

P. 2900 / 69

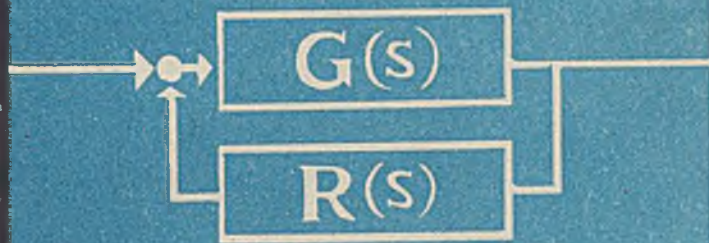


MERA

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA

APARATURA POMIAROWA

MASZYNY MATEMATYCZNE



BIULETYN

Rok VIII
9 (91)
1969

KOLEGIUM REDAKCYJNE

Redaktor Naczelny: mgr R. Sprawski

Sekretarz Redakcji: mgr inż. Z. Kosztowski

Redaktorzy działowi: prof. dr inż. W. Jarominek
inż. P. Glowacki
mgr B. Drożak

Członkowie: mgr inż. J. Matejak
mgr inż. A. Mańkowski
J. Jarkiewicz
inż. Z. Skarżycki
mgr Cz. Borski
mgr Z. Bieguszevska-Kochan

WARUNKI PRENUMERATY

Cena prenumeraty rocznej - 516.- zł

Institucje państwowe i społeczne mogą zamawiać prenumeratę wyłącznie za pośrednictwem Oddziałów i Delegatur CKPiW "RUCH". Prenumeratę dla czytelników indywidualnych przyjmują urzędy pocztowe oraz listonosze. Można również dokonać wpłat na konto PKO nr 1-6-100020 CKPiW "RUCH", Warszawa, ul. Wronia 23

ZJEDNOCZENIE
PRZEMYSŁU AUTOMATYKI I APARATURY POMIAROWEJ "MERA"



P.2900/69

BIULETYN MERA

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA – APARATURA POMIAROWA
MASZYNY MATEMATYCZNE

MERA
METR

WYDAWNICTWA PRZEMYSŁU AUTOMATYKI i POMIARÓW
przy Przedsiębiorstwie Automatyki Przemysłowej "PAP" w Falenicy

S P I S T R E S C I

TECHNIKA

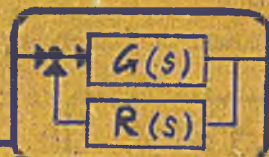
	str.
J. B u ć	
R. Z i e l i ń s k i: System automatycznego przygotowania technologii i sterowania produkcją w przemyśle maszynowym	3
A N a r o ż n y: Bezwiórowe wykonywanie gwintów zewnętrznych w Przedsiębiorstwie Automatyki Przemysłowej .	24
L. O l k u ś n i k: Dokładność termometrów elektrycznych stosowanych w przemyśle /I cz./	31

EKONOMIKA • ORGANIZACJA

R. K o w a l s k i		
L. Ś w i ę t c z a k	Ewidencja wydziałów produkcji podstawowej, gniazd i stanowisk, przyrządów specjalnych.	
T. T u k a	Zbiory danych	43
INFORMACJE		
Wiadomości dźwiękowe z zakresu automatyki i pomiarów /cz.b./ . .		51



TECHNIKA



dr inż. Jerzy BUC
Politechnika Warszawska
dr inż. Ryszard ZIELIŃSKI
Instytut Elektrotechniki

SYSTEM AUTOMATYCZNEGO PRZYGOTOWANIA TECHNOLOGII I STEROWANIA PRODUKCJĄ W PRZEMYSŁE MASZYNOWYM

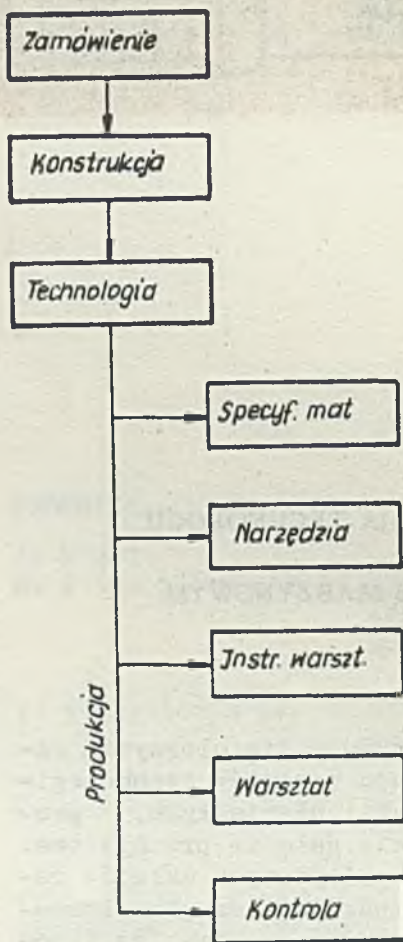
Ostatnie dziesięciolecie w technice charakteryzuje się olbrzymim zapotrzebowaniem na automatyzację wszelkiego rodzaju procesów technologicznych. Dotyczy ono zarówno procesów ciągłych jak i nieciągłych, produkcji mało- i wielkoseryjnej i obejmuje wszystkie gałęzie przemysłowe. Jest wynikiem wielkiego postępu w dziedzinie automatycznych układów regulacji, jak i w dziedzinie automatycznego przetwarzania danych. Procesy przemysłu maszynowego, a w szczególności obróbki maszynowej zaliczają się do typowych procesów nieciągłych. Z tej racji trudno je ująć w kompleksowy układ regulacyjny niemniej poszczególne ich stadia są już automatyzowane. Charakterystycznym przykładem może być obrabiarka sterowana z taśmy lub bezpośrednio sprzężona z maszyną cyfrową. Z racji swej "adaptacyjności", pozwalającej w sposób prosty i szybki na zmianę zadanego programu lub nawet jego korekcję, stanowi ona w chwili obecnej podstawowe narzędzie automatyzacji obróbki skrawaniem.

Podstawowym warunkiem zautomatyzowania każdego procesu technologicznego jest odpowiednio przygotowana jego logika i organizacja, tak aby na podstawie niezbędnych danych początkowych można było wyprodukować rozkazy sterujące. Kraje o wysokim poziomie technicznym, a w szczególności Stany Zjednoczone, rozpoczęły w ostatnich latach intensywne prace nad automatyzacją planowania procesów technologicznych. Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie funkcji automatycznego planowania technologii.

Wprowadzenie

Zadaniem technologii programowej jest automatyczne przetworzenie geometrii i warunków technicznych wyrobu, określonych przez konstruktora i technologa, na szczegółowe instrukcje warsztatowe, na podstawie których pracownik lub maszyna sterowana zdolne będą do wyprodukowania zespołu lub wyrobu w sposób optymalny. Funkcję tę dotychczas spełnia tzw. biuro technologiczne, biuro fabrykacji itp. zatrudniające szereg pracowników o różnych specjalnościach. Krótko można to zadanie określić jako wyznaczenie najbardziej ekonomicznego sposobu wykonania.

Na rys. 1 przedstawiono schematycznie wzajemną zależność i przebieg informacji dotyczących produkcji. Stanowią one podstawę do określenia sposobu wykonania wyrobu, a więc określenia materiału wyjściowego, kolejności operacji, wyposażenia w przyrządy, narzędzia i uchwyty, parametrów obróbki, norm czasowych itp.



Rys.7. Schemat przebiegu informacji

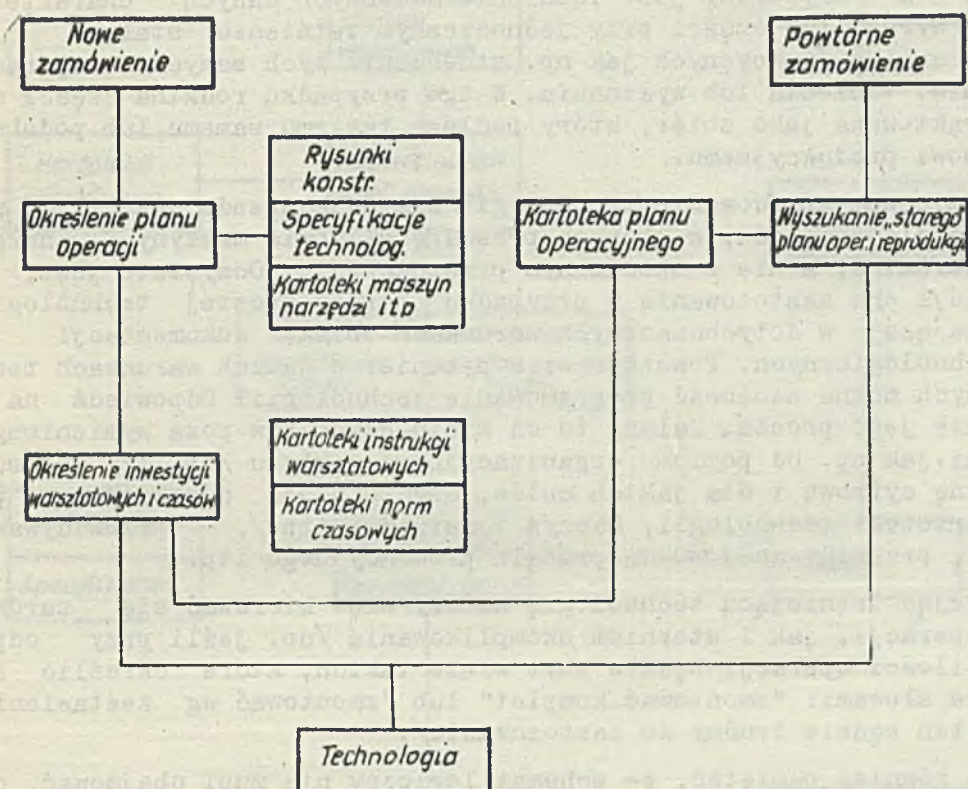
W większości zakładów przemysłowych opracowanie technologii wyrobu wykonywane jest przez personel inżynierski, który w mniejszej lub większej mierze posiada wiadomości o zdolnościach produkcyjnych zakładu. W przypadku produkcji powtarzalnej sprowadza się to do wyszukania w odpowiedniej /lub odpowiednich/ kartotekach poszczególnych danych dotyczących procesu, a w przypadku nowego wyrobu do porównania "starych" instrukcji i dopasowania ich do nowego wyrobu. Szczególnie w tym ostatnim przypadku decyzja ostatecznego określenia parametrów należy do specjalistów technologów, a w obydwu przypadkach czas przygotowania produkcji jest praktycznie zależny od poziomu technicznego personelu i wewnętrznej organizacji poszczególnych komórek, jak biura fabrykacji, biura konstrukcyjnego, produkcji itp. Biorąc pod uwagę zmiany personelu, zmiany metod fabrykacji, norm czasowych, trzeba się liczyć z reguły z długim czasem tzw. rozruchu produkcji.

Niektóre zakłady przemysłowe część pracy personelu inżynierskiego zmechanizowały przez odpowiednie "zmagazynowanie" informacji w kartotekach, na kartach dziurkowanych lub taśmach, aby przy zastosowaniu

maszyny cyfrowej skrócić okres czasu potrzebny do odtworzenia niezbędnych parametrów. Aczkolwiek w wielu przypadkach stanowić to może wydatne polepszenie jakości pracy, jest ono tylko mechanizacją procesu i pierwszym stopniem w przygotowaniu automatycznego programowania technologii.

Na rys. 2 pokazano schemat przebiegu informacji w przypadku opracowywania technologii dla nowego wyrobu. Jak widać z niego, określenie ostatecznych parametrów przebiega dwoma drogami. Pierwsza część schematu dotyczy wyrobu "starego" i odtworzenia technologii. Ta właśnie część jest zwykle mechanizowana przez zakłady produkcyjne. Podejmując decyzję przygotowania zakładu do zautomatyzowania technologii należy zdać sobie sprawę przede wszystkim z ograniczeń, jakie są narzucone przy konwencjonalnej technologii. W zakładzie przemysłowym o stosunkowo prostym procesie technologicznym i przy wysokim poziomie zarówno personelu inżynierskiego, jak i obsługi maszyn, tradycyjna metoda może być wystarczająca. Natomiast w przypadku bardziej złożonego procesu, częstych zmian wyrobu zarówno konstrukcyjnych jak i technologicznych, tradycyjna metoda przedstawia poważny problem z punktu widzenia sterowania produkcją. Przygotowanie dokumentacji technologicznej w tym przypadku pochłania poważną ilość czasu, a niezależnie od tego zmiany w trakcie roz-

ruchu, poprawki parametrów wynikające z nieuniknionych błędów technologicznych powodują niestabilność procesu i straty. Te same operacje przygotowywane w różnym okresie czasu przez różnych ludzi różnią się między sobą parametrami technicznymi i normami czasowymi, podczas gdy istnieje tylko jeden optymalny zespół tych parametrów.



Rys.2. Schemat przebiegu informacji w przypadku nowego i powtórnego zamówienia

Programowanie technologii pozwala na uniknięcie tych wszystkich błędów i jej optymalizowanie. Wynika to z faktu, że tak opracowany proces jest oparty na schemacie logicznym, a poszczególne jego stadia, parametry techniczne, normy czasowe, są wynikiem rachunku matematycznego przeprowadzonego przez maszynę cyfrową. Efektywność programowania jest więc zależna od prawidłowego schematu logicznego oraz od takiego zorganizowania danych wejściowych, które pozwolą na automatyczne generowanie opisu kolejności operacji, oprzyrządowania, onarzędziowania i norm czasowych.

Przystępując do ustalenia logiki procesu technologicznego trzeba zdać sobie sprawę, w jakich warunkach produkcyjnych technologia programowana może być stosowana z punktu widzenia jej efektywności. Ogólnie można powiedzieć, że programowanie procesu jest możliwe wszędzie tam, gdzie istnieje możliwość jego zmodelowania. W przypadku zakładów przemysłu maszynowego, gdzie istnieje duża przewaga obróbki maszynowej, można wyodrębnić trzy ogólne kryteria stosowalności tej metody. P i e r w s z y m jest istnienie linii lub ciągów produkcyjnych o wspólnych charakterystykach. Może to być np. linia produkcyjna lub linie produkcyjne o podobnych danych charakterystycznych z punktu widzenia technologicznego, jak obróbka kół zębatach, tarcz ściernych lub półfabrykatów toczonych. D r u g i m kryterium jest istnienie tzw. "rodzin" części

lub podzespołów. Rodzina może być określona na podstawie wspólnych cech charakterystycznych jak np. wałki, bieżnie łożysk tocznych, obwody drukowane itp. Oczywiście, w każdej rodzinie może istnieć nieskończona ilość podobnych części różniących się cechami indywidualnymi, jak np. wymiarami, tolerancjami, wykończeniem powierzchni, opornością. Wreszcie t r z e c i m kryterium jest istnienie zmiennych danych charakterystycznych wyrobu lub części przy jednoczesnym istnieniu stałych i wspólnych cech produkcyjnych jak np. stosowanie tych samych operacji gwintowania, toczenia lub wycinania. W tym przypadku rodzina części może być traktowana jako zbiór, który podlega takiemu samemu lub podobnemu procesowi produkcyjnemu.

Automatyczne opracowanie technologii znajduje przede wszystkim zastosowanie dla procesów, w których przewagę stanowią maszyny i narzędzia uniwersalne, a nie o specjalnym przeznaczeniu. Oczywiście jest, że nie znajduje ono zastosowania w przypadku bardzo prostej technologii, nie wymagającej w dotychczasowych warunkach obiegu dokumentacji i zmian technologicznych. Powstaje więc pytanie: w jakich warunkach technologicznych można stosować programowanie technologii? Odpowiedź na to pytanie nie jest prosta. Zależy to od wielu czynników poza wymienionymi kryteriami, jak np. od poziomu organizacyjnego zakładu /np. czy stosuje się maszynę cyfrową i dla jakich celów, czy istnieją odpowiednie i poprawne kartoteki technologii, maszyn i narzędzi itp./, przewidywanej rozbudowy, przewidywanej zmiany profilu produkcyjnego itp.

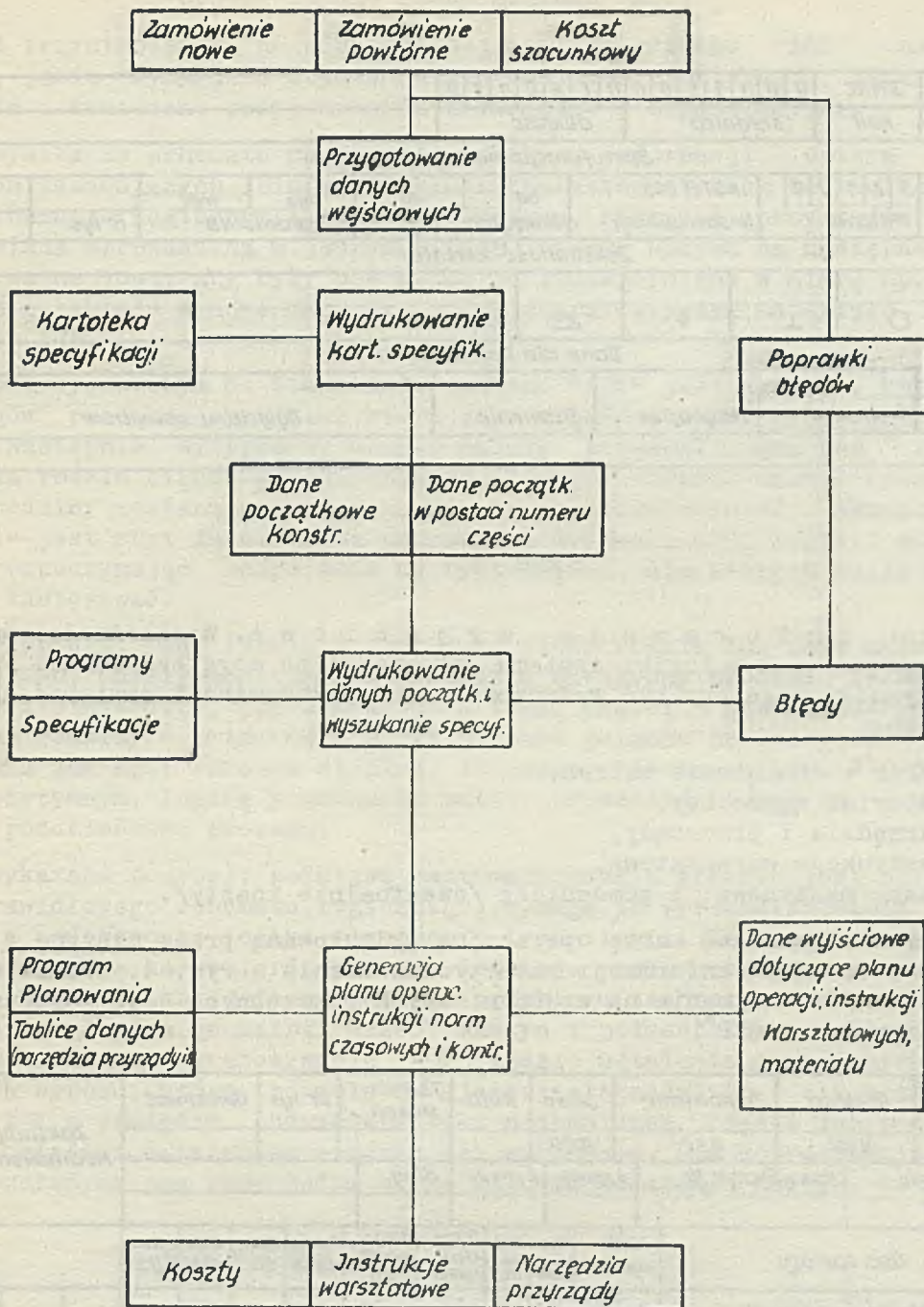
Analizując istniejącą technologię należy więc kierować się zarówno ilością operacji, jak i stopniem skomplikowania /np. jeśli przy odpowiedniej ilości operacji będzie zbyt wiele takich, które określić się dają tylko słowami: "zmontować komplet" lub "zmontować wg zestawienia" - system ten będzie trudny do zastosowania/.

Trzeba również pamiętać, że schemat logiczny nie musi obejmować całości procesu i że część technologii może pozostać konwencjonalna. To ostatnie stwierdzenie jest szczególnie ważne w naszym kraju, gdzie istnieje centralna polityka gospodarcza. Wydaje się, że programowanie technologii ma szczególne cechy powodzenia w krajach socjalistycznych, gdzie "przygotowanie" zakładu do optymalizacji i automatyzacji może odbywać się planowo w oparciu o dotacje państwowe.

Schemat logiczny systemu "AOT"

Na rys. 3 pokazany jest typowy schemat logiczny, według którego przebiega proces automatycznego opracowania technologii. Można go podzielić na trzy zasadnicze części:

- pierwsza: i n f o r m a c j e w e j ś c i o w e. Informacje te dotyczą charakterystyki wyrobu oraz wielkości produkcji. Forma tych informacji może być różna. Dla nowego wyrobu może to być odpowiednio przygotowany rysunek techniczny lub karta opisowa z zawartymi w niej wszystkimi niezbędnymi parametrami. Może to być również /w przypadku wyrobu powtarzalnego/ tylko numer czy oznaczenie części odnoszące ją do odpowiedniej charakterystyki w istniejącej kartotece. Niezależnie od formy można powiedzieć, że informacje wstępne muszą zawierać dane konstrukcyjne i technologiczne dla każdego wyrobu. Na rys. 4 pokazana jest schematycznie karta informacji wstępnych sporządzona na podstawie odpowiednio przygotowanego rysunku konstrukcyjnego. Dane wejściowe muszą być bezbłędne, dlatego podlegają one sprawdzeniu w trakcie przygotowywania: najpierw po ręcznym ich przygotowaniu, a następnie po zakodowaniu na kartach lub taśmie dziurkowanej /patrz schemat na rys. 3/.



