie późniejszym. Znacznie trudniejsze w realizacji są określone działania, jakie należy podjąć w przypadku znacześniejszego przekroczenia dysponowanego funduszu czasu.

Działania te będą zwykle zróżnicowane w różnych przypadkach i różnych przedsiębiorstwach, a mianowicie:

— przesunięcie jednego zlecenia lub części zadań tego zlecenia na okres późniejszy. Wielkość zadań do przesunięcia wyznacza zależność

$$\Delta b_{ij} = b_{ij} - d_{ij} \quad [33]$$

Przesunięcie to nie może jednak zmienić potwierdzonego odbiorcy terminu wykonania zamówienia. Wpływa stąd praktyczny wniosek, że może ono odbywać się tylko w ramach przyjętych rezerw czasu (często pewne rezerwy czasu są z góry zakładane). Jeśli rezerwy czasu nie występują, nie może być stosowane tego rodzaju rozwiązanie w odniesieniu do całego zlecenia. Można natomiast dokonać pewnych przesunięć terminów zakończenia produkcji określonych elementów wyrobów, gdyż najczęściej okresy technologiczne dla tych elementów są w ten sposób okreś-

lone, że niewielkie przesunięcia są możliwe. Zagadnienie to omówiono pokrótce wyżej w ustępie 5.2. Jeśli tego rodzaju przesunięcia nie są możliwe lub niewystarczające, należy przyjąć inne drogi działania.

— Skierowanie robót z grup stanowisk roboczych nadmiernie obciążonych na inne grupy stanowisk mniej obciążonych, na których można również realizować dane roboty, nawet przy wyższych kosztach produkcji (na obrabiarki o wyższym koszcie jednej godziny jego pracy).

— Przyjęcie pracy w godzinach nadliczbowych na przeciążonej grupie stanowisk roboczych. Należy jednak zdawać sobie sprawę z tego, że działanie tego rodzaju ma zasięg ograniczony z uwagi na stosunkowo niewielkie, przyznawane przedsiębiorstwu limity godzin nadliczbowych. Rozsądna gospodarka tymi limitami wydawnictwo pomaga rozwiązać szereg trudności w tym względzie.

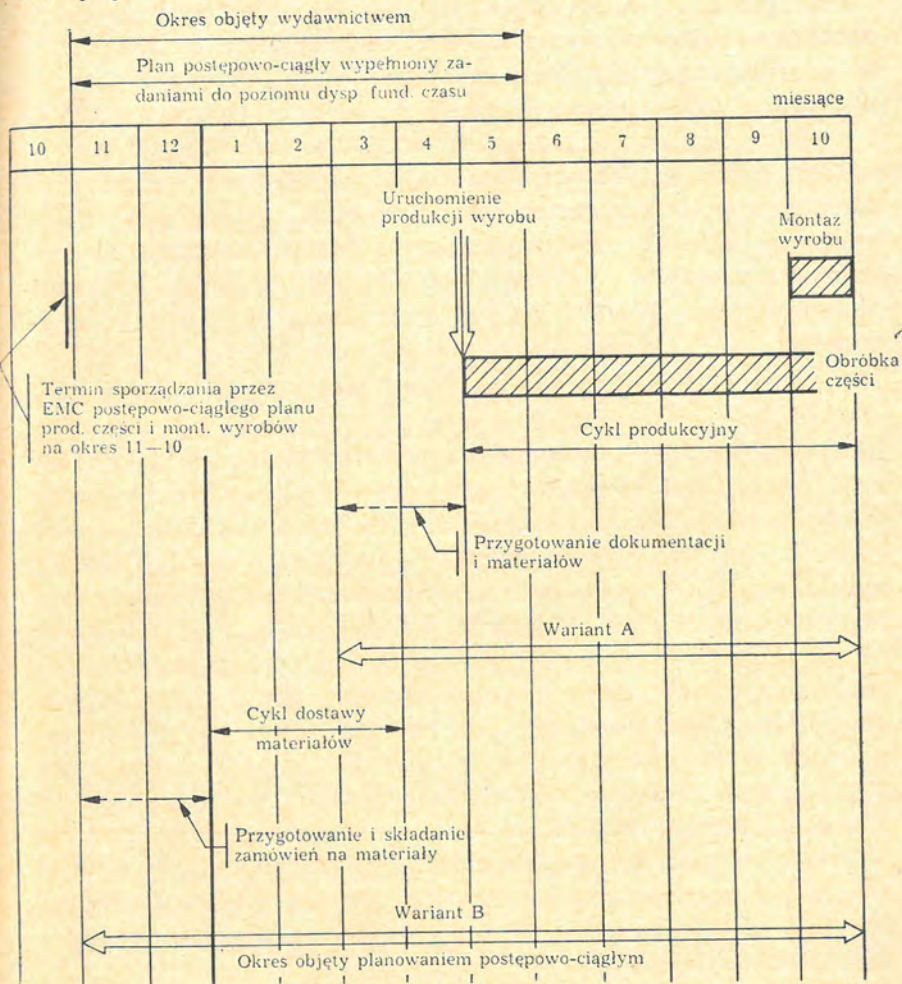
— Uruchomienie okresowe trzeciej zmiany (jeśli poprzednio przeciążona grupa stanowisk roboczych pracowała na dwie zmiany) poprzez obsadzenie tej zmiany robotnikami (o odpowiednich kwalifikacjach) oderwanymi od innych mniej pilnych robót.

— Zastosowanie „technologii obejściowej” dla określonych części lub grup części. Działanie tego rodzaju jest najtrudniejsze w praktycznej realizacji i najczęściej najbardziej kosztowne. Sięga się jednak czasami do niego w sytuacjach trudniejszych, jak np. w przypadku awarii obrabiarki i wynikłych stąd opóźnień w realizacji zadań.

Koncepcja ustalania okresu obejmowanego planowaniem postępowo-ciągłym produkcji części została przedstawiona na rys. 20. Spośród przedstawionych tam dwóch wariantów A i B za właściwszy należy uznać rozwiązanie reprezentowane przez wariant B, gdyż zabezpiecza on nie tylko terminowe przygotowanie materiałów i dokumentacji, ale również dostawę niezbędnego asortymentu materiałów produkcji krajowej.

Z EMC wyprowadzane jest wydawnictwo ujmujące zarówno terminy uruchomienia jak i zakończenia produkcji części. Wydawnictwo to obejmuje nie cały okres planowania, lecz jedynie jego część wskazaną w górnej części rys. 20. Jest to okres w pełni wystarczający dla umożliwienia służbie planowania elastycznego sterowania przebiegiem produkcji części.

Wydawnictwo postępowo-ciągłego planu produkcji części ujmować powinno numery i nazwę części, liczbę sztuk, pracochłonność każdej serii oraz pracochłonność łączną w miesiącu i odcinku produkcyjnym. Czasami zachodzi również potrzeba ujmowania wskaźników wartościowych (cen planowo-rozliczeniowych). Wyceny dokonuje się wtedy w oparciu o cenniki wprowadzane do pamięci maszyny.



Rys. 20. Ustalenie okresu obejmowanego planowaniem postępowo-ciągłym produkcji części wchodzących w skład wyrobów o długich cyklach produkcyjnych

5.4. Określenie postępowo-ciągłego planu wykonania operacji

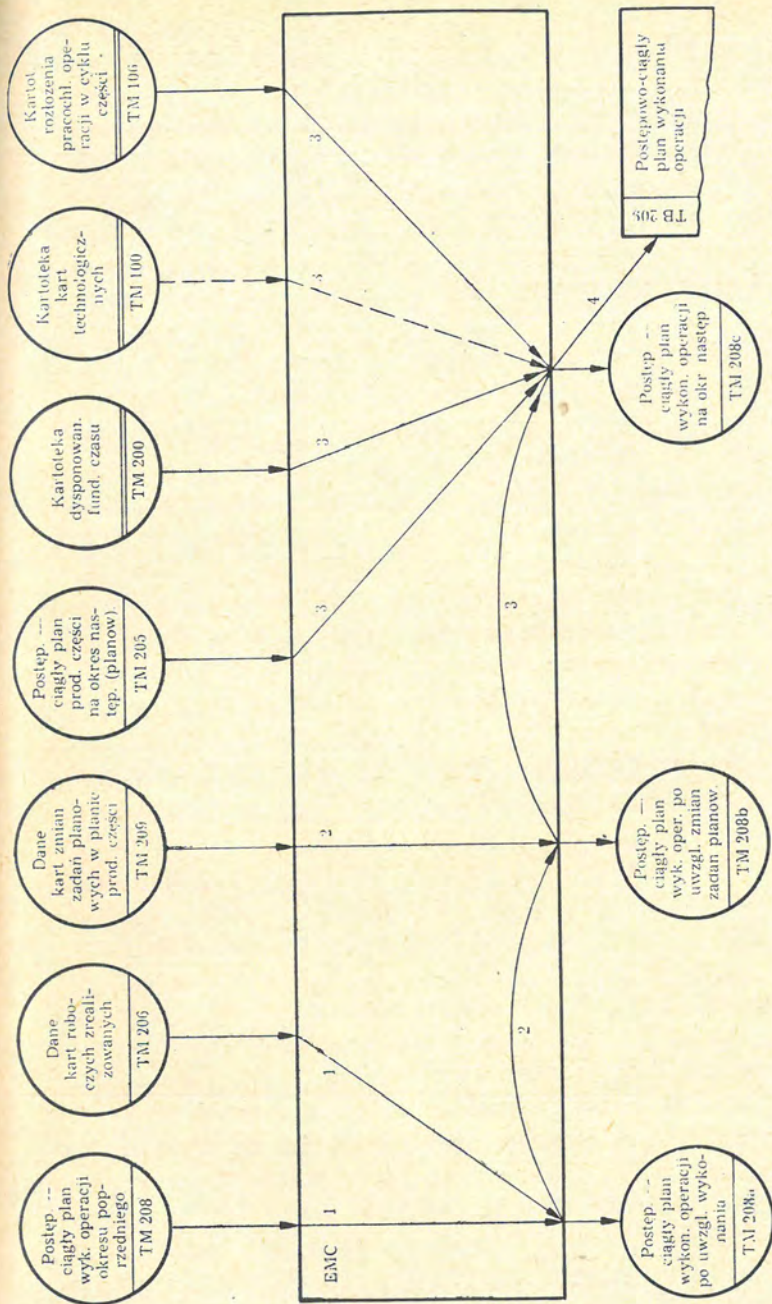
Planowanie wykonania poszczególnych operacji części jest ostatnim ogniwem planowania produkcji. Podstawą rozwinięcia postępowo-ciągłego planu wykonania operacji jest postępowo-ciągły plan produkcji części oraz inne informacje pomocnicze, wskazane w schemacie przetwarzania na rys. 21.

Plan produkcji części wskazywać będzie, jakie części mają być obrobione, natomiast kartoteka kart technologicznych lub kartoteka rozłożenia pracochłonności operacji (TM 106, rys. 21) stanowić będzie źródło informacji, jakie operacje mają być wykonane i w jakich okresach technologicznych. Z kartoteki TM 106 korzystać się będzie w tych przypadkach, gdy występować będzie powtarzalność produkcji mniej więcej w stałej liczbie sztuk (gdy warto taki zbiór tworzyć), natomiast z TM 100 korzystać się będzie wtedy, gdy w systemie zbiór TM 106 nie będzie występował. Kartoteka TM 106 będzie sporządzana w oparciu o schemat [28].

Dla każdej pozycji planu produkcji części trzeba więc korzystać z informacji zawartych w jednej z tych dwóch kartotek. Kolejność ułożenia kart technologicznych na TM 100 może być różna. Mogą one być uszeregowane wg malejących lub wzrastających (częściej) numerów kart (lub numerów rysunków części) niezależnie od tego, do którego wyrobu te części wchodzi lub też wg wzrastających numerów tych kart, ale oddzielnie w ramach każdego wyrobu. Wybór jednej z przedstawionych tu metod powinien być zależny od tego, czy w poszczególnych wyrobach występują części takie same (często nazywane częściami wspólnymi). Jeśli liczba części wspólnych jest znaczna, lepiej jest nie grupować ich w ramach wyrobów, co pozwoli uniknąć powtarzania tych samych części, a w efekcie końcowym przyczyni się do znacznego zmniejszenia zbioru kart technologicznych.

Drugie rozwiązanie jest prawidłowe w przypadku, gdy w wyrobach nie występują części wspólne, lub jeśli nawet występują to w niewielkim zakresie. Uwagi powyższe odnoszą się również do kartoteki TM 106.

Nasuwa się teraz pytanie, w jaki sposób powinny być uszeregowane elementy w postępowo-ciągłym planie produkcji części,



Rys. 21. Schemat przetwarzania danych obrazujący otrzymywanie postępowo-ciągłego planu wykonania operacji wyrobów o długich cyklach produkcyjnych. 1. Kartoteki TM 200, TM 100, TM 106 są kartotekami zaktualizowanymi. 2. Rysunek odpowiada takiemu rozwiązaniu, gdy w TM 100 dane związane z poszczególnymi kartami są zgrupowane w ramach wyrobów. Przy innym rozwiązaniu w niniejszym schemacie musiałyby być ujęta kartoteka specyfikacji części

aby w sposób możliwie najbardziej efektywny móc dokonać rozwinięcia tego planu w plan postępowo-ciągły wykonania operacji. Realnie występują tutaj dwie możliwości:

— uszeregowanie części wg wzrastających lub malejących numerów (zawsze w ten sam sposób jak przyjęto w kartotece kart technologicznych),

— uszeregowanie części wg wzrastających numerów okresów technologicznych, przy czym jako pierwsza będzie występować część o najniższym numerze okresu technologicznego w ramach miesiąca.

Lepszym wydaje się być rozwiązanie drugie. Pozwala ono w każdym kolejnym cyklu przetwarzania wyszukiwać tylko informacji z kartoteki, o której wyżej mowa dla części, które są przewidziane do uruchomienia w przyjętym okresie planowania, a nie dla wszystkich części, zawartych w wycinku miesięcznym postępowo-ciągłego planu produkcji części. Przyczyni się to w znacznym stopniu do skrócenia czasu eksploatacji EMC.

Pierwsze rozwiązanie zmuszałoby do wyszukiwania we wspomnianej kartotece ze wszystkich części ujętych w wycinku miesięcznym planu postępowo-ciągłego produkcji tych części, które mają okres technologiczny rozpoczęcia obróbki mieszczący się w odcinku okresu planowania, a następnie dopiero rozwijania tych części w postępowo-ciągły plan wykonania operacji. Tego rodzaju droga postępowania wymagałaby z pewnością dłuższego czasu pracy EMC.

Przy ustalaniu okresu planowania postępowo-ciągłego planu wykonania operacji należy mieć na względzie związki zachodzący między przyjętym okresem technologicznym i okresem planowania.

Wskazane jest, aby odcinek okresu planowania nie był mniejszy od okresu technologicznego. Może on być równy okresowi technologicznemu lub stanowić jego wielokrotność. Zależność ta wynika z faktu, że okres technologiczny w przyjętym tu systemie jest najmniejszym okresem czasu, służącym do wyznaczania terminu rozpoczęcia lub cyklu wykonania operacji.

Przykładowo jeśli okres technologiczny równy jest 3 dni robocze, to odcinkiem okresu planowania może być okres równy 3 dni, 6 dni lub więcej. Jeśli natomiast okres technologiczny rów-

ny jest 1 dzień roboczy, wtedy odcinek okresu planowania może wynosić 1 dzień, 2 dni, 3 dni lub więcej.

Jaki więc przyjmować w praktyce okres planowania i ile odcinków okresu planowania obejmować postępowo-ciągłym planem wykonania operacji?

W praktyce żąda się wyznaczania zadań dla każdej zmiany roboczej. Należy jednak pamiętać o tym, że wtedy jednostką okresu technologicznego musiałby być odcinek czasu nie większy jak zmiana robocza.

Jak dotychczas nigdzie nie zastosowano tak małej jednostki dla wyznaczania okresów technologicznych. Związane to byłoby z olbrzymią pracą (jeśli wykonywana byłaby ona bez pomocy EMC), a także w stosunkowo długim czasie pracy maszyny — przy wykonywaniu tych czynności przez EMC ¹⁾.

Rozwiązanie takie należy traktować w naszych warunkach jako przyszościowe. Będzie ono mogło być zastosowane przy dysponowaniu maszynami o dużej mocy obliczeniowej, stosowaniu pamięci zewnętrznej o bezpośrednim dostępie i znacznie niższych kosztach jednej godziny pracy tych maszyn.

Wobec tego w planie postępowo-ciągłym jako odcinek okresu planowania (równy w tym przypadku okresowi technologicznemu) należy przyjmować okres jednego dnia, pozostawiając do ręcznego określania planowanie zmianowe, co już w zasadzie nie jest trudne ani pracochłonne ²⁾.

Przed określaniem długości okresu czasu obejmowanego postępowo-ciągłym planowaniem wykonania operacji należy uprzednio rozważyć długość okresu wyprzedzania (odcinka okresu rozwijanego planu części w plan wykonania operacji) w stosunku do odcinka okresu planowania, w którym tego rozwinięcia dokonuje się — zwykle dnia bieżącego (co jest najczęściej równoznaczne z okresem obejmowanym wydawnictwem).

Liczba odcinków okresu planowania objętych wydawnictwem

¹⁾ Wyznaczenie okresów technologicznych przez EMC nie jest jeszcze w praktyce w pełni opanowane.

²⁾ Jeśli w praktyce przedsiębiorstwa przyjęto dosyć długi okres technologiczny, np. równy trzem dniom, wtedy przy wyznaczaniu przez EMC zadań na każdy dzień można posługiwać się metodą wskazaną w rozdz. 6, traktującym o sporządzaniu postępowo-ciągłego planu wykonania operacji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości.

powinna wynikać z analizy w każdym przedsiębiorstwie dwóch czynników:

- wielkości odchyłeń wykonania operacji w stosunku do przebiegów planowanych i wynikającej stąd potrzeby posiadania przez planistów informacji o rodzaju operacji i terminach ich wykonania bardziej lub mniej wybiegających w przód,

- mocy obliczeniowej dysponowanej EMC.

Wielkość odchyłeń w realizacji produkcji w stosunku do realizacji przewidywanej planem jest zależna od szeregu czynników. Do głównych należy zaliczyć:

- prawidłowość wyznaczania okresów technologicznych; im okresy te będą bardziej zbliżone do realnych (nie za długie i nie za krótkie), tym odchylenia między przebiegami planowanymi i rzeczywiście osiąganymi będą mniejsze,

- zabezpieczanie produkcji w materiały i pomoce warsztatowe,

- częstotliwość występowania i pracochłonność nieplanowanych remontów maszyn i urządzeń,

- absencja robotników,

- stopień doboru rodzaju i liczby maszyn do potrzeb wynikających z profilu produkcyjnego.

