

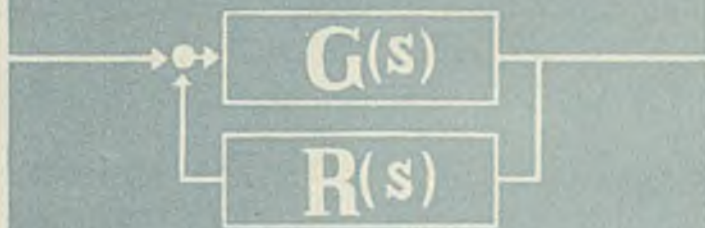
P.2900/74

MERA

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA

APARATURA POMIAROWA

SPRZĘT KOMPUTEROWY



BIULETYN

11(153)
Rok XIII - 1974

KOLEGIUM REDAKCYJNE

Redaktor Naczelny: mgr Roman Sprawski

Sekretarz Redakcji: mgr Zofia Bieguszevska-Kochan

Redaktorzy działowi: mgr Bolesław Drożak
mgr inż. Janusz Dziewięcki
inż. Ludomir Kowalski

Członkowie: Jan Esikowski
mgr Ewa Mańkiewicz-Cudny
red. Tadeusz Podwysocki
dr inż. Jerzy Szewczyk
red. Krzysztof Trzpil
mgr inż. Tadeusz Ustaborowicz

WARUNKI PRENUMERATY

Cena prenumeraty rocznej - 516. - zł

Instytucje państwowe i społeczne mogą zamawiać prenumeratę wyłącznie za pośrednictwem Oddziałów i Delegatur Centrali Kolportażu Prasy i Wydawnictw RSW "Prasa-Książka-Ruch". Prenumeraty dla czytelników indywidualnych przyjmują urzędy pocztowe oraz listonosze. Można również dokonać wpłat na konto PKO nr 1-6-100020 RSW "Prasa-Książka-Ruch" Warszawa, ul. Towarowa 28.

ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU AUTOMATYKI
I APARATURY POMIAROWEJ „MERA”



BIULETYN „MERA”

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA
APARATURA POMIAROWA
SPRZĘT KOMPUTEROWY

WARSZAWA, LISTOPAD 1974

SPIS TRESCI

A. Musielak	- Problemy technologii seryjnego wytwarzania elektronicznych maszyn cyfrowych	3
E. Madowicz	- Proces montażu pakietów maszyn cyfrowych	4
R. Bardadyn	- Montaż matryc pamięci ferrytowej	11
L. Górski	- Połączenia międzypakietowe	13
L. Zajchowska		
T. Rzepka	- Spawanie w osłonie argonu stopów aluminium w konstrukcjach maszyn cyfrowych	15
W. Łupiński	- Doświadczalna produkcja wielowarstwowych płytek drukowanych WZE "Mera-Elwro"	16
F. Kostruba		
W. Kornacki		
S. Osakiewicz	- Automatyzacja pomiarów podzespołów i urządzeń elektrycznych	21
H. Mrozińska		
Å. Lejczak	- Produkcja dwubarwnych kształtek z tworzyw sztucznych	25
Z. Nowicki	- Ocena niezawodności przekaźników prądowych produkcji krajowej	29
J. Bargielski	- Nowy system kontroli i kierowania jakością w Zakładach Wytwórczych Przyrządów Pomiarowych "ERA" w Warszawie	33
W. Czerski		
K. Michalski		
Cz. Izdebski	Zmiany organizacyjne w Zjednoczeniu "Mera" w 1974 r.	44

mgr inż. ANDRZEJ MUSIELAK
Wrocławskie Zakłady
Elektroniczne MERA-ELWRO

PROBLEMY TECHNOLOGICZNE SERYJNEGO WYTWARZANIA ELEKTRONICZNYCH MASZYN CYFROWYCH

W ciągu 15 lat istnienia zakładów MERA-ELWRO 12 lat wypełnionych zostało przemysłową seryjną produkcją elektronicznych maszyn cyfrowych. W ciągu tego krótkiego stosunkowo okresu Zakład nasz opuściły trzy generacje elektronicznych maszyn cyfrowych, realizowanych:

- w latach 1962-64 w technice lampowej,
- w latach 1965-72 w technice elementów dyskretnych,
- od roku 1973 do dziś w technice elementów scalonych.

Jednocześnie z każdym rokiem wzrastała liczba wyprodukowanych maszyn. W roku 1973, w którym uruchomiona została produkcja maszyn III generacji, produkcja roczna przekroczyła sto.

W ubiegłym roku MERA-ELWRO dokonało generalnych zmian technologii produkcji. Dla przygotowania i uruchomienia seryjnej produkcji nowoczesnych elektronicznych maszyn cyfrowych III generacji należało opanować i wdrożyć podstawowe technologie, składające się na procesy wytwarzania:

- pamięci ferrytowych,
- pakietów,
- okablowania ram i platerów.

Te trzy specyficzne procesy montażowe determinujące pomyślne uruchomienie i kontynuowanie produkcji zostały na przestrzeni roku 1973 wdrożone do produkcji. Wspólną cechą tych procesów jest montaż niezwykle dużej liczby podzespołów lub elementów w jedną niezawodną i bezbłędnie działającą całość.