Rys.3. Schemat logiczny systemu AOT

Wszystkie błędy są drukowane na karcie błędów i powracają w postaci informacji uzupełniających informacje wstępne;

- Drugim: przetwarzanie informacji. Odbywa się ono przy pomocy maszyny cyfrowej z odpowiednio pojemną pamięcią zewnętrzną. Przy pomocy odpowiednich programów, przetwarzanie przebiega w trzech kierunkach: a/ ustalenie sekwencji operacji, b/ ustalenie metody obróbki i narzędzi, 3/ ustalenie norm czasowych, długości cyklu produkcyjnego. W zależności od stopnia skomplikowania programów, przy zbyt dużej ilości danych przekraczających pojemność pamięci maszyny cyfrowej, program może być podzielony na części /tzw. podprogramy/ i wykonywany stopniowo;

Nr części	SMRC	0	0	8	7	5	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0
	Kod	średnica			długość											
Specyfikacja materiałowa																
MAT	5	2	1	0	0	ASTM 295			od	do	min	max				
Kod	Materiał			Nr specyfikacji			Nawęglana - głęb			Twardość HB		Nr rys.				
Dokładność kształtu																
Kod	O	I	II	△												
Dane dla kontroli																
Kod	Twardość	Magnaflux	Trawienie	Ogledziny zewnętrzne												

Rys. 4.

- trzecia: informacje wyjściowe. W zależności od wymagań początkowych i logiki systemu informacje te mogą być różne. W naszym przypadku mogą one być wydrukowane lub zakodowane i zawierać następujące dane:

- a/ wybór i obciążenie maszyn,
- b/ materiał wyjściowy,
- c/ narzędzia i przyrządy,
- d/ instrukcje warsztatowe,
- e/ czasy maszynowe i pomocnicze /ewentualnie koszty/.

Na rys. 5 pokazano kartę operacyjną wydrukowaną przez maszynę cyfrową na podstawie informacji zawartych w karcie z rys. 4. Istnieje również możliwość otrzymania na wyjściu danych potrzebnych do wykonania taśmy sterującej OSP^{*/}

Nr karty	Nr części	Zamówienie	Ilość	Data	Termin. wykon.	Nr rys	Opracował	Zakłady Mechaniczne X						
12545	0078	ABC	1000											
Materiał wyjśc.	Specyfikacja Nr	φzewn	φwewn	dług										
	51200													
Nr	Stano- Miska	Opis operacji	Kod. wymiar	Wymiary		Narz. dzie symbol	Numer narzędzia	Symbol masz	Czas obr.	Czas ustaw	Czas cyklu			
01	30	obciąć na wymiar	R5	D1	12,5	12,7	NH	11A						
02	30	oczyszczyć												
03														
04														
05														
06	56	Kontrola twardości												
016	56	Kontrola dostateczna												

Rys. 5.

*/ Obrabiarki sterowane programowo

Ogólne zasady pracy systemu "AOT"

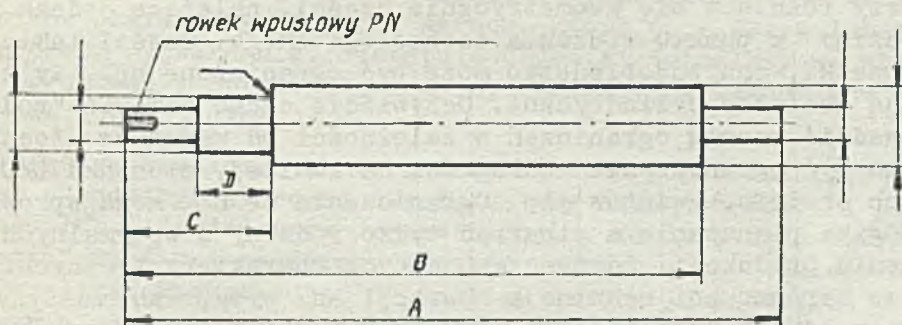
Przed przystąpieniem do szczegółowej analizy systemu "AOT" należy ustalić, jakie wymagania stawia on kierownictwu, jakie są generalne wymagania i konieczne przygotowania techniczne i organizacyjne.

Jak wynika ze schematu na rys. 1, przebieg informacji opiera się na trzech zasadniczych zbiorach danych: charakterystykach technologicznych, schemacie logicznym i tablicach maszyn, narzędzi, przyrządów itp. Każda zmiana wprowadzona w jednym z tych zbiorów wpływa na następne. Dlatego ważne jest, aby były one aktualne i uzupełniane w miarę np. inwestowania zakładu w nowe maszyny, zmian charakterystyk materiału półfabrykatu itp.

Punktem wyjściowym do stosowania systemu "AOT" jest decyzja, który z przebiegów produkcyjnych /lub która jego część/ powinien być objęty systemem. Następnie wytypowany proces należy przeanalizować pod kątem istnienia rodzin części podobnych, ich ilości i stopnia skomplikowania. Jeśli rodziny zostaną zidentyfikowane, a ich różnorodność i skomplikowanie nie jest zbyt duże, można przystąpić do realizacji logiki planowania, rozpoczynając oczywiście od tych części, dla których najłatwiej jest ją zastosować.

W przypadku, gdy istnieje zbyt duża ilość rodzin lub zbyt małe ich podobieństwo, należy analizę przeprowadzić od strony procesu technologicznego i stwierdzić, czy dostateczna ilość części - nie należących do tej samej rodziny - przechodzi przez te same gniazda produkcyjne lub stanowiska jak np.: obróbka cieplna, toczenie, tłoczenie itp. W przypadku pozytywnym, logikę planowania należy prowadzić biorąc za punkt wyjścia podobieństwo procesu.

Jak wykazano powyżej, podstawą zautomatyzowania procesu jest opracowanie prawidłowego schematu logicznego. Wymaga to przeanalizowania i ustalenia podstawowej logiki planowania technologii. Koncepcja systemu "AOT" opiera się na stwierdzeniu, że istnieje pewien uogólniony wzorec lub uogólniony plan logiczny każdego przebiegu technologicznego, tak jak istnieje logika geometrii części maszyn i podzespołów. Pierwszym więc krokiem przy opracowywaniu "AOT" będzie ustalenie tych danych dotyczących wyrobu, które pozwolą na ujęcie zależności przyczyn i skutku pomiędzy charakterystyką mechaniczną części lub podzespołu a dokładnym ustaleniem sposobu ich wykonania. Dla zobrazowania tej zasady posłużymy się przykładem wałka silnika pokazanym na rys. 6. Usta-



Rys. 6.

lenie planu technologicznego nie przedstawia tu trudności. Typowa fabryka silników wykonuje dziesiątki lub setki asortymentów takich wałków, z których jedne są produkowane aktualnie, inne "czekają" na wykonanie, jeszcze inne podlegają zmianom. W konwencjonalnym systemie o-

pracowywania technologii każdy wchodzący do produkcji asortyment jest analizowany przez specjalistów, którzy ustalają plan technologiczny opierając się na istniejącej dokumentacji, a zmieniają tylko te parametry, które tego wymagają z racji zmian geometrii wałka.

Aby określić czynniki wpływające na ustalenie procesu, należy ustalić współzależności pomiędzy procesem a charakterystyką wałka. Założymy dla przykładu, że nowy wałek wchodzący do produkcji jest identyczny jak wałek na rys. 6, z wyjątkiem materiału. W tym przypadku, jeśli np. wałek nowy wykonany ma być ze stali stopowej, a "stary" był wykonany ze stali węglowej, sekwencja operacji, rodzaj maszyny, czas jej ustawienia pozostaną takie same, natomiast szybkość skrawania, posuwy, narzędzia mogą ulec zmianie. Jeżeli ustali się zależność pomiędzy rodzajem materiału a tymi czynnikami, wówczas technologia wszystkich wałków identycznych wymiarowo, wykonywanych z różnych materiałów może być przygotowywana automatycznie. W efekcie ustalona zostanie rodzina wałków identycznych wymiarowo i podlegających obróbce na tych samych maszynach, przy użyciu różnych narzędzi.

Analizując w dalszym ciągu ten sam przykład założymy, że inne dane charakterystyczne nowego wałka ulegają zmianie. Niech to będzie np. długość poszczególnych przewężeń przy zachowaniu stałych średnic, rowków wpustowych, tolerancji i współosiowości. W tym przypadku narzędzia tnące, posuwy i sekwencja operacji pozostaną niezmiennione. Natomiast czas operacji będzie funkcją długości i jeśli funkcja ta zostanie ustalona, rodzina wałków może objąć różne ich wymiary długościowe. Następne dane charakterystyczne wpływające na przebieg procesu to tolerancje średnic pod łożyska i gładkość powierzchni. Jeśli np. żądana gładkość zawierać się będzie w klasie 8, wówczas konieczne będzie zastosowanie dodatkowej operacji szlifowania. Jeśli natomiast żądana gładkość będzie w klasie 6, a żądana tolerancja np. $\pm 0,02$ będzie utrzymywana w czasie toczenia, dodatkowa operacja będzie niepotrzebna. W sytuacji, gdy tolerancja będzie duża /np. $\pm 0,1$ / a gładkość w klasie 8 - dodatkowa operacja wynikająca z warunku na gładkość musi być zastosowana.

Rozpatrywane powyżej warunki i logika odnosiły się ciągle do wałka pokazanego na rys. 6, względnie do rodziny wałków o różnych, lecz ograniczonych, wymiarach długościowych i średnicach. Zastanówmy się teraz, czy do określonej przez nas powyżej "rodziny" nie mogą należeć części geometrycznie różniące się od wałków? Założymy, że niektóre wymiary długościowe będą równe zeru, a proporcje średnic będą inne niż w przykładowym wałku. Najlepiej zilustruje to rys. 7. Pokazano na nim trzy różniące się geometrycznie części, należące jednak do wspólnej rodziny z punktu widzenia technologicznego. Części takich mogą istnieć setki, ich podobieństwo może być ograniczone np. tylko do tego, że mają kształty cylindryczne. Oczywiście, chcąc zawęzić "rodzinę" należy wprowadzić szereg ograniczeń w zależności od warunków technicznych. Może to być ograniczenie długości całkowitej, stosunku L/D , ilości różnych średnic, gwintów itp. Ograniczenia te nie mogą wprowadzać zawężenia logiki planowania a stwarzać tylko rodziny o optymalnych, z punktu widzenia produkcji, wartościach danych charakterystycznych. Jest oczywiste, że zarówno ani sekwencja operacji ani wytypowane maszyny, jak narzędzia czy posuwy ustalone dla konkretnej części nie muszą być i nie będą takie same dla całej ich rodziny. Musi istnieć natomiast możliwość automatycznego określenia tych parametrów dla każdej części należącej do rodziny objętej systemem logicznym.

Jeśli założymy, że produkcja podanych przykładowo wałków /rys. 6/ nie wymaga specjalnego onarzędziowania, możemy uogólnić proces do następujących operacji:

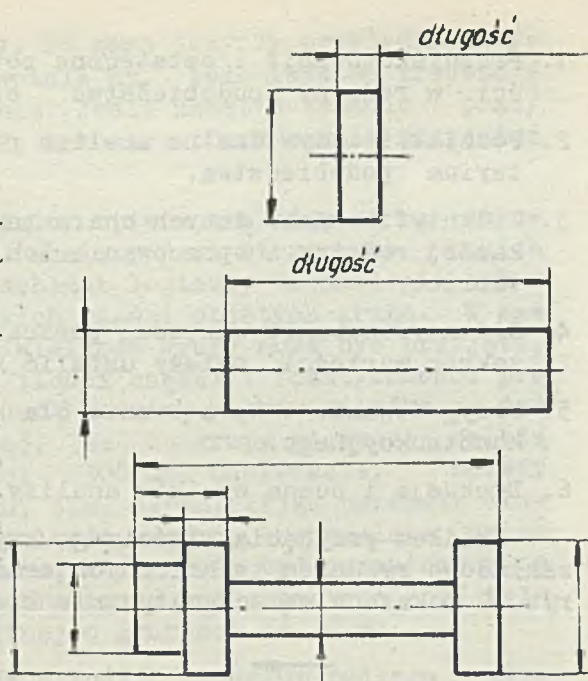
1. Obcięcie,
2. Toczenie,
3. Toczenie i obcięcie,
4. Wykonanie rowka wpustowego,
5. Szlifowanie,
6. Obróbka powierzchniowa.

Sekwencja tych operacji jest wystarczająca do wykonania dowolnego wałka objętego rodziną.

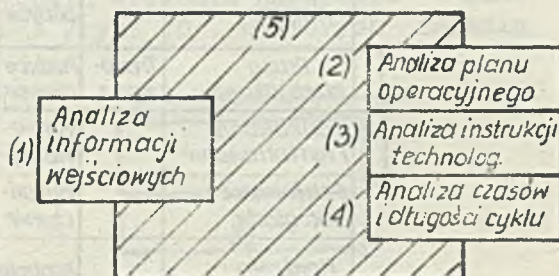
Podobnie, możemy uogólnić i wytypować zarówno inne operacje /np. obr. cieplna, malowanie/ jak i maszyny, stanowiska obróbcze i narzędzia. Aby określić strukturę informacji potrzebnych do ustalenia systemu "AOT" należy przeprowadzić analizy pięciu głównych punktów wchodzących w schemat logiczny systemu:

1. Danych charakterystycznych "wejścia" /lub danych początkowych/,
2. Planu operacyjnego,
3. Instrukcji technologicznych /lub kart operacji/,
4. Norm czasowych,
5. Układu logicznego.

Schematycznie można to ująć na rys. 8: /1/ - określa informację wejściową, /2/, /3/, /4/ - jest wejściem, a /5/ - jest jak gdyby powiązaniem tych dwóch części w kompletną logiczną całość.



Rys. 7.



Rys. 8.

Analiza i przygotowanie danych początkowych

Celem tej analizy jest określenie i wyspecyfikowanie wszystkich tych czynników charakterystycznych wyrobu, które mają wpływ lub są znaczące dla procesu wytwarzania. Następnie czynniki te należy we właściwy sposób zgrupować i opracować karty specyfikacyjne stanowiące tzw. dane początkowe lub wejściowe.

Pierwszym krokiem, jak to już zaznaczono poprzednio, jest zgrupowanie części w rodziny; kierować się tu należy nazwą części, podobieństwem procesu lub podobieństwem geometrycznym. Każdy z tych trzech "punktów widzenia" może być właściwy, a wybór jednego z nich należy do prowadzącego analizę. Przystępując do analizy należy ją prowadzić pod kątem otrzymania odpowiedzi na następujące pytania:

- A. Jakie są dane charakterystyczne wyrobu?
- B. Jakie są ich wartości?
- C. Jaki jest przyrost /szereg/ wartości?

Aby odpowiedzieć na te pytania, należy przyjąć ogólnie metodykę postępowania w poniższej kolejności:

1. Przedyskutowanie i ostateczne potwierdzenie decyzji zgrupowania części w rodziny /podobieństwo części lub podobieństwo procesu/.
2. Podział i indywidualna analiza rodzin na podstawie przyjętego kryterium podobieństwa.
3. Zidentyfikowanie danych charakterystycznych stałych i zmiennych dla każdej rodziny i opracowanie ich dokumentacji w postaci odpowiednich tablic.
4. Zidentyfikowanie wartości poszczególnych danych. Jeśli obejmują one zakres wartości, należy ustalić każdy znaczący ich przyrost.
5. Przygotowanie i opracowanie dla każdej rodziny "wzorcowego" rysunku konstrukcyjnego.
6. Dyskusja i ocena wyników analizy.

Zródkiem przyjęcia właściwego kryterium podziału części jest archiwum zakładowe rysunków technicznych oraz charakterystyka i technologia. Na rys. 9 pokazane są schematycznie kierunki stanowiące kryteria podziału.

Typ części Ilość	100	200	300	400	500	600
Nożyce		Obcięcie				
Prasy przebijałkowe	Trasowanie	Przebiecie otworów	Trasowanie			
Formowanie i kształtowanie		Formowanie				
Szlifowanie i obr. gładk.		Wykańczanie				
Kontrola		Kontrola				

Rys. 9.

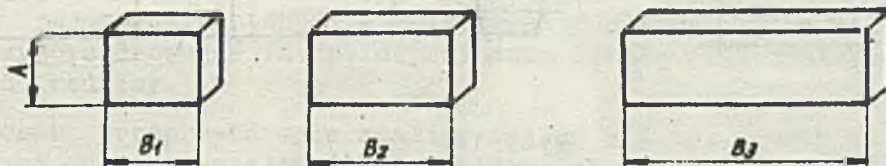
Widać z niego, że każda z części może być obrabiana na poszczególnym stanowisku lub odpowiednio, każda z części obrabiana na poszczególnym stanowisku stanowi ich zbiór. Decyzja dotyczy więc "kierunku" /podobieństwo części lub procesu/, jaki należy przyjąć.

Jednym z głównych czynników, który należy brać pod uwagę jest ilość poszczególnych stanowisk roboczych w stosunku do ilości rodzin części. Jeśli np. istnieje duża ilość rodzin w stosunku do stanowisk - wówczas kryterium podobieństwa procesu jest właściwsze. Z drugiej strony, przy dużej ilości stanowisk w stosunku do nielicznej ilości rodzin - prawdopodobnie właściwsze będzie przyjęcie kryterium podobieństwa części. Możliwe jest oczywiście przyjęcie obydwu kryteriów, w szczególności jeśli istnieje np. odpowiednia ilość stanowisk montażu zespołów przy jednoczesnym istnieniu podobieństwa części. Przy prowadzeniu tej analizy nie należy sugerować się ilością części podobnych. Z reguły na początku wydaje się, że trudno będzie objąć i ustalić rodziny części, jednak w miarę postępu analizy okazuje się, że coraz większa ilość częś-

ci może przynależć do jednej rodziny. To samo dotyczy przyjęcia kryterium podobieństwa. Można przyjąć dowolnie np. podobieństwo procesu i prowadzić analizę pod tym kątem widzenia. Jeśli nawet w trakcie pracy okaże się, że kryterium należy zmienić, wykonana praca będzie przydatna w następnych etapach analizy.

Podział części oraz procesów na rodziny opiera się również na dokumentacji technicznej. Celem tego etapu analizy jest otrzymanie takich wielkości poszczególnych rodzin, aby schemat logiczny technologii był w miarę możliwości jednakowy dla wszystkich części objętych grupą. W zasadzie każde kryterium ograniczające wielkość grupy może być przyjęte, jeśli tylko prowadzi ono do zawężenia ilości części i identyczności procesu. Dla przykładu, jeśli mamy zbyt dużą rodzinę wałków silnika o dużej rozpiętości wymiarów, można przyjąć, że do grupy pierwszej należą tylko wałki nie przekraczające długości 300 mm. Oczywiście, należy się tu również kierować logiką procesu, tzn. ograniczając parametr długości należy brać pod uwagę tę jego wielkość, która ewentualnie zmienia technologię. To samo dotyczy procesu, który może być ograniczony np. rodzajem materiału, wymiarami części obrabianej lub geometrią /np. tylko materiał w postaci płytki prostokątnej o grubości do 10 mm/.

Po wstępnym określeniu rodzin każda z rodzin lub grup podlega niezależnie analizie parametrów, które ją charakteryzują. Jest to etap, w którym należy kierować się przede wszystkim podobieństwem onarzędzowania i oprzyrządowania. Prowadzi on do ewentualnego wyeliminowania lub zmiany grup bądź rodzin, które przyjęte były na podstawie podobieństwa geometrycznego a są niezadowolające z punktu widzenia narzędzi. Jako przykład podać można naczynia ciągnięte /rys. 10/, w których zmiana



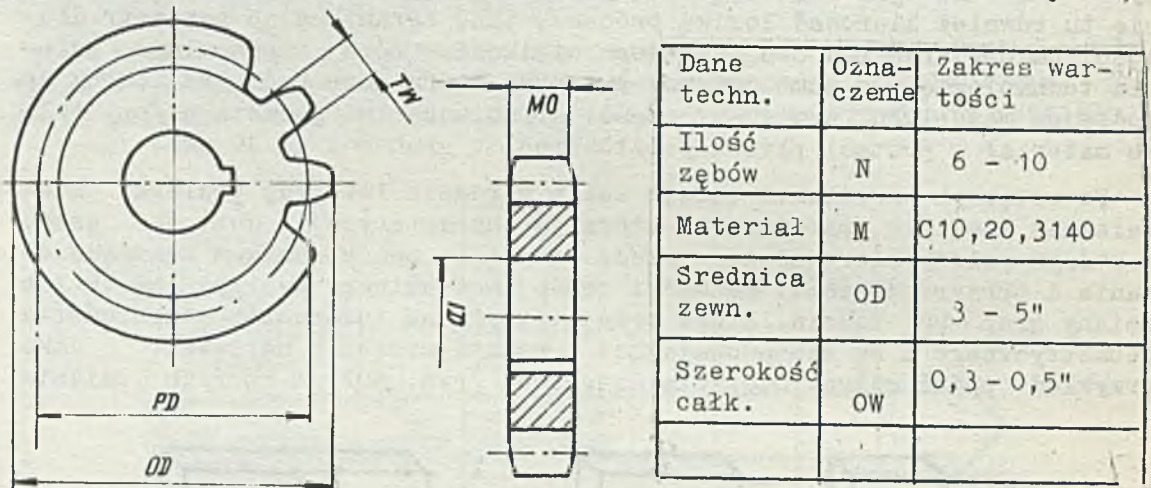
Rys. 10.

ulega tylko jeden wymiar: szerokość, a każde z nich wymaga oddzielnego narzędzia /stempla i matrycy/. Przy istnieniu lub przewidywaniu zbyt dużej ilości tych wyrobów programowanie jest zbyt proste w stosunku do obciążenia maszyny cyfrowej i wobec tego nieopłacalne.