Przy istnieniu wielu czynników powodujących znaczne odchylenia w realizacji od zaplanowanego asortymentu i terminów, okres czasu obejmowany wydawnictwem postępowo-ciągłego planu produkcji powinien być większy. Planiści uzyskują w wyniku tego większą elastyczność działania. Mogą dokonywać przesunięć wykonania operacji innych części, zaplanowanych do wykonania na okres późniejszy, mogą przerzucać wykonanie na inne obrabiarki itp. Mniejszy okres czasu objęty planowaniem znacznie ogranicza możliwości planistów pod tym względem.

Drugim istotnym czynnikiem, który należy brać pod uwagę przy ustalaniu okresu objętego wydawnictwem jest moc obliczeniowa EMC, a więc głównie jej szybkość, czas dostępu i wielkość pamięci wewnętrznej i zewnętrznej, a oprócz tego (przy korzystaniu głównie z obcej maszyny) częstotliwość oraz terminowość dostępu do niej. Mała moc obliczeniowa oraz ograniczona możliwość dostępu będzie zmuszać do przyjmowania niewielkiego okre-

su czasu objętego wydawnictwem planu postępowo-ciągłego. W innych warunkach okres ten może być dłuższy.

Praktycznie można przyjmować, że przy dłuższych cyklach produkcyjnych części i stosowaniu EMC o większej mocy, wydawnictwo będzie obejmować okres dekady, natomiast przy cyklach krótszych i stosowaniu EMC o mniejszej mocy obliczeniowej okres od 3 do 6 dni. Planiści wydziałowi otrzymują przy tego rodzaju założeniu w pełni (lub prawie w pełni) wystarczającą liczbę informacji (o planowanych do realizacji zadaniach) dla umożliwienia dokonania właściwego wyboru przebiegu przy wszelkiego rodzaju zaburzeniach i elastycznego planowania poszczególnych operacji na określone zmiany robocze.

Oprócz wyżej omówionego okresu wyprzedzenia obejmowanego zwykle wydawnictwem, w skład okresu planowania wchodzi jeszcze okres odpowiadający cyklowi produkcyjnemu części rozwijanych w postępowo-ciągły plan wykonania operacji.

Pozwoli to w następnym dniu (dzień w tym przypadku jest okresem przetwarzania) nie wracać do rozplanowania dalszych operacji tych samych części, które zostały już rozplanowane poprzedniego dnia. Założenie takie skróci czas pracy maszyny. Należy jednak pamiętać o tym, że cykle produkcyjne części w tych warunkach produkcyjnych są stosunkowo długie, co powoduje, że przy takim założeniu należy dysponować maszyną o dużej szybkości i pojemności informacji.

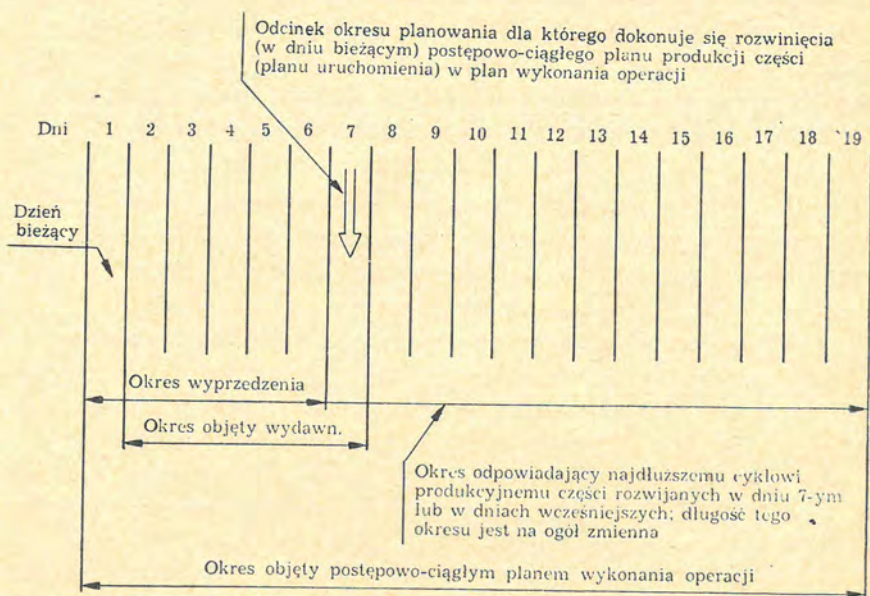
Możliwe jest również przyjęcie założenia, że okres planowania równy jest okresowi wyprzedzenia. Wymaga to jednak częściowego rozwijania w każdym cyklu przetwarzania nie tylko części nowowprowadzanych, ale również dalszego rozwinięcia części wprowadzonych w poprzednich cyklach przetwarzania. Jest to trudniejsze i bardziej pracochłonne dla EMC.

Koncepcję określenia okresu planowania postępowo-ciągłego planu wykonania operacji, jak też okresu obejmowanego wydawnictwem pokazano na rys. 22.

Istotnym również elementem postępowo-ciągłego planu wykonania operacji jest wybór właściwego stopnia agregacji odcinków produkcyjnych. Przy planowaniu wewnątrzwydziałowym w grę wchodzi tylko dwie alternatywy:

- zerowy stopień agregacji odcinków produkcyjnych ¹⁾,
- pierwszy stopień agregacji tych odcinków.

Doświadczenia praktyczne planowania wewnątrzwydziałowego wskazują, że planowanie zadań na poszczególne stanowisko robocze (zerowy stopień agregacji) jest związane z planowaniem zmianowym. Przy słuszności tego założenia, podobnie jak odcin-



Rys. 22. Ustalenie okresu obejmowanego postępowo-ciągłym planem wykonania operacji przy produkcji wyrobów o długich cyklach produkcyjnych

ki okresu planowania równe jednej zmianie roboczej uznano za przyszłościowe, planowanie na pojedyncze stanowisko robocze należy uznać również za przyszłościowe, możliwe i celowe do stosowania po spełnieniu wskazanych wyżej warunków.

W obecnie realizowanych pracach należy przyjmować raczej pierwszy stopień agregacji stanowisk, odpowiadający grupie maszyn wzajemnie zamiennych (lub stanowisk obróbki ręcznej). Wyznaczenie zadań dla pojedynczych stanowisk roboczych na poszczególne zmiany w ramach zestawionych przez EMC zadań

¹⁾ Patrz ustęp 3.1.

dziennych będzie dokonywane przez planistów wydziałowych już bez udziału EMC.

Okresy technologiczne wyznaczają terminy rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych operacji. W terminach tych (jak wskazano w rozdz. 4) mieszczą się czasy niezbędne na ich realizację, jak też wszystkie niezbędne przerwy międzyoperacyjne. Przyjęte założenie proporcjonalnego podziału normy czasu na liczbę okresów technologicznych trwania operacji dla każdego pojedynczego przypadku nie w pełni odpowiada rzeczywistości. W rzeczywistości pracochłonność ta może rozłożyć się nieco inaczej. Jaskrawym przykładem może być końcowy okres technologiczny zakończenia operacji, który w całości lub w znacznej części obejmuje tylko czas niezbędny na czynności kontroli technicznej, transportu do magazynu rozdzielni lub bezpośrednio do następnego stanowiska roboczego, na czynności planistyczne, przemieszczenie do innego odcinka produkcyjnego itp.

Z uwagi na to nie przewiduje się bilansowania dysponowanego funduszu czasu odcinka produkcyjnego z pracochłonnością planowanych zadań, a jedynie obliczanie sumy pracochłonności w odcinku okresu planowania.

Pełne zbilansowanie planu postępowo-ciągłego produkcji części gwarantuje, że gdy nawet w określonym dniu występuje rzeczywiste lub pozorne spiętrzenie obciążenia, to w ciągu najbliższych kilku dni będzie ono zlikwidowane.

Podstawą wycofania określonej operacji z planu postępowo-ciągłego będą najczęściej karty robocze zakończone lub inne dokumenty płac. Dowody te sygnalizują fakt zakończenia operacji wszystkich części (tylko przy tzw. „rwanu serii” sprawa wygląda nieco inaczej), a nie pewnego zaawansowania tej operacji.

Opierając się na tym fakcie można przyjąć, że po upływie jednego odcinka okresu planowania i obejmowania planem postępowo-ciągłym okresu następnego, zadania niezrealizowane w okresie wyłączonym z postępowo-ciągłego planu wykonania operacji są włączane do zadań pierwszego odcinka okresu planowania postępowo-ciągłego planu okresu następnego. Z uwagi na to, że zadania przesuwane są najczęściej już w większej części wykonane, wzrost pracochłonności z tego tytułu w pierwszym

okresie planowania jest tylko pozorny. Jeśli przy tym weźmiemy również pod uwagę, że w okresie wyłączanym (w przypadku zaburzeń) mogły być wykonane (lub zaawansowane) operacje przewidywane w planie do wykonania w terminach późniejszych, nie będzie występować niebezpieczeństwo znacznieszego przekroczenia dysponowanego funduszu czasu odcinka produkcyjnego w pierwszym odcinku okresu planowania.

Wprowadzane do EMC dowody dokumentujące wykonanie służą, poza aktualizacją planu postępowo-ciągłego, do prowadzenia przez EMC ewidencji wykonanych zadań. Najczęściej ewidencja ta jest prowadzona w normogodzinach w przekroju odcinków okresu planowania, odcinków produkcyjnych (najczęściej wydziałów) oraz zleceń produkcyjnych. Wskazane jest prowadzenie tego rodzaju ewidencji (bieżącej za okres i narastającej) w przekroju poszczególnych dni. Nie zawsze będzie to jednak możliwe. Z reguły nie jest to możliwe w tych przypadkach, gdy przedsiębiorstwo nie posiada własnej EMC, a jedynie korzysta z obecnej maszyny. W takim przypadku częstotliwość uzyskiwania danych ewidencyjnych musi być indywidualnie dostosowywana do realnych możliwości. Zrozumiałe jest, że wtedy również odcinki okresu planowania przyjęte w postępowo-ciągłym planie wykonania operacji muszą być odpowiednio większe. Jeśli nie ma możliwości zabezpieczenia dostępu do EMC przynajmniej jeden raz na 3 dni, mija się wtedy z celem stosowanie EMC do planowania wewnątrzwydziałowego.

6. Metodyka postępowo-ciągłego planowania produkcji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości

6.1. Wprowadzenie

W poprzednim rozdziale przedstawiona została metodyka postępowo-ciągłego planowania produkcji wyrobów o długich cyklach produkcyjnych. Planowanie tego rodzaju wyrobów jest procesem trudnym i złożonym. Może ono ulec pewnym uproszczeniom bez szkody dla precyzji działania systemu w odniesieniu

do produkcji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości, szeroko również spotykanej w praktyce. Uproszczenie, o którym mowa, sprowadza się głównie do tego, że dla odpowiednio dobranych grup elementów produkowanych wyrobów (grup części) lub grup ich operacji wyznacza się wyprzedzenia w uruchomieniu produkcji elementów w stosunku do terminu zakończenia montażu wyrobów.

System planowania, o którym mowa spełnia dobrze swoje zadanie w odniesieniu do wyrobów o średnim stopniu złożoności konstrukcyjnej i o średniej długości cyklach produkcyjnych.

Typowym reprezentantem tego rodzaju przedsiębiorstw są przedsiębiorstwa produkujące obrabiarki. Można tu jako przykład podać również fabryki maszyn włókienniczych oraz niektóre fabryki silników elektrycznych (w których występuje wielka liczba typoodmian silników większej mocy).

Cyklami produkcyjnymi średniej długości przyjęto nazywać takie cykle, których czas trwania kształtuje się w granicach 2—3 miesięcy. W okresie tym mieści się również montaż zespołów i wyrobów. Do rozważanej tu grupy wyrobów można zaliczyć również te, dla których cykl obróbki wynosi 3 miesiące, a montaż odbywa się w miesiącu czwartym. Muszą one jednak wtedy spełniać warunek średniej złożoności konstrukcyjnej, z czym idzie na ogół w parze niezbyt wielka liczba robót czynnych na warsztacie (niezbyt wielka liczba „otwartych” przewodników). Duża liczba robót czynnych — dla zapewnienia terminowego spływu elementów do montażu, przy zachowaniu umiarkowanych stanów produkcji w toku, zmusza do stosowania rozwiązań w zakresie planowania produkcji, wskazanych w poprzednim rozdziale.

W niżej przedstawionej metodyce postępowo-ciągłego planowania produkcji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości przyjęto, że są one produkowane w sposób powtarzalny, choć okresy powtarzalności mogą być zmienne i nawet różne dla różnych grup części składowych. Założenie to jest zgodne z najczęściej spotykanymi przypadkami w praktyce naszego przemysłu. Dla wyrobów produkowanych przy nieokreślonej powtarzalności, w toku omawiania metodyki planowania postępowo-ciągłego naświetlone zostaną niezbędne zróżnicowania.

6.2. Określenie terminów zakończenia i rozpoczęcia produkcji wyrobów oraz postępowo-ciągłego planu produkcji

Podobnie jak w przedsiębiorstwach produkujących wyroby o długich cyklach produkcyjnych, postępowo-ciągły plan produkcji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości jest budowany również w oparciu o wpływające od odbiorców zamówienia. Krótsze cykle produkcyjne są najczęściej wynikiem mniejszego stopnia złożoności tych wyrobów oraz mniejszej ich pracochłonności. Cecha powtarzalności produkcji powoduje, że w momencie ujmowania w planie produkcji wyrobów wynikających z określonych zamówień, nie będą występować przypadki braku opracowanej konstrukcji i technologii, co często występuje przy produkcji jednostkowej i małoseryjnej wyrobów złożonych o długich cyklach produkcyjnych.

Podane cechy powodują, że przy budowie planu produkcji wyrobów można stosować prostsze sposoby planowania, dysponując przy tym ściślejszą bazą danych wyjściowych (znane elementy składowe wyrobu, znana pracochłonność itp.).

Elementami, których sprecyzowanie jest niezbędne przed przystąpieniem do zestawienia postępowo-ciągłego planu produkcji są:

- rozłożenie pracochłonności w cyklu produkcyjnym,
- agregacja odcinków produkcyjnych,
- długość przyjętego okresu planowania oraz przyjęty okres wyprzedzenia pełnego sprecyzowania zadań.

Narzucony do stosowania w praktyce przedsiębiorstw obowiązek potwierdzania zamówień najpóźniej w okresie dwóch tygodni, słuszny w zasadzie z punktu widzenia odbiorców, w omawianym tu rodzaju produkcji w znacznym stopniu utrudnia właściwe jej zaplanowanie i efektywną realizację. Problem sprowadza się do tego, że w produkcji powtarzalnej, nawet przy zmiennych okresach powtarzalności, należy dążyć do uruchamiania produkcji wyrobów w seriach i terminach optymalnych lub zbliżonych do optymalnych stosując odpowiednią metodę rachunku optymalizacyjnego. Grupowaniu zamówień opiewających na takie same wyroby na przeszkodzie stoi fakt, że zamówienia wpływające w póź-

niejszych terminach dotyczą niejednokrotnie takich samych wyrobów, które zostały już włączone do planu i odnośnie których został potwierdzony termin wykonania tylko takiej liczby wyrobów, na jaką opiewało pierwsze zamówienie (czy zamówienia). Przy takim systemie przyjmowania zamówień często obserwuje się w praktyce, że każda seria wyrobów odpowiada co do wielkości zapotrzebowaniu jednego zamawiającego (w najlepszym przypadku kilku, którzy zgłosili zapotrzebowanie na przestrzeni najbliższych kilku dni). Liczba serii tych samych wyrobów w roku oraz okresy ich uruchamiania jest wtedy właściwie kwestią przypadku — zależną jedynie od terminu założenia zamówienia oraz bieżąco prowadzonego bilansu.

Wydaje się rzeczą niezbędną, aby w zakresie przyjmowania zamówień w przedsiębiorstwie była stosowana określona polityka zmierzająca do zwiększenia efektywności produkcji. Zachowując dwutygodniowy okres potwierdzania zamówień należałoby stworzyć możliwość grupowania (do odpowiedniej wielkości) w jedną serię produkcyjną takich samych wyrobów ujętych w różnych zleceniach.

Jednym z możliwych rozwiązań w tym zakresie może być przyjęcie stałego okresu powtarzalności jako kryterium podstawowego. Okres ten może być różny dla różnych grup wyrobów i zależny w głównej mierze od średnio kształtującej się liczby określonych wyrobów w roku i wielkości serii ekonomicznej dla tych wyrobów.

Załóżmy dla przykładu, że w przedsiębiorstwie produkuje się trzy grupy wyrobów, np. trzy grupy maszyn jedwabniczych, trzy grupy silników elektrycznych itp., przy czym w skład każdej grupy może wchodzić szereg odmian. Wskazane jest, by grupa wyrobów była tak dobrana, aby w jej skład wchodziły wyroby konstrukcyjnie i technologicznie o większym stopniu podobieństwa niż między wyrobami dwóch pozostałych grup. Dalej przyjmuje się ustalenie, że np. pierwsza grupa wyrobów jest produkowana w pierwszym miesiącu kwartału, druga — w drugim miesiącu, a trzecia — w trzecim miesiącu kwartału. Zrozumiałe jest, że przy mniejszej liczbie wyrobów w roku można przyjąć założenia, iż określona grupa lub tylko określone odmiany będą uruchamiane tylko dwa razy w roku (np. tylko w pierwszym miesiącu

cu każdego półrocza). Można również przyjąć założenie, że niektóre wyroby będą produkowane w każdym miesiącu.

Jeśli wyżej wskazane dane dla każdej grupy wyrobów (lub określonych ich odmian) zostaną wprowadzone do pamięci EMC, wtedy przy każdorazowym wprowadzeniu do EMC zamówień (jak wyżej przewidziano co dwa tygodnie lub częściej) termin uruchomienia i zakończenia wyrobów, na które te zamówienia opiewają zostanie przez EMC wyznaczony w ten sposób, że zostanie zachowany stały okres powtarzalności wyrobów przyporządkowanych do jednej grupy.