Elementami lub podzespołami, które w tych procesach montujemy, są:

- w pamięciach ferrytowych - rdzenie,
- w pakietach - obwody scalone i elementy dyskretnie,
- w okablowaniu ram i platerów - przewody.

Dla każdego z trzech wymienionych montażów należało opracować różne metody wytwarzania, łącznie ze specjalistycznymi urządzeniami i pomocami technologicznymi. Metody wytwarzania określone zostały przede wszystkim specyfiką elementów montowanych w podzespoły składające się na elektroniczną maszynę cyfrową.

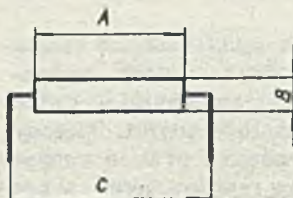
Te trzy podstawowe, charakterystyczne dla produkcji elektronicznych maszyn cyfrowych technologie, opisane zostały szczegółowo w kolejnych artykułach.



PROCES MONTAŻU PAKIETÓW MASZYN CYFROWYCH

Wstęp

W ostatnich kilku latach w nowoczesnym przemyśle elektronicznym stosuje się powszechnie, jeżeli pozwalają na to wymagania elektryczne, obwody drukowane. Zastosowanie płytek obwodów drukowanych pozwala na unowocześnienie produkcji i zmniejszenie kosztów procesu montażu. Płytką drukowaną stanowi podstawowy element konstrukcyjny wyrobu. Sukces lub niepowodzenie zależy wyłącznie od prawidłowej technologii produkcji i montażu danego wyrobu. Szczególną uwagę i staranność należy zachować w czasie projektowania obwodu drukowanego. Niedbałość, samowola, niewłaściwa interpretacja przepisów i niedokładny proces technologiczny doprowadzają w fazie montażu i uruchomienia pakietów do znacznych strat w przedsiębiorstwie.



Rozmieszczenie elementów

Dobrze zaprojektowaną płytkę obwodu drukowanego musi charakteryzować:

- karta rozmieszczenia elementów dla każdej części montowanej na płytce, zawierająca parametry obliczeniowe danych elementów składowych,
- parametry fizyczne i mechaniczne,
- rozstaw końcówek,
- średnica korpusu,
- średnica przewodu,
- średnica otworu,
- wielkość oczka lutowniczego,
- ciężar.

Wszystkie wymiary należy określać w odniesieniu do maksymalnego przyrostu siatki 0,100 cala = 2,540 mm.

Wzór karty rozmieszczenia elementów ilustruje tabela 1.

Tabela 1

Opis elementu	Wymiary i rozmieszczenie								Średnica przewodu	Średnica natop.		Średnica otworu	Ciężar porównywalny w gram.	Oznaczenie części
	Typ	Wielkość	Tolerancja	2 : 1			4 : 1							
				A	B	C	A	B		C				
RC05	1/8 w	x/	3	1,5	7	6	3	14	0,018	0,200	0,400	0,35	—	/11
RC07	1/4 w	x/	5	2	9	10	4	18	0,027	0,200	0,400	0,35	0,3	/8
RC20	1/2 w	x/	8	3,5	12	16	7	24	0,036	0,200	0,400	0,43	0,7	/3
RC32	1 w	x/	12	5	16	24	10	32	0,045	0,250	0,500	0,55	1,6	/6
RC32	2 w	x/	14	7	18	28	14	36	0,048	0,250	0,500	0,55	2,9	/7

U W A G A

1/ Wszystkie wymiary bazują na przyrostach siatki $\frac{1}{10}$, x/ Tolerancja 5 lub 10%

Otwory mocujące końcówki

Istotnym czynnikiem prawidłowego osadzenia elementów w płytce jest właściwy dobór średnicy otworów. Bardzo ważne jest zachowanie właściwego stosunku wymiarów otworu metalizowanego i drutu wyprowadzenia lutowanego elementu. Jeśli szczelina wynosi 0,025 mm, następuje zamknięcie topnika i zgromadzonych gazów w otworze, a tym samym - niewypełnienie otworu lutowniczego spoiwem. W przypadku, gdy średnica wyprowadzenia jest mała a otwór duży, brak ciśnienia kapilarnego nie pozwala na wpłynięcie ciekłego spoiwa i topnika w szczelinę otworu, a tym samym otwór nie zostaje wypełniony całkowicie. Zestalone spoiwo pozostawia krater, co w konsekwencji daje nierówny, nieokrągły kształt połączenia lutowanego. Połączenie takie nie spełnia wymogów niezawodności punktu lutowniczego. Badania wykazały, że prawidłowo przygotowane wyprowadzenie elementu pozwala znacznie zmniejszyć ilość punktów niezalutowanych. W tym celu należy poświęcić dużo uwagi i staranności samemu przygotowaniu wyprowadzeń. Płytkę drukowaną powinna odpowiadać wszystkim wymaganiom postawionym przez konstruktora.