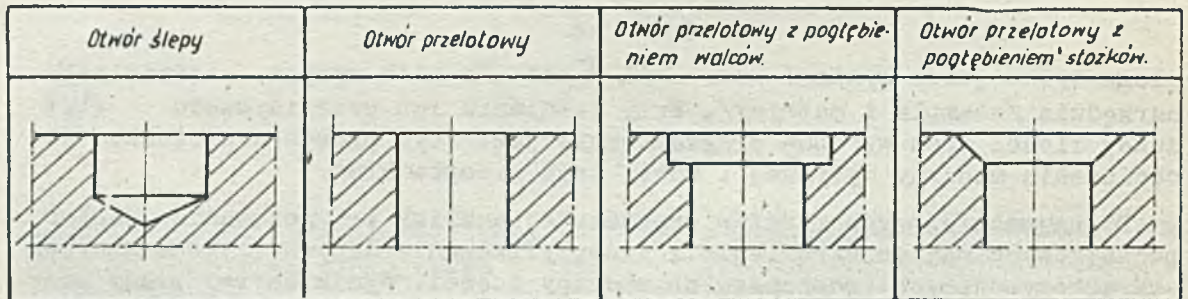
Do najważniejszych punktów prowadzonej analizy przygotowania danych początkowych należy określenie i zidentyfikowanie danych technicznych, charakteryzujących poszczególne rodziny części. Wynikiem tej pracy musi być jednoznaczny i całkowity "opis" zarówno geometryczny, jak i technologiczny każdej części. Może on zawierać się na specjalnie do tego celu przygotowanych kartach lub rysunkach wzorcowych bądź też obejmować obydwie te formy. Źródłem określenia charakterystyk rodzin jest dokumentacja konstrukcyjna i technologiczna. Konieczna jest tu dobra znajomość istniejącego procesu poprzez kontakt z pracownikami technicznymi pracującymi w produkcji. W przypadku dużego podobieństwa części, na ogół nie ma trudności z ustaleniem zarówno wzorca /w postaci tablicy/, jak i wartości. Natomiast w przypadku odwrotnym, względnie przy skomplikowanych kształtach przedmiotów /szczególnie odlewów i odkuwek/, niekiedy trudno jest objąć wszystkie zmienne parametry. Należy wtedy raczej wykonać wzorzec rysunku lub nawet kilka wzorców i odpowiednio je zakodować.

Należy pamiętać, że dokonywany na tym etapie podział na rodziny może być dowolnie zmieniany w zależności od przyjętych i uporządkowanych parametrów. W trakcie tej analizy należy również zastanowić się nad możliwością modyfikacji szczególnie takich parametrów, jak: średnice wyjściowe, tolerancje, promienie zaokrągleń, gładkości powierzchni. Uogólnienie ich lub zmniejszenie ilości wartości pozwoli nie tylko łatwiej zakodować charakterystyki, ale może również uprościć technologię.

Na rys. 11 pokazano przykładowo koło zębate przyjęte jako wzorzec rodziny części oraz zestaw podstawowych parametrów, które je określają. Oczywiście jest, że oprócz schematycznie pokazanego rowka wpustowego koło to może mieć otwory lub nawiercenia. Jeśli różnice w tych wymiarach i rozmieszczeniach są zbyt duże ilościowo, należy sporządzić dodatkowy wzorzec /lub wzorce/ samych otworów /jak to pokazano na rys.12/



Rys. 11.



Otwór - ślepy - przelotowy

Kod	min	max	min	max	min	max
	średnica		średnica rozstawienia		głębokość otworu ślepego	
Pogłębienie - stożkowe - walcowe w otworach przelotowych						
Kod	min	max	min	max	kąt	
	głębokość		średnica pogłębienia			

Rys. 12.

i sporządzić karty zbiorcze dla całej rodziny, notując wszystkie wartości lub w przypadku uporządkowanego szeregu - ich przyrosty. Tak więc rezultatem analizy jest pogrupowanie w rodziny, sporządzenie zbiorczych charakterystyk, jednoznacznie je określających i ewentualnie sporządzenie wzorcowej dokumentacji.

Analiza planu operacyjnego i instrukcji technologicznych

Celem analizy planu operacyjnego jest określenie dla poszczególnej rodziny sekwencji operacji potrzebnych do wykonania każdej części objętej rodziną. Innymi słowy, należy ustalić wzorcowy plan technologiczny dla każdej rodziny części.

Ponieważ celem jest określenie, jak przebiega proces - za punkt wyjścia należy przyjąć kryterium podobieństwa części, a nie podobieństwa procesu. Nawet w przypadku, gdy na poprzednim etapie przyjęte zostało kryterium podobieństwa procesu, obecna analiza musi być odniesiona do grup lub rodzin części.

Założmy dla przykładu istnienie dziesięciu rodzin, z których wszystkie wymagają operacji wiercenia. W takim przypadku w trakcie analizy i przygotowania danych początkowych najprawdopodobniej przyjęte zostanie kryterium podobieństwa procesu, natomiast analiza planu operacyjnego musi się odnieść do poszczególnych rodzin części i określić potrzebę wiercenia.

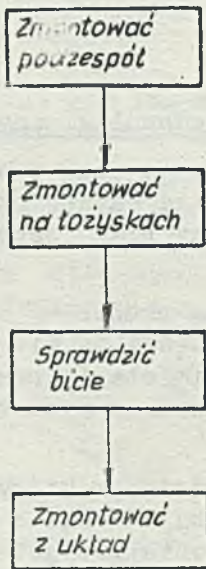
Jak już zaznaczono poprzednio, kryterium podobieństwa procesu przyjmuje się m.in. wtedy, gdy ilość rodzin jest duża, a ilość części w rodzinie stosunkowo mała. Analiza planu technologicznego musi wobec tego być przeprowadzona dla każdej rodziny i jeśli nie ma możliwości uogólnienia jej, będzie stanowiła zbiór analiz planów, które można generować przyporządkowując im np. odpowiednią liczbę /lub znak kodu/, odniesioną do rodziny.

Sposób przeprowadzenia analizy zależy w dużej mierze od inwencji wykonawcy, od jego znajomości technologii i znajomości warunków produkcji danego wyrobu. Jako zasadę można podać, że w pierwszym etapie należy przyjąć reprezentatywną część z dowolnej rodziny i ustalić w postaci karty lub schematu przebieg operacji /rys. 13/. Następnie w podobny sposób należy przeanalizować inne części tej samej lub innej rodziny i ustalić istniejące różnice w planie operacyjnym na tym samym schemacie /rys. 14/. Może tu być pomocny dodatkowy podział rodzin pomimo dużego podobieństwa i ustalenie kilku lub kilkunastu schematów dla części np. różnych wielkości /małe, średnie, duże/. Potrzeba większej ilości wzorcowych schematów technologicznych pojawia się w trakcie prowadzenia analizy i zależy od różnic stwierdzonych w istniejącej technologii, jak i od mniej lub bardziej szczegółowego jej rozpatrywania.

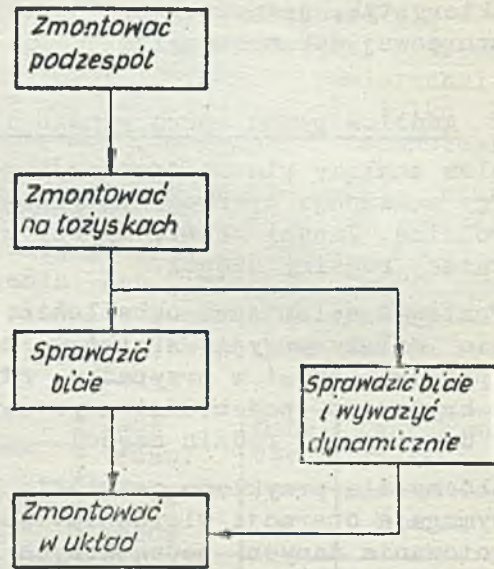
Zdarzyć się może, że podobne lub identyczne części posiadają różnice w planie operacyjnym. Jest to przeważnie wynikiem ustalania technologii w różnym czasie lub przez różnych technologów. Prowadzący analizę musi w takim przypadku przekonsultować proces i ustalić właściwy lub optymalny. Mogą też istnieć przypadki, kiedy identyczna geometrycznie część wymaga innej kolejności operacji, podyktowanej np. końcową obróbką termiczną. Należy więc również określić nie tylko gdzie istnieją różnice technologiczne, ale także czy są one konieczne czy też są do usunięcia.

Jak widać z powyższego, praca prowadzącego analizę nie ogranicza się do mechanicznego stwierdzenia i zapisu technologii, lecz jest rzeczywistą analizą technologiczną, której wynikiem jest normalizacja lub

ustalenie ogólnego jej wzorca/ów/ dla rozpatrywanych części i rodzin. Aby przeprowadzona analiza była użyteczna w dalszej pracy, należy jej



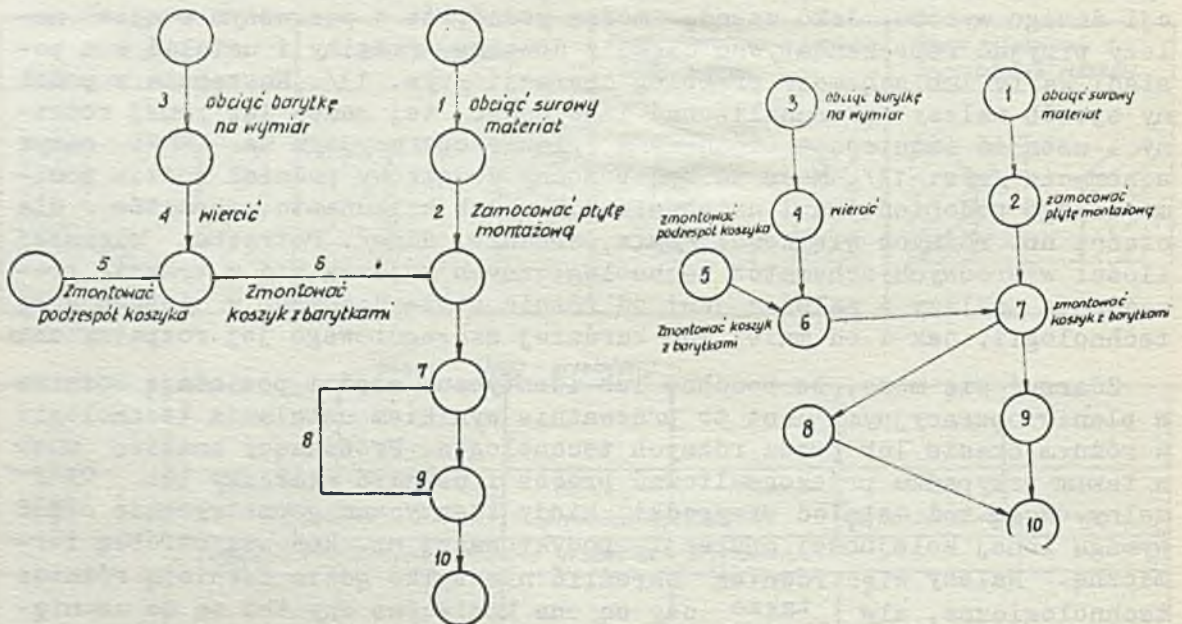
Rys. 13.



Rys. 14.

wyniki zapisać we właściwy sposób w postaci kart lub schematów. Jedną z form nadających się do przyjęcia jest tzw. wykres sieciowy pokazany na rys. 15. Jak widać z wykresu, operacja 1 poprzedza operację 2. Operacje 2 i 6 poprzedzają operację 7, a operacje 1 i 3 lub 1 i 4 mogą przebiegać jednocześnie. Innymi słowy, możliwe są trzy kombinacje następstw:

- a/ dana operacja musi poprzedzać inną operację,
- b/ dana operacja musi następować po innej, i
- c/ obydwie operacje nie są związane ze sobą i mogą przebiegać niezależnie.



Rys. 15 i 16

Innym, również użytecznym, typem wykresu jest przedstawiony na rys. 16 wykres "kołowy", jest on podobny do wykresu z rys. 15, z tą różnicą, że okręgi kół reprezentują operacje, a strzałki połączenia lub zależności pomiędzy operacjami.

Tę samą rolę co powyższe wykresy spełniać może zbiorcza karta zawierająca sekwencję operacji w rzędzie /tzn. poziomo/ i szereg części w kolumnie /tzn. pionowo/.

Jeszcze innym wykresem, szczególnie użytecznym w przypadku, gdy różne kombinacje następujących po sobie operacji są możliwe, jest pokazany wykres na rys. 17. Widać z niego, że operacja 3 musi być wykonana przed operacjami 9, 13 i 15, a operacje 9, 13 i 15 mogą być wykonane w dowolnym następstwie. Z wykresu tego możemy ustalić pięć różnych kombinacji następstw:

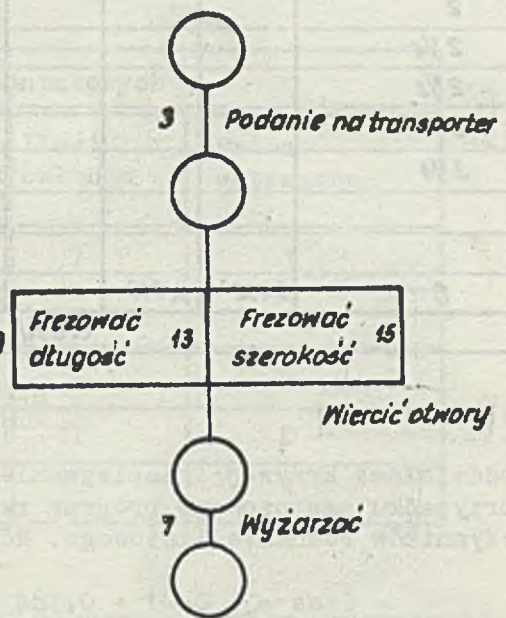
- 1/ 3 - 9 - 13 - 15 - 7
- 2/ 3 - 9 - 15 - 13 - 7
- 3/ 3 - 13 - 9 - 15 - 7
- 4/ 3 - 13 - 15 - 9 - 7
- 5/ 3 - 15 - 13 - 9 - 7

Reasumując, analiza planu operacyjnego prowadzi do zbudowania podstawowego wzorcowego procesu dla wszystkich części objętych rodziną. Jest ona również pomocna przy prowadzeniu następujących etapów /analiz/ i ustaleniu układu logicznego wiążącego dane początkowe z danymi wyjściowymi.

Podobny sposób postępowania przyjąć należy przy opracowywaniu analizy instrukcji technologicznych. Prowadzi ona do ustalenia wielkości /i ewentualnie rodzaju/ maszyny, która ma być zastosowana, wytypowania narzędzi i przyrządów, materiału wyjściowego oraz określenia parametrów i opisanie operacji ręcznych. Odnieść ją należy, podobnie jak analizę planu, do rodzin części, zaczynając od najmniej skomplikowanych i stopniowo generalizując.

Opracowując dokumentację tego typu trzeba specjalną uwagę zwrócić na parametry nietypowe lub narzędzia czy przyrządy specjalne i starać się wydzielić je w postaci oddzielnych kart informacyjnych.

wydzielić je w postaci oddzielnych kart informacyjnych.



Rys.17

Analiza norm czasowych

Etap ten ma na celu, podobnie jak poprzedni, takie ujęcie istniejących norm, które pozwoliłoby na ich generowanie na podstawie danych charakterystycznych części lub operacji. Pierwszym krokiem w tym etapie jest przedstawienie norm w postaci tabelarycznej, w odniesieniu do rodzin części. W trakcie tej pracy należy przekonsultować wszystkie wątpliwe przypadki i starać się określić czynniki charakterystyczne wpływające na normę. Wszędzie tam, gdzie jest to możliwe, należy przedstawić normę w postaci zależności matematycznej, która jest łatwiejsza do zaprogramowania maszyny cyfrowej. Ma to szczególne znaczenie w przypad-

kach dużych objętości tabel. Jeśli zależność pomiędzy zmiennymi nie jest liniowa, wówczas trzeba starać się znaleźć funkcję zależności analitycznie.

Na rys. 18 pokazano przykładowo tablicę czasów maszynowych dla frezowania. Ponieważ zawiera ona szereg średnic frezów i głębokości skrawania, byłoby zbyt uciążliwe wykonywanie dla każdego zakresu wartości

Głębokość skrawania										
Średnica freza w calach	1/32	1/16	3/32	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2
1 1/2	0,214	0,300	0,363	0,414	0,495	0,559	0,610	0,650	0,680	0,707
1 3/4	0,232	0,325								
2										
2 1/4										
2 1/2										
3										
3 1/4										
6	0,432	0,610								
Czas w minutach										

Rys. 18.

oddzielnej krzywej i zapisywanie danych w pamięci maszyny cyfrowej. W tym przypadku zastosowano program regresji wielokrotnej dla określenia współczynników równania liniowego. Równanie to ma postać:

$$\text{Czas} = - 0,01 + 0,184 \cdot \varnothing \text{ freza} + 0,862 \cdot \text{głęb.skraw.}$$

Z przykładu tego widać, jak można przy pomocy matematycznej sprowadzić dużą objętościowo tabelę do prostego równania.

Przystępując do tabelarycznego ujęcia czasów należy przede wszystkim przeanalizować generalnie, jakie dane charakterystyczne odniesione do rodziny części wpływają najbardziej znacząco na normę czasową /np. wymiar, materiał, kształt, prędkość posuwów, prędkości skrawania/, a następnie przyjąć poniższą kolejność postępowania:

1. Ustalić zakres pracy przyjmując jako jego kryterium rodzinę części /lub rodziny/ lub proces technologiczny.
2. Podzielić czynniki określające normę na stałe i zmienne. Czynniki stałe są z reguły związane z poszczególnym stanowiskiem pracy lub maszyną bądź też z operacją. Np.: włączyć maszynę, obciągnąć ściernicę, wyjustować mikroskop itp.
3. Ująć tabelarycznie czynniki w odniesieniu do maszyn lub części.
4. Ująć tabelarycznie czynniki związane z wskazaniem tych wielkości fizycznych, które wpływają na wartości norm czasowych.

W tym przypadku pożądane są formuły, jak np.: założmy że stała C_1 określa czas potrzebny na zamocowanie pokrywy kołnierzewej w uchwycie.

Końierz tej pokrywy ma być bazą, a ilość otworów jest zmienna. Niech czas potrzebny na ustawienie i wiercenie jednego otworu w przyrządzie wynosi V_1 . Czas potrzebny na zdemontowanie pokrywy określa stała C_2 . Formułka określająca tę operację wiercenia będzie więc:

$$\text{Czas operacji} = C_1 + V_1 \cdot \text{ilość otworów} + C_2$$

5. Ująć tabelarycznie te czynniki, które określone są przez maszynę lub narzędzie /jak np. materiał, geometria narzędzia, chłodziwo/, a wpływają na normy czasowe poprzez prędkość skrawania i posuwów.
6. Określić potrzebę zastosowania statystycznego określenia czasów. Metodę tę stosuje się w przypadkach, gdy tabele obejmują dużą ilość czynników wpływających na normę oraz gdy nie jest wymagany zbyt dokładny czas operacji. Przykładem może tu być tablica na rys. 19. Czasy montażu panelu zależą od czterech zmiennych:

Tablica czasów montażowych				
Czas na montaż /godz./	Ilość połączeń	Ilość końcówek	Ilość członów	Próba wstrząsowa
36	21	46	7	1
41	28	51	16	1
24	16	40	2	0
44	36	54	12	0
57	42	73	10	1

Rys. 19.

ilości łączników, ilości połączeń, ilości elementów, próby wstrząsowej. Aby określić czas na dowolną ilość zmiennych /np. 30 łączówek, 50 łączów, 10 elementów, bez próby wstrząsowej/ trzeba metodą regresji wielokrotnej ustalić współczynniki C_1, C_2 itd. wyważające zmienne. W wyniku otrzymamy równanie na czas potrzebny na montaż:

$$T = C_1 + C_2 \cdot \text{ilość łączówek} + C_3 \cdot \text{ilość połączeń} + C_4 \cdot \text{ilość elementów} + C_5 \cdot \text{próba wstrząsowa} /0 \text{ lub } 1/$$

W przypadku, jeśli wybrane zmienne są nieznaczące, analiza regresyjna to wykaze.

Zarówno zakres jak i precyzja analizy norm czasowych zależna jest od potrzeb zakładu. Jeśli system norm prowadzony dotychczas zdaje egzamin, można nawet analizę tę pominąć. Należy jednak pamiętać, że w przypadku przestawienia produkcji na nowy wyrób w przypadku zmian konstrukcyjnych wyrobu odpowiedź na pytanie: jak powiększy się globalny czas lub jak wydłuży się cykl produkcyjny - pochłonie dużą ilość czasu i będzie nieprecyzyjna, a błędy subiektywne personelu technicznego obciążą stratami produkcję.

Układ logiczny

Po przygotowaniu i analizie danych początkowych i technologii następnym krokiem jest opracowanie układu logicznego, który powiąże informacje "wejścia" z wyjściem. Innymi słowy, układ logiczny określić musi zależność pomiędzy charakterystyką wyrobu a szczegółową technologią i normami czasowymi.

Układ logiczny jest zasadniczą częścią systemu "AOT" i powinien być przygotowany w sposób dokładny w oparciu zarówno o reguły klasycznej technologii, jak i o dotychczasową praktykę technologiczną. Poprawność jego opracowania, zakres i dokładność rzutują bezpośrednio na sprawność działania systemu "AOT". Dlatego powinien on być opracowany wspólnie z personelem technicznym o najwyższych kwalifikacjach i głębokiej znajomości metod wytwarzania.