Jeśli chodzi o liczbę sztuk, jaka ma być przyjęta do wykonania w jednym okresie powtarzalności, to może ona być równa jednej serii wyrobów (przy niewielkiej liczbie sztuk takich samych wyrobów w roku) lub kilku seriom. EMC będzie w tym przypadku grupowała zamówienia na takie same wyroby z jednej strony do poziomu ustalonej liczby wyrobów, a z drugiej — do poziomu dysponowanego funduszu czasu, niezależnie od tego, w jakim terminie wpłynęło zamówienie. Po wypełnieniu dysponowanego funduszu czasu, dalsze zamówienia uzyskują potwierdzenie wykonania na następny z kolei okres. Nawiązując do przytoczonego przykładu terminem tym będzie np. pierwszy miesiąc następnego kwartału.

Przyjęcie wskazanych zasad nie wyklucza możliwości nieco odmiennego traktowania niektórych zamówień, np. zamówień pilnych o pierwszej kolejności realizacji. Odpowiednie zasymbolizowanie tych zamówień może spowodować, że będą one ujęte w planie produkcji w terminie najbliższym możliwym, w którym istnieją jeszcze wolne moce produkcyjne.

Patrząc z punktu widzenia ekonomiki produkcji należy jednak dążyć, żeby tego rodzaju zamówienia stanowiły wyjątek w ogólnej ich masie.

Obok znajomości liczby sztuk w serii produkcyjnej wyrobów przy sporządzaniu postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów niezbędne jest posiadanie w pamięci EMC dla każdego rodzaju wyrobu produkowanego w danym zakładzie (i założonej wielkości serii) rozłożenie pracochłonności jednostki wyrobu na odcinki okresu planowania (w tym przypadku równe okresom miesięcznym) i odcinki produkcyjne. W omawianym tu przypadku,

gdy w momencie sporządzania planu dysponuje się kartami technologicznymi wprowadzanych do planu wyrobów, rozłożenie, o którym mowa wyżej najłatwiej i najbardziej ściśle wyniki można uzyskać z kartoteki kart technologicznych. Będzie ono mogło być uzyskane w oparciu o schemat obliczeń [4].

Przy założeniu maksymalnie możliwej długości cyklu produkcyjnego, równego tu 4 miesiące (jeden miesiąc to cykl montażu — schemat [4] dla dowolnego wyrobu r przybierze konkretną postać

	S_1	S_2	... S_i ...	S_n	
1	$\{b_{(r)11}\}$	$\{b_{(r)21}\}$	$\{b_{(r)i1}\}$	$\{b_{(r)n1}\}$	[34]
2	$\{b_{(r)12}\}$	$\{b_{(r)22}\}$	$\{b_{(r)i2}\}$	$\{b_{(r)n2}\}$	
3	$\{b_{(r)13}\}$	$\{b_{(r)23}\}$	$\{b_{(r)i3}\}$	$\{b_{(r)n3}\}$	
4	$\{b_{(r)14}\}$	$\{b_{(r)24}\}$	$\{b_{(r)i4}\}$	$\{b_{(r)n4}\}$	

Zestawienie w pamięci EMC przedstawionych danych wymaga jeszcze sprecyzowania następujących dwóch elementów:

— podstawy naliczania obciążenia na poszczególne okres planowania,

— stopnia agregacji odcinków produkcyjnych.

Przy produkcji wyrobów, o których traktuje niniejszy rozdział, nie stosuje się na ogół wyznaczania okresów technologicznych na poszczególne operacje. Dokonuje się natomiast podziału wszystkich elementów składowych wyrobu na odpowiednie grupy, a następnie dla każdej z nich określa się niezbędny okres wyprzedzenia w uruchomieniu produkcji tych grup. Przy cyklach produkcyjnych obróbki nie przekraczających 3 miesięcy dokonuje się więc podziału części na 3 grupy. Pierwszą grupę będą stanowić te części, które należy uruchomić z wyprzedzeniem 3 miesięcy przed miesiącem, w którym rozpoczyna się montaż. Drugą grupę stanowić będą części, które wymagają dwumiesięcznego wyprzedzenia, a trzecią te części, które można uruchomić z miesięcznym wyprzedzeniem. W praktyce występować będzie wiele takich wyrobów, których cykl obróbki zamyka się w dwóch

miesiącach. Wtedy nie będzie występowała wskazana wyżej pierwsza grupa części.

Wskazaną wyżej jednostką miary wyprzedzenia jest miesiąc. W niektórych przypadkach za jednostkę wyprzedzenia można przyjmować okresy półmiesięczne lub nawet dekady. Rozwiązania takie są stosowane w praktyce. Uogólniając zagadnienie można powiedzieć, że ustalone okresy wyprzedzeń kalendarzowych spełniają taką samą rolę jak okresy technologiczne, o których była mowa w rozdziale poprzednim, traktującym o planowaniu postępowo-ciągłym wyrobów o długich cyklach produkcyjnych. Różnica nie dotyczy istoty zagadnienia lecz jedynie długości okresu technologicznego oraz tego, że okresy wyprzedzeń ustala się dla obróbki części, a nie wykonywania poszczególnych operacji.

W odniesieniu do każdego przypadku produkcji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości mogą być stosowane z powodzeniem takie rozwiązania, jakie wskazano dla wyrobów o cyklach długich. Rzadkie stosowanie tych rozwiązań w praktyce jest spowodowane jedynie tym, że system wyznaczania okresów technologicznych na poszczególne operacje jest pracochłonny i trudny w sferze jego przygotowania.

Liczba miesięcy wyprzedzenia dla poszczególnych grup części jest oczywiście w pewnej mierze zależna od wielkości serii produkcyjnej wyrobów. Wskazany wyżej tok postępowania w zakresie grupowania zamówień na takie same wyroby w jedną serię produkcyjną oraz produkowania seriami zbliżonymi do optymalnych powoduje w praktyce, że wahania wielkości serii w następujących po sobie okresach nie są tak duże, aby powodowało to niemożność wykonania części w założonych okresach wyprzedzenia. Zresztą zwykle dobiera się okresy wyprzedzenia w ten sposób, aby wahania w wielkości serii nie burzyły ustalonego trybu postępowania.

Za możliwością przyjęcia tego rodzaju rozwiązania przemawia również fakt, że proporcjonalnie do zwiększania się wielkości serii wzrasta tylko norma czasu, natomiast praktycznie stała jest wielkość przerw międzyoperacyjnych, które właściwie decydują o długości cyklu produkcyjnego. Badania przeprowadzone w jed-

nym z przedsiębiorstw wykazały, że przerwy międzyoperacyjne są średnio 5-krotnie dłuższe od czasów obróbki serii części.

Podział części i zespołów na grupy i ustalenie wielkości wyprzedzenia może być dokonany poza EMC lub też zadanie to może być wykonane przez EMC.

Przy wyznaczaniu wyprzedzenia bez udziału EMC może być brane pod uwagę jedno z dwu rozwiązań:

— Dla każdego wyrobu specyfikacja (wprowadzona do EMC) zbudowana jest w ten sposób, że składa się z kilku list, a mianowicie z tytułu, ile miesięcy trwa cykl produkcyjny. Pierwsze zestawienie obejmowałoby więc grupę części, które muszą być uruchamiane 3 miesiące przed miesiącem montażu (przy cyklu 4-miesięcznym). Drugie powinno obejmować tę grupę części, które wymagają uruchomienia z wyprzedzeniem dwóch miesięcy itd. Przy tym rozwiązaniu wielkość wyprzedzenia byłaby podana tylko dla każdej listy.

— Specyfikacja wyrobu nie byłaby ujmowana w kilku osobnych listach, lecz stanowiłaby jedną listę, na której są ujęte wszystkie części w kolejności np. wzrastających numerów. Przy każdej natomiast części podana jest cyfra oznaczająca liczbę miesięcy wyprzedzenia przy ich uruchomieniu.

Lepszym rozwiązaniem, patrząc z punktu widzenia czasu pracy maszyny (przy korzystaniu z tych specyfikacji), jest rozwiązanie pierwsze, gdyż wymaga mniej czasu na wyszukiwanie części do uruchomienia w określonym miesiącu. Ma ono jednak tę wadę, że wymaga uprzedniego przygotowania właściwych specyfikacji. Przy drugim rozwiązaniu istniejące w przedsiębiorstwie specyfikacje wystarczy w określonym miejscu formularza uzupełnić o wskazaną wyżej informację (najlepiej bezpośrednio przed numerem części).

Mniejsza pracochłonność prac przygotowawczych przy zastosowaniu rozwiązania polegającego na uzupełnieniu list specyfikacji istniejących już w przedsiębiorstwie będzie na ogół powodować, że jako pierwszy etap przetwarzania (po wczytaniu danych) wystąpi sortowanie przez EMC części każdego wyrobu na trzy wspomniane wyżej grupy. Z tak posortowanych danych będzie się korzystać przy sporządzaniu postępowo-ciągłych planów produkcji wyrobów i części.

W przypadku podziału elementów wyrobów na grupy o jednolitym wyprzedzeniu za pomocą EMC powinny być określone dla maszyny odpowiednie kryteria podziału. Jako kryterium może być przyjęta liczba operacji i pracochłonność tych operacji dla średnio kształtującej się wielkości serii oraz długość przerw międzyoperacyjnych. Mogą być przyjęte kryteria takie, jakie stosuje się przy wyznaczaniu okresów technologicznych wykonania operacji. Mogą być również stosowane nieco inne kryteria uwzględniające specyfikę danego przedsiębiorstwa. Odpowiedni schemat przetwarzania przedstawiono na rys. 23.

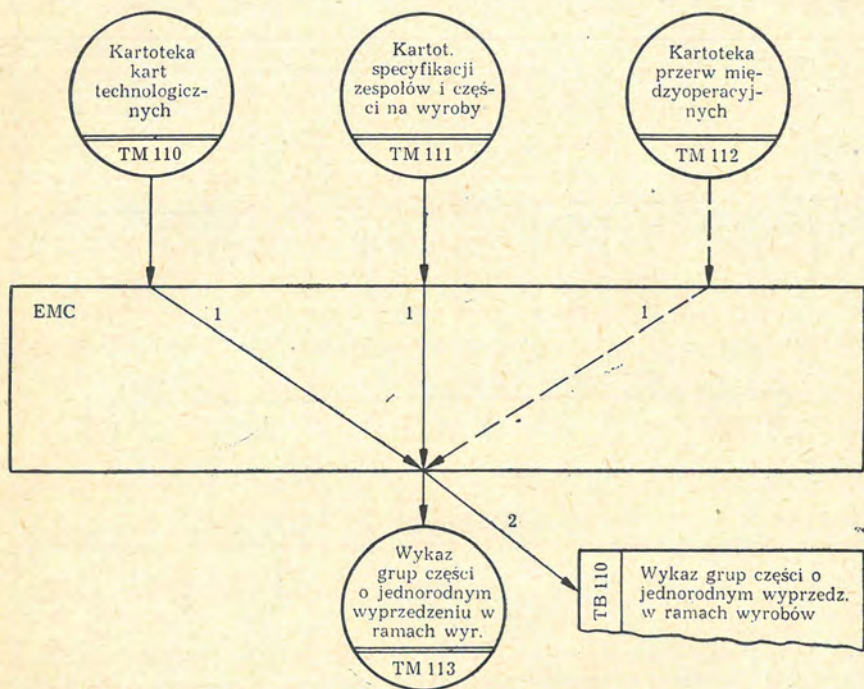
Stopień agregacji odcinków produkcyjnych, jaki należy przyjąć przy określaniu rozłożenia pracochłonności wyrobów w jego cyklu produkcyjnym powinien być dostosowany do potrzeb i specyfiki każdego przedsiębiorstwa.

Głównym elementem, który powinien tu być brany pod uwagę jest struktura produkcyjna przedsiębiorstwa. Przy strukturze technologicznej należy przyjmować pierwszy stopień agregacji, tj. dokonywać podziału pracochłonności w ramach każdego odcinka okresu planowania na grupy stanowisk technologicznie zamiennych, co wynika z potrzeb odpowiednio ścisłego zbilansowania (przy zestawieniu planu) pracochłonności zadań z dysponowanym funduszem czasu.

Przy strukturze technologicznej przedsiębiorstwa oraz zgrupowaniu produkcji w każdym wydziale w gniazdach przedmiotowych, szczególnie w gniazdach przedmiotowych zamkniętych, wystarczy przyjąć agregację 2-stopnia, tj. dokonywanie podziału pracochłonności tylko na gniazda bez podziału na grupy maszyn.

Przy strukturze przedmiotowej przedsiębiorstwa, gdy cały proces technologiczny odpowiedniej grupy wyrobów zamyka się w jednym wydziale (wydziały mechaniczno-montażowe) oraz przy dostosowaniu rodzaju parku maszynowego do potrzeb profilu produkcyjnego, niejednokrotnie wystarczająco dokładne może się okazać przyjęcie 3 lub nawet 4-stopnia agregacji odcinków produkcyjnych. Wtedy pracochłonność byłaby sumowana w EMC łącznie dla oddziału lub nawet dla wydziału.

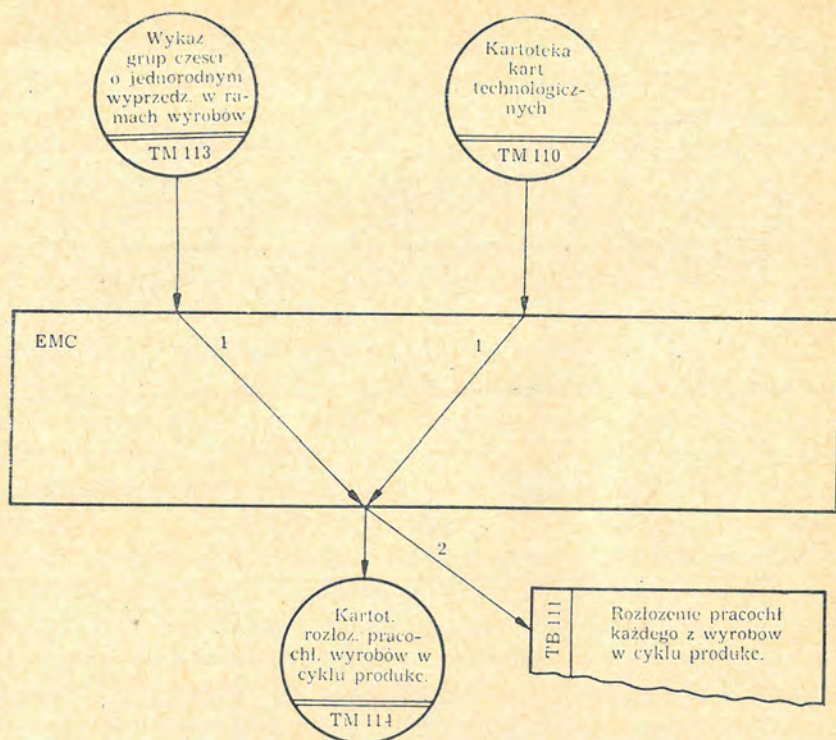
Po sprecyzowaniu wskazanych zagadnień można uzyskać rozłożenie pracochłonności każdego wyrobu w cyklu produkcyjnym. Wyniki obliczeń mogą być wyprowadzone z EMC w postaci wy-



Rys. 23. Schemat przetwarzania danych obrazujący otrzymywanie wykazu grup części w ramach każdego wyrobu o jednorodnym wyprzedzeniu uruchomienia ich produkcji.

Taśma TM 112 będzie wykorzystywana tylko w tym przypadku gdy dla każdej operacji lub ich grup będzie się uwzględniać zróżnicowane długości przerw międzyoperacyjnych. Jeśli natomiast można będzie przyjąć rozwiązanie tego rodzaju, że ogólnie przerwa międzyoperacyjna jest równa np. 3-krotnemu czasowi obróbki, wtedy TM 112 w toku obliczeń nie będzie wykorzystywana.

Zadanie może być zrealizowane w ten sposób, że dla kolejnych wyrobów (z TM 111) wybierane są części wmontowywane (jako części samodzielne, a nie w zespołach) do ostatniego stopnia montażu. Następnie w oparciu o dalsze kryteria, jak pracochłonność (w tym także pracochłonność montażu), długość przerw międzyoperacyjnych itp. ustala się okres (miesiąc) uruchomienia ich produkcji. Działanie analogiczne powtarza się dla części wmontowywanych w przedostatnim stopniu montażu itd. oraz do wszystkich pozostałych wyrobów



Rys. 24a. Schemat przetwarzania danych obrazujący otrzymywanie rozłożenia pracochłonności jednostkowej wyrobów w cyklu produkcyjnym

dawnictwa, lub jeśli taka potrzeba nie występuje, mogą być zgromadzone na taśmie magnetycznej. Uzyskanie tego rodzaju danych pokazano na rys. 24a, natomiast przykładowy układ wydawnictwa TB 111 — na rys. 24b.

Jeśli podział części na grupy (rys. 23) jest sporządzany jedynie dla celów uzyskania rozłożenia pracochłonności w cyklu produkcyjnym, wtedy można w ten sposób zaprogramować pracę EMC, że w wyniku operacji przetwarzania przedstawionej na rys. 23 będzie uzyskana również TM 114. Tego rodzaju działanie maszyn byłoby efektywniejsze.

Omówiono zagadnienia dotyczące opracowywania postępowo-ciągłego planu produkcji, które powinny być rozwiązywane ina-

M-c cyklu	Nr elementu (części) lub wyrobu	Pracochłonność w ramach gniazd									
		1	2	3	4	5	6	7	8	...	
1	321007			0,321							
	321009			0,742							
	321012					0,331					
	321022					0,772					
	321037						0,223				
	321000			1,063		1,103	0,223				
2											

II wersja

1	321000			1,063		1,103	0,223			
2	321000		3,121	1,141	0,321		2,230	0,370		

Rys. 24b. Przykładowy układ wydawnictwa TB 111 (przy założeniu 2-go stopnia agregacji odcinków produkcyjnych)

czej niż przedstawiono w rozdziale 5 dla wyrobów o długich cyklach produkcyjnych.

Pozostałe zagadnienia, a więc sposób narastającej budowy tego planu, określenia terminu zakończenia wykonania zlecenia, uwzględnianie w planie następnego okresu przekroczenia lub niewykonania zadań planowych jest dokonywane analogicznie jak dla wyrobów o długich cyklach produkcyjnych (rozd. 5).

6.3. Określenie postępowo-ciągłego planu produkcji części

Występowanie pełnej powtarzalności produkcji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości powoduje, że są stosowa-

wane nieco inne metody i podstawy określania zadań w planie produkcji części, aniżeli dla wyrobów o długich cyklach produkcyjnych.