Podstawą opracowania układu logicznego są przygotowane uprzednio analizy "wejścia" i "wyjścia" /patrz schemat na rys. 8/. Jako pierwszą należy rozpatrzyć i ustalić logikę planu operacyjnego, a następnie kolejno poszczególne technologie i normy czasowe. Kolejność ta podyktowana jest tym, że plan operacyjny lokalizuje i daje wskazania dla szczegółowej technologii i czasów maszynowych. Układ należy opracowywać opierając się na tzw. strukturze decyzji wpływających z szeregu "warunków", z których wynikają poszczególne "akcje". Aby uzyskać jednoznaczność tych decyzji należy przyjąć następujący sposób postępowania:

- a/ Zidentyfikować dane charakterystyczne i wartości, jakie mogą one przybierać /sa to:warunki/.
- b/ Uszeregować wartości /o ile to możliwe/ w sposób najbardziej przejrzysty, dążąc do zredukowania ich ilości.
- c/ Określić akcje, które muszą następować po warunkach lub po kombinacji warunków albo: określić wszystkie możliwe akcje, które mogą następować i odnieść je z powrotem do warunków, ewentualnie uzupełniając je. Czynność ta jest niczym innym jak ustaleniem ogólnych "reguł" technologicznych.
- d/ Wyeliminować warunki, które nie wprowadzają zmian akcji.
- e/ Zidentyfikować akcje nieuwarunkowane.
- f/ Zakodować odpowiednio i stworzyć dokumentację warunków i akcji.

Powyższy tok postępowania jest już w dużym stopniu przygotowany, a nawet w pewnym sensie wykonany przy opracowywaniu poprzednich analiz.

Ponieważ układ logiczny jest medium wiążącym informacje wejściowe z wyjściem, stanowi on podstawę do zaprogramowania całości "AOT". Dlatego forma jego zapisania jest równie istotna z punktu widzenia programistów i technologów, jak i jego logika. Podstawową formą dokumentacji układu logicznego są tzw. tablice decyzji. Dla wyjaśnienia posłużymy się przykładem na rys. 20. Pokazana tablica przedzielona jest poziomo i pionowo podwójnymi liniami. Część powyżej linii poziomych jest częścią "warunków", poniżej częścią "akcji". Lewa część tablicy /oddzielona od prawej linią pionową/ stanowi opis, a prawa wskazuje czy konkretny "warunek" istnieje w danym przypadku i czy konkretna "akcja" powinna być przedsięwzięta. Innymi słowy, prawa część tablicy jest jak gdyby zbiorem reguł, które mówią, że "jeśli warunki są spełnione to wykonaj takie a takie czynności". Wyjaśnia to wypełniona tablica decyzji na

rys. 21. Odnosi się ona do części wykonanej z blachy. Części te mogą mieć lub mogą nie mieć otworów i zagięć. Części, które mają i otwory i

<i>Jeśli</i>	<i>Opis warunków</i>	<i>WARUNKI</i>
<i>To</i>	<i>Opis akcji</i>	<i>AKCJE</i>

Rys. 20.

zagięcia powinny być najpierw poddane operacji wycinania otworów, a następnie zaginania. Natomiast jeśli otwory są gwintowane, wówczas muszą być one wiercone, następnie powinno być wykonane zagięcie, a potem operacja gwintowania. Zmiana kolejności operacji /gwintowanie a następnie zagięcie/ spowodowałaby zniekształcenie gwintu. W przypadku, gdy

AD	Plan technol. blachy 1003	1	2	3	4	5	6	7
1	Otwory	T	T	T		T		
2	Gwinty	N	N	T		N		
3	Otwór > grubości blachy	T	N			N		
4	Zagięcie	N	N	N		T		
5	Przebić otwory (prasa)	X						
6	Wykonać zagięcia					X		
7	Wiercić otwory		X	X		X		
8	Pogłębić otwory			X				
9	Odnieść się do tabl. 41	X	X	X		X		

Rys. 21.

średnica otworu jest równa lub mniejsza niż grubość blachy, należy wykonać ją przez wiercenie zamiast wycinania.

Prześledzimy tablicę z rys. 21. W pierwszym szeregu /poziomo/ w części opisowej wyszczególniona jest nazwa wyrobu i ewentualnie jego numer. W części prawej pierwszego szeregu oznaczone są kolejno od 1 do 7 "reguły". W rzędzie /pionowo/ części "warunków" mamy kolejno, oznaczone od 1 do 4 "warunki": istnienie otworów, gwint, wielkość otworu, zagięcia. W części prawej użyte znaki oznaczają: T /tak/ - istnienie warunku, N /nie/ - brak warunku, a brak litery oznacza, że warunek nie wpływa na akcję.

Popatrzmy i odczytajmy np. regułę 5. Z warunków wyniku, że:

1. otwory istnieją,
2. gwintów nie ma,
3. średnica otworu nie jest większa /równa/ grubości materiału,
4. zagięcia istnieją.

Z akcji wyniku, że przy tych warunkach kolejność operacji będzie następująca:

1. zagiąć na prasie /6/,
2. wiercić otwory /7/,
3. odnieść się do tablicy 41 /9/.

Podobnie, dla 6 pozostałych reguł możemy odczytać sekwencję operacji.

Ten sam typ tablic można zastosować do opisu operacji i dla norm czasowych.

Pozostaje odpowiedzieć na pytanie: jak daleko należy pójść z ujęciem procesu w ramy układu logicznego. Innymi słowy, jaka ilość istniejących operacji powinna być objęta układem logicznym, a tym samym - systemem "AOT". Odpowiedź na to pytanie została już częściowo udzielona w rozdziale "Ogólne zasady pracy systemu", poza tym układ logiczny może objąć te operacje lub tę część procesu, która poddana była uprzednim analizom. W zależności więc od stopnia przygotowania procesu na poprzednich etapach będzie można ustalić zakres możliwy do ujęcia w układ logiczny.

Z a k o ń c z e n i e

Podane w powyższych rozdziałach schemat i metodyka automatycznego programowania i przygotowania technologii produkcyjnej stanowią podstawy do opracowania systemu "AOT". Oczywiście jest, że użytkownik w zależności od warunków lokalnych poczynić może zarówno szereg zmian kolejności opracowań, jak i samego zakresu. Do niego również należeć będzie decyzja wprowadzenia opracowanego systemu do produkcji; może się to odbywać etapami, równolegle z konwencjonalnym przebiegiem procesu lub też ciąg produkcyjny może być objęty całkowicie systemem "AOT". Należy pamiętać, że przejście na system "AOT" nie może nastąpić przed całkowitym zakończeniem dokumentacji i uzyskaniem pewności, że zakład jest technicznie i merytorycznie do tego przygotowany. Generalnie, przygotowanie to można ująć w kilku następujących punktach:

1. Sprawdzenie danych początkowych i układu logicznego pod względem poprawności, kompletności, dokładności i jednolitości formy.
2. Sprawdzenie i opracowanie formy dokumentacji i wydrukowanie jej w odpowiedniej ilości.
3. Opracowanie i wydrukowanie planu postępowania i instrukcji dla personelu.
4. Zapewnienie uzupełnienia kartoteki danych i wprowadzenia zmian w systemie w przypadku zmian wyrobu lub modyfikacji technologicznych.
5. Określenie i zapewnienie wykonania obowiązków techniczno-administracyjnych /odpowiedzialności/ w zakresie przebiegu informacji.
6. Wybór i przeszkolenie personelu technicznego /jako regułę należy przyjąć, że technicy biorący udział w opracowaniu systemu "AOT" będą pracować przy jego wprowadzeniu/.

7. Zdecydowanie, w jakim stadium technologicznym należy wprowadzić system "AOT" do produkcji /czy po zakończeniu serii czy też etapami w trakcie jej produkcji/.
8. Opracowanie metody sprawdzenia efektywności "AOT" drogą porównania z konwencjonalnym systemem i zapewnienie dokonywania tego sprawdzenia w trakcie procesu.

L i t e r a t u r a

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1/ P.H. Stephenson: New development in automatic control of maschin tools. Birniehill Inst. Press. March 1969 2/ W.Z. Teisseyre: Kierunki automatyzacji projektowania procesów produkcyjnych - referat na Konferencję SIMP 1969 3/ J. Buć, R. Filipowski, S. Zientarski: Zastosowanie techniki liczbowej w procesach technologicznych części maszyn - referat na Konferencję SIMP, 1969 4/ J. Buć, R. Zieliński: Automatyzacja produkcji średnio- i małoseryjnej przy użyciu | <ol style="list-style-type: none"> maszyn ze sterowaniem programowym. "Zeszyty PROZAMETU" 1964 5/ Data processing applications. IBM Techn. Publ. 1968 6/ Data processing techniques. IBM Techn. Publ. 1968 7/ J.B. Davidson. Tools for N.C. machining centres. Masch, NY, January 1969 8/ B. Porter, R.D.M. Summers: Adaptive machine tools control de state of de art. Masch. L., February 1969 9/ Raleigh Corp.: The ravelly computerised inspection system. Masch., L., April 1969 |
|---|---|

NOWOSCI WYDAWNICZE WNT Z ZAKRESU AUTOMATYKI

Zagadnienia podstawowe i ogólne

Athans M., Falb P.L. - STEROWANIE OPTYMALNE - tłum. z angielskiego. T r e ś ć: Podstawy matematyczne związane z opisem i analizą układów dynamicznych, zagadnienia teorii sterowania optymalnego łącznie z zasadą maksimum Pontraagina oraz zastosowanie tej teorii do projektowania optymalnych układów sterowania automatycznego przy różnych kryteriach jakości.

Praca zbiorowa - PORADNIK INŻYNIERA AUTOMATYKA T r e ś ć: Materiały dotyczące analizy i syntezy układów sterowania automatycznego oraz układów przełączających, sposobu działania oraz statystycznych i dynamicznych charakterystyk elementów automatyki/regulatorów, ozujników, przetworników, elementów wykonawczych itp./ oraz elementów układów przełączających. Metody projektowania i korekcji układów regulacji z regulatorami uniwersalnymi, serwomechanizmy, układy automatyki napędu, układy przełączające oraz układy przekazywania danych. Zagadnienia związane z techniką systemów, podstawami rachunku ekonomicznego, efektywności automatyzacji, zastosowaniem maszyn matematycznych w automatyce, metodami identyfikacji statystycznej złożonych obiektów sterowania. Omówiono właściwości zagadnień automatyzacji w przemyśle: energetycznym, chemicznym, hutniczym i budowy maszyn.

Elementy i zespoły

Bajorek L. - ELEKTROMASZYNOWE ELEMENTY AUTOMATYKI. T r e ś ć: Budowa, działanie oraz właściwości ruchowe elektromaszynowych elementów automatyki, takich jak: różnego typu silniki, przetworniki położenia, prędkości i przyspieszenia, generatory funkcji, wzmacniacze elektromaszynowe, wzmacniacze magnetyczne i inne.

Praca zbiorowa - KIERUNKI ROZWOJOWE W DZIEDZINIE ELEMENTÓW AUTOMATYKI. T r e ś ć: Rozwiązania i kierunki rozwojowe w dziedzinie elementów automatyki. Opis matematyczny elementów i układów dynamicznych, zagadnienia badania niezawodności elementów oraz stosowane w tych badaniach metody statystyczne.

Układy

Castello P. - WSTĘP DO UKŁADÓW PRZEŁĄCZAJĄCYCH - tłum. z francuskiego. T r e ś ć: Opis metody dokonywania analizy i syntezy układów z obwodami elektrycznymi, pomocnej w szybkim wykrywaniu występujących w nich uszkodzeń, a polegającej na stosowaniu tworzonych na podstawie schematu ideowego wyrażeń logicznych i tablic kombinacji.

Gentry F.E. i in. - TYRYSTORY - PÓLPRZEWODNIKOWE PROSTOWNIKI STEROWANE. T r e ś ć: Podstawy teoretyczne; zasady projektowania, wielkości znamionowe, charakterystyki oraz metody technologiczne i zastosowania tyrystorów. /wybrał cz.b./

Adam NAROŻNY
"PAP"

BEZWIÓROWE WYKONYWANIE GWINTÓW ZEWNĘTRZNYCH

W PRZEDSIĘBIORSTWIE AUTOMATYKI PRZEMYSŁOWEJ "PAP"

W s t ę p

Większość wyrobów produkowanych w Przedsiębiorstwie Automatyki Przemysłowej "PAP" przeznaczona jest do pracy w otoczeniu atmosfery przemysłowej, a poważną część przewidziano do pracy w warunkach tropikalno-morskich. W związku z tym wiele detali wykonuje się z materiałów odpornych na korozję, m.in. ze stali austenitycznych w gatunkach 1H18N9T, H18N10MT i podobnych. Nacinanie gwintu w tych częściach metodami tradycyjnymi, tj. przez toczenie oraz gwintowanie narzynkami i gwintownikami nastręcza mnóstwo trudności. Niemożliwe jest uzyskanie wysokiej gładkości powierzchni i dokładności gwintu. Czas wykonywania jest bardzo długi ze względu na konieczność stosowania małych prędkości skrawania. Zużycie narzędzi skrawających jest ogromne.

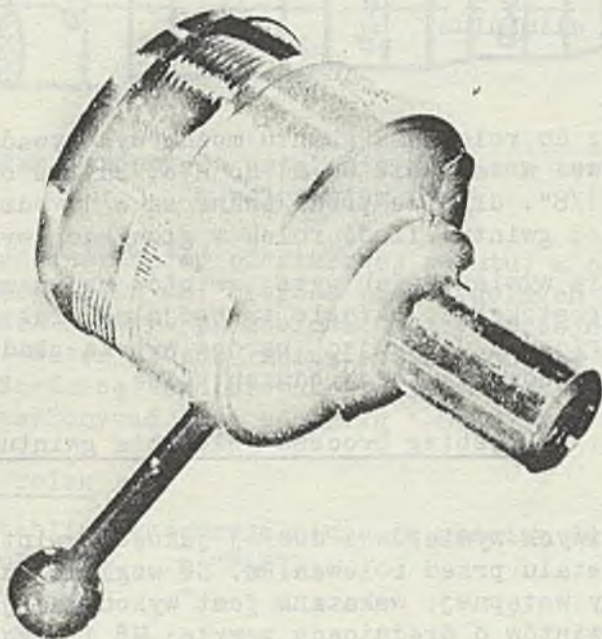
Powyższe trudności zmusiły Przedsiębiorstwo do poszukiwania bardziej ekonomicznych metod wykonywania gwintu. Obecnie do obróbki gwintów zewnętrznych w materiałach o złej skrawalności stosuje się głównie do rolowania gwintu, natomiast gwinty zewnętrzne wygniata się przy pomocy gwintowników bezwiórowych.

Opis metody rolowania gwintów zewnętrznych głowicami rolkowymi

Zasada rolowania gwintu jest następująca: na obracający się pręt zamocowany w uchwycie obrabiarki wprowadza się głowicę osadzoną na koniku, względnie bębnie rewolwerowym. Rolki wygniatające mają równoległe nacięte kanałki o zarysie gwintu. Osadzone są obrotowo na trzpieniach pochyłonych w stosunku do osi głowicy o kąt równy w przybliżeniu kątowi pochylenia linii śrubowej nacinanego gwintu. Wskutek skośnego ustawienia rolek w głowicy i przesunięcia pierwszego kanałka w każdej z rolek głowica nakręca się na obrabiany przedmiot. W czasie rolowania wierzchołki występów rolek wgniatają się w przedmiot obrabiany, a wyciskany materiał wypełnia kanałki rolek tworząc zarys gwintu. Zachodzi przy tym zmiana struktury materiału, włókna przemieszczają się równoległe

do zarysu gwintu, zachowując jednak kierunek osiowy. Materiał ulega pewnemu zgnieceniu, szczególnie na wysokości rdzenia gwintu.

Po dojściu głowicy do zderzaka następuje automatyczne odsunięcie rolek od materiału dzięki czemu można wycofać głowicę nie zmieniając kierunku obrotów wrzeciona. Wykonanie gwintu o pełnym zarysie następuje w czasie jednego przejścia roboczego.



Zakres zastosowania

Obrabiarki

Operację rolowania gwintu można wykonywać na każdej tokarce wyposażonej w instalację doprowadzającą chłodziwo. Ze względu na konieczność przeszkolenia robotnika i kłopotliwą wymianę stosowanego przy skrawaniu chłodziwa, na olej niezbędny przy rolowaniu, pożądane jest wytypowanie tylko kilku tokarek z przeznaczeniem do rolowania gwintu. Ze względów praktycznych najbardziej wskazane są tokarki rewolwerowe.

W "PAP" głowice do rolowania gwintu stosowane są na następujących obrabiarkach:

- głowice małe do gwintu M1,4 + M8 na tokarkach rewolwerowych RNA-14, R-12 i UDS-2;
- głowice większe do gwintu M6 + M20 na tokarkach rewolwerowych ROC-25, 1G-325 i Rh-32.

Materiał obrabiany

Wykonanie gwintu metodą rolowania jest w zasadzie możliwe w każdym materiale pod warunkiem, że posiada on odpowiednią plastyczność. Materiałami odpowiednimi do rolowania gwintu są:

- stale konstrukcyjne o wytrzymałości na rozrywanie $R_r = \text{maks. } 70 \text{ kg/mm}^2$,
- stale do ulepszania cieplnego o wytrzymałości $R_r = \text{maks. } 100 \text{ kg/mm}^2$,
- stale do nawęglania, nierdzewne, kwaso- i żaroodporne, szybko tnące o wytrzymałości $R_r = \text{maks. } 100 \text{ kg/mm}^2$.

U w a g a: wydłużenie stali musi wynosić minimum 12%.

- mosiądże gatunków M60, M61 i podobne o zawartości miedzi minimum 60%,
- metale lekkie o wydłużeniu minimum 50%.

Do rolowania gwintu nie nadają się natomiast następujące materiały:

- stal automatowa A10 i A12,
- mosiądże kruche M58 i M59,
- brązy twarde,
- odlewnicze stopy aluminium.

Zakres wymiarowy

Za pomocą głowic do rolowania gwintu można wykonywać gwinty metryczne i drobnozwojowe w zakresie od M1 do M76, calowe od 1/16" do 3" i rurowe od 1/8" do 1/8". Głowice produkowane są w 17 odmianach uzależnionych od wielkości gwintu. Ilość rolek w głowicach wynosi od 2 do 6.

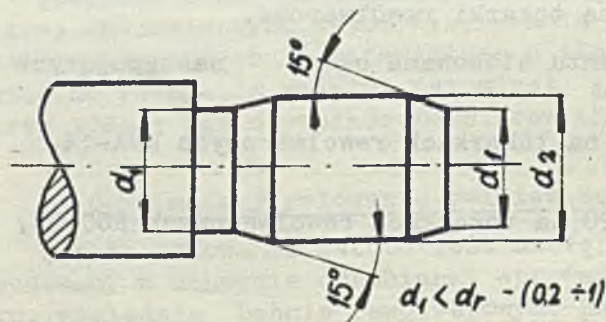
Oprócz rolowania wymienionych wyżej gwintów można wykonywać również gwinty trapezowe prostokątne, okrągłe i specjalne oraz doglądać powierzchnie cylindryczne, uzyskując bardzo wysoką gładność i dokładność. Wymaga to zastosowania odpowiednich rolek.

Przebieg procesu rolowania gwintu

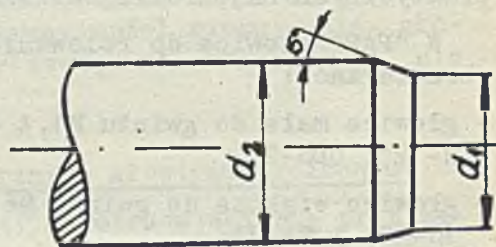
Obróbka wstępna

Uzyskanie właściwych wymiarów i dobrej jakości gwintu zależy od prawidłowej obróbki detalu przed rolowaniem. Ze względu na wymaganą wysoką dokładność średnicy wstępnej, wskazane jest wykonywać ją na szlifierce. Przy wykonywaniu gwintów o średnicach powyżej M8 i niewielkich długościach, bardziej ekonomiczne jest wykonywanie otoczki na tokarce rewolwerowej bezpośrednio przed rolowaniem. Wymaga to jednak obrabiarki o dużej dokładności i odpowiedzialnego pracownika, ponieważ wykonanie choćby jednej otoczki o zbyt dużej średnicy spowoduje **w y k r u s z e n i e r o l e k**.

Aby umożliwić w czasie rolowania właściwe "Płynięcie" materiału, na czole pręta należy wykonać fazę o kącie 15° do średnicy mniejszej od średnicy rdzenia gwintu o 0,2 do 1 mm w zależności od wielkości gwintu. Przy rolowaniu gwintów nieprzelotowych pożądane jest również wykonanie takiej fazy na końcu gwintu. Kształt faz pokazano na rys. 1 i 2.



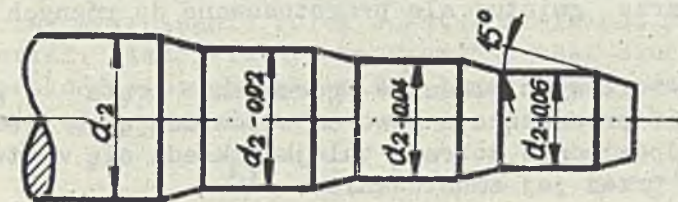
Rys. 1. Półfabrykat do rolowania gwintu przelotowego



Rys. 2. Półfabrykat do rolowania gwintu nieprzelotowego

Średnica wstępna pod rolowaniem d_2 jest w przybliżeniu równa średnicy podziałowej gwintu, jednak dla każdego detalu należy doświadczalnie ustalić właściwą wielkość średnicy. Najprostszą metodą ustalenia śred-

nicy pod rolowaniem gwintu jest wykonanie wałka stopniowego z materiału przeznaczonego do rolowania wg rys. 3. Największa średnica wałka d_2



Rys.3. Wałek próbny do ustalenia średnicy toczenia przed rolowaniem

powinna odpowiadać średnicy podziałowej gwintu, a następne należy kolejno zmniejszać o 0,02 mm. Długość poszczególnych stopni około 20 mm. Tak wykonany wałek należy przerolować jednym przejściem zaczynając od cieńszego końca. W ten sposób można stwierdzić, na którym stopniu gwint jest właściwy. Średnicę tego stopnia należy przyjąć za wymiar toczenia pod rolowanie i wykonywać go z odchyłką "-0,02" do "-0,03" mm.