Istnieje więc możliwość zastosowania pewnych uproszczeń określania postępowo-ciągłego planu produkcji części przedstawionego w modelu matematycznym. Wynikają one z faktu posługiwania się przy wyznaczaniu terminów wykonania części — określonym wyprzedzeniem. Wyprzedzenie to jest wyrażone na ogół liczbą miesięcy w stosunku do miesiąca zakończenia montażu. Jest ono podane w zbiorze danych, który omówiono w ustępie poprzednim i który występuje na rys. 23 na TM 113.

Obok odpowiedniego wykazu części na wyroby (specyfikacji części) jest niezbędne zestawienie w pamięci maszyny rozłożenia pracochłonności każdej części (elementu) w odpowiednich okresach wyprzedzeń z podziałem na odcinki produkcyjne. Okresami wyprzedzeń będą tutaj miesiące, natomiast odcinkami produkcyjnymi najczęściej wydziały. W niektórych przypadkach szczególnych, jak np. przy istnieniu w przedsiębiorstwie struktury przedmiotowej, jest wskazane przyjmowanie oddziały lub gniazda jako odcinka produkcyjnego.

Występująca w omawianym przypadku powtarzalność produkcji powoduje celowość sporządzania i zachowania w pamięci EMC (do wielokrotnego wykorzystania) zbioru danych zestawionych wg schematu [19] dla kompletu elementów wchodzących w skład tylko jednej sztuki wyrobu. Rozwiązanie to daje łatwość korzystania z tak przygotowanego zbioru danych w przypadku występującej zmiennej liczbie sztuk w serii produkcyjnej wyrobów.

W zależności od przyjętych rozwiązań zbiorów danych, o którym tu mowa, może stanowić ten sam zbiór rozłożenia pracochłonności w cyklu produkcyjnym wyrobów [4], lub też stanowić inny oddzielny zbiór danych. Gdyby to miał być jeden wspólny dla obu celów zbiór danych, to na TM 114 (rys. 24a) powinny być zawarte wszystkie te dane, jakie są ujęte w wersji I wydawnictwa TB 111.

Przyjęcie koncepcji tworzenia jednego zbioru dla obu celów (planowania produkcji wyrobów oraz części) jest uzasadnione wtedy, gdy ze zbioru zawartego na TM 114 (rys. 24a) będzie możliwe w sposób stosunkowo prosty wyszukiwanie rozłożenia pra-

cochłonności w cyklu każdej części. Będzie to możliwe jednak tylko wtedy, gdy z numeru części wynika wprost, do którego wyrobu ta część wchodzi. W praktyce rzadko stosuje się tego rodzaju system numeracji rysunków.

Przy innym systemie numeracji rysunków niezbędne jest tworzenie dwóch oddzielnych zbiorów, gdyż wyszukanie rozłożenia pracochłonności określonej części w zbiorze wspólnym wymagałoby długiego czasu wyszukiwania danych z taśmy magnetycznej. Możliwe jest również tworzenie wspólnego zbioru w przypadku dysponowania pamięcią zewnętrzną o szybkim dostępie.

Osobnym problemem, związanym z omówionym wyżej zagadnieniem, jest metoda podziału pracochłonności na poszczególne miesiące trwania cyklu produkcyjnego serii części, jeśli seria ta posiada kilkumiesięczny cykl produkcyjny. Może być przy tym przyjęte jedno z trzech rozwiązań:

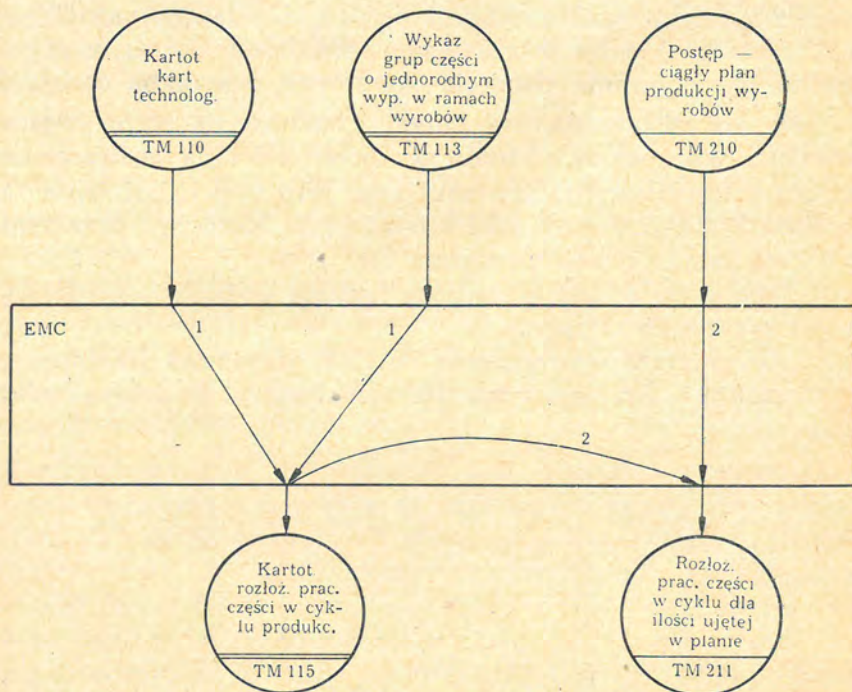
- w oparciu o przeprowadzone badania podziału pracochłonności w okresach ubiegłych,
- w oparciu o wprowadzane do EMC wskaźniki procentowe,
- przyjęcie równego udziału pracochłonności w każdym miesiącu cyklu.

Pierwsze rozwiązanie jest rozwiązaniem bezsprzecznie najściślejszym. Polega ono na tym, że w oparciu o odpowiednio dobraną, zrealizowaną dokumentację warsztatową określa się (najczęściej przy wykorzystaniu do tego celu EMC) dla serii tych samych części lub nawet różnych części, ale o takiej samej długości cyklu produkcyjnego, jaka część pracochłonności ogólnej przypada na każdy miesiąc cyklu (które operacje w każdym miesiącu cyklu powinny być wykonane).

Drugie rozwiązanie bazuje w zasadzie na tej samej podstawie z tą jedynie różnicą, że korzysta się z gotowych wyników (z literatury) wyprowadzonych dla innego przedsiębiorstwa w postaci procentu dla każdego miesiąca cyklu, w stosunku do ogólnej pracochłonności części. Są to wtedy oczywiście wartości średnie dla różnych części.

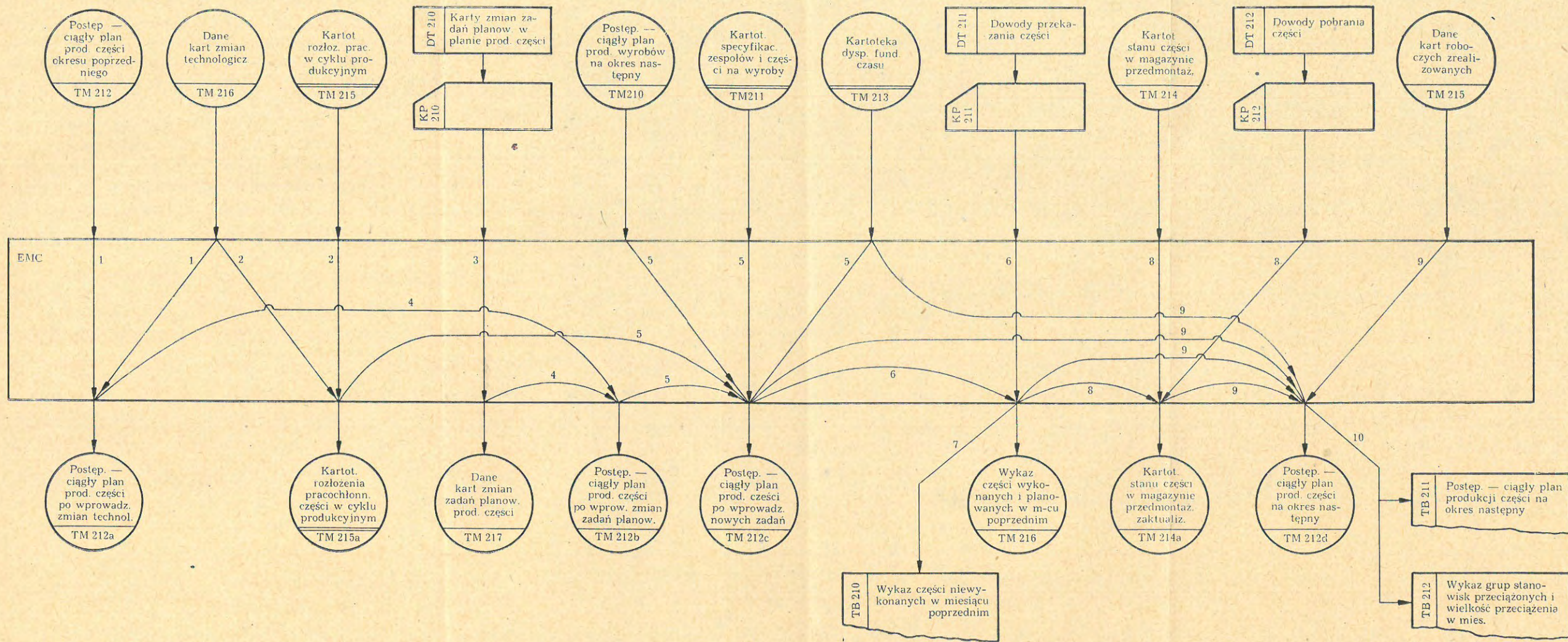
Trzecia metoda jest najprostsza, bo nie wymaga dokonywania jakichkolwiek prac przygotowawczych, ale zarazem jest najmniej dokładna. Koszysta się niejednokrotnie z tej metody w praktyce

ze względu na jej prostotę. Przyjmuje się np. dla części o cyklu produkcyjnym równym 3 miesiące, że $\frac{1}{3}$ pracochłonności przypada na pierwszy miesiąc cyklu, $\frac{1}{3}$ na następny okres oraz $\frac{1}{3}$ na ostatni miesiąc cyklu. Przy cyklu równym 2 miesiące na każdy miesiąc przypada wtedy połowa ogólnej pracochłonności części



Rys. 25. Schemat przetwarzania danych obrazujący otrzymywanie rozłożenia pracochłonności części w cyklu produkcyjnym dla łącznej ilości wynikającej z postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów i części zamiennych

Posiadając w pamięci EMC dla każdej części (kompletu części na wyrób) podział pracochłonności w cyklu oraz znając z postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów (i części zamiennych) liczbę wyrobów do wykonania w poszczególnych okresach, otrzymuje się pracochłonność na łączną liczbę sztuk. Obliczenia dokonuje się w oparciu o schemat [26] zakładając łączną produkcję



Rys. 26. Schemat przetwarzania danych obrazujący otrzymywanie postepowo-ciągłego planu produkcji części wchodzących w skład wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości

części niezbędnych do zmontowania wyrobów jak też części zamiennych i ewentualnie awaryjnych. Na rys. 25 wyniki te ujęte są na TM 211.

Występująca w omawianej grupie wyrobów powtarzalność produkcji powoduje, że dopuszcza się pewne zwiększenie liczby części w uruchamianej serii produkcyjnej na pokrycie braków. W wyniku tego rodzaju postępowania w magazynie przedmontażowym mogą się tworzyć pewne zapasy części, których ilość trzeba brać pod uwagę przy ustalaniu liczby części do uruchomienia w miesiącu następnym.

Dla określonej grupy części (części drobne i tanie występujące w szeregu wyrobach) uzasadnione może się okazać tworzenie określonych normatywów zapasów części w magazynie.

Prowadzenie kartoteki stanu części gotowych w magazynie przedmontażowym, określającej dla odpowiednich grup części stany normatywne, pozwoli przy określaniu zadań na pierwszy miesiąc planu posępowo-ciągłego dokonać korekty zadań wynikających z tej kartoteki.

Dokonując obciążenia poszczególnych odcinków produkcyjnych w poszczególnych miesiącach planu postępowo-ciągłego wg schematu [23] lub w oparciu o jego ogólną postać dotyczącą szeregu wyrobów pokazaną na schemacie [26], w efekcie końcowym otrzymuje się sumaryczne obciążenie wynikające z rozwinięcia postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów określonego miesiąca w analogiczny plan produkcji części. Uwzględniając obciążenie odcinków, wynikające z rozwinięcia planu produkcji wyrobów miesięcy poprzednich oraz uwzględniając odchylenia w wykonaniu zadań miesiąca ubiegłego, otrzymuje się postępowo-ciągły plan produkcji części. Obliczenia dokonuje się wg schematu obliczeń [27]. Odpowiedni schemat przetwarzania pokazano na rys. 26. Sposób dokumentowania zadań wykonanych jest taki sam jak wskazano przy omawianiu postępowo-ciągłego planu produkcji części wyrobów o długich cyklach produkcyjnych.

Okres czasu, jaki powinien być objęty planowaniem postępowo-ciągłym, jest zależny od przyjętego zakresu prac objętych elektroniczną techniką obliczeniową w przedsiębiorstwie oraz zakresu wzajemnego powiązania tych prac. Inaczej będzie się on kształtował, jeśli z planowaniem produkcji nie chcemy wiązać

prawidłowego planowania zużycia materiałów oraz inaczej, gdy planowanie produkcji i planowanie zużycia materiałów będą sobie wzajemnie ściśle odpowiadać. Ilustracja problemu analogiczna do pokazanej na rys. 20. Pierwszemu przypadkowi odpowiada wariant A, natomiast drugiemu — wariant B.

Przy wariancie A postępowo-ciągły plan produkcji części powinien obejmować okres 5 miesięcy (3 miesiące cykl produkcyjny plus 1 do 2 miesięcy na przygotowanie dokumentacji i pocięcie materiałów). Oznacza to, że na przełomie 2 i 3 miesiąca dokonywać się powinno rozwinięcia wyrobów, które mają być zakończone w 7 miesiącu i obciążenia częściami tych wyrobów miesiące 5, 6 oraz ewentualnie 7.

Przy wariancie B (ustalając okres obejmowany planowaniem postępowo-ciągłym) należy uwzględnić przynajmniej 3-miesięczny cykl dostawy materiałów oraz ok. 2-miesięczny cykl zestawiania i składania zamówień.

W takim przypadku planowaniem postępowo-ciągłym musi być objęty okres 9 miesięcy.

Należy zaznaczyć, że 3-miesięczny cykl dostawy materiałów dotyczy znacznej większości materiałów zużywanych w przedsiębiorstwie. Inne materiały lub elementy z kooperacji posiadają dłuższe cykle dostawy.

Porównanie pracochłonności zadań ujętych w planie z dysponowanym funduszem czasu odcinków produkcyjnych dokonuje się tak samo jak przedstawiono dla części wyrobów o długich cyklach.

6.4. Określenie postępowo-ciągłego planu wykonania operacji

Na ogół brak jest jednolitego poglądu, czy w warunkach planowania produkcji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości jest korzystniej stosować system planowania produkcji oparty o wyznaczone wcześniej okresy technologiczne, czy też wyznaczać zadania bez posługiwania się tymi danymi.

Wydaje się, że system oparty o okresy technologiczne daje również w tym przypadku dobre wyniki, jednak jest on zbyt pracochłonny w zakresie ustalania i nanoszenia okresów technologicz-

nych przy niestosowaniu do tych celów elektrycznych maszyn cyfrowych.

Jeśli więc przedsiębiorstwo dysponuje maszyną o większej mocy obliczeniowej, planowanie wewnątrzwydziałowe przy produkcji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości może być realizowane w ten sam sposób jak przedstawiono w rozdziale poprzednim dla wyrobów o długich cyklach produkcyjnych — w oparciu o sprecyzowane przez EMC okresy technologiczne.

Można stosować również inne sposoby określania postępowo-ciągłego planu wykonania operacji (dające również dobre wyniki) bez wcześniejszego wyznaczania i posługiwania się okresami technologicznymi. W dalszej treści scharakteryzowano pokrótce tego rodzaju rozwiązania.

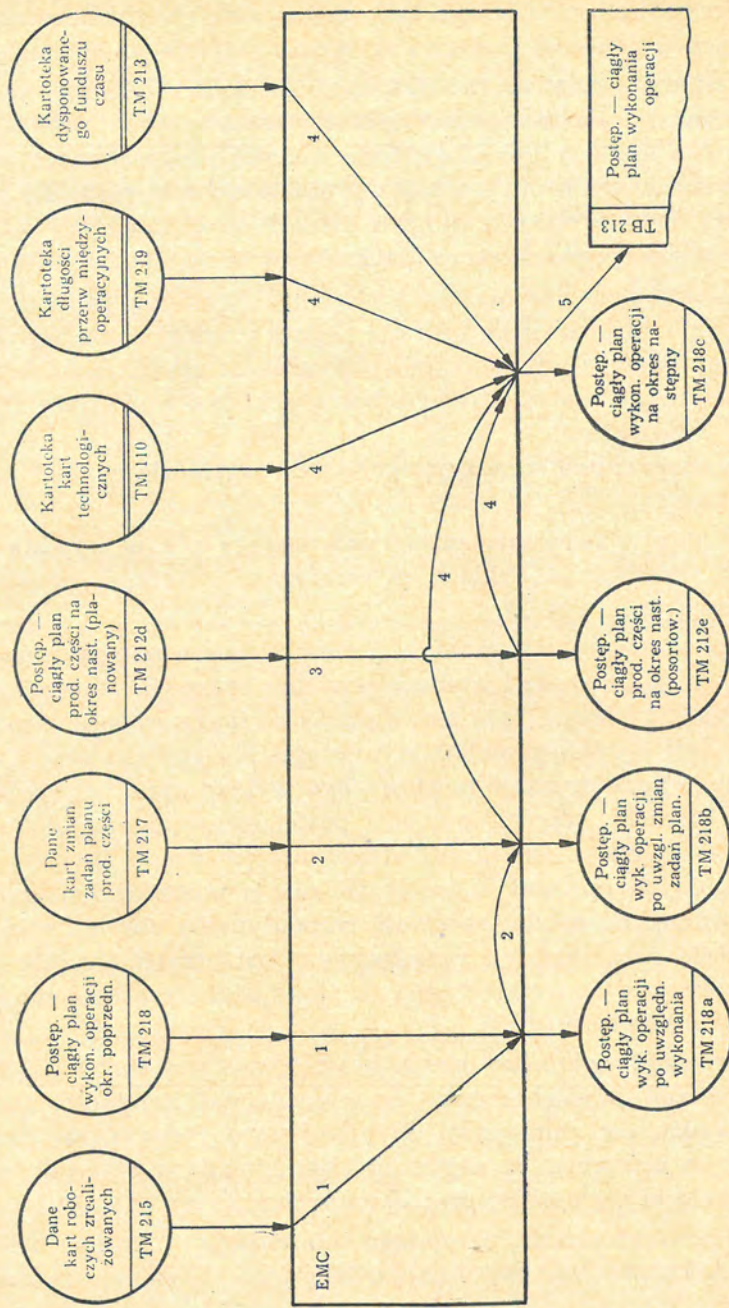
Nie odbiegają one od przyjętego w tym względzie modelu matematycznego.

Schemat otrzymywania postępowo-ciągłego planu wykonania operacji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości przedstawiono na rys. 27.

Postępowo-ciągły plan produkcji części zawiera między innymi informacje, jakie części i operacje powinny być wykonane w każdym miesiącu, o czym była mowa przy określaniu rozłożenia pracochłonności w cyklu produkcyjnym części. Nie zawiera natomiast informacji, jakie operacje powinny być wykonywane w poszczególnych dniach, odpowiadających postępowo-ciągłemu planowi wykonania operacji. Dla umożliwienia umiejscowienia wykonania poszczególnych operacji w czasie (w planie postępowo-ciągłym) należy uprzednio ustalić kolejność rozpoczynania obróbki części. Wydaje się, że najlepszym rozwiązaniem jest przyjęcie założenia, że obróbka będzie rozpoczynana w kolejności pracochłonności poszczególnych serii części.

W pierwszej kolejności będzie więc ujmowana obróbka serii o największej pracochłonności, a w następnej kolejności serie o pracochłonności mniejszej. Przyjęcie tego rodzaju założenia można tym uzasadnić, że najtrudniej jest zrealizować terminowo obróbkę części najbardziej pracochłonnych.

W celu zabezpieczenia przyjętego założenia powinno być dokonywane wyszukiwanie części najbardziej pracochłonnych (ze zbioru



Rys. 27. Schemat przetwarzania danych obrazujący otrzymywanie postępowo-ciągłego planu wykonania operacji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości

ru części ujętych w odpowiednim miesięcznym wycinku postępowo-ciągłego planu produkcji części), lub — co wydaje się bardziej ekonomiczne — uprzednie posortowanie planu miesięcznego części wg malejącej pracochłonności.

Niezbędna dla realizacji systemu pracochłonność poszczególnych operacji będzie czerpana z kartoteki kart technologicznych. Wymaga to każdorazowego (w każdym okresie przetwarzania) wyszukiwania właściwych części i operacji oraz odpowiadających im pracochłonności. Dla niektórych typów EMC o stosunkowo długim czasie wyszukiwania informacji jest celowe, zgodnie z przyjętym modelem matematycznym (schemat obliczeń [28]), dokonywanie na osobnej roboczej taśmie magnetycznej wypisu operacji i ich pracochłonności dla każdej części występującej w miesięcznym wycinku postępowo-ciągłego planu produkcji części, najlepiej od razu posortowanej wg malejącej pracochłonności części. Na tej taśmie ujmuje się zwykle nie tylko te operacje, których wykonanie jest przewidywane (w planie produkcji części) na miesiąc bieżący, ale i na dalsze do zakończenia cyklu produkcyjnego, jeśli cykl ten przekracza jeden miesiąc.

Za krok planowania postępowo-ciągłego wykonania operacji można przyjąć w praktyce 1 dzień roboczy lub czasami jedną zmianę. To drugie założenie jest raczej wskazane przyjmować (wiąże się z nim znacznie większą pracochłonność przetwarzania i koszt pracy EMC) przy pełnej pracy dwuzmianowej lub trzyzmianowej zakładu. Przy pracy w niepełnych 2 zmianach lub też przy dysponowaniu EMC o stosunkowo niewielkiej mocy obliczeniowej przyjmuje się zwykle dzienny okres przetwarzania. Metoda rozwiązywania zagadnienia jest identyczna w obu przypadkach.

Z uwagi na to, że dla określenia postępowo-ciągłego planu wykonania operacji jest niezbędne dysponowanie łączną pracochłonnością zadań przyjętych do realizacji w okresie planowania (kroku planowania), niezbędne wyniki będą otrzymane w oparciu o schemat obliczeń [28].

Niejednokrotnie okazuje się wskazane zastosowanie innego rozwiązania, polegającego na tym, że nie będzie się tworzyć w pamięci maszyny pomocniczej kartoteki danych, zestawionych w oparciu o schemat obliczeń [28]. Informacje odnośnie pracochłon-

ności operacji czerpane z kart technologicznych, po wykonaniu działań wskazanych w schemacie [3], bezpośrednio są przenoszone do zbioru danych stanowiących postępowo-ciągły plan wykonania operacji (schemat [32]).

Stosowanie tego rozwiązania będzie przeważało w tych przypadkach, gdy będziemy dysponować EMC o szybkim dostępie do zbiorów informacji w pamięci zewnętrznej. Maszyny tego rodzaju są coraz powszechniej stosowane w przetwarzaniu danych, w wyniku czego w przyszłości to rozwiązanie będzie z pewnością dominowało. Na takim właśnie założeniu bazuje rozwiązanie systemu przetwarzania danych pokazane na rys. 27.

Budując postępowo-ciągły plan wykonania operacji na okres następny (w tym przypadku na następny dzień lub zmianę) należy zakładać, że pierwszy stopień pilności wykonania posiadają wszystkie te części i operacje, których wykonanie było rozpoczęte w okresie ubiegłym. Roboczo warunek ten będzie uwzględniany w ten sposób, że do planu okresu następnego przechodzą w pierwszej kolejności operacje niezrealizowane w okresie poprzednim (patrz obciążenie początkowe $b_{(\alpha_p r_p)ij}$ — schemat obliczeń [32]). W dalszym działaniu dopełniane jest dopiero to obciążenie początkowe zadaniami bieżącymi, wynikającymi z postępowo-ciągłego planu produkcji części, po uprzednim „odciążeniu” okresów planowania i odcinków produkcyjnych o zadania zrealizowane z postępowo-ciągłego planu wykonania operacji okresu ubiegłego ($b_{(\alpha_z r_z)ij}$ — ze schematu [32]). Źródłem informacji o zadaniach zrealizowanych są karty robocze operacji zakończonych.

Istotnym problemem w omawianej metodzie budowy postępowo-ciągłego planu wykonania operacji jest znalezienie kryterium, które pozwoli we właściwy i prawidłowy sposób określać, w którym dniu planu postępowo-ciągłego należy przewidzieć rozpoczęcie obróbki danej operacji. Jak pamiętamy, w wyżej omówionej metodyce planowania postępowo-ciągłego wykonania operacji wyrobów o długich cyklach produkcyjnych problem ten był automatycznie rozwiązywany przez stosowanie w planowaniu okresów technologicznych.

W praktycznych rozwiązaniach nie można przewidywać, że operacja następna danej serii części będzie wykonywana bezpo-

średnio po zakończeniu operacji poprzedniej. W przeważającej liczbie przypadków w przedsiębiorstwach po zakończeniu określonej operacji występuje przerwa międzyoperacyjna, której wielkość jest zróżnicowana i zależna od warunków organizacyjno-technicznych występujących w przedsiębiorstwie (czasami może ona być równa zeru). Po upływie przerwy międzyoperacyjnej seria części może być dopiero skierowana (zaplanowana) do dalszej obróbki (może być zrealizowana następna operacja).

Przerwy międzyoperacyjne są niezbędne do:

- dokonania kontroli technicznej,
- przemieszczenia serii części (do kontroli, rozdzielni, do następnego stanowiska roboczego),
- dokonania czynności planistycznych (w przypadkach niekorzystania z EMC) itp.

Bazując na przytoczonych wnioskach, w omawianym systemie elektronicznego przetwarzania danych przyjęto, że dla określenia przez EMC terminu rozpoczęcia operacji następnej utworzony będzie w pamięci EMC i wykorzystywany w toku przetwarzania zbiór — kartoteka długości przerw międzyoperacyjnych (TM 219, rys. 27). Przerwy te nie będą musiały być zróżnicowane dla każdej części i operacji.

Doświadczenia uzyskane z przedsiębiorstw wskazują, że w określonym przedsiębiorstwie będą one musiały być zróżnicowane w dwóch przypadkach:

— gdy po operacji występuje pełny odbiór części przez kontrolę techniczną,

— gdy operacja następna jest wykonywana w innym wydziale.

Mogą oczywiście występować w określonych przedsiębiorstwach jeszcze inne czynniki specyficzne, wymagające zróżnicowania długości przerw międzyoperacyjnych.

Określenie liczby różnych zadań (mierzonych ich pracochłonnością) ujętych w przyjętym odcinku okresu planowania postępowo-ciągłego powinno wynikać z porównania pracochłonności tych zadań z dysponowanym funduszem czasu odcinka produkcyjnego. Za odcinek produkcyjny w planowaniu wewnątrzwydziałowym przyjmowane może być pojedyncze stanowisko robocze (zerowy stopień agregacji), co najczęściej wystąpi przy przyjęciu odcinka okresu planowania równego jednej zmianie roboczej lub

też grupa stanowisk technologicznie zamiennych (1 stopień agregacji). Przyjęcie grupy stanowisk jako „jednostki”, dla której będą określone zadania produkcyjne należy raczej wiązać z odcinkiem okresu planowania równym jednemu dniu. W miarę potrzeby w praktycznych rozwiązaniach mogą być przyjęte również inne kryteria.

Wynikiem porównania pracochłonności zadań z dysponowanym funduszem czasu (o czym wspomniano wyżej) nie musi być doprowadzenie do uzyskania pełnego bilansu (równości pracochłonności i dysponowanego funduszu czasu). Pracochłonność ta powinna być równa lub może przewyższać dysponowany fundusz czasu, co da w efekcie w praktyce pełne zabezpieczenie frontu robót. Wydaje się słuszne przyjęcie kryterium dla EMC, aby na dany okres była naliczona taka liczba różnych zadań, aż osiągnięnie się dysponowany fundusz czasu lub uzyska pewne jego przekroczenie. Inaczej mówiąc, obciążenie danego okresu planowania, przy dopuszczeniu pewnego przekroczenia, zostanie przez EMC zaprzestane z chwilą, gdy określona operacja danej serii części spowoduje przekroczenie funduszu. Następną operacja (przy uwzględnieniu przerwy międzyoperacyjnej) będzie przesunięta do realizacji w dalszych okresach.

Przyjęcie jednego ze wspomnianych wyżej dwóch kryteriów jest zależne od formy wydawnictwa, jakie chcemy uzyskać (rys. 28). Przekroczenie dysponowanego funduszu czasu będzie wynikać stąd, że obliczenie pracochłonności odbywa się (w układzie A tego rysunku) w oparciu o plan uruchomienia operacji. Wspomniana nadwyżka pracochłonności będzie uwzględniona przy określaniu wielkości zadań na następny odcinek okresu planowania.

Informacje o wielkości dysponowanego funduszu czasu przy założonej zmienowości pracy będą czerpane z odpowiedniej kartoteczki (TM 213, rys. 27), stanowiącej pamięć zewnętrzną EMC.

Dopełnianie zadań planowych będzie dokonywane przez EMC zawsze począwszy od tego dnia (zmiany), dla którego (po uprzednim odjęciu zadań zrealizowanych) pracochłonność niezrealizowanych zadań nie osiąga dysponowanego funduszu czasu odcinka w danym dniu.

W całości kształcie działania systemu elektronicznego przetwarzania

UKŁAD A

Nr stanowiska	dni robocze									
	5	6	7	8	9	10				
3241	12337/1	12337/1	52132/1	52132/1	44242/3	44242/3				
		14144/3		63178/5		48221/1				
				44242/3						
4743	31323/2	31432/3	77471/2	77471/2	75687/3	14144/4				
	31432/3			75752/3	12337/2	82528/2				
					14144/4					
itd.										

Nr części

Nr operacji

UKŁAD B

Nr stanowiska	dni robocze									
	5	6	7	8	9	10				
3241	12337/1		52132/1			48221/1				
		14144/3		63178/5						
					44242/3					
4743	31323/2		77471/2		75687/3	82528/2				
		31432/2		75752/3	12337/2					
						14144/4				
itd.										

Treść wydawnictwa na okres „j+1”

Nr stanowiska	dni robocze											
	6	7	8	9	10	12						
3241		52132/1		44242/3		89447/3						
	14144/3		63178/5		48221/1							
4743	31432/3		75752/3	12337/2		82528/2						
		77471/2		75687/3	14144/4	52132/2						
itd												

Rys. 28. Układy wydawnictw postępowo-ciągłego planu wykonania operacji przy produkcji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości

nia danych, jak też wykorzystywania wyników jego działania, istotnym elementem jest wybór właściwego okresu obejmowanego planem postępowo-ciągłym wykonania operacji. Okres ten może być różnej wielkości; zależy on od szeregu czynników, w zasadzie takich samych, jakie występują przy planowaniu postępowo-ciągłym wykonania operacji wyrobów o długich cyklach produkcyjnych. Zagadnienie to szerzej omówiono w poprzednim rozdziale. Aktualny tu jest również schemat przedstawiony na rys. 22.

Wydawnictwo postępowo-ciągłego planu wykonania operacji może być emitowane w różnej postaci. Dwa z możliwych jego układów pokazano na rys. 28. Spełniają one postulat prawidłowego planowania produkcji polegający na tym, że plan produkcji powinien precyzować, co ma być wykonywane, kiedy, oraz w jakim odcinku produkcyjnym (w tym przypadku na jakim stanowisku roboczym).

Drugi z przedstawionych tu układów B jest zbliżony do układu wykresów Gantta, bardzo wygodny w praktycznym stosowaniu. Pierwszy układ, ujmujący tylko numery części i operacji, może być również stosowany we wszystkich omawianych tu przypadkach produkcji wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości. Uzyskiwanie tego rodzaju układu jest nieco mniej czasochłonne dla EMC.

Załączony układ wydawnictw (rys. 28) obejmuje tylko ten okres (w tym przypadku 6 dni roboczych), w którym dysponowany fundusz czasu stanowisk jest wypełniony pracochłonnością zadań. Nie obejmuje natomiast dalszego okresu czasu aż do zakończenia cyklu produkcyjnego ujętych na wydawnictwie części. Ujmowanie na wydawnictwie całego cyklu nie jest potrzebne. Z zasady natomiast bywa stosowane takie rozwiązanie (jak powiedziano wyżej), że dalsza część planu (do zakończenia cyklu produkcyjnego części) znajduje się w pamięci zewnętrznej EMC. Rozwiązanie takie jest mniej czasochłonne dla EMC, jednak wymaga stosowania EMC wyposażonej w stosunkowo dużą pamięć zewnętrzną o szybkim odstepie.

7. Metodyka postępowo-ciągłego planowania produkcji wyrobów o krótkich cyklach produkcyjnych

7.1. Wprowadzenie

Stosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych dla określania postępowo-ciągłych planów produkcji ustabilizowanej wymaga również uwzględnienia wszystkich specyficznych cech tej produkcji. Niektóre z tych cech pozwalają stosować prostszy tok postępowania niż przedstawiono dla wyrobów o długich cyklach produkcyjnych i wyrobów o cyklach średniej długości (jak np, możliwość pomijania w toku planowania cyklu produkcyjnego wyrobów). Niektóre cechy komplikują przebieg planowania. Przykładem może być konieczność uwzględniania przy sporządzaniu postępowo-ciągłego planu produkcji części odchyleń od normalnego stanu produkcji w toku tych części.

Zróżnicowanie, o którym wyżej mowa, wypływa z następujących głównych cech tego rodzaju produkcji:

— pełna powtarzalność produkowanych wyrobów w asortymencie oraz w zasadzie w ilościach w odcinkach okresu planowania,

— możliwość produkowania części w seriach ekonomicznych uruchamianych szereg razy w miesiącu (w okresach rytmu produkcyjnego) lub w liniach produkcyjnych, gdzie produkcja przebiega w sposób ciągły,

— krótkie cykle produkcyjne produkowanych serii części (zamykające się w zasadzie w ramach miesiąca).

Typowymi przedsiębiorstwami należącymi do omawianej tu grupy są przedsiębiorstwa produkujące pralki, lodówki, samochody, osprzęt elektryczny itp.

7.2. Określenie postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów

Podstawą określenia zadań ujmowanych w planie produkcji wyrobów (analogicznie jak w omówionych już przypadkach) są zamówienia wpływające do przedsiębiorstwa. W związku z tym taki sam będzie również sposób określania postępowo-ciągłego

planu produkcji wyrobów. Uproszczeniem w stosunku do metody przedstawionej w rozdziałach poprzednich będzie pomijanie w toku obliczeń rozłożenia pracochłonności wyrobów w cyklu produkcyjnym. Możliwość zastosowania tego rodzaju rozwiązania jest skutkiem zamykania się cyklu produkcyjnego wszystkich części wyrobów w ramach miesiąca oraz dysponowania przez wydziały montażowe określonymi zapasami gotowych części (zespołów). Praktycznym efektem tej cechy będzie zaliczanie przez EMC całej pracochłonności serii wyrobów na ten miesiąc, w którym zaplanowany zostanie spływ gotowych wyrobów. Stąd więc miesiąc rozpoczęcia produkcji wyrobów będzie ten sam, co i jej zakończenia ¹⁾.

Grupowanie zamówień w miesięczne serie produkcyjne (nie chodzi tu o serie ekonomiczne produkcji części) jest tutaj problemem bardzo istotnym. Powinno się ono odbywać wg zasad przedstawionych w poprzednim rozdziale. Wskazane jest przyjmowanie stałej liczby wyrobów (z możliwością pewnych niewielkich odchyłeń) w poszczególnych odcinkach okresu planowania. Informacje z EMC odnośnie liczby określonych wyrobów, jaka może być przyjęta do wykonania w poszczególnych miesiącach, nie jest zbyt trudno uzyskać w warunkach przedmiotowej struktury przedsiębiorstwa. Dla linii obróbczych lub montażowych zsynchronizowanych liczba elementów, jaka może być wykonana, wynika bezpośrednio z taktu linii. Dla innych form struktury produkcyjnej przedsiębiorstwa wystarczające będzie określenie liczby podstawowych elementów wyrobów, wykonywanych w limitujących odcinkach produkcyjnych. Znając liczbę sztuk elementów wchodzących w skład wyrobu jest łatwo określić liczbę wyrobów. Można tu również za punkt wyjścia przyjmować nie podstawowe elementy wyrobów, lecz udział pracochłonności całych wyrobów w każdym odcinku produkcyjnym.