Dobór głowicy i rolek

W poniższej tabelicy wyszczególnione są głowice do rolowania i rolki, znajdujące się obecnie w "PAP".

T a b l i c a 1

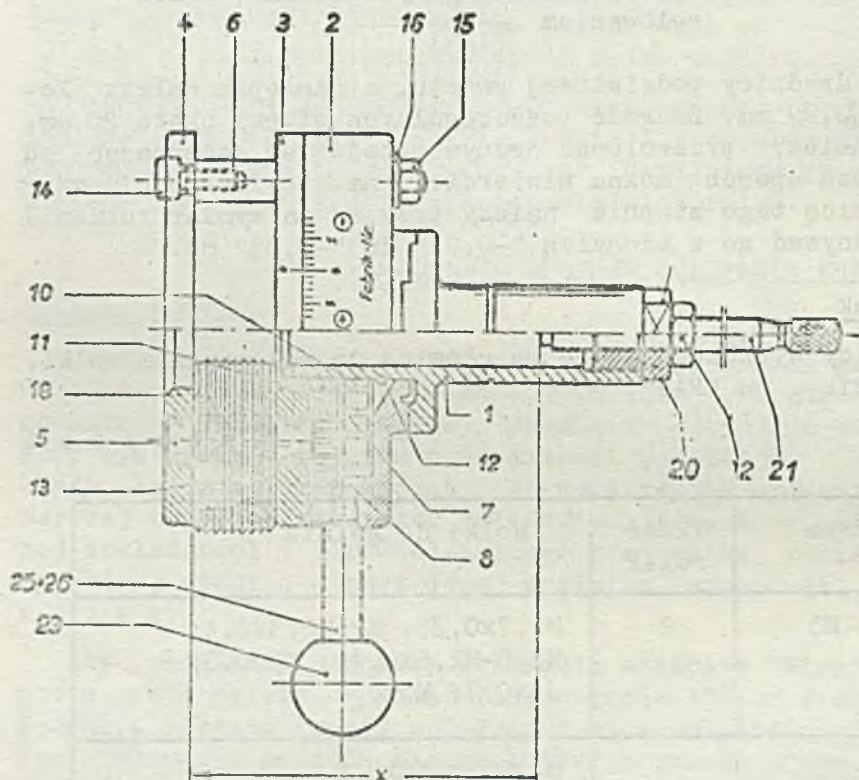
Typ	Zakres	Ilość rolek	Rolki do gwintu
FO	M1,4 - M5	2	M1,7x0,35; M2+M2,3x0,4; M2,5-M2,6x0,45; M3x0,5; M4x0,7; M5x0,8
FO1 KO1	M4 - M6	3	M4x0,7; M5x0,8 M6x1
F1 K1	M6 - M10	3	M6-M7x0,75; M8x1; M6-M7x1; M8-M9x1,25; M10x1,5
F1223	M5,5 - M8	3	M6-M7x1; M8x1
F23 K23	M8 - M20	3	M8-M10x0,75; M10-M12x0,75; M10-M12x1; M12-M14x1; M14-M16x1; M14-M16x1,25; M16-M18x1,5

Są to głowice firmy Wilhelm Fette Präzisionswerkzeug - und Maschinen Fabrik - z Hamburga /NRF/. Dodatkowo zamówione są specjalne wykonania głowic i rolek do rolowania gwintów drobnozwojowych, nie objętych podanym w tabeli zakresem, a mianowicie: gwintu M5x0,5; M4x0,5; M4x0,25;

M₃x0,25 oraz do rolowania gwintu lewozwojowego. Przed przystąpieniem do rolowania gwintu należy dobrać z tabeli odpowiedni typ głowicy i komplet rolek dożądanego wymiaru gwintu. Przy doborze rolek trzeba zwrócić uwagę na przystosowanie ich do danej głowicy, ponieważ rolki o tym samym wymiarze gwintu, ale przystosowane do różnych głowic, mają różne średnice.

W głowicach 2-rolkowych właściwe prowadzenie pręta gwintowanego zapewniają tulejki prowadzące z otworem odpowiadającym średnicy rolowanego gwintu. Odpowiednio dobraną tulejkę wkłada się w otwór płyty czołowej głowicy przed jej zmontowaniem.

Ustawienie głowicy i obrabiarki



Rys.4. Głowica do rolowania gwintu f-my Fette typ F-1+ F34. 1 - chwyt, 2 - korpus, 3 + 4 - obudowa, 5 - oś rolki, 6 - słupek dystansowy, 7 - koło zębate, 8 - tryb, 10 - sprężyna, 11 + 12 - pierścienie oporowe, 13 - wałek żyzkowy, 14 - wkręt, 15 - nakrętka, 16 - podkładka, 18 - rolka, 20 + 22 - zde-rzak, 23 + 26 - rą- czka.

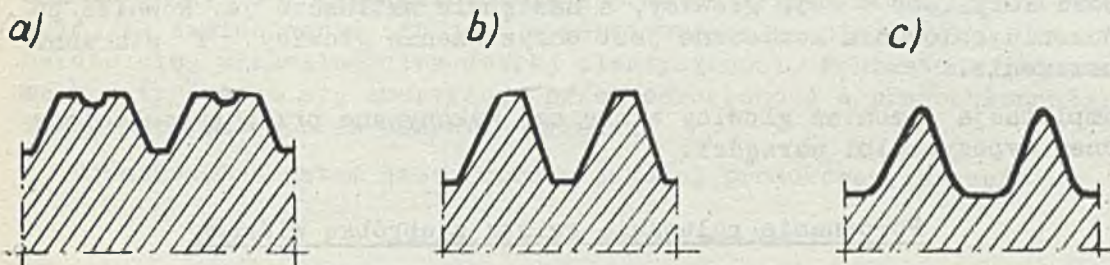
Do ustawienia głowicy służy podziałka na jej obwodzie.

Pierwsze próbne przejście należy wykonać przy ustawieniu głowicy na 3-5 kresce od zera w kierunku znaku "+". Po stwierdzeniu, że gwint jest niepełny, należy po zlurowaniu nakrętek /15/ obracać obudowę /3 i 4/ stopniowo o niewielki kąt /0,5 - 1 kreski/, aż do uzyskania właściwego zarysu i wymiaru gwintu.

Podczas obrotu części /3 i 4/ względem korpusu /2/ następuje obrócenie osi rolki /5/ poprzez zazębienie trybu /8/ z kołem zębatym /7/. Oś rolki w środkowej części długości jest wykonana mimośrodowo, dzięki czemu przy obrocie osi następuje przesunięcie promieniowe rolki.

Zbliżanie się właściwego wymiaru można zaobserwować na obrabianym detalu, gdyż wierzchołek nitki gwintu staje się błyszczący. Pierwsze próbne przejście można wykonywać na tym samym detalu. Z chwilą zbliżenia się do właściwego wymiaru gwintu dla każdego przejścia należy brać nowy detal, ponieważ zgniecenie materiału występujące przy rolowaniu powoduje powierzchniowe utwardzenie i może doprowadzić do wykruszenia

rolek. Z tego też powodu nie można poprawiać detali o zbyt ciasnym gwincie. Sprawdzenie gwintu należy wykonywać sprawdzianem przechodnim i nie przechodnim. Pożądane jest dodatkowe sprawdzenie prawidłowości zarysu gwintu na mikroskopie, ponieważ przy niewielkim nawet przekroczeniu wąskiego punktu ustawienia głowicy następuje zniekształcenie profilu gwintu i najczęściej wykruszenie rolek wskutek wielkiego wzrostu siły zgniatającej materiału. Właściwie wykonany gwint musi mieć zarys symetryczny, tzn. szerokość wierzchołka nitki musi być w przybliżeniu równa szerokości dna wrębu /rys. 5/



Rys. 5. Zarys gwintu rolowanego głowicą:
a - za mały zgniot, b - prawidłowy zarys, c - za duży zgniot

Żadaną długość gwintu uzyskuje się przez ustawienie zderzaka głowicy lub ograniczenie przesuwu głowicy zderzakiem ustawionym na tokarce. W obu przypadkach po dojściu do oporu następuje odsunięcie korpusu /2/ od chwytu /1/ i zwolnienie sprzęgła. Po wysprzęgleniu sprężyna /10/ powoduje obrót głowicy względem chwytu i poprzez zazębienie koła /7/ z trybem /8/ mimośrodkowe osie rolek /5/ obracając się odsuwają rolki od materiału. Dzięki temu można wyciągnąć głowicę bez wyłączenia obrabiarki i zmiany kierunku obrotów wrzeciona.

Przy rolowaniu gwintów na krótkich detalach, względnie gwintów nieprzelotowych /do kołnierza/, należy stosować ograniczenie ruchu głowicy przez zderzak obrabiarki, co eliminuje możliwość uszkodzenia rolek przez dosunięcie do grubszego materiału lub wrzeciona tokarki. Ze względu na trwałość rolek należy stosować podwójne ograniczenie, tzn. ustawienie oporu głowicy oraz oporu obrabiarki. Moment dojścia detalu do oporu głowicy winien nastąpić nieco wcześniej niż dojście suportu do oporu. Unika się przez to działania dodatkowych sił występujących w momencie wysprzęglenia głowicy przy zatrzymaniu jej przesuwu wzdłużnego. Siły te działają równoległe do osi rolek i mogą spowodować ich wykruszenie.

U w a g a: Głowicę należy ustawiać na nowo dla każdej serii rolowanych detali. Nie wolno głowicą ustawioną poprzednio rolować następnej serii, choćby to był ten sam gwint i materiał.

Rolowanie gwintu

Głowicą ustawioną wg powyższego opisu można rolować całą serię detali pod warunkiem, że są one wykonane w identyczny sposób, tzn. z tego samego materiału i w granicach tolerancji podanej w technologii. Bardzo ważnym warunkiem prawidłowej pracy głowicy jest właściwe i intensywne chłodzenie olejem. W czasie rolowania strumień oleju musi być skierowany bezpośrednio na rolki. Niedopuszczalne jest chłodzenie pręta rolowanego lub smarowanie pędzelkiem czy olejarką. Olej musi bez przerwy spływać po rolkach, w przeciwnym wypadku może nastąpić natychmiastowe uszkodzenie rolek. Przy rolowaniu długich gwintów należy ręcznie prowadzić wylot rurki doprowadzającej olej, aby zapewnić nieustanne chłodzenie rolek.

Eksploatacja i konserwacja głowic

Ze względu na wysoką dokładność części ruchomych głowicy i rolek oraz ich cenę konieczne jest staranne obchodzenie się z nimi i utrzymywanie ich w czystości. Przed każdorazowym użyciem należy sprawdzić działanie sprzęgła, które powinno obracać się płynnie i bez użycia dużej siły. Rolki muszą obracać się swobodnie, ale bez luzu. W wypadku stwierdzenia w trakcie rolowania, że rolki obracają się ciężko lub zacinają się, należy natychmiast rozmontować głowicę i dokładnie przemyć rolki, wałeczki łożyskowe i osie głowicy, a następnie natłuścić je. Również po zakończeniu rolowania konieczne jest oczyszczenie głowicy i staranne natłuszczenie.

Kompletacja i montaż głowicy winny być wykonywane przez przeszkolony personel wypożyczalni narzędzi.

Porównanie rolowania gwintu z obróbką wiórową

Dzięki zastosowaniu głowic uzyskano następujące efekty:

- obniżkę pracochłonności w stosunku do gwintowania narzynką o ok. 60%, a w stosunku do toczenia gwintu ok. 90%,
- podwyższenie gładkości powierzchni gwintu do klasy 6-7,
- zwiększenie dokładności gwintu,
- poważną oszczędność w zużyciu narzędzi,
- zwiększenie wytrzymałości gwintu i odporności na działanie karbu,
- zmniejszenie ilości braków.

T a b l i c a 2

Porównanie parametrów i czasu obróbki gwintu metodą wiórową i rolowaniem

Nr rys. części obrabianej	Wymiary gwintu /dxhxl/	Gwintowanie wiórowe			Rolowanie gwintu		
		Ilość obrotów n/min^{-1}	Ilość przejsć i	Czas główny tg/min	Ilość obrotów n/min^{-1}	Ilość przejsć i	Czas główny tg/mir
4Z810T10	M6x0,75x12	160	7	1,64	600	1	0,067
4K671T7	M6x0,75x11	160	6	1,40	600	1	0,058
4A1412-1	M16x2x84	74	4	4,65	560	1	0,153
4K922T3	M8x1,25x20	56	10	6,30	400	1	0,096
4K922T3	M6x1x12	71	9	3,65	410	1	0,073
4K861T94	M5x0,8x66	160	8	8,56	830	1	0,230
4Z816T29	M5x0,8x9	160	1*/	0,18	500	1	0,065
4K724T115	M10x1x57	71	8	13,28	800	1	0,175

U w a g a: Głowicę należy ustawiać na nowo dla każdej serii rolowanych detali. Nie wolno głowicą ustawioną poprzednio rolować następnej serii, choćby to był ten sam gwint i materiał.

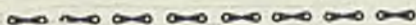
* / Gwintowanie narzynką

Ujemnymi efektami wprowadzenia głowic są:

- stosunkowo wysoki koszt i konieczność sprowadzania głowic za dewizy: cena jednej głowicy bez rolek wynosi od 1000 do 3000 DM, a cena kompletu rolek do gwintu od 100 do 360 DM,
- konieczność przeszkolenia personelu posługującego się głowicami,
- zwiększenie dokładności średnicy wstępnej przed gwintowaniem.

Na podstawie doświadczeń nabytych w ciągu prawie dwuletniego stosowania głowic w Przedsiębiorstwie Automatyki Przemysłowej można stwierdzić, że zastosowanie ich jest w pełni opłacalne dla obróbki stali o bardzo złej skrawalności, a dobrej plastyczności. Poniesione jednorazowe koszty szybko się amortyzują przez oszczędność w pracochłonności, zużyciu materiałów oraz zużyciu narzędzi.

Dodatkowym efektem jest poprawa jakości produkowanych części.



mgr inż. Ludomir OLKUŚNIK
Krakowska Fabryka
Aparatów Pomiarowych

DOKŁADNOŚĆ TERMOMETROW ELEKTRYCZNYCH STOSOWANYCH W PRZEMYSŁE

/Cz. I./^{*}

We wstępnej części artykułu omówiono znaczenie pomiaru i regulacji temperatury w procesach przemysłowych oraz rodzaje stosowanych termometrów elektrycznych. W dalszej treści przedstawiono osiąganą dokładność pomiaru przy użyciu termometrów wychyłowych bezpośredniego działania oraz termometrów z pośrednim wzmocnieniem, z uwzględnieniem wpływów zewnętrznych na poszczególne elementy układów. Omówiono również rodzaje wpływów zewnętrznych, ich wielkości i sposoby ograniczania tych wpływów.

W s t ę p

Temperatura jest wielkością określającą wszystkie występujące w naturze stany i wpływającą na prawie wszystkie zachodzące w niej procesy. W technice wykorzystuje się w znacznym stopniu procesy naturalne, które są wtedy przez człowieka sterowane, tzn. odpowiednio ukierunkowywane, przyspieszane lub opóźniane i kontrolowane. Stąd we wszystkich gałęziach przemysłu - w energetyce, przemyśle paliw, hutnictwie, w przemyśle ciężkim, maszynowym, chemicznym, lekkim i w innych - temperatura jest podstawowym parametrem, poprzez regulację którego steruje się przebiegami procesów przemysłowych, a dzięki pomiarom - kontroluje się te przebiegi. Gwarantuje to właściwą jakość wytworów i zapewnia odpowiednie warunki pracy urządzeniom produkcyjnym. Dla zobrazowania

* / Cz. II będzie opublikowana w następnym numerze

roli, jaką temperatura odgrywa w technice, przytoczono niżej niektóre dane krajowe dotyczące ważniejszych gałęzi przemysłu.

W hutnictwie urządzenia służące do pomiaru i regulacji temperatury stanowią przeciętnie ponad 30% liczby urządzeń pomiarowo-regulacyjnych, a w niektórych zakładach dochodzi do 50%. W samym Zjednoczeniu Hutnictwa Żelaza i Stali ilości zainstalowanych poszczególnych rodzajów przyrządów wynoszą:

- przyrządy wskazujące 2900 sztuk,
- przyrządy rejestrujące 3500 sztuk,
- przyrządy regulujące 1800 sztuk,
- czujniki termoelektryczne 8000 sztuk,
- czujniki oporowe 5500 sztuk.

Ponadto w hutach żelaza wykonuje się rocznie około 300 000 pojedynczych pomiarów temperatury ciekłej stali przy pomocy specjalnych termometrów wyposażonych w wymienne końcówki pomiarowe /kończówki jednorazowego użycia/.

W zakładach przemysłu chemicznego 30-50% punktów pomiarowych stanowią punkty pomiaru temperatury, a 35-48% - układy regulacji temperatury. Do orientacji ilościowej posłużą cyfry z jednego tylko Zjednoczenia tego resortu, w którym zainstalowano następujące ilości przyrządów do pomiaru lub regulacji temperatury:

- przyrządy wskazujące 5400 sztuk,
- przyrządy rejestrujące 410 sztuk,
- przyrządy sygnalizujące i regulujące 368 sztuk,
- czujniki termometryczne 7000 sztuk.

Dla uwypuklenia ilości pomiarów temperatury prowadzonych w energetyce przytoczono dane o aparaturze zainstalowanej w dwu nowoczesnych elektrowniach ciepłych o mocy 600 MW każda, a mianowicie: w elektrowni "Pątnów" i w elektrowni "Konin"

	"Pątnów"	"Konin"
- przyrządy rejestrujące /wielopunktowe/	150 sztuk	200 sztuk
- mierniki wycnyłowe	360 sztuk	400 sztuk
- czujniki termoelektryczne	1340 sztuk	850 sztuk
- czujniki oporowe	1330 sztuk	950 sztuk

Powyższe zestawienie nie oddaje rzeczywistego zapotrzebowania przemysłu na aparaturę do pomiaru i regulacji temperatury, podyktowanego aktualnym poziomem techniki. W przemyśle bowiem, oprócz wielu zakładów nowoczesnych, takich jak Huta im. "Lenina", Zakłady Petrochemiczne w Płocku itp., istnieje spora ilość małych przestarzałych zakładów, w których procesy są sterowane nieautomatycznie, a stan pomiarów jest niezadowolający.

W przemyśle najbardziej powszechnie używane są termometry elektryczne. Swoją wysoką pozycję w przemyśle zawdzięczają one przede wszystkim szerokiemu zakresowi stosowalności/od -220 do kilku tysięcy C/,możliwości łatwego przesyłania wskazań na odległość i rejestrowania tych wskazań oraz możliwości stosunkowo prostej automatyzacji przemysłowych procesów ciepłych. Termometry manometryczne, z uwagi na ograniczoną odległość przyrządu pomiarowego wskazującego lub rejestrującego od miejsca pomiaru, krótką żywotność, brak możliwości naprawy przez użytkownika i wysoką cenę, są obecnie wycofywane z przemysłu i stosowane tylko sporadycznie, przeważnie w starszych zakładach. Termometry szklane stosuje się powszechnie w laboratoriach, w ruchu natomiast ze wzglę

du na małą odporność mechaniczną, wąski zakres stosowalności i brak możliwości przekazywania wskazań na odległość nie znajdują większego zastosowania.

2. Podział termometrów elektrycznych

Termometry elektryczne, w zależności od sposobu przetwarzania temperatury na parametry elektryczne, dzielą się na:

- A. termometry termoelektryczne,
- B. termometry oporowe /rezystorowe/, w tym:
 - a/ termometry oporowe metalowe o dodatnim współczynniku temperaturowym oporności,
 - b/ termometry termistorowe, tj. oporowe półprzewodnikowe o ujemnym współczynniku temperaturowym;
- C. termometry optyczne /pirometry/, w tym:
 - a/ pirometry całkowitego promieniowania,
 - b/ pirometry częściowego promieniowania.

W zależności od sposobu zmiany przetworzonego parametru elektrycznego na odczyt, dzielą się na:

- I. termometry wychyłowe, w tym:
 - a/ termometry bezpośredniego działania /w których czujnik jest połączony bezpośrednio z ustrojem pomiarowym/,
 - b/ termometry pośredniego działania /z pośrednim stopniem wzmacniającym lub przetwarzającym między czujnikiem a ustrojem/;
- II. termometry zerowe, w tym:
 - a/ termometry nieautomatyczne /z ręcznym zerowaniem mostka lub kompensatora pomiarowego/,
 - b/ termometry automatyczne /z zerowaniem mostka lub kompensatora pomiarowego przez układ nadążny/.

Zależnie od wykonywanej funkcji termometry elektryczne dzielą się na:

- 1/ termometry wskazujące,
- 2/ termometry rejestrujące,
- 3/ termometry regulujące lub sygnalizujące przekroczenie nastawionej wartości temperatury.

W zależności od ilości punktów pomiarowych, tj. ilości czujników przyłączonych do jednego miernika lub rejestratora, dzielą się one na:

- α / termometry jednopunktowe,
- β / termometry wielopunktowe.