Obliczenie ilości poszczególnych elementów wyrobów (lub od razu całych wyrobów), jaka może być wykonana w odcinkach

¹⁾ W jednym przedsiębiorstwie nie zawsze występuje produkcja jednorodna z punktu widzenia typu produkcji. Jeśli w różnych odcinkach produkcyjnych będzie występowała produkcja o różnej długości cyklu i różnej seryjności, wtedy w odniesieniu do tych odcinków należy zastosować zróżnicowany, charakterystyczny dla tych warunków sposób postępowo-ciągłego planowania produkcji.

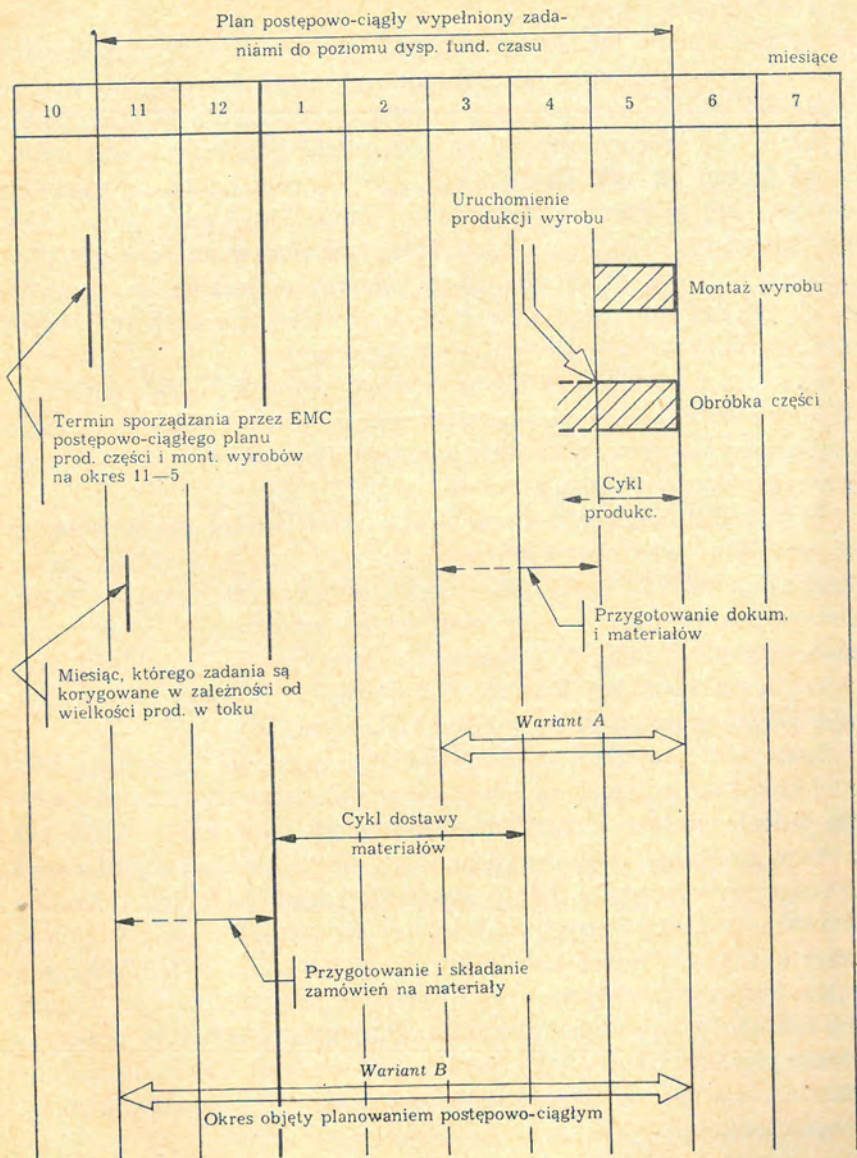
produkcyjnych, powinno być dokonywane przy uwzględnieniu każdego odcinka (oddziału lub gniazda) osobno w wyniku obliczeń optymalizacyjnych. Za kryterium optymalizacji można przyjmować maksymalne wykorzystanie dysponowanego funduszu czasu, wartość produkcji itp. Zagadnienie sprowadzi się do rozwiązania odpowiednio zwymianowanej macierzy.

Ustalona w wyżej omówiony sposób liczba wyrobów jest tylko jednym z kryteriów, które należy brać pod uwagę przy ustalaniu wielkości zadań postępowo-ciągłym planie produkcji wyrobów. Drugim kryterium jest wynik porównania (bilans) pracochłonności zadań oraz dysponowanego funduszu czasu odcinków produkcyjnych. W wyniku dokonania bilansu następować będzie zwykle (na ogół w niewielkich granicach) korekta poprzednio wyliczonej liczby poszczególnych wyrobów.

Równoległe stosowanie obu wspomnianych wyżej kryteriów zapewni z jednej strony pełne wykorzystanie dysponowanego funduszu czasu odcinków produkcyjnych, a z drugiej zachowanie właściwych proporcji ilościowych różnych wyrobów produkowanych w przedsiębiorstwie. Zachowanie właściwych proporcji ilościowych w omawianym typie produkcji jest szczególnie istotne z uwagi na występującą tu z reguły przedmiotową strukturę odcinków produkcyjnych. Przykładowo w gnieździe wałków produkcja będzie przebiegać w sposób ekonomiczny, jeśli będzie się w nim wykonywać 1000 wałków *A* i 800 wałków *B* (te ostatnie to wałki wieloklinowe). Przy innej proporcji liczby tych wałków niektóre stanowiska robocze mogą być niewykorzystane, a inne przeciążone.

7.3. Określenie postępowo-ciągłego planu produkcji części

Metodyka postępowo-ciągłego planowania produkcji elementów wyrobów o krótkich cyklach produkcyjnych jest podobna do omówionej w rozdziale poprzednim. Specyfika produkcji ustabilizowanej przejawia się na dwóch odcinkach, a mianowicie nieco odmiennego wiązania rozwijanych zadań planu produkcji wyrobów w plan produkcji części z odcinkami okresu planowania



Rys. 29. Ustalenie okresu obejmowanego planowaniem postępowo-ciągłym produkcji części wchodzących w skład wyrobów o krótkich cyklach produkcyjnych

oraz odmiennego ustalania ostatecznej liczby części do wykonania w odcinku okresu.

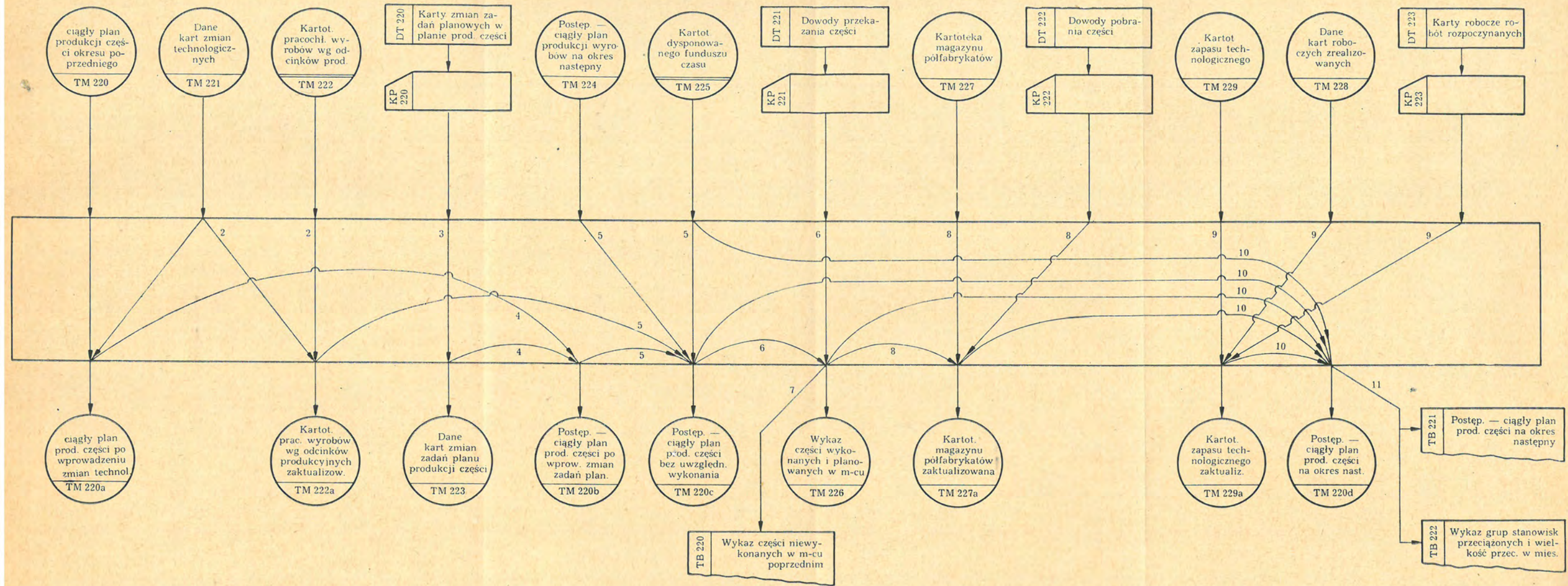
Uwzględnienie pierwszego z czynników pociąga za sobą uproszczenie przy określaniu pracochłonności elementów wyrobów. Nie zachodzi w tym przypadku potrzeba umieszczania zadań rzeczowych i ich pracochłonności w poszczególnych miesiącach odpowiadającego im cyklu produkcyjnego z uwagi na to, że cykl ten zamyka się w ramach jednego miesiąca. Przy rozwijaniu więc postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów w analogiczny plan produkcji części, produkcja części planowana jest na ten sam odcinek okresu planowania (w tym przypadku miesiąc), w którym zaplanowano wykonanie gotowych wyrobów.

Zakres i czas pracy EMC w wyniku tego nieco się zmniejszy. Wpływa to również na skrócenie okresu obejmowanego planem postępowo-ciągłym. Kształtowanie się tego okresu oraz sposób jego określania wynika z rys. 29.

W poprzednich rozdziałach liczba sztuk części do wykonania w miesiącu była określana jako iloczyn liczby wyrobów przez liczbę każdego rodzaju części wchodzących w skład wyrobu. Uwzględniony był również plan części zamiennych oraz ewentualnie awaryjnych. W odniesieniu do wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości dodatkowo był brany pod uwagę stan części w magazynie przedmontażowym.

Specyfika produkcji ustabilizowanej wymaga uwzględniania odchyień stanu części od ich stanów normatywnych w magazynie półfabrykatów oraz analogicznych odchyień części będących w toku produkcji (zapasu technologicznego) zamiast stanu części w magazynie montażu. Dla planowania części drobnych i o małej wartości (wykonywanych najczęściej w specjalizowanych gniazdach automatów) jest niezbędne śledzenie stanów minimalnych i stanów rzeczywistych, umożliwiające planowanie tych części wg systemu minimum-maksimum. Odpowiedni schemat przetwarzania danych obejmujący wyżej wspomniane elementy przedstawiono na rys. 30. W systemie jest założone prowadzenie m. in. dwóch kartotek:

- kartoteki ewidencyjnej stanu części w magazynie półfabrykatów (TM 227),
- kartoteki ewidencyjnej zapasu technologicznego (TM 229).



Rys. 30. Schemat przetwarzania danych obrazujący otrzymywanie postępowo-ciągłego planu produkcji części wchodzących w skład wyrobów o krótkich cyklach produkcyjnych

W pierwszej kartotece obok bieżąco wyprowadzanych stanów części w wyniku przekazywania części z produkcji oraz pobrań do montażu jest ujęty stan normatywny zapasu tych części. Stan ten jest ustalony na poziomie zabezpieczającym nieprzerwaną pracę wydziału montażu zespołów i wyrobów.

Sposób określania liczby części, o jaką należy skorygować wielkość zadań miesięcznych, jest następujący: jeśli normatyw zapasu części A wynosi 300 sztuk, a stan na koniec miesiąca 200 sztuk, to wielkość zadań miesięcznych należy powiększyć o różnicę tych wielkości

$$300 - 200 = 100$$

W drugiej kartotece jest rejestrowany na bieżąco stan zapasu technologicznego (nasylenia wydziałów robotami nie zakończonymi) zwykle z podziałem na wydziały oraz wielkość zapasu normatywnego każdej części. Sposób określania odchyłeń jest taki sam jak podano dla części gotowych.

Pełne wyliczenie liczby sztuk, jaka powinna być ujęta w planie produkcji części okresu następnego L , przebiegać będzie wg następującej zależności

$$L = l \pm a \pm b \quad [35]$$

gdzie:

- a — odchylenie stanu części od ich normatywu w magazynie półfabrykatów,
- b — odchylenie stanu zapasu technologicznego części od ich normatywu,
- l — liczba sztuk części występująca w postępowo-ciągłym planie produkcji części, ustalona w okresie ubiegłym: obejmuje ona sumę: iloczynu liczby wyrobów przez liczbę sztuk części na wyrób, liczby części zamiennych i ewentualnie liczby części awaryjnych.

W praktyce (w dążeniu do uproszczenia obliczeń oraz zmniejszenia czasu pracy EMC) rezygnuje się niejednokrotnie ze śledzenia kształtowania się stanu zapasu technologicznego i uwzględniania przy wyliczeniu ostatecznej liczby sztuk odchyłeń od tego stanu. Uproszczenie tego rodzaju nie prowadzi do większych błędów w warunkach, gdy w prawidłowy sposób są określone terminy rozpoczęcia obróbki poszczególnych serii części.

Nieco odmiennie przebiegać będzie określanie postępowo-ciągłego planu produkcji części w gniazdach automatów. W gniazdach tych, z uwagi na najczęściej niewielką pracochłonność części, występuje duża liczba obrabianych części. Części te są wyko-

nywane najczęściej w bardzo dużych seriach ekonomicznych, przy czym niejednokrotnie jedna seria produkcyjna zabezpiecza potrzeby montażu na okres 2, 3, a nawet więcej miesięcy.

Dla tych części stosuje się zwykle zasadę planowania bazującą na śledzeniu minimalnych stanów części w magazynie półfabrykatów oraz stanów maksymalnych (system zwany często „systemem minimum-maksimum”).

W momencie rozwijania postępowo-ciągłego planu produkcji wyrobów w odpowiedni plan produkcji części, do planu produkcji części wprowadza się tylko te części, których stan spadł poniżej stanu minimalnego. W niektórych przypadkach (brak wypełnienia dysponowanego funduszu czasu) w planach mogą być ujmowane również te części, których stan nie osiąga stanu maksymalnego.

Pozostał jeszcze do omówienia jeden dosyć ważny problem — korekty zadań w planie z tytułu odchyień od normatywu stanu produkcji w toku. Dokonując korekty liczby sztuk z tytułu odchyień od zapasów normatywnych na miesiąc najbliższy (np. na czerwiec) występuje zwykle pewien problem, czy brać pod uwagę odchylenia wyprowadzone na koniec miesiąca maja, czy też na koniec miesiąca kwietnia.

Problem leży w tym, że w szeregu przypadkach okazuje się, iż informacje o rzeczywistości kształtujących się zapasach części (uzyskiwane po zakończeniu np. miesiąca maja) są informacjami zbyt późnymi, aby można było zbudować z takim wyprzedzeniem plan na miesiąc czerwiec (w tym przypadku występowałoby opóźnienie, a nie wyprzedzenie), które umożliwiłyby przygotowanie zadań ujętych w planie do realizacji (szczególnie dotyczy to pierwszych dni miesiąca). Rozpoczęcie wykonywania zadań (przyjmując, że krajalnia materiałów jest normalnym wydziałem produkcyjnym) powinno być bowiem poprzedzone wystawieniem dokumentacji warsztatowej takiej jak: dowodów pobrania materiału, kart roboczych itp.

Jest kilka możliwości rozwiązania tego problemu:

— bazować na stanach części w magazynie na koniec miesiąca poprzedzającego miesiąc bieżący (przy dokonywaniu korekty liczby części w planie m-ca czerwca uwzględniać odchylenie wyprowadzone na koniec m-ca kwietnia),

— bazować na stanach przewidywanych; wyliczać stany przewidywane na koniec miesiąca (np. maja) już np. 20 maja,

— bazować na stanach rzeczywistych na koniec m-ca bieżącego (maja) przy założeniu korygowania liczby części w planie m-ca czerwca po rozpoczęciu tego miesiąca.

Każde z podanych tu rozwiązań może być zastosowane, jednak każde w innych warunkach organizacyjno-technicznych przedsiębiorstw.

Pierwsze rozwiązanie jest najprostsze i niejednokrotnie stosowane w praktyce. Pozostawi ono dostatecznie dużo czasu na wystawienie dokumentacji (nawet bez korzystania z EMC). Ma ono jednak tę dość poważną wadę, że nie gwarantuje w pełni zabezpieczenia montażu w gotowe części. Rozwiązanie to może być stosowane w tych przedsiębiorstwach, w których istnieje możliwość utrzymywania stosunkowo wysokich zapasów części — tak wysokich, że odchylenie ujemne powstałe w wyniku realizacji zadań miesiąca ubiegłego nie spowoduje niedoboru części do montażu.

Drugie rozwiązanie może być realizowane w systemie elektronicznego przetwarzania danych nawet bez emisji dokumentacji z EMC, ale tylko w tych przypadkach, gdy w okresie 8—9 dni istnieje możliwość wystawienia dokumentacji warsztatowej. Możliwości takie będą występować, gdy przedsiębiorstwo dysponuje sprawnymi powielaczami dokumentacji warsztatowej lub przy wystawianiu dokumentacji na maszynie do pisania, gdy w przedsiębiorstwie wykonuje się stosunkowo niewielką liczbę części o stosunkowo dużej pracochłonności (gdy liczba wystawianych dokumentów jest niewielka).

Rozwiązanie to daje w zasadzie dostatecznie ścisłe wyniki dla zachowania bezkolizyjnej pracy przedsiębiorstwa.

Trzecie rozwiązanie jest bezsprzecznie najbardziej ścisłe, jednak stwarzające wiele trudności w realizacji. Zastosowanie tego rozwiązania powoduje, że w pełni aktualny plan ilościowy, np. na m-c czerwiec otrzymać można w najlepszym przypadku dopiero 1 czerwca (a praktycznie w kilka dni po pierwszym). Pierwszego czerwca można by więc dopiero przystąpić do wystawiania dokumentacji — także dla robót, które w tym dniu powinny być uruchomione. Rozwiązanie takie jest nie do przy-

jęcia. Dlatego też w praktycznym stosowaniu rozwiązanie to wymaga pewnych modyfikacji oraz zabezpieczenia wystawiania dokumentacji warsztatowej przez EMC (np. w postaci kart perforowanych).

Modyfikacja powinna polegać na tym, że dokumentacja warsztatowa na pierwsze serie produkcyjne uruchamiane w miesiącu będzie emitowana przez EMC odpowiednio wcześniej, np. 20 dnia m-ca bieżącego lub nawet wcześniej, przy czym w liczbie sztuk, na jaką ona opiewa nie uwzględnia się odchyień od normatywu zapasu części. Odchylenia te będą dopiero uwzględniane we wszystkich następnych seriach (równomiernie we wszystkich). Reszta dokumentacji warsztatowej będzie emitowana w pierwszych dniach miesiąca bieżącego (w naszym przykładzie 2—3 dnia m-ca czerwca, lub nawet w dniach późniejszych).

Nasuwa się ogólny wniosek tego rodzaju że najbardziej zalecane jest drugie rozwiązanie (ale z podanymi wyżej ograniczeniami), ponieważ pozwala określić stosunkowo ściśle wielkość odchyień od normatywu zapasu, a poza tym pozostawia dostatecznie dużo czasu na emisję dokumentacji, czasami nawet bez angażowania EMC do tego celu.

7.4. Określenie postępowo-ciągłego planu wykonania operacji

Zapewnienie najbardziej efektywnego przebiegu produkcji ustabilizowanej, jaka występuje w przeważającej liczbie przypadków przy produkcji wyrobów o krótkich cyklach produkcyjnych, wymaga wykorzystania w planowaniu cech produkcji rytmicznej. Miarą rytmiczności tej produkcji jest występowanie rytmu produkcyjnego¹⁾. Metodyka postępowo-ciągłego planowania wykonania operacji w omawianym przypadku produkcji wyrobów o krótkich cyklach produkcyjnych w ogólnych zarysach pozostaje taka sama jak dla wyrobów o cyklach średniej długości. Inna będzie jedynie technika wyznaczania zadań do realizacji w poszczególnych dniach roboczych (zmianach) i inny nieco w swej treści będzie układ wydawnictwa tego planu.

¹⁾ Zagadnienie omówione szerzej w książce autora pt. „Organizacja wydziału mechanicznego”. WNT, Warszawa 1965.

Planem postępowo-ciągłym powinien być harmonogram wzorcowy w układzie obrabiarek¹⁾. Harmonogram taki byłby sporządzany przez elektroniczną maszynę cyfrową oraz również na bieżąco przez tę maszynę przebudowywany (aktualizowany) w oparciu o wprowadzane informacje o realizacji zadań (ich liczbie i terminach)²⁾.

Nawiązując do modelu matematycznego postępowo-ciągłego planu wykonania operacji należy stwierdzić, że przy stosowaniu harmonogramów wzorcowych odcinkiem produkcyjnym jest zwykle odcinek o zerowym stopniu agregacji (stanowisko robocze), odcinkiem okresu planowania — zmiana robocza lub dzień, a okresem obejmowanym planowaniem — okres rytmu produkcyjnego. Osobne harmonogramy są na ogół sporządzane dla poszczególnych gniazd obróbczych. Jeśli części wykonywane w gnieździe będą miały rytmy produkcyjne różnej wielkości, wtedy okresem obejmowanym planowaniem byłby okres równy najmniejszej wspólnej wielokrotnej tych rytmów.

Pozornie mogłoby się wydawać, że angażowanie EMC do budowy harmonogramów wzorcowych jest dyskusyjne z tego powodu, że harmonogram taki jest sporządzany tylko jeden raz (jest to wzorzec stały). Można by twierdzić, że tego rodzaju pracę jednorazową bardziej będzie się kalkulować sporządzić ręcznie, nawet przy stosunkowo bardzo dużym nakładzie pracy. Problem leży jednak w tym, że realizacja zadań praktycznie nigdy nie przebiega zgodnie z harmonogramem (wzorcem). Aktualizacja wzorca o zaistniałe odchylenia jest w rzeczywistości niczym innym, jak sporządzeniem tego rodzaju harmonogramu od początku dla każdej zmiany roboczej lub dnia. Tu leży właśnie główny problem, że dotychczas w przedsiębiorstwach harmonogramy wzorcowe są wykorzystywane w bardzo małym zakresie. Planiści wydziałowi nie mają odpowiednio dużo czasu oraz niejednokrotnie odpowiednich umiejętności, aby harmonogramy te aktualizować w sposób właściwy. Bez stałej konsekwentnej aktualizacji

¹⁾ Zagadnienie omówione szerzej w książce autora pt. „Organizacja wydziału mechanicznego”. WNT, Warszawa 1965.

²⁾ Sposób sporządzania optymalnego harmonogramu wzorcowego oraz jego aktualizacji przy pomocy EMC nie został jeszcze praktycznie opany.

cji harmonogramy przestają być miarodajną podstawą planowania pracy gniazda.

Wynikiem eksploatacji systemu elektronicznego przetwarzania danych, obejmującego postępowo-ciągłe planowanie wykonania operacji, byłyby dwa wydawnictwa:

- harmonogram wzorcowy w układzie obrabiarek,
- sygnały o zagrożeniu.

Harmonogramy obejmować będą okres rytmu produkcyjnego gniazda. Jeśli dla przykładu rytm produkcji gniazda wynosi 4 dni robocze, to w poniedziałek rano przed rozpoczęciem zmiany w dyspozycji planistów wydziałowych powinny się znaleźć harmonogramy obejmujące okres od poniedziałku do czwartku włącznie. We wtorek rano powinni oni otrzymać harmonogramy obejmujące dni od wtorku do piątku itd.

Obok harmonogramów planiści wydziałowi, gdy zajdzie tego potrzeba, mogą otrzymywać z EMC plany zmianowe lub dzienne. Potrzeba taka nie zawsze jednak występuje ¹⁾.

Potrzeba bieżącego korygowania harmonogramów wzorcowych o rzeczywiste wykonanie praktycznie pociąga za sobą konieczność wykorzystywania elektronicznych maszyn cyfrowych w czasie rzeczywistym. Sygnały o realizacji zadań byłyby przekazywane za pośrednictwem odpowiednich urządzeń liczących zainstalowanych przy obrabiarkach oraz odpowiedniej sieci wewnętrznej transmisji danych.

Wprowadzanie danych o wykonaniu po zakończeniu zmiany za pomocą kart lub taśm perforowanych zmuszałoby do przyjęcia budowy planu postępowo-ciągłego w oparciu o przewidywane wykonanie, albo dostarczanie tych planów (nawet przy zapewnieniu bardzo sprawnej organizacji pracy w ośrodku obliczeniowym) przynajmniej z kilku godzinnym opóźnieniem. To ostatnie rozwiązanie jest oczywiście nie do przyjęcia.

Z maszyny powinno być emitowane jeszcze jedno wydawnictwo — „sygnał o zagrożeniu wykonania zadań”. Przy produkcji rytmicznej zagrożeniem wykonania zadań jest każde nieutrzymanie się w przyjętym rytmie. Niewielkie przesunięcia zadań po-

¹⁾ Jeśli planiści otrzymują plany zmianowe, niejednokrotnie nie występuje potrzeba dostarczania im stale aktualnego wydawnictwa harmonogramów wzorcowych.

za rytm nie są tak groźne, gdyż można je w następnym rytmie zlikwidować. Większe grożą niedostarczeniem w terminie części do montażu.

Jako kryterium emisji wydawnictwa — sygnału o zagrożeniu — należy przyjąć odpowiedni okres opóźnienia wykonania zadań. W różnych warunkach przedsiębiorstw będą to różne okresy czasu, zależne m. in. od rezerwy wydajności pracy, wielkości stanu zapasów części w magazynie półfabrykatów itp. Okresem takim może być np. zmiana robocza lub dzień.

Jeśli więc opóźnienie wykonania określonych operacji osiągnie okres jednej zmiany, wtedy na wydawnictwie „sygnał o zagrożeniu” wykazana będzie ta operacja. Pierwszoplanowym zadaniem wydziałowej służby planowania produkcji będzie wtedy likwidacja tych opóźnień, np. przez przerzucenie wykonania tej operacji na inne stanowisko robocze, zaplanowanie na wykonanie tej operacji odpowiedniej liczby „nadgodzin” itp. Schemat systemu elektronicznego przetwarzania danych, w wyniku którego otrzymuje się postępowo-ciągły plan wykonania operacji, przedstawiono na rys. 31.

Omówione postępowo-ciągłe plany wykonania operacji w postaci harmonogramów wzorcowych dotyczyły planowania produkcji realizowanej w gniazdach przedmiotowych lub liniach zmiennych.

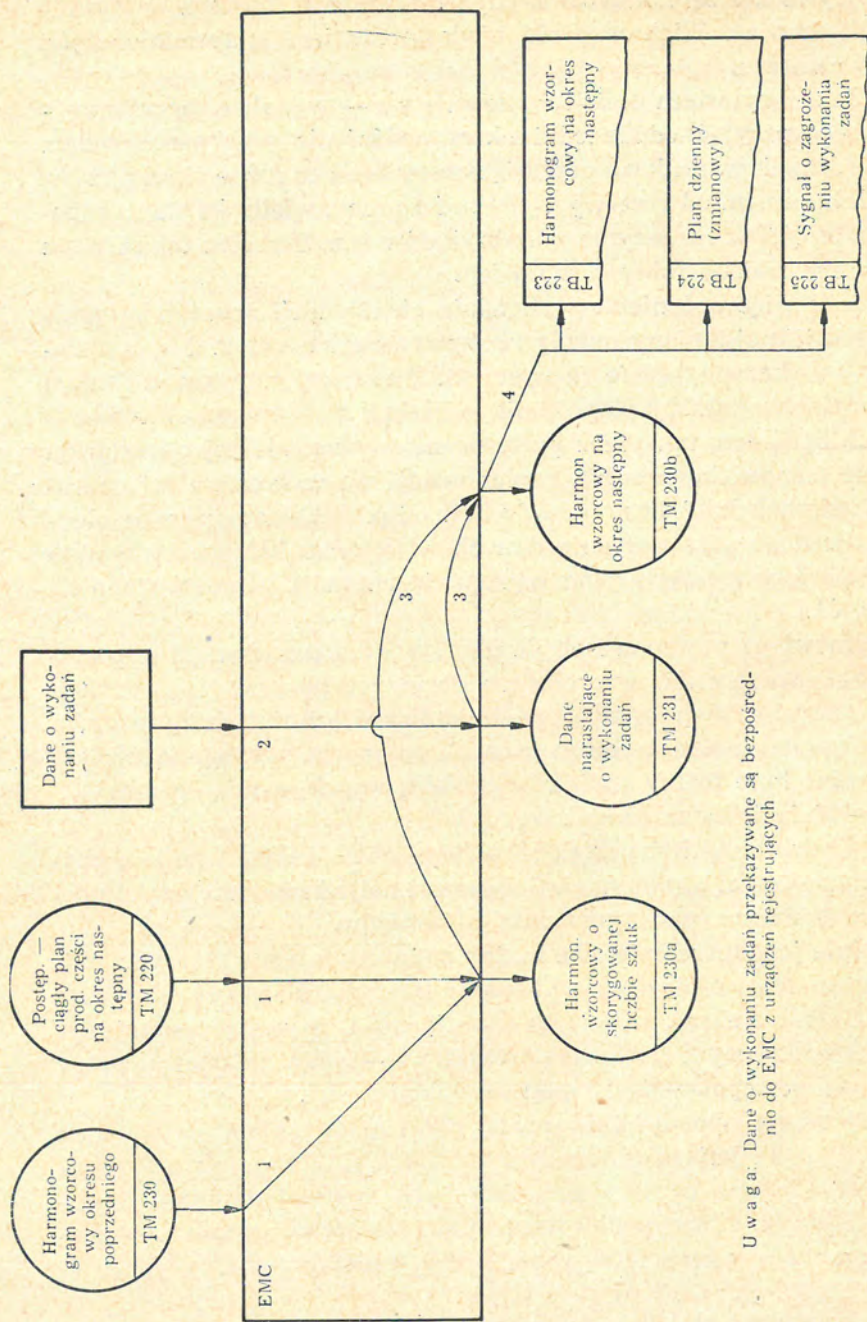
W przedsiębiorstwach, o których tu mowa, występują zwykle również inne formy odcinków produkcyjnych, a mianowicie:

— linie jednoprzekładowe,

— odcinki, w których są obrabiane części drobne i tanie o charakterze części normalnych (lub nawet niejednokrotnie części normalne), zwane często gniazdami automatów.

Linie jednoprzekładowe można z powodzeniem wyłączyć z planów postępowo-ciągłych wykonania operacji. Każde ze stanowisk linii realizuje w zasadzie zawsze jedną i tę samą operację, w związku z czym jest wystarczający — jako podstawa pracy linii — postępowo-ciągły plan produkcji części.

Metodyka sporządzania postępowo-ciągłego planu wykonania operacji dla gniazd automatów będzie identyczna jak metodyka dla wyrobów o cyklach produkcyjnych średniej długości. Zastosowanie w tym przypadku harmonogramów wzorcowych ze względu na znaczną zmienność robót byłoby nieefektywne.



U w a g a. Dane o wykonaniu zadań przekazywane są bezpośrednio do EMC z urządzeń rejestrujących

Rys. 31. Schemat przetwarzania danych obrazujący otrzymywanie postępowo-ciątego planu wykonania operacji (harmonogramu wzorcowego) wyrobów o krótkich cyklach produkcyjnych

Taka sama metodyka może być stosowana w odniesieniu do planowania wykonania operacji wszystkich części wchodzących w skład wyrobów o krótkich cyklach produkcyjnych — do czasu pełnego opanowania sporządzania i aktualizacji harmonogramów wzorcowych przez EMC.

8. Wykorzystanie elektronicznych maszyn cyfrowych w planowaniu i ewidencji produkcji w czasie rzeczywistym

8.1. Istota zagadnienia

Realizacja procesów technologicznych w przedsiębiorstwie przemysłu maszynowego charakteryzuje się m. in. tym, że w zasadzie przebiegają one w terminach niezgodnych z przewidywanymi w planie. Zawsze obserwuje się większe lub mniejsze odchylenia od terminów planowanych.

Rzeczą powszechnie znaną jest, że prawidłowo sporządzony plan produkcji na następny okres planowania musi się opierać na ściślejszej ewidencji zadań okresu bieżącego. Nie jest jednak rzeczą prostą i łatwą odpowiednio wczesne uzyskanie informacji o wykonaniu zadań planowych okresu ubiegłego, aby we właściwym czasie dostarczyć plan produkcji na okres następny uwzględniający to wykonanie.

Dlatego też w praktyce można się spotkać z różnymi rozwiązaniami „zastępczymi” pozwalającymi w sposób choćby nie w pełni ścisły, otrzymać odpowiednio wcześniej plan dla odcinków produkcyjnych. Rozwiązania te bazują np. na przewidywanym wykonaniu zadań na koniec okresu bieżącego, na założeniu kształtowania się poziomu stanu produkcji w toku na koniec okresu bieżącego w takiej samej wysokości jak na koniec okresu poprzedzającego okres bieżący itp.

Trudności, o których mowa, występują w przekroju wszystkich trzech szczebli planowania: planowania ogólnozakładowego, planowania międzywydziałowego oraz planowania wewnątrzwydziałowego.

W warunkach stosowania EMC potrafimy sobie poradzić z tymi trudnościami na ogół w sposób zadowalający w odniesieniu do

dwóch pierwszych szczebli planowania. Nie potrafimy w sposób ścisły zagadnienia rozwiązać w odniesieniu do niektórych przypadków planowania wewnątrzwydziałowego bez stosowania EMC w czasie rzeczywistym ¹⁾. Przypadki takie występować będą wtedy, gdy ośrodek obliczeniowy nie zdąży (praca dwuzmianowa w odcinkach produkcyjnych) lub w ogóle nie jest w stanie (praca trzymianowa) uwzględnić wykonania przy emisji wydawnictwa planu zmianowego na zmianę następną. Podobnie zresztą zagadnienie będzie wyglądało w odniesieniu do pracy dwuzmianowej przy emisji planu zmianowego na zmianę drugą.

Stosowanie maszyn w czasie rzeczywistym polega na wprowadzaniu do niej wszelkich zaszłości w momencie ich powstawania i równocześnie uwzględnianie tych zaszłości dla ewentualnego (w miarę potrzeby) przebudowania planu postępowo-ciągłego (obejmującego również zmianę najbliższą) sprecyzowanego w okresie ubiegłym. Jak z tego wynika stosowanie EMC w czasie rzeczywistym daje możliwość nie tylko dostarczenia odcinkom w odpowiednim czasie planów zmianowych na następną zmianę, ale również w każdej chwili aktualny (skorygowany) plan, jak też aktualnie dane o wykonaniu.

W zależności od przyjętych rozwiązań stosowanie EMC może dostarczać na bieżąco również inne informacje, wiążące się z planowaniem produkcji, jak np. dane o liczbie powstających braków, o przestojach urządzeń produkcyjnych itp.

W praktyce można już spotkać przedsiębiorstwa stosujące EMC do planowania produkcji w czasie rzeczywistym. Zagadnienie rozwiązano jednak w pewnym (z pewnością niepełnym) zakresie w odniesieniu do produkcji powtarzalnej (szczególnie wielkoseryjnej). Nie rozwiązano praktycznie jeszcze tego zagadnienia w odniesieniu do produkcji niepowtarzalnej.

8.2. Niezbędne środki i urządzenia

Główną przyczyną przeciwdziałającą szerszemu stosowaniu EMC w czasie rzeczywistym w planowaniu i ewidencji produkcji jest niedobór odpowiednich urządzeń rejestrujących i przekazujących

¹⁾ Angielski termin „real time”.

sygnały do EMC z pominięciem tradycyjnych maszynowych nośników informacji (kart lub taśm perforowanych).

Szerokie stosowanie EMC w czasie rzeczywistym w różnych warunkach produkcyjnych przedsiębiorstw i w różnych systemach planowania i ewidencji produkcji wymaga stosowania często bardzo specjalizowanych urządzeń o szerokim asortymencie. Dlatego jest celowe wraz z projektowaniem systemu elektronicznego przetwarzania danych, projektowanie wykorzystania istniejących już na rysunku lub wykonania (początkowo w liczbie kilku sztuk) urządzeń rejestrujących i in. urządzeń i środków współpracujących. Założeniem powinno być po praktycznym wypróbowaniu tych urządzeń, kierować do seryjnej produkcji i następnie szerszego stosowania te urządzenia, które zdały egzamin praktyczny.