Termometrami stosowanymi najczęściej, a jednocześnie o najwyższej dokładności są termometry termoelektryczne i oporowe, przy czym większość stanowią termometry wychyłowe. Charakteryzują się one wysoką dokładnością, prostotą budowy i zasady działania, a tym samym łatwością wykonywania przez użytkownika ewentualnych napraw, dużą pewnością i niezawodnością działania oraz stosunkowo długim okresem żywotności. Prosta budowa i nieskomplikowana zasada działania są powodem dużego zaufania, jakim cieszą się one u użytkowników. Duża ilość odmian konstrukcyjnych czujników wchodzących w skład tych termometrów w dostosowaniu do szczególnych wymagań miejsc pomiaru, w których są instalowane, daje

możliwość stosowania ich niemal wszędzie gdzie zachodzi potrzeba pomiaru, rejestracji lub regulacji temperatury. Z wymienionych względów zostaną poniżej omówione dokładnie metody pomiaru i wymagania, które należy spełnić dla osiągnięcia dokładności pomiaru odpowiedniej do potrzeb użytkownika i możliwości układu przy stosowaniu tych termometrów.

3. Ocena niedokładności termometrów elektrycznych

Celowe wydaje się omówienie dokładności pomiaru przy pomocy termometrów elektrycznych, ponieważ jest ona przez użytkowników w różny sposób interpretowana. Nierzadko można spotkać się ze zdaniem, że niedokładność pomiaru w każdych warunkach nie przekracza wartości określonej klasą niedokładności miernika. Dlatego należy podkreślić, że klasa niedokładności jest wyróżnikiem odnoszącym się wyłącznie do miernika /rejestratora/, a ponadto że określa ona jedynie błąd podstawowy, tj. dopuszczalny względny błąd miernika w warunkach odniesienia tzn. w takich samych warunkach, w jakich był on wzorcowany /np. temperatura 20°C, pozycja pracy pozioma, brak obcych pól magnetycznych i wpływów sąsiednich mierników lub mas ferromagnetycznych, niepodleganie drganiom lub wstrząsom itp./. W każdych innych warunkach pracy błąd, ten może przekraczać wartość określoną klasą.

Na rzeczywisty błąd pomiaru składają się cztery następujące człony:

- a/ σ_{mo} - podstawowy błąd miernika /rejestratora/, liczbowo nie większy od jego klasy niedokładności,
- b/ $\Sigma \sigma_{mi}$ - błędy dodatkowe miernika /rejestratora/,
- c/ σ_{T0} - błąd czujnika termometrycznego, liczbowo wyznaczalny z jego klasy niedokładności,
- d/ $\Sigma \sigma_{zi}$ - błędy wnoszone przez obwód zewnętrzny układu pomiarowego, do których zalicza się również błędy spowodowane sposobem zainstalowania czujnika w miejscu pomiarowym. W układach termometrów z oddzielnymi wzmacniaczami należy tu uwzględnić również błędy wnoszone przez wzmacniacz; jeżeli wzmacniacze wbudowane są do przyrządów, ich błędy zawarte są w członach a/ i b/.

Poszczególne błędy składowe często znoszą się wzajemnie, zmniejszając tym samym wielkość rzeczywistego błędu pomiaru. W niekorzystnych warunkach może on jednak kilkakrotnie przekraczać błąd podstawowy miernika.

W teorii błędu, uwzględniającej częściowe wzajemne kompensowanie się poszczególnych błędów składowych oraz fakt, że nie wszystkie błędy składowe w tych samych warunkach osiągają wartość maksymalną podaje się, że względny średni błąd pomiaru jest pierwiastkiem kwadratowym z sumy kwadratów względnych błędów składowych tj.:

$$\delta = \pm \sqrt{\sigma_{mo}^2 + \sum_{i=1}^n \sigma_{mi}^2 + \sigma_{T0}^2 + \sum_{i=1}^m \sigma_{zi}^2} \quad \%$$

/1/

Przy posługiwaniu się tą zależnością należy pamiętać, że jest ona wyznaczona w oparciu o prawdopodobieństwo występowania wszystkich błędów składowych. Dlatego w pewnych przypadkach, szczególnie gdy składników jest niewiele lub gdy niektóre osiągają wartości znacznie większe od pozostałych, względny rzeczywisty błąd pomiaru może być większy od wyznaczonego przy pomocy zależności /1/.

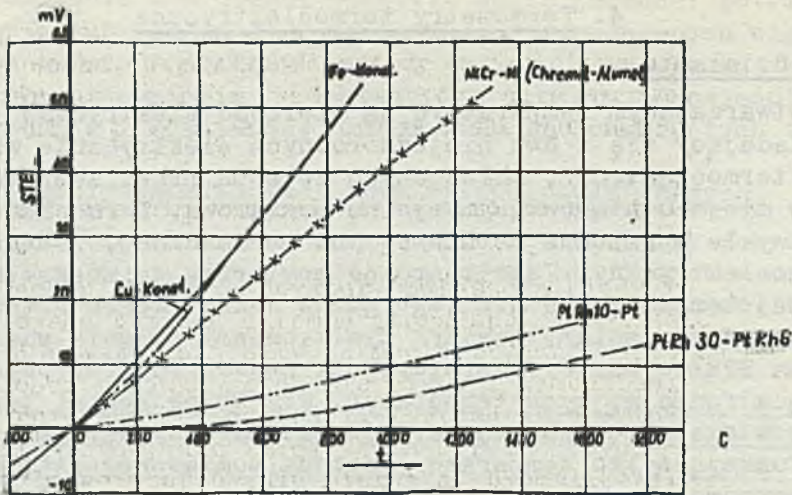
4. Termometry termoelektryczne

4.1. Zasada działania

Członem przetwarzającym temperaturę na wielkość elektryczną jest termoelement składający się z dwu niejednorodnych elektrycznie względem siebie drutów /termoelektrod/, połączonych ze sobą przez zespawanie lub zlutowanie w miejscu stanowiącym spoinę pomiarową. Termoelement umieszczony jest zwykle w osłonie metalowej lub ceramicznej, z którą tworzy czujnik termoelektryczny. Jeżeli spoina pomiarowa termoelementu znajduje się w innej temperaturze niż jego wolne końce /końce termoelektrod zwane spoiną odniesienia/, między tymi końcami pojawia się siła termoelektryczna STE/ o wartości proporcjonalnej do różnicy obydwu temperatur i będąca funkcją, tych temperatur. Gdy wolne końce termoelementu znajdują się w stałej temperaturze, wówczas STE występująca między nimi jest funkcją tylko temperatury spoiny pomiarowej i ta wartość STE jest miarą temperatury ośrodka, w której umieszczony jest czujnik. Jeżeli termoelement połączy się z miernikiem lub rejestratorem siły termoelektrycznej /np. miernikiem magnetoelektrycznym z cewką ruchomą, wywzorcowanym bezpośrednio w jednostkach temperatury/, miernik będzie wskazywał wartość temperatury miejsca, w którym umieszczona jest spoina pomiarowa termoelementu. Wskazania miernika są jednak proporcjonalne do wartości prądu, płynącego w obwodzie pomiarowym, a ten zależy nie tylko od wartości STE, lecz również od wartości oporności obwodu pomiarowego - zatem od długości i przekroju przewodów łączących termoelement z miernikiem. W celu uniezależnienia wskazań miernika od długości linii, przy wzorcowaniu tego miernika zakłada się pewną znamionową wartość oporności zewnętrznego obwodu pomiarowego, tj. termoelementu i przewodów łączących, a przy montowaniu układu pomiarowego włącza się w obwód zewnętrzny opornik wyrównawczy R_w , przy pomocy którego dokonuje się wyrównania rzeczywistej oporności obwodu do wartości znamionowej /patrz rys. 2, 3, 4 i 7/.

W przypadku rejestracji termoelement połączony jest bądź z rejestratorem o działaniu bezpośrednim i wtedy ze względu na mały moment napędowy układu pomiarowego rejestracja następuje przez periodyczne odciskanie położenia wskazówki poprzez tasiemkę atramentową na taśmie rejestracyjnej /zapis punktowy/, bądź z rejestratorem posiadającym wzmacniacz! w którym wskazówka przesuwają pisak znaczący na taśmie rejestracyjnej linię /zapis ciągły/.

Czujniki stosowanych w przemyśle termometrów termoelektrycznych mają termoelementy: Fe-Konst, Cu-Konst, NiCr-Ni /chromel-alumel/ lub PtRh-Pt, przy czym termoelektrodę dodatnią stanowi w nich drut wykonany z metalu lub stopu metali stojącego w oznaczeniu na pierwszym miejscu. Zależności sił termoelektrycznych od temperatury spoin pomiarowych wymienionych termoelementów przy temperaturze odniesienia tj. temperaturze wolnych końców równej 0°C , czyli tzw. normalne charakterystyki termometryczne termoelementów podaje norma PN-59/M-53854. Są one również przedstawione graficznie na rys. 1, przy czym na rysunku podano dodatkowo charakterystykę termoelementu PtRh30 - PtRh6 /na podstawie danych firmy Johnson-Matthey, Metals Ltd/, stosowanego obecnie w krajach zachodnich powszechnie do pomiaru temperatury w zakresie $1300 - 1800^{\circ}\text{C}$. Wspomniana norma podaje również dopuszczalne odchyłki charakterystyk rzeczywistych termoelementów oraz sposób wyznaczania charakterystyk termometrycznych dla temperatury odniesienia różnej od 0°C .



Rys.1. Normalne charakterystyki termometryczne termoelementów

4.2. Wpływy zewnętrzne na dokładność pomiaru

Opisaną wyżej zasadę pomiaru omówiono przy założeniu teoretycznych warunków pracy, tzn. przy założeniu, że poszczególne elementy tworzące układ termometru termoelektrycznego, takie jak spoina odniesienia termoelementu, przewody łączące i miernik lub rejestrator znajdują się w znamionowych i nie zmieniających się w czasie warunkach pracy. W rzeczywistości warunki zewnętrzne najczęściej odbiegają od znamionowych, a także zmieniają się z czasem, co powoduje powstawanie dodatkowych błędów pomiaru. Dla przedstawienia mechanizmu oddziaływania poszczególnych wielkości omówiono niżej kolejne wpływy, podając jednocześnie sposoby ich ograniczania.

Wpływ temperatury wolnych końców termoelementu /spoiny odniesienia/. Mierniki /rejestratory/ są wzorcowane przy założonej temperaturze spoiny odniesienia termoelementu. Utrzymanie stałej temperatury głowicy czujnika termoelektrycznego, tj. miejsca gdzie znajduje się spoina odniesienia termoelementu, jest najczęściej niemożliwe. Zwykle głowica jest narażona na oddziaływanie termiczne nie tylko miejsca pomiaru poprzez osłonę czujnika ale również atmosfery, innych źródeł ciepła znajdujących się w pobliżu itp. Dlatego w celu uniezależnienia pomiaru od wahań temperatury głowicy czujnika, przyłącza się do zacisków termoelementu znajdujących się w tej głowicy odpowiednie przewody kompensacyjne /rys.2-4/, są one wykonane z takich samych jak termoelement lub równorzędnych pod względem elektrycznym materiałów. Przedłuża się w ten sposób termoelement i wyprowadza się spoinę odniesienia do miejsca o nie zmieniającej się temperaturze. Jeśli pragnie się uzyskać wysoką dokładność pomiaru, a miejsce w którym znajdują się końce przewodów kompensacyjnych nie gwarantuje dostatecznej stałości temperatury, końce te przyłącza się do specjalnego urządzenia samoczynnie kompensującego na drodze elektrycznej wpływ wahań temperatury odniesienia na wartość STE termoelementu rys. 3 i 4/.

Jeżeli termometr nie jest wyposażony w takie urządzenie, a temperatura różni się od założonej temperatury odniesienia, dodatkowy błąd pomiaru wynosi:

$$\delta_1 = \frac{100k / t_0 - t /}{STE_{\max} - STE_{\min}} \% \quad /2/$$

przy czym współczynnik "k" dla temperatury "t" zawartej w zakresie 0 - 50°C wynosi:

0,0060 mV/1°C	dla termoelementu	PtRh-Pt
0,0404	- " -	NiCr-Ni
0,0532	- " -	Fr-Konst.
0,0406	- " -	Cu-Konst.

Wpływ t e m p e r a t u r y otoczenia na miernik /rejestrator/. Cewka ruchoma ustroju pomiarowego jest wykonana z drutu miedzianego lub aluminiowego, a więc z materiału o dużym współczynniku temperaturowym o porności. Zmiany temperatury cewki, czyli temperatury otoczenia przyrządu wskazującego /rejestrującego/ wywołują zmiany oporności cewki, pociągające za sobą zmiany wielkości prądu pomiarowego, tj. zmiany wskazań przyrządu. Oznacza to, że jeżeli temperatura miejsca pomiaru, czyli miejsca w którym zainstalowano czujnik termoelektryczny jest stała, natomiast temperatura otoczenia waha się - wskazania miernika, czyli mierzona /zapisywana/ wartość temperatury zmienia się. W ten sposób powstaje dodatkowy błąd pomiaru /zapisu/. Temperatura otoczenia wpływa również na długość i sprężystość sprężynek zwrotnych oraz na wartość indukcji magnetycznej magnesu. Wpływy te mają przeciwne kierunki tak, że wypadkowy błąd spowodowany zmianą temperatury otoczenia, wyraża się zależnością /3/:

$$\delta_2 = \delta_{tc} + \delta_{tm} - \delta_{ts} \% \quad /3/$$

Ponieważ pierwszy człon zależności /3/ ma wartość największą /dwa pozostałe częściowo się znoszą/ w praktyce stosuje się układy kompensujące wpływ temperatury otoczenia na oporność cewki, przy czym najprostszyszy sposób, obecnie niemal wyłącznie stosowany polega na włączeniu w szereg z cewką opornika dodatkowego o oporności nie zmieniającej się z temperaturą /np. manganinowego/ lub termistora, którego zmiany oporności mają kierunek odwrotny do zmian oporności ustroju pomiarowego. W przypadku opornika manganinowego wielkość wpływu temperatury na wskazania jest proporcjonalna do stosunku oporności cewki do oporności opornika dodatkowego, tj. R_o/R_d . W celu zorientowania użytkownika w wielkości błędu temperaturowego na podzielnikach mierników podawany jest często obok klasy wyróżnik cyfrowy określający wpływ temperatury na dokładność miernika. Wyróżnik ten ma wartość względnego błędu dodatkowego przy zmianie temperatury otoczenia o 10 deg. Brak tego wyróżnika oznacza, że dodatkowy względny błąd przy zmianie temperatury o 10 deg ma wartość równą klasie miernika. Zastosowanie wzmacniacza pomiarowego-przetwarzającego STE na proporcjonalny prąd stały /układy wg rys. 5/ eliminuje błąd temperatury, gdyż charakterystyka wzmacniacza jest niezależna w szerokich granicach od oporności wyjściowej.

Wpływ u s t a w i e n i a miernika /rejestratora/. Organ ruchomy miernika /rejestratora/ jest przestrzennym układem kinetycznym mogącym wykonywać obrót wokół swej osi. Po przeciwnej stronie wskazówki znajdują się przeciwcieżarki służące do statycznego wyważania tego układu. Wychylenie miernika o niedokładnie wyważonym organie od przepisowej pozycji pracy powoduje pojawienie się dodatkowych momentów działających na organ i wywołujących odpowiednie wychylenie wskazówki. Dopuszczalny względny błąd dodatkowy przyrządu spowodowany odchyleniem o 5° w dowolnym kierunku od normalnego położenia pracy nie powinien przekraczać wartości klasy tego przyrządu. Dla specjalnych wykonń przyrządów wymagania te mogą być zastrzeżone

Wpływ obcych pól magnetycznych, sąsiednich przyrządów oraz mas ferromagnetycznych. Występowanie wymienionych czynników powoduje osłabienie i deformację pola magnetycznego ustroju pomiarowego, tzn. powoduje powstawanie dodatkowych błędów pomiaru. Dopuszczalne wartości tych błędów ograniczone są odpowiednimi wymaganiami norm PN-64/E-06501 i PN-64/E-06503. W celu wyeliminowania tych wpływów ekranizuje się ustroje pomiarowe; skutecznie ograniczają je również stalowe ściany obudowy.

Wpływ oporności obwodu zewnętrznego. Mierniki /rejestratory/ temperatury są wzorcowane w warunkach założonej znamionowej oporności obwodu zewnętrznego. Ponieważ oporność poszczególnych elementów obwodu zależy od temperatury, obwód o właściwie nawet wyrównanej w pewnych warunkach oporności zmienia swoją oporność w warunkach innych. Przewody kompensacyjne i doprowadzające zmieniają oporność pod wpływem zmian temperatury otoczenia, termoelement - pod wpływem zmian temperatury pomiarowej. Dlatego podczas układania linii łączeniowej przy wyborze miejsca należy brać pod uwagę również warunki temperaturowe. Temperatura mierzona waha się zwykle w dość wąskim zakresie i znaczna zmiana oporności termoelementu występuje w chwili umieszczania go w miejscu pomiaru. Zmiany występujące w czasie pomiaru są wielokrotnie mniejsze i dlatego w celu właściwego dostrojenia oporności obwodu, wyrównywanie należy przeprowadzać po umieszczeniu czujnika w miejscu pomiaru, w temperaturze pracy. Występująca już wtedy STE fałszuje pomiar oporności i dlatego oporność należy wyznaczać jako średnią arytmetyczną z dwu pomiarów. Drugi pomiar należy wykonać po skrzyżowaniu przewodów przyłączonych do przyrządu. Dokonywanie pomiaru oporności "na gorąco" jest szczególnie ważne przy czujnikach płaszczowych, czujnikach długich o termoelementach z cienkich drutów oraz przy czujnikach wysokotemperaturowych o termoelementach z metali szlachetnych, w których z uwagi na dużą długość, dużą oporność właściwą bądź pracę w temperaturach najwyższych występują stosunkowo duże zmiany oporności.

Błąd pochodzący od zmian oporności obwodu zewnętrznego można wyrazić zależnością /4/:

$$\delta_3 = \frac{100 \cdot (\Delta R_{Tt} + \Delta R_L)}{R_o + R_d + R_{Ln}} \% \quad /4/$$

Z zależności tej wynika, że błąd jest tym mniejszy, im większa jest oporność wewnętrzna miernika $(R_o + R_d)$.

Całkowite wyeliminowanie wpływu oporności obwodu zewnętrznego można uzyskać przez zastosowanie członu wzmacniającego /układy wg rys.5/, gdyż pomiar STE odbywa się wtedy praktycznie bezprądowo, a zatem zmiany oporności obwodu zewnętrznego nie wpływają na dokładność pomiaru.

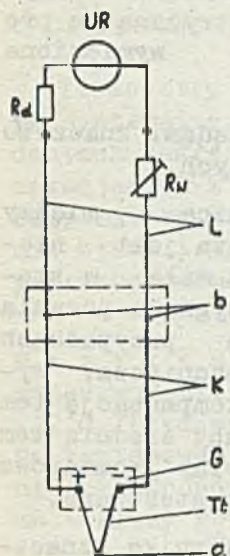
Wpływ urządzeń dodatkowych. Wbudowane w miernik lub rejestrator dodatkowe urządzenia, np. sygnalizatory indukcyjne, są również powodem powstawania dodatkowych błędów, szczególnie w pewnych punktach podzielni. Wpływy te są jednak niewielkie i nie przekraczają zwykle ułamka procentu zakresu wskazań.

4.3. Stosowane układy

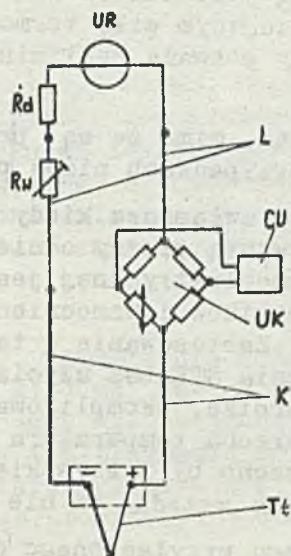
Termometry wychyłowe bezpośredniego działania

Rysunki 2+4 przedstawiają podstawowe schematy termometrów termoelektrycznych bezpośredniego działania, przy czym pierwszy z nich ze względu

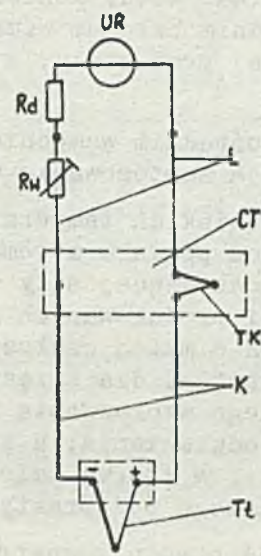
na dużą zależność wskazań od temperatury spoiny odniesienia stosowany jest sporadycznie w przypadkach, gdy nie jest wymagana duża dokładność pomiaru.



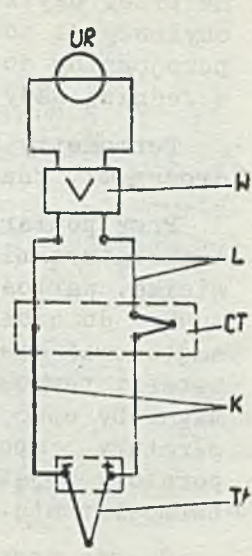
Rys. 2. Schemat podstawowy termometru termoelektrycznego wychyłowego



Rys. 3. Schemat podstawowy termometru termoelektrycznego z urządzeniem kompensującym wahania temperatury spoiny odniesienia



Rys. 4. Schemat podstawowy termometru termoelektrycznego z termostatem spoiny odniesienia



Rys. 5. Układ termometru termoelektrycznego z termostatem spoiny odniesienia i wzmacniaczem

Dwa następane, najczęściej stosowane układy, wyposażone są w urządzenia kompensujące wpływ temperatury spoiny odniesienia przez dodawanie do wartości STE termoelementu pomiarowego wartości napięcia kompensacyjnego lub wartości STE kompensacyjnej, albo odejmowanie tej wartości. Napięcie kompensacyjne powstaje na przekątnej mostka puszki kompensacyjnej /rys. 3/, lub jako STE kompensacyjna - między wolnymi końcami termoelementu kompensacyjnego umieszczonego w termostacie /rys. 4/. Urządzenie kompensacyjne może stanowić bądź oddzielny element układu instalowany w dowolnym miejscu tak w pobliżu miernika jak i czujnika, bądź może być wbudowane w przyrząd i wtedy przewody kompensacyjne należy prowadzić aż do zacisków przyrządu.