8.3 Rozwiązania stosowane obecnie

Stosowanie EMC w czasie rzeczywistym może być realizowane w różny sposób i w różnym zakresie w zależności od warunków występujących w przedsiębiorstwie i stosowanych środków technicznych. Dla przykładu można przytoczyć rozwiązanie stosowane w fabryce traktorów (w ZSRR) o produkcji wielkoseryjnej i masowej. Urządzenia te były zainstalowane w wydziale kuźni, wydziale mechanicznym i montażowym.

W wydziale kuźni dla każdego zespołu urządzeń: piec, prasa formująca odkuwkę i prasa obcinarka zainstalowane jest jedno urządzenie rejestrujące (rejestrator danych). Jest ono zainstalowane nad transporterem łączącym obydwie prasy. Sygnał pojawia się w wyniku przesuwającej się pod tym urządzeniem gorącej odkuwki. Dla innych wydziałów urządzenia takie działają na innej zasadzie. Są one również w różnych miejscach instalowane. Na przykład dla linii montażowych są montowane dwa tego rodzaju urządzenia: na początku i na końcu linii. W gnieździe obróbczym jest montowane przy stanowisku wiodącym.

Rejestratory są połączone z pulpitem dyspozytora i z EMC. Przy takim stanowisku roboczym jest zamontowana poza tym skrzynka przyciskowa. Jest to urządzenie o wymiarach mniej więcej 30×40 cm, posiadające 10 przycisków. Każdy z przycisków może przyjmować dwa położenia. Pierwsze położenie każ-

dego z przycisków sygnalizuje zagrożenie postojem stanowiska, natomiast drugie przekazuje sygnał rozpoczęcia postoju. Liczba 10 przycisków odpowiada ustalonym 10 przyczynom powstawania przestoju, jak np. brak obsługi przez mechanika, brak obsługi przez energetyka, brak narzędzi, brak przygotówki itp. Skrzynka przyciskowa jest połączona z urządzeniem sygnalizacyjnym zlokalizowanym w komórce odpowiedzialnej za usunięcie przyczyn postoju oraz urządzeniem pamięciowym w pulpicie dyspozytora, a dalej z EMC.

Pierwsze położenie przycisku (nadanie sygnału o zagrożeniu) nie jest rejestrowane przez urządzenia pamięciowe.

U dyspozytora wydziału, jak też w każdej komórce odpowiedzialnej za likwidację przyczyn przestoju, znajdują się optyczne urządzenia sygnalizacyjne informujące (u dyspozytora) o miejscu i przyczynie przestoju, a w pozostałych komórkach o miejscu przestoju.

W EMC są również rejestrowane przestoje z winy robotnika. Rejestracja tego rodzaju przestoju następuje w wyniku tego, że zbyt długo nie napływa sygnał o wykonaniu kolejnej części (w naszym przypadku odkuwki). Jeśli np. rytm spływu części wynosi 0,5 minuty, a naturalne odchylenia od rytmu wynoszą 0,25 min, to postój z winy robotnika zostanie zarejestrowany, jeśli np. w ciągu dwóch minut nie spłynęła żadna gotowa część.

Przy każdym zespole stanowisk roboczych są zainstalowane liczniki elektromechaniczne. W każdej chwili wskazują one dwa stany, zobrazowane dwoma liczbami. Lewa liczba wskazuje ilość sztuk, jaka powinna być wykonana do danej chwili (plan), natomiast prawa — ilość, jaka została do danej chwili wykonana. Liczba prawa jest sterowana przez EMC, natomiast lewa — przez urządzenie zegarowe wyrzucające następną liczbę po upływie rytmu.

Z pomieszczenia mistrza lub dyspozytora wydziału informacje mogą być wprowadzane do EMC również za pomocą specjalnych urządzeń wprowadzania danych:

- a) urządzenia do wprowadzania danych na kartach 80, 60 i 45 kolumnach,
- b) urządzenia do wprowadzania danych za pomocą żetonów,

c) urządzenia do wprowadzania danych za pomocą kasety żetonów,

d) poza tym informacje mogą być wprowadzane poprzez słowa standardowe.

Za pomocą metalowych żetonów są wprowadzane informacje o wykonawcy (jeśli dotyczy brygady, to kaseeta żetonów) oraz informacje co dany robotnik ma wykonywać. Oczywiście ten sposób przekazywania informacji jest uzasadniony tylko w produkcji ustabilizowanej, a szczególnie wielkoseryjnej i masowej, jaka występuje w fabryce traktorów.

Słowa standardowe służą do wprowadzania takich informacji, jak: dostawa (materiałów do wydziału), przekazanie (do magazynu), braki itp.

Pulpit dyspozytora ma urządzenie pamięciowe o pojemności 5000 słów 10-bitowych, rejestrujące wyżej wymienione informacje. Dzięki sprzężonej z nim małej (56 znaków) drukarce w każdej chwili mogą być wyprowadzane dowolne informacje, jak:

- liczba wykonanych sztuk w grupie stanowisk,
- czas postoju określonej grupy stanowisk od początku zmiany,
- czas postoju wszystkich grup stanowisk wg określonej przyczyny itp.

Informacje te mogą być dowolnie wybierane. Drukarka drukuje tylko informacje numeryczne.

Z urządzenia pamięciowego na bieżąco są wyprowadzane na taśmę perforowaną wszystkie rejestrowane informacje. Taśmę tę przenosi się po zakończeniu zmiany do EMC w celu wykorzystania jej do wszystkich dalszych przeliczeń.

System przewiduje przenoszenie danych na taśmę papierową w tym przypadku, gdy odległość do EMC jest mniejsza niż 1,5 km. Jeśli odległość ta jest większa (przedsiębiorstwo terytorialnie jest bardzo rozległe), wtedy informacje powyższe są przekazywane za pomocą specjalnego łącza.

Z EMC emitowane są plany produkcji dla każdej zmiany roboczej z podziałem na wiodące stanowiska pracy (dla kuźni lub gniazd obróbczych) lub linie, dla oddziału i wydziału. W oparciu o dostarczane w wyżej omówiony sposób, uzyskiwane bieżące dane

odnośnie wykonania planu poprzedniej zmiany, następuje w maszynie korekta zadań zmianowych. Równocześnie następuje porównanie pracochłonności zadań z dysponowanym funduszem czasu.

8.4. Kierunki rozwiązań perspektywicznych

Można powiedzieć, że stosowanie EMC w czasie rzeczywistym w zakresie planowania i ewidencji produkcji znajduje się obecnie jeszcze w fazie eksperymentu. Trudno jest przewidzieć, w jakim kierunku w przyszłości się ono rozwinie. Doświadczenia praktyczne oraz literatura pozwalają jednak sądzić, że informacje użytkiwane w czasie rzeczywistym będą przekazywane nie tylko dla sterowania przebiegiem produkcji widzianym kompleksowo, ale również w zakresie innych służb lub odcinków działalności przedsiębiorstwa, jak obliczenia płac robotników bezpośrednio produkujących, ewidencji braków, ewidencji obecności itp.

Podstawowym zagadnieniem, które w pełnym zakresie będzie mogło być rozwiązane dzięki stosowaniu EMC w czasie rzeczywistym — to planowanie wewnątrzwydziałowe i odpowiadająca mu ewidencja produkcji.

Dzięki bieżącemu śledzeniu kształtowania się stanów produkcji w toku w poszczególnych odcinkach produkcyjnych (zapas technologiczny i zapas w magazynie półfabrykatów) stanie się możliwe dostarczenie zainteresowanym komórkom miesięcznego planu produkcji części w chwili zakończenia miesiąca.

Drugim istotnym elementem, który będzie możliwy do osiągnięcia w warunkach stosowania EMC w czasie rzeczywistym, jest znaczne zmniejszenie stanów produkcji w toku. Dzięki bieżąco przekazywanym sygnałom o wykonanej liczbie sztuk, jak też i wszelkich nieprawidłowościach, oraz zahamowaniach tego przebiegu, EMC natychmiast będzie mogła wyznaczać (planować) nieco zmienione przebiegi, uwarunkowane zaszłościami, zawsze zapewniające w odpowiednim czasie i asortymencie części nieprzerwany montaż wyrobów bez konieczności gromadzenia odpowiednich zapasów zabezpieczających. Pozostanie jedynie potrzeba tworzenia pewnych (zmiennych w okresie rytmu) zapasów produkcyjnych, wynikających z produkcji części w seriach ekono-

micznych oraz określonych, niewielkich stanów zapasu technologicznego. Te ostatnie zapasy będą mogły się kształtować na coraz niższym poziomie, w miarę zwiększania się stopnia synchronizacji przebiegów.

Należy jednak liczyć się z tym, że zaprojektowanie tak pomyślnych SEPD będzie wymagało dużego nakładu pracy oraz postawienia do dyspozycji projektanta dużego i dostępnego w każdej chwili asortymentu urządzeń rejestrujących, jak też odpowiedniej EMC.

9. Wdrażanie zautomatyzowanych systemów planowania i ewidencji produkcji

Jeśli chcemy spojrzeć szeroko na problem wdrażania SEPD w przedsiębiorstwie, to należy wyodrębnić cztery aspekty tego zagadnienia:

- a) przygotowanie przedsiębiorstw do wprowadzenia SEPD,
- b) wykonanie prac projektowych i programów przetwarzania,
- c) eksploatacja w okresie rozruchu (eksploatacja wstępna),
- d) instruktaż odnośnie posługiwania się przez służbę planowania produkcji przedsiębiorstwa uzyskiwanymi wydawnictwami oraz przekazywania określonych dokumentów źródłowych do EMC.

Rozwiązanie wyszczególnionych problemów jest pracą trudną, wymagającą dużych nakładów sił i środków. Realizacja ich rozkłada się jednak na różne komórki przedsiębiorstwa, lub (co występuje obecnie bardzo często) znaczna część tych prac jest realizowana przez zespoły specjalizowane.

Rodzaj prac wchodzących w zakres przygotowania przedsiębiorstwa do wprowadzenia ETO omówiono w rozdziale 1. Mają one w dużym zakresie charakter prac porządkowych, systematyzujących oraz usprawniających stosowane rozwiązania organizacyjne. Są one z reguły realizowane przez pracowników przedsiębiorstwa z różnych jego komórek organizacyjnych, głównie jednak z działu głównego technologa oraz poszczególnych szczebli planowania produkcji. Zakres tych prac w różnych przedsiębiorstwach bywa zazwyczaj różny i zależy głównie od poziomu orga-

nizacyjnego. Średnio biorąc pracochłonność tych prac jest zwykle znaczna, wymagająca również znacznych nakładów pracy i środków. W przypadku konieczności podjęcia usprawniających prac organizacyjnych w zakresie technologii, prace te ciągną się zwykle od roku do dwóch lat, a czasem nawet dłużej, głównie w zależności od wielkości środków, jakie mogą być przeznaczone na ten cel.

Opracowanie systemu EPD w zakresie planowania i ewidencji produkcji może być wykonane albo przez istniejącą w przedsiębiorstwie komórkę przetwarzania, albo też — co występuje obecnie dosyć często — zlecane są komórkom specjalistycznym spoza przedsiębiorstwa.

Niezbędny okres czasu na opracowanie systemu oraz jego oprogramowanie zależy od liczby osób, biorących udział w opracowaniu systemu. Prace te mogą być zrealizowane (przy dość znacznych siłach grupy roboczej) przez okres 2 lat. Mogą one być prowadzone częściowo równoległe z pracami przygotowawczymi w przedsiębiorstwie.

Eksploatacja wstępna w okresie rozruchu opracowanego systemu przetwarzania danych jest dokonywana przy współudziale autorów systemu oraz użytkownika — odpowiedzialnych pracowników pionu planowania produkcji. Głównym jej celem jest wyeliminowanie wszystkich zauważonych błędów i usterek wyłonionych w toku eksploatacji na danych rzeczywistych oraz w wyniku stosowania uzyskanych z EMC rozwiązań w praktyce przedsiębiorstwa. Należy się liczyć z tym, że okres eksploatacji wstępnej trwać będzie ok. pół roku. W tym czasie są stosowane zwykle dwa systemy — stary, dotychczas obowiązujący system przetwarzania danych, oraz stopniowo, etapami wprowadzany nowy system.

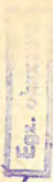
Za koniec okresu rozruchu uważa się moment zarzucenia stosowania systemu starego. W tym okresie powinno nastąpić nie tylko wszechstronne sprawdzenie i korekta systemu, ale również pełne opanowanie nowego systemu przetwarzania danych i umiejętność wszechstronnego nim operowania.

Instruktaż i szkolenie zainteresowanych pracowników jest dokonywane zwykle przez autorów SEPD. Powinien on być dokonywany etapami i zakończony przed zakończeniem okresu roz-

ruchu. Po zarzuceniu starego systemu przetwarzania danych pracownicy służby planowania powinni w pełnym zakresie i swobodnie umieć pracować wg nowych zasad.

Dużym ułatwieniem przy wdrażaniu SEPD jest czynnik, który nie występuje przy wdrażaniu nowych systemów bez stosowania EMC, a mianowicie to, że pracownicy nie muszą ręcznie opracowywać planów produkcji, prowadzić ewidencji, wyznaczać terminów uruchamiania i spływu itp. Służba planowania otrzymuje wszystkie te elementy obliczone i zestawione przez EMC. Do zadań jej należy właściwie tylko rozdział zadań zgodny z otrzymaną z EMC dyspozycją. Dlatego też wdrożenie SEPD, o ile instruktaż i szkolenie było przeprowadzone w sposób właściwy, nie nastęrcza większych trudności.

Dużego znaczenia nabiera natomiast skrupulatne i terminowe przekazywanie do EMC wszystkich dokumentów tradycyjnych, które występują w systemie. Zaniedbanie tych spraw prowadzi jednoznacznie do pełnej lub przynajmniej częściowej deaktualizacji systemu.



WYKAZ LITERATURY

1. *Abramson N.*: Teoria informacji i kodowania. (Tłum. z ang.) Warszawa 1969, PWN.
2. *Beer S.*: Cybernetyka a zarządzanie. (Tłum. z ang.) Warszawa 1966, PWN.
3. *Berkeley E.*: Rewolucja maszyn matematycznych. (Tłum. z ang.) Warszawa 1969, PWN.
4. *Bursche J., Chajtman S., Podleśny S.*: Wybrane problemy organizacji i zarządzania w przedsiębiorstwach przemysłowych. Warszawa 1967, WNT.
5. *Gackowski Z.*: Metodyka projektowania kompleksowych systemów przetwarzania danych. Warszawa 1969, CROPI.
6. *Gula M.*: Gospodarka materiałowa. Warszawa 1969, WNT.
7. *Hanusz T., Włoczewski J.*: Planowanie kroczące. OSZ nr 11 (120) 1965.
8. *Hopperdietzel W.*: Obliczanie efektywności ekonomicznej ETO. Datenverarbeitung nr 5/68.
9. *Zasady organizacji przedsiębiorstwa przemysłowego.* Praca zbiorowa. Warszawa 1969, WNT.
10. *Metodyka opriedelenija ekonomiczeskoj efektiwnosti primienienija ĖWM w uprawlenii proizvodstwom.* Mińsk 1967, CNIITU.
11. *Stolarek W.*: Organizacja cyklu produkcyjnego wyrobu. Warszawa 1969, WNT.
12. *Szaniawska W.*: Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania danych w przedsiębiorstwach. Warszawa 1967, PWE.
13. *Walczak T.*: Maszyny liczące. Mechanizacja i automatyzacja przetwarzania danych. Warszawa 1968, PWE.
14. *Włoczewski J.*: Organizacja wydziału mechanicznego. Warszawa 1964, WNT.
15. *Marcińczak R.*: Elektroniczne maszyny cyfrowe. Wiadomości ogólne. Warszawa 1970, WNT.

BIBLIOTEKA ORGANIZATORA PRODUKCJI

obejmuje dotychczas następujące tytuły:

- L. Kazalski: Techniczne normowanie pracy
- F. Haratym: Techniczne przygotowanie produkcji
- B. Obirek: Maszyny licząco-analityczne. Organizacja zmechanizowanego obrachunku
- T. Hanusz: Organizacja przedmiotowego gniazda produkcyjnego
- M. Gula: Gospodarka materiałowa
- Z. Zapolski: Koszty własne produkcji
- J. Bursche: Planowanie wewnątrzzakładowe i ewidencja produkcji
- Z. Siuźdań i J. Wiśniewski: Obróbka grupowa
- J. Włoczewski: Organizacja wydziału mechanicznego
- J. Wasiak: Organizacja stanowisk roboczych
- S. Sudoł: Dokumentacja produkcyjna
- E. Perzyna: Automatyczna rejestracja pracy maszyn
- W. Stolarek: Organizacja cyklu produkcyjnego wyrobu
- F. Haratym: Organizacja wydziału montażowego
- A. Wiśniewski: Organizacja kontroli technicznej w przemyśle maszynowym
- J. Tuszyński: Automatyzacja produkcji
- Z. Jodełko: Ocena ekonomiczna mechanizacji i automatyzacji w przemyśle maszynowym
- Z. Heidrich: Zasady organizacji i kierownictwa
- J. Bursche: Metoda usprawniania organizacji przedsiębiorstw przemysłu maszynowego
- W. Stolarek: Podstawy organizacji produkcji
- B. Obirek: Środki organizacyjno-techniczne w przedsiębiorstwie
- E. Perzyna: Gospodarka remontowa
- J. Wasiak: Gospodarka narzędziowa
- L. Kazalski: Planowanie i ocena wydajności pracy w przedsiębiorstwie przemysłu maszynowego
- Z. Zapolski: Wewnątrzzakładowy rozrachunek gospodarczy
- A. Stolarek: Organizacja oddziału obróbki powierzchniowej i cieplnej
- A. Pelowski: Organizacja oddziału obróbki drewna
- J. Indraskiewicz: Psychologia i socjologia w przedsiębiorstwie przemysłowym
- R. Krzykawa: Organizacja oddziałów tworzyw sztucznych
- S. Kasprzyk: Ocena i kształtowanie jakości wyrobów
- J. Piekutowski: Organizacja odlewni
- Z. Porębski, K. Jarosławski: Metody analizy drogi krytycznej i ich zastosowanie w przedsiębiorstwie
- Z. Jodełko, B. Marks: Dokumentacja techniczna w przedsiębiorstwie budowy maszyn
- A. Horczyczak: Organizacja wydziału narzędziowego
- W. Berus: Organizacja pracy komórek planowo-rozdzielczych
- R. Marcińczak: Elektroniczne maszyny cyfrowe

Cena zł 18,—