Termometry wg wyżej wymienionych układów są proste w obsłudze i tanie. Wykazują jednak dużą wrażliwość na zmiany oporności obwodów zewnętrznych, co stanowi ich zasadniczą wadę. Stosowanie przyrządów o dużej oporności wewnętrznej zmniejsza tę wrażliwość, ale jest ograniczone ze względu na konieczność zwiększenia czułości ustroju pomiarowego /wiążącą się zwykle z pogorszeniem własności ruchowych przyrządu/ oraz pogorszenie współczynnika tłumienia wahań wskazówki /co ogranicza częstotliwość odbijania punktów na taśmie wykresowej w rejestratorach z zapisem punktowym oraz może być powodem skrócenia żywotności zwłaszcza przyrządów wielomiejscowych/.

Termometry wychyłowe z pośrednim wzmocnieniem. Mierniki /rejestratory/ opisanych termometrów ze względu na wymaganą żywotność i ciężkie warunki pracy mają ustroje pomiarowe o niezbyt wysokiej czułości nawet w przypadku ułożyskowania organu ruchomego na zawieszeniu taśmowym /napięcie pełnego wystereowania nie schodzi zwykle poniżej 8 mV/. Organy ruchome tych ustrojów mają długie wskazówki, stosunkowo duże masy i bezwładności, a zatem wykazują długie okresy uspokajania się wskazówki. Dotyczy to szczególnie ustrojów pomiarowych rejestratorów, gdyż

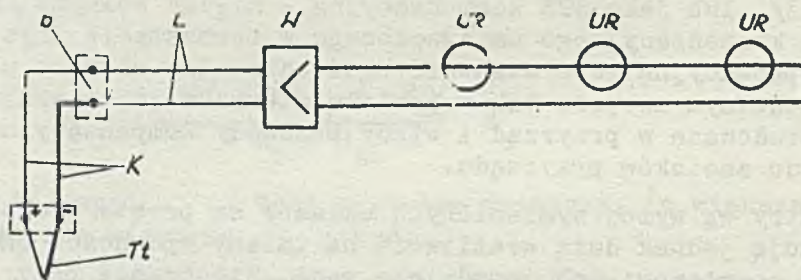
w nich szerokość zapisu narzuca długość wskazówki, a tym samym ciężar organu. Z tych powodów mierniki te nie zawsze spełniają wymagania stawiane przez użytkownika. Wtedy konieczne jest zastosowanie termometru wychyłowego z pośrednim członem wzmacniającym siłę termoelektryczną na proporcjonalny do niej prąd stały, który pozwala wyeliminować wymienione wcześniej wady.

Termometry z pośrednim wzmocnieniem, mimo że są przyrządami znacznie droższymi, znajdują zastosowanie w przypadkach niżej podanych.

Przy pomiarach niskich temperatur, zwłaszcza kiedy różnica między temperaturą miejsca pomiaru a temperaturą spoiny odniesienia jest niewielka, wartość powstającej siły termoelektrycznej jest za mała w stosunku do czułości produkowanych mierników i wzmocnienie sygnału pozwala zastosować miernik o małej czułości. Zastosowanie w takich przypadkach baterii termoelementów, dla zwiększenia STE bez użycia wzmacniacza, wymagałoby specjalnego wzorcowania miernika, skomplikowało kompensację temperatury spoin odniesienia, a zmierzona temperatura byłaby średnią temperaturą objętości, w której umieszczono by wszystkie spoiny pomiarowe termoelementu. Dlatego też praktycznie metoda ta nie jest stosowana.

Często oporność obwodu zewnętrznego przyłączonego do miernika znacznie przekracza wartość oporności znamionowej, np. w przypadku bardzo dużych odległości miejsca pomiaru od czujnika lub przy stosowaniu czujników termoelektrycznych płaszczowych. Zastosowanie w tych przypadkach wzmacniacza umożliwi pomiar siły termoelektrycznej praktycznie bez pobierania mocy i wtedy zmiany oporności obwodu zewnętrznego w zakresie od zera do kilkuset a nawet kilku tysięcy omów nie wpływają na pomiar. Dostarczanie oporności obwodu zewnętrznego jest w tym przypadku oczywiście zbędne.

W przypadku konieczności przyłączenia do jednego czujnika kilku przyrządów wskazujących lub rejestrujących umieszczonych na różnych stanowiskach należy zastosować wzmacniacz w układzie wg rys. 6.



Rys. 6. Układ termometru termoelektrycznego ze wzmacniaczem i trzema przyrządami wtórnymi

Łączenie szeregowo kilku lub nawet kilkunastu przyrządów na wyjściu wzmacniacza nie zmniejsza dokładności pomiaru ze względu na niezależność w szerokim zakresie charakterystyki wzmacniacza od oporności obciążenia.

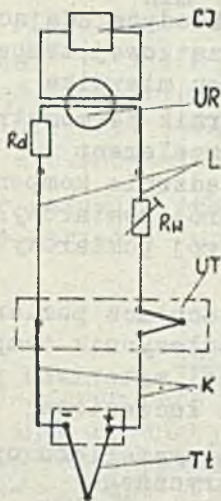
W przypadku rejestracji szybko zmieniających się temperatur dla uzyskania czytelnego wykresu konieczny jest szybki przesuw taśmy i odpowiednio duża częstotliwość odbijania punktów, np. co 1 s. Aby otrzymany wykres był odzwierciedleniem rzeczywistych przebiegów zmian temperatury, konieczny jest ustrój pomiarowy o bardzo krótkim czasie ustalania się wskazówki tj. ustrój pobierający stosunkowo dużą moc. Można to osiągnąć jedynie przez zastosowanie wzmacniacza.

W praktyce stosowane są różnego rodzaju wzmacniacze lampowe i tranzystorowe. Do ciekawszych i bardzo często stosowanych ze względu na prostą budowę i duży współczynnik wzmocnienia należy wzmacniacz kompensacyjny typu Lindeck-Rothe.

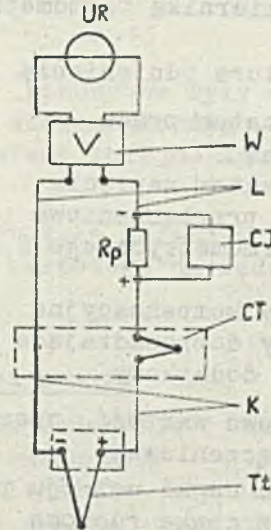
Termometry z obciążonym zerem. Błąd pomiaru przyrządu /zawierający błędy systematyczne ustroju pomiarowego i błąd odczytu/ wyraża się w procentach zakresu wskazań tego przyrządu, tj. w przypadku zakresów rozpoczynających się od zera, w procentach górnej granicy zakresu wskazań. Temperatura mierzona zmienia się zwykle w niewielkim zakresie i stosowanie wtedy przyrządu o zakresie rozpoczynającym się od zera powiększa niepotrzebnie błąd pomiaru.

P r z y k ł a d 1. Temperatura mierzona zmienia się od 900°C do 1100°C , za stosowany miernik kl.1 ma zakres $0 - 1200^{\circ}\text{C}$ - błąd pomiaru wynosi wtedy $+12^{\circ}\text{C}$ /błąd wyznaczony nie obejmuje błędów dodatkowych - patrz rozdz.4.2/ Po zastosowaniu w tym przypadku miernika kl.2,5 o zakresie $800 - 1200^{\circ}\text{C}$, niedokładność pomiaru wynosi $+10^{\circ}\text{C}$, a więc mimo zastosowania miernika o dwie klasy gorszego, pomiar jest obciążony mniejszym błędem bezwzględnym.

Dlatego często stosowane są mierniki o zakresach obciążonych od dołu, wyposażone w urządzenie zwane "lupą pomiarową".



Rys.7. Układ termometru termoelektrycznego wychyłowego z obciążonym zerem za pomocą dodatkowego uzwojenia ramki



Rys. 8. Układ termometru termoelektrycznego ze stopniem wzmacniającym i z obciążonym zerem przez włączenie w obwód pomiarowy napięcia kompensującego

Urządzenie obcinające zakres wskazań może być zrealizowane w ten sposób, że na ramce ustroju pomiarowego obok uzwojenia pomiarowego jest umieszczone drugie, galwanicznie oddzielone uzwojenie kompensujące, przez które przepływa niezmienny w czasie /stabilizowany/ prąd stały. Wywołany działaniem tego prądu moment jest skierowany przeciwnie do momentu wywołanego przez prąd pomiarowy spowodowany siłą termoelektryczną termoelementu i kompensuje częściowo ten moment. Wskazanie miernika, tj. wychylenie wskazówki może wywołać tylko STE większa od STE_{\min} , niezbędnej do zrównoważenia momentu pochodzącego od prądu płynącego przez uzwojenie kompensujące. Schemat takiego termometru przedstawiono na rys. 7.

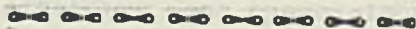
Inne rozwiązanie "lupy pomiarowej" polega na włączeniu w obwód pomiarowy napięcia stałego kompensującego o znanej i niezmiennej w czasie

wartości, skierowanego przeciwnie do STE termoelementu pomiarowego. Wskazówka miernika wychyla się z położenia początkowego na zakres wskazań dopiero wtedy, gdy wypadkowy prąd w obwodzie pomiarowym ma kierunek zgodny z biegunowością termoelementu, tj. wtedy, gdy STE ma wartość większą od napięcia kompensującego. W układzie przedstawionym na rys. 8 wielkością kompensującą jest spadek napięcia na precyzyjnym oporniku, zwykle drutowym /np. z drutu manganinowego/ włączonym w obwód pomiarowy, przez który przepływa wymuszony stabilizowany prąd stały.

Urządzenia obcinające zakres wskazań mogą być wbudowane jak pokazano na rys. 7 i 8. zarówno w układy termometrów o działaniu bezpośrednim, jak i w układy z pośrednim wzmocnieniem.

Oznaczenia stosowane na rysunkach i w tekście

a - spoina pomiarowa termoelementu	R_{T_0} - oporność znamionowa /w tem. 0°C/ opornika termometrycznego
b - spoina odniesienia termoelementu	R_2, R_3, R_4 - opornik mostka pomiarowego oporowego
k - współczynnik proporcjonalności	ΔR - zmiana oporności
t - temperatura rzeczywista	STE_{max}, STE_{min} - siła termoelektryczna odpowiadająca końcowej i początkowej temperaturze zakresu miernika
t_{max}, t_{min} - wartość temperatury odpowiadająca skrajnym kreskom zakresu miernika termometru oporowego	T_0 - opornik termometryczny
t_0 - temperatura odniesienia	T_t - termoelement
CJ - stabilizator prądu	UK - urządzenie kompensujące
CT - termostat	UL - ustrój pomiarowy ilorazowy
CU - stabilizator napięcia	UR - ustrój pomiarowy z cewką ruchomą
G - głowica przyłączeniowa czujnika termometrycznego z zaciskami	W - wzmacniacz pomiarowy
K - przewody kompensacyjne	α_L - współczynnik temperatury oporności materiału przewodów linii łączeniowej
L - przewody doprowadzające	α_0 - j.w. materiału opornika termometrycznego
R_d - opornik dodatkowy	δ - błąd względny
R_L - znamionowa wartość oporności linii łączeniowej	$\delta_{tc}, \delta_{ts}, \delta_{tm}$ - dodatkowy błąd względny wpływu temperatury cewki, sprężyn zwrotnych, magnesu.
R_0 - oporność cewki ustroju pomiarowego z cewką ruchomą	
R_p - opornik precyzyjny	
R_w - opornik wyrównawczy	
R_{Tt} - oporność wewnętrzna termoelementu w temp. pokojowej	





Ryszard KOWALSKI
Lucjan ŚWIĘTCZAK
Tadeusz TUKA.
ZWPP "Era"

EWIDENCJA WYDZIAŁÓW PRODUKCJI PODSTAWOWEJ GNIAZD I STANOWISK, PRZYRZĄDÓW SPECJALNYCH ZBIORY DANYCH

W poprzednio publikowanych artykułach^{*/} poruszone były wybrane problemy występujące przy projektowaniu systemu elektronicznego przetwarzania danych. W niniejszym opracowaniu przedstawiono kolejne agendy objęte systemem EPD, a mianowicie:

1. Ewidencję gniazd i stanowisk, zwaną kartoteką gniazd i stanowisk - KGS
2. Ewidencję narzędzi specjalnych, zwaną kartoteką narzędzi specjalnych - KNS.

Kartoteka gniazd i stanowisk

Informacje zgrupowane w tej kartotece mają umożliwić zbudowanie prawidłowych planów produkcji /rocznych - operatywnych/ z uwzględnieniem obciążeń poszczególnych stanowisk oraz rozliczenie bezpośrednich kosztów produkcji podstawowej w przekroju czasowym /okres sprawozdawczy/ i miejsc ich powstawania /zakład, wydział, gniazdo/.

Aby umożliwić założenie ewidencji, w zakładzie stworzono wykaz gniazd i stanowisk, specjalnie dostosowany do potrzeb elektronicznej techniki obliczeniowej. Wykaz ten jest systematycznie aktualizowany przez Dział Głównego Technologa, a informacje dotyczące zmian wprowadzane są za pośrednictwem dokumentu "GS" /załącznik nr 1/ do KGS. Wykaz gniazd i stanowisk jest tak zbudowany, aby w ramach jednego wydziału stworzyć symbolikę dla gniazd, natomiast w ramach jednego gniazda - symbolikę stanowisk. Obowiązuje przy tym zasada łączenia w jedno stanowisko maszyn wzajemnie zamiennych, zgrupowanych w tym samym gnieździe.

W systemie EPD dla ZWPP "Era" przeznaczono cztery znaki alfanumeryczne na oznaczenie stanowisk, cztery znaki alfanumeryczne na oznaczenie gniazd oraz dwa znaki na oznaczenie wydziału.

*/ "MERA - Ekonomia - Organizacja - Technika" nr 4/11/68 oraz "Biuletyn Mera" nry 1, 2, 3, 4, 8 z br.



Zakłady Wytwórcze Przyrządów Pomiarowych

FORMULARZ DO ZAKŁADANIA
KARTOTEKI GNIAZD I
STANOWISK

Kod karty	Wydz.	Gniazdo	Stanowisko	Ilość maszyn	Wsp. z mian.	Ilość robot	% Wykonania normy	Wsp. aktual
1	2	3	4	5	6	7	8	9
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
G1S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
01S	□□	□□□□	□□□□	□□	□□	□□	□□□□	□□
1 2	3 4	5 6 7 8	9 10 11 12	13 14	15 16	17 18	19 20 21 22 23	80

U w a g a: Kolumna 2,3,4 - wypełniać od lewej strony
 Kolumna 5,7 - przesuwac do prawej strony
 Kolumna 9 - wstaw 1 w przypadku wprowadzonej informacji i 9 w przypadku aktualizacji
 Kolumna 7 - wstaw tylko na pierwszej karcie gniazda

Załącznik 1

Według powyższych założeń przykładowo symbolika wybranego stanowiska składającego się z ośmiu maszyn /automatów typu "SKODA"/ o przelocie $\varnothing 6$ przedstawia się następująco:

Wydział Półfabrykatów posiada kod EPD - P1,
Gniazdo automatów " " EPD - AUTO,
Stanowisko maszyn typu "SKODA" $\varnothing 6$ posiada kod EPD - A006.

Powyższe informacje uzupełnione są o następujące dane:

1. Współczynnik zmienowości dla gniazd,
2. Ilość robotników zatrudnionych w gnieździe,
3. Procent wyrobienia normy w gnieździe,
4. Ilość maszyn w stanowisku

i przenoszone są dokumentem "GS" na taśmę magnetyczną, tworząc dane stałe kartoteki gniazd i stanowisk.

Układ KGS na taśmie magnetycznej podobny jest budową do innych kartotek systemu, różni się tylko ilością rekordów uporządkowanych wg klucza: wydział, gniazdo, stanowisko. Dane stałe podzielone są na informacje dotyczące wyłącznie gniazd oraz informacje dotyczące wyłącznie stanowisk. Zgodnie z takim podziałem KGS posiada dwa rekordy danych stałych:

1/ Rekord danych stałych gniazd - zawiera następujące informacje:

1. Współczynnik zmienowości gniazda,
2. Ilość robotników zatrudnionych w gnieździe,
3. Procent wyrobienia normy w gnieździe,
4. Dysponowany fundusz godzin w dekadach.

Informacje rekordu danych stałych gniazda podane w pkt. 1 i 2 aktualizowane są dokumentem GS. Informacje podane w pkt. 3 - /procent wyrobienia normy/, aktualizowany jest w trakcie realizacji przebiegu sprawozdawczego na podstawie kart roboczych. Natomiast informacje podane w pkt. 4 /dysponowany fundusz godzin w dekadach/, powstaje w czasie realizacji cyklu planistycznego, a aktualizacja danych odbywa się przy pomocy specjalnego algorytmu, który umożliwia wyliczenie funduszu dla najbliższych 9 dekad.

2/ Rekord danych stałych stanowiska - zawiera następujące informacje:

1. Ilość maszyn w stanowisku,
2. Dysponowany fundusz godzin w dekadach.

Aktualizacja informacji podanej w pkt. 1 odbywa się poprzez dokument "GS". Natomiast informacja podana w pkt. 2 obliczana jest w tym samym przebiegu planistycznym oraz tym samym algorytmem, jak w rekordzie danych stałych gniazda.

Tak zbudowane rekordy danych stałych umożliwiają dokonanie prawidłowego rozdziału planowanych robót na stanowiska oraz zapewniają właściwe uporządkowanie zbioru wg układu: wydział, gniazdo, stanowisko. Rekordy danych stałych są w tym przypadku wiodącymi dla następujących informacji, tworzonych w następującym układzie:

3/ Rekord planu remontu stanowiska - zawiera następujące informacje:

1. Planowaną datę rozpoczęcia remontu stanowiska,
2. Planowaną datę zakończenia remontu stanowiska,
3. Rzeczywistą datę rozpoczęcia remontu stanowiska.

Informacje w tym rekordzie powstają na podstawie dokumentu zwanego "planem remontu" oraz na podstawie sygnałów o pobraniu urządzenia do remontu.

Uważny czytelnik mógłby zwrócić uwagę na brak w tym rekordzie informacji o oddaniu urządzenia z remontu do eksploatacji. Otóż w przypadku otrzymania do systemu informacji sygnalizującej oddanie urządzenia do produkcji /dokument "PN"/ ulegają skreśleniu wszystkie poprzednie zapisy dotyczące remontu danego stanowiska. Informacje zawarte w powyższym rekordzie umożliwiają zmniejszenie dysponowanego funduszu czasu pracy stanowiska o planowany czas remontu.

4/ Rekord rezerwacji stanowiska - zawiera informacje dotyczące wszystkich planowanych do wykonania operacji na danym stanowisku. Informacje zbierane są w następującym układzie:

1. Kod asortymentu,
2. Nr operacji,
3. Planowana ilość do wykonania,
4. Najwcześniejszy termin rozpoczęcia operacji,
5. Najpóźniejszy termin zakończenia operacji,
6. Planowana pracochłonność operacji.

Rekord ten powstaje w czasie wykonywania cyklu planistycznego. Zbiór informacji zebranych w powyższym rekordzie umożliwia opracowanie tabulogramu planistycznego, obrazującego plan najbliższej dekady, oraz dokonanie dokładnego rozeznania w zakresie obciążeń stanowisk dla okresu najbliższych 9 dekad.

5/ Rekord planu stanowiska - zawiera następujące informacje:

1. godziny zajęte planowanymi operacjami dla 9 dekad,
2. godziny wykonane na stanowisku w m-cu sprawozdawczym.

Aktualizacja informacji podanych w pkt. 1 odbywa się w cyklu planistycznym, a dane zawarte w tej pozycji są sumą pracochłonności z rekordu rezerwacji stanowiska zebranych dla danej dekady. Aktualizacja informacji podanej w pkt. 2 odbywa się w cyklu sprawozdawczym, a podstawą do wprowadzenia danych są informacje zawarte na kartach roboczych.

Rekord planu stanowiska umożliwia wykonanie sprawozdań w zakresie wykonanego i planowanego czasu pracy maszyn i urządzeń. Jednocześnie służy w cyklu planistycznym do określenia luzu lub przeciążeń w stosunku do dysponowanej ilości maszynogodzin. Tak zebrane informacje stwarzają możliwość automatycznego przyspieszenia lub opóźnienia planowanych terminów wykonania operacji na asortymentach. Chodzi w tym wypadku o umożliwienie obłożenia planem pełnej dysponowanej mocy stanowiska, nawet asortymentami niezbędnymi w dalszych okresach planistycznych.

6/ Rekord robocizny bezpośredniej - zawiera informacje dotyczące robotników zatrudnionych w danym gnieździe, uporządkowane w następujący sposób:

1. Nr robotnika,
2. Planowany fundusz czasu pracy robotnika w godzinach,
3. Godziny wykonane na TPZ w miesiącu,
4. Godziny wykonane na operacje dodatkowe w miesiącu,
5. Godziny wykonane na postoje w miesiącu,
6. Godziny wykonane na braki w miesiącu,
7. Godziny wykonane na produkcję podstawową w miesiącu.

Aktualizacja rekordu odbywa się w cyklu sprawozdawczym na podstawie informacji zawartych na kartach roboczych. Informacje zebrane w tym rekordzie umożliwiają wykonanie sprawozdań w zakresie czasu pracy poszczególnych robotników z pokazaniem procentu wyrobienia normy oraz procentu czasu traconego na produkcję brakową itp.

7/ Rekord braków w miesiącu

Ze względu na potrzebę szerszej informacji o brakach produkcyjnych powstała konieczność zbudowania takiego rekordu, w którym dane o brakach, operacjach dodatkowych oraz postojach zbierane byłyby z podziałem na przyczyny ich powstania. Rekord tworzony jest dla gniazda i zawiera:

1. Ilość braków wykonanych w gnieździe,
2. Ilość braków z podziałem na przyczyny,
3. Czas postojów z podziałem na przyczyny,
4. Operacje dodatkowe z podziałem na przyczyny.

Aktualizacja danych odbywa się w cyklu sprawozdawczym na podstawie informacji zawartych na kartach roboczych. Rekord ten umożliwia wykonanie sprawozdań obrazujących kształtowanie się braków, postojów, operacji dodatkowych - w rozbiciu na przyczyny i miejsca powstawania. W tym celu utworzono w zakładzie listę przyczyn powstania braków, postojów i operacji dodatkowych. Informacje zawarte w tym rekordzie umożliwiają wykonanie sprawozdań w przekroju miesięcznym. Ażeby podać podobne informacje w przekroju rocznym, zaprojektowano następny rekord.

8/ Rekord braków w roku - zawiera te same informacje co "rekord braków w miesiącu" pamiętane w tym samym układzie, ale sumowane od początku roku. Rekord aktualizowany jest przebiegiem sprawozdawczym na podstawie poprzedniego zapisu rekordów braków w miesiącu. Taki zbiór informacji umożliwia opracowanie sprawozdań z braków operacji dodatkowych i postojów w rozbiciu na przyczyny dla poszczególnych wydziałów.

9/ Rekord stanu aktualnego w wydziale - zawiera informacje o stanach poszczególnych asortymentów /części, podzespołów/ w poszczególnych operacjach i miejscach ich przebywania. Dane te zapisywane są w układzie:

1. Kod asortymentu,
2. Nr operacji,
3. Stan aktualny - dobre,
4. Stan aktualny - braki.

Aktualizacja rekordu odbywa się w cyklu sprawozdawczym na podstawie informacji zawartych w n/w dokumentach.

1. Karta robocza "Kr",
2. Kwit zdania części dobrych "Kz" z wydziału do innego wydziału lub magazynu,
3. Kwit zdania braków z wydziału do magazynu braków.

Na koniec każdego kwartału, po dokonanych spisach robót w toku aktualizacja rekordu odbywa się przy pomocy dowodu spisu robót w toku "Kr". W przypadku pojawienia się dowodu "Kp" następuje w cyklu sprawozdawczym czynność porównania stanu ewidencyjnego ze stanem spisu. Ilość ewidencyjna zostaje zastąpiona ilością ze spisu, natomiast różnica między tymi dwoma stanami wyprowadzana jest na specjalne sprawozdanie - różnic inwentaryzacyjnych robót w toku na wydziale.

Rekord stanu aktualnego w wydziale umożliwia uwzględnienie posiadanych części w poszczególnych operacjach w przebiegu planistycznym i zaplanowanie odpowiedniej ilości detalo-operacji w następnych okresach planistycznych. Jednocześnie istnieje możliwość podania w każdej chwili aktualnego stanu robót w toku dla poszczególnych wydziałów oraz zakładu. Na podstawie informacji zawartych w rekordzie stanu, powstają sprawozdania obrazujące wartość robót w toku dla poszczególnych wydziałów i zakładu. Ze względu na fakt przemieszczania się robót w toku w trakcie produkcji z wydziału na wydział, z jednego asortymentu na drugi, stworzono w

KGS następne rekordy obrazujące powyższe zmiany w stanie robót. Rekord stanu jest informacją ilościową, natomiast następne rekordy KGS dotyczące robót w toku prowadzone są w układzie wartościowym.

10/ Rekord wartości przychodu dla wydziału - zawiera informacje o wszystkich przychodach do wydziału. Trzeba w tym przypadku uwzględnić fakt, że do wydziału montażowego wchodzi części, w których zawarta jest wartość materiału, obróbki obcej oraz wartość robocizny innych wydziałów, które brały udział w wykonaniu tego asortymentu. Z tego powodu rekord wartości przychodu dla wydziału posiada następujący układ:

1. Wartość przychodu robocizny własnej wydziału,
2. Wartość przychodu robocizny wydziału półfabrykatów,
3. Wartość przychodu robocizny wydziału przedmontażu,
4. Wartość przychodu robocizny wydziału montażowego,
5. Wartość przychodu materiału,
6. Wartość przychodu obróbki obcej /kooperacji/.

Aktualizacja rekordu odbywa się w cyklu sprawozdawczym na podstawie dokumentów przychodowych, przy wykorzystaniu specjalnego zbioru zwanego "cennikiem robót w toku". Robocizna własna wydziału aktualizowana jest na podstawie kart roboczych i cennika robót w toku.

Rekord służy do sporządzania sprawozdań i kształtowania się wartości robót w toku w poszczególnych wydziałach. W tym samym celu zbudowane są następne rekordy dotyczące rozchodów w wydziałach.

11/ Rekord wartości rozchodu na produkcję zakończoną dla wydziału - zawiera informacje o rozchodach z wydziału do magazynu wyrobów gotowych. Budowa rekordu i układ informacji są podobne jak w rekordzie podanym w pkt. 10. Aktualizacja odbywa się w cyklu sprawozdawczym na podstawie dokumentów rozchodowych oraz "cennika robót w toku".

12/ Rekord wartości rozchodu na półfabrykaty dla wydziału - zawiera informacje o rozchodach z wydziału do magazynu półfabrykatów lub na inny wydział. Budowa rekordu i układ informacji są podobne jak w rekordzie podanym w pkt. 10. Aktualizacja odbywa się w cyklu sprawozdawczym na podstawie dokumentów rozchodowych oraz "cennika robót w toku".

13/ Rekord wartości rozchodu na braki dla wydziału - zawiera informacje o rozchodach zabrakowanych części z wydziału do magazynu braków. Budowa rekordu i układ informacji są podobne jak w rekordzie podanym w pkt. 10. Aktualizacja odbywa się w cyklu sprawozdawczym na podstawie dokumentów rozchodu braków oraz "cennika robót w toku".

14/ Rekord wartości rozchodu na inne cele dla wydziału - zawiera informacje o rozchodach asortymentów z wydziałów dla potrzeb własnych przedsiębiorstwa. Budowa rekordu i układ informacji są podobne jak w rekordzie podanym w pkt. 10. Aktualizacja odbywa się w cyklu sprawozdawczym na podstawie dokumentów rozchodowych oraz "cennika robót w toku".

15/ Rekord wartości stanu początkowego dla wydziału - umożliwia wykonanie bilansu robót w toku w obszarze wydziału i zakładu dla danego okresu sprawozdawczego: Rekord powstaje na podstawie spisu robót w toku, a w okresach między spisami na podstawie wyliczenia /stan początkowy w miesiącu/ + /przychody w miesiącu/ - /rozchody w miesiącu/ = stan na koniec miesiąca.

Stan na koniec miesiąca poprzedniego jest zarazem stanem na początek miesiąca następnego. Informacje w rekordzie - wartość stanu początkowego w wydziale zapisywane są w podobnym układzie, jak w rekordzie podanym w pkt. 10, a mianowicie:

1. Wartość stanu robocizny własnej wydziału,
2. Wartość stanu robocizny wydziału półfabrykatów,
3. Wartość stanu robocizny wydziału przedmontażu,
4. Wartość stanu robocizny wydziału montażu,
5. Wartość stanu materiałów,
6. Wartość stanu obróbki obcej /kooperacji/.

Ewidencja przyrządów, narzędzi i sprawdzianów specjalnych

Ewidencja obejmuje tylko te przyrządy, które zostały bądź wykonane w zakładzie, bądź na specjalne zamówienie zakładu i posiadają oddzielną własną numerację. W celu uzyskania właściwej symboliki narzędzi specjalnych istnieje w zakładzie oddzielna instrukcja numeracji narzędzi. Na numerację przyrządów /kody/ przeznaczone jest 6 znaków, z których pierwsze dwa są wyróżnikiem grupy narzędzi, a pozostałe cztery - numerem kolejnym przyrządu w danej grupie. Przykład kodu narzędzi:

XX	XXXX
	nr kolejny
	grupa przyrządów /wyróżnik/

Zgodnie z powyższym założeniem w Zakładzie dokonano następującego podziału przyrządów:

Przyrządy montażowe	- wyróżnik 99,
Przyrządy pomocnicze	- wyróżnik 98.

Ewidencja przyrządów, narzędzi i sprawdzianów specjalnych obejmuje wypożyczalnie narzędzi i umożliwia udzielenie odpowiedzi jedynie na następujące pytania:

- czy przyrząd jest dobry i znajduje się w wypożyczalni lub na wydziale produkcyjnym;
- jeżeli nie, to znaczy że został przekazany do naprawy i wówczas ważne jest, w jakim terminie zostanie naprawiony.

Odpowiedź na powyższe pytania daje zbiór informacji zapisanych w specjalnej kartotece, zwanej w skrócie "KNS".

Kartoteka przyrządów specjalnych "KNS"

Informacje zgrupowane w tej kartotece mają stworzyć podstawowe dane o przyrządach dla potrzeb planowania operatywnego. W tym celu "KNS" posiada dwa rekordy o następującej budowie:

1/ Rekord danych stałych przyrządów specjalnych - zawiera informacje o każdym numerowanym narzędziu. Dane zapisane są w następującym układzie:

1. Ilość przyrządów,
2. Ilość w naprawie,
3. Planowany termin zwrotu z naprawy.

Aktualizacja rekordu odbywa się w cyklu sprawozdawczym. Podstawą prowadzenia ewidencji są następujące dokumenty:

a/ "NP" - naprawa przyrządu - sygnał przekazania przyrządu z naprawy do wypożyczalni lub sygnał wykonania nowego przyrządu;

b/ "ZP" - zwrot przyrządu - sygnał przekazania przyrządu do naprawy z podaniem równocześnie planowanego terminu wykonania naprawy.

2/ Rekord rezerwacji przyrzędu - zawiera dane o planowanych asortymentach, które mają być wykonane przy pomocy danego przyrzędu. Informacje za pisane są w następującym układzie:

1. Kod asortymentu planowanego do wykonania,
2. Wydział i gniazdo, które będzie wykonywać operacje na planowanym asortymencie,
3. Nr operacji, jaka ma być wykonana na tym przyrzędzie,
4. Najwcześniejszy termin rozpoczęcia operacji,
5. Najpóźniejszy termin zakończenia operacji.

Aktualizacja rekordu odbywa się w ramach cyklu planistycznego, specjalnym algorytmem planistycznym. W momencie posiadania najwcześniejszego terminu rozpoczęcia operacji oraz najpóźniejszego z terminu zakończenia, bez żadnych trudności można opracować plan potrzeb narzędzi z określeniem w miarę dokładnie okresu użytkowania przyrzędu przez wydział produkcyjny.

Artykuł napisano w oparciu o system EPD opracowywany przez zespół pracowników ZPD CODKK oraz ZWPP "ERA"

— — — — —
NOWOSCI WYDAWNICZE WNT Z ZAKRESU AUTOMATYKI

Grzybek M., Mislurewicz P. - WYBRANE TRANZYSTOROWE UKŁADY CYFROWE. T r e ś ć: Wybrane tranzystorowe układy cyfrowe, takie jak: rejestry, liczniki, konwertory kodów, rozdzielacze, sumatory, układy czasowe - zbudowane z elementów logicznych typu NOR oraz przerzutników. Przykłady rozwiązań statycznych, zbudowanych wyłącznie z elementów NOR niektóre przykładowe rozwiązania większych cyfrowych urządzeń automatyki, ich schematy logiczne i zasady działania.

Wilenskin S.J. - STATYSTYCZNE METODY BADANIA UKŁADÓW STEROWANIA AUTOMATYCZNEGO - tłum. z rosyjskiego. T r e ś ć: Statystyczne metody oceny/estymacji/ wartości parametrów układów sterowania automatycznego oraz charakterystyki procesów przy padkowych zachodzących w czasie pracy układu. Wyznaczenie i oszacowanie dokładności charakterystyk jest przeprowadzone za pomocą cyfrowej maszyny matematycznej. Tablice i wykresy ułatwiające wybór najkorzystniejszej metody opracowania danych pomiarowych za pomocą maszyn cyfrowych.

Maszyny liczące. Technika programowania

Borko H. - ZASTOSOWANIE MASZYN MATEMATYCZNYCH W NAUKACH BEHAVIORALNYCH - tłum. z angielskiego. Z serii "Przetwarzanie informacji i maszyny matematyczne". T r e ś ć: Wybór prac z amerykańskiej książki ukazującej możliwości zastosowania maszyn matematycznych w naukach behawioralnych. Historia i rozwój maszyn matematycznych, problemy obliczeniowe związane z tymi zagadnieniami statystyki, które są szczególnie użyteczne w naukach behawioralnych, zasady teoretyczne i możliwości praktyczne korzystania z maszyn matematycznych do badania percepcji, modelowania procesów poznawczych do celów automatycznego nauczania i przetwarzania danych językowych, do przetwarzania danych w medycynie oraz modelowania procesów wytwórczych w gospodarce.

Flores I. - ARYTMETYKA MASZYN CYFROWYCH - tłum. z angielskiego. Z serii "Przetwarzanie informacji i maszyny matematyczne". T r e ś ć: Pełny wykład na temat arytmetyki maszyn cyfrowych. Zasady, metody projektowania elementów logicznych oraz techniki dokonywania wszelkich operacji arytmetycznych.

Gregory R.H., van Horn R.L. - PRZETWARZANIE DANYCH I PROGRAMOWANIE W GOSPODARCE - tłum. z angielskiego. Z serii "Przetwarzanie informacji i maszyny matematyczne". T r e ś ć: Wykład na temat przetwarzania danych w przedsiębiorstwie. Zagadnienia podstawowe dotyczące przetwarzania danych, elektroniczne maszyny cyfrowe, podstawy i metody programowania /w języku COBOL i w języku sztucznej maszyny WORDCOM/ oraz specyficzne programy przetwarzania.

Klepacz W. - PAMIĘCI MASOWE ELEKTRONICZNYCH MASZYN CYFROWYCH. Z serii "Przetwarzanie informacji i maszyny matematyczne". T r e ś ć: Pamięci zewnętrzne /masowe/ maszyn matematycznych; podstawowe rodzaje pamięci /taśmowych, dyskowych, bębnowych, na kartach magnetycznych/ - zasady działania, budowa, zastosowania i perspektywy rozwojowe.

Levine L. - METODY STOSOWANIA MASZYN ANALOGOWYCH DO ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW W TECHNICIE - tłum. z angielskiego. T r e ś ć: Zastosowanie maszyn analogowych do rozwiązywania różnorodnych problemów występujących w technice, metody programowania równań za pomocą maszyn analogowych, metody pozwalające na modyfikację istniejących programów, na zmniejszenie błędów, programowanie rozwiązań optymalnych, badanie dynamiki układów liniowych i nieliniowych, rozwiązywanie zagadnień stochastycznych itp.

/wybrał es.b./

I N F O R M A C J E

WIADOMOŚCI DZWIĘKOWE Z ZAKRESU AUTOMATYKI I POMIARÓW

Od kilku już lat zdobyły sobie dużą popularność półgodzinne audycje nadawane za pośrednictwem radiowęzłów zakładowych, opracowywane przez Redakcję Serwisu Informacyjnego dla Radiowęzłów, w skrócie SIR.

Audycje te nadawane są w ramach następujących serwisów tematycznych:

- DZWIĘKOWE WIADOMOŚCI TECHNICZNE - serwis dla zakładowych ośrodków in formacji technicznej i ekonomicznej zakładów przemysłowych, m.in. w resorcie przemysłu maszynowego.
- WIADOMOŚCI PRZEMYSŁU HUTNICZEGO
- WIADOMOŚCI GÓRNICZE
- CZŁOWIEK - ŚWIAT - POLITYKA - audycje poświęcone literaturze społeczno-politycznej, literaturze pięknej i popularno-naukowej.

W roku bieżącym SIR przygotowuje ponad 300 audycji, w tym około 180 o tematyce technicznej i ekonomicznej.

W serwisie "DZWIĘKOWE WIADOMOŚCI TECHNICZNE" szczególnie bogato reprezentowana jest tematyka związana z automatyką przemysłową i metrologią. W specjalnej serii pod nazwą "W pracowniach instytutów" znajdują się liczne audycje opracowane przez naukowców Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów.

Są to następujące tematy:

- Automatyka w okrętownictwie - Pneumatyczne układy cyfrowe do sterowania silników okrętowych /mgr inż. Jakub Hirszberg i dr inż. Wojciech Krechowiecki/
- Jakże są cele automatyzacji procesów przemysłowych /mgr inż. Bohdan Szymański/
- Automatyzacja pneumatyczna, jej zastosowanie przemysłowe i perspektywy rozwoju /mgr inż. Leon Szczerbicki/
- Uniwersalny, modułowy system automatyki pneumatycznej /mgr inż. Piotr Makowski/
- Przepływomierz turbinowy z tranzystorowym układem liczącym /mgr inż. Stanisław Kołodziejcki/
- Technika strumieniowa - stan obecny i perspektywy rozwoju /mgr inż. Henryk Kędziorek/
- Metody badania pneumatycznych elementów przekaźnikowych, przeznaczonych do ciężkich warunków pracy /dr inż. Wojciech Krechowiecki i mgr inż. Jakub Hirszberg/

- Nowoczesne, krajowe, pneumatyczne i elektropneumatyczne urządzenia regulacji ciągłej /mgr inż. Leon Szczerbicki/
- Wzmacniacze strumieniowe - nowość ostatnich lat w technice sterowania /mgr inż. Leon Szczerbicki/
- Membranowe, kulkowe, tłoczkowe i suwakowe, pneumatyczne elementy logiczne /mgr inż. Leon Szczerbicki/
- Zastosowanie siłowników hydraulicznych i pneumatycznych /mgr inż. Leon Szczerbicki/
- Przygotowanie powietrza, jako nośnika sygnału i energii w pneumatycznych układach sterowania /mgr inż. Leon Szczerbicki/
- Przewody elastyczne i ich łączenie w celu przenoszenia sygnału i energii /mgr inż. Leon Szczerbicki/
- Uniwersalny system modułowy automatyki /mgr inż. Andrzej Walczak/
- Zagadnienia pomiaru drgań /mgr inż. Piotr Makowski/
- Przemysłowa służba czasu /inż. Andrzej Zakrzewski/
- Zastosowanie maszyn cyfrowych w automatyzacji procesów przemysłowych i zarządzaniu /mgr inż. Stanisław Szwaglis/
- Elektroniczne przyrządy pomiarowe z odczytem cyfrowym /dr inż. Adam Buczyńko/
- Zdalne przekazywanie pomiarów /mgr inż. Leszek Guzy/
- Pomiary i regulacja temperatury /mgr inż. Władysław Szabat/
- Automatyzacja pomiarów w systemie Centralnej Rejestracji i Przetwarzania Danych /CRPD/ /mgr inż. Stanisław Szwaglis/
- Technologia montażu aparatury elektronicznej /mgr inż. Jan Romer/
- Termiczne termistorowe zabezpieczenie silników elektrycznych /mgr inż. Maciej Wróbel/
- Pirometry barwowe /mgr inż. Danuta Miller/
- Tropikalizacja aparatury pomiarowej i środków automatyki /mgr inż. Danuta Pyziel/
- Badania technoklimatyczne i wpływ narażeń klimatów tropikalnych na środki automatyzacji i aparatury pomiarowej /mgr inż. Danuta Pyziel/
- Cel i zadania eksploatacyjnych niezawodności wyrobów branży automatyki i pomiarów /mgr inż. Władysław Góral/
- Automatyczna kontrola jakości powierzchni łożysk tocznych /mgr inż. Bożena Maksymowicz/
- Automatyka w okrętownictwie - Pneumatyczne układy cyfrowe do sterowania silników okrętowych /mgr inż. Jakub Hirsberg i dr inż. Wojciech Krechowicki/
- Automatyczna kontrola jakości powierzchni łożysk tocznych /mgr inż. Bożena Maksymowicz/.

Zainteresowanych kierujemy do Redakcji Serwisu Informacyjnego dla Radiowezłów, Warszawa, al. Wojska Polskiego 12 /cz.b./.



WYDAWNICTWA PRZEMYSŁU AUTOMATYKI I POMIARÓW
"MERAMETR"

Branżowy Zakład Małej Poligrafii
przy Przedsiębiorstwie Automatyki Przemysłowej "PAP" w Falenicy

Działalność wydawnicza

- Periodyki

Wydawnictwa Zjednoczenia Przemysłu Automatyki i Aparatury Pomiarowej

- Biuletyn "MERA"

- Koordynacja Branżowa

Wydawnictwa Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów

- Biuletyn "PIAP"

- Prace "PIAP"

- Przegląd Dokumentacyjny "PIAP"

Wydawnictwo Przedsiębiorstwa Automatyki Przemysłowej "PAP"

- Automatyk

Wydawnictwo PHZ "METRONEX"

- Biuletyn PHZ "METRONEX"

Wydawnictwa nieperiodyczne: karty katalogowe, dokumentacja techniczno-ruchowa, instrukcje obsługi, foldery, ulotki itp. w języku polskim i w językach obcych.

Zakład wykonuje wszelkie usługi poligraficzne w zakresie małej poligrafii wg obowiązujących cenników.

Działalność reklamowa

- Organizacja imprez, wystaw, pokazów

- Filmy techniczne

- Inne usługi reklamowe

Cena 43.- zł

Pren. roczna 516.- zł