Standaryzacja elementów konstrukcyjnych

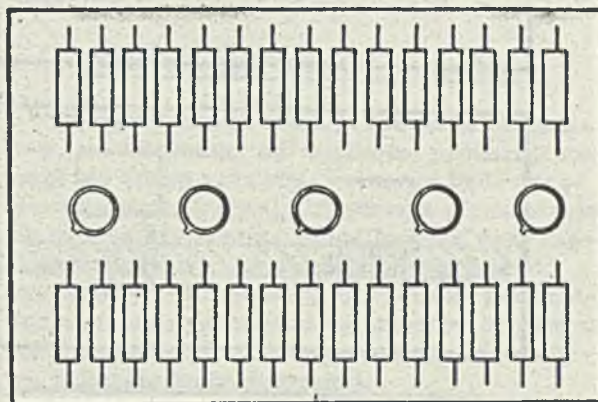
Celem ujednolicenia oraz zastąpienia montażu ręcznego montażem mechanicznym, konieczne staje się wprowadzenie typizacji rozstawienia otworów w płytkach obwodów drukowanych pod stosowane elementy elektroniczne. Dla płytek obwodów drukowanych stosowanych w urządzeniach elektronicznych ustalony został zgodnie z PN-64/T-80150 następujący szereg wymiarowy rozstawienia otworów: 7, 5; 10; 12, 5; 15; 17, 5; 20; 22, 5; 25; 27, 5; 30; 32, 5; 35; 37, 5; 40; 45; 47, 5; 52, 5; 55; 62, 5; 65; 70 / wymiary podane w mm/. Tolerancja rozstawienia otworów powinna wynosić $\pm 0,2$ mm zgodnie z PN-64/T-80150. Firmy zachodnie, w oparciu o normę Mil-Std-275 i normę QQ-C-576, które regulują wielkości oczka lutowniczego, przestrzegają ustalonych zasad: tolerancja dla otworów przelotowych nieplaterowanych do montażu wyprowadzeń elementów powinna wynosić $\pm 0,003$ cala = 0,0762 mm. W każdym wypadku należy unikać tolerancji poniżej $\pm 0,002$ cala = 0,0508 mm. Tolerancje otworów w laminatach szklanoepoksydowych G-10 lub G-11 po odwierceniu otworu mają tendencję do kurczenia się, ze względu na właściwości sprężystości powrotnej laminatów. Przy stosowaniu tych materiałów należy unikać wiercenia otworów o średnicy poniżej 0,024 cala = 0,6096 mm, szczególnie przy materiałach o grubości 1/16 cala = 1,5875 mm. W nowoczesnej elektronice dąży się do standaryzacji wszystkich elementów konstrukcyjnych, a przede wszystkim elementów montowanych na płytkach obwodów drukowanych.

Większość elementów to:

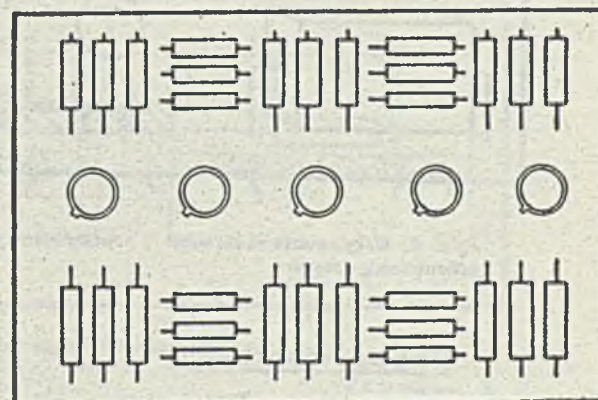
- rezystory typu: MŁT, ML; RMC;
- diody typu: DG51; DG52, BZ11C; DO7;
- tranzystory typu: TO5; TO18;
- układy scalone o: sześciu, ośmiu, dziesięciu i dwunastu końcówkach.

Projekt montażowy obwodu drukowanego musi spełniać wymagania pod względem oceny ekonomicznej. Podczas wstępnego montażu należy ustawić elementy we wspólnej osi, co ma na celu przyspieszenie ręcznego lub automatycznego montażu elementów.

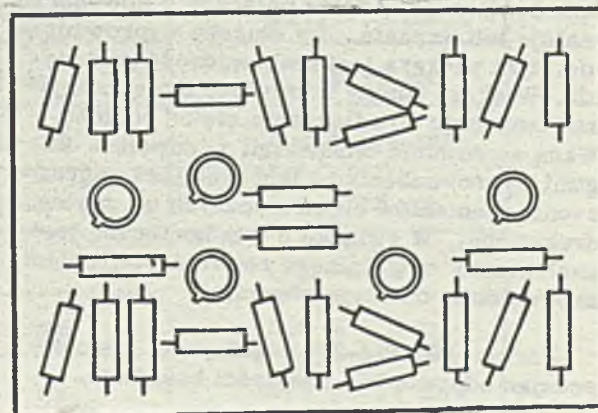
Zalecany sposób montażu przedstawiono na rys. 1. Dopuszczalny jest montaż sposobem pokazanym na rys. 2. Nie dopuszcza się montażu elementów wieloosiowego /rys. 3/. Montaż taki jest ekonomicznie niezasadny.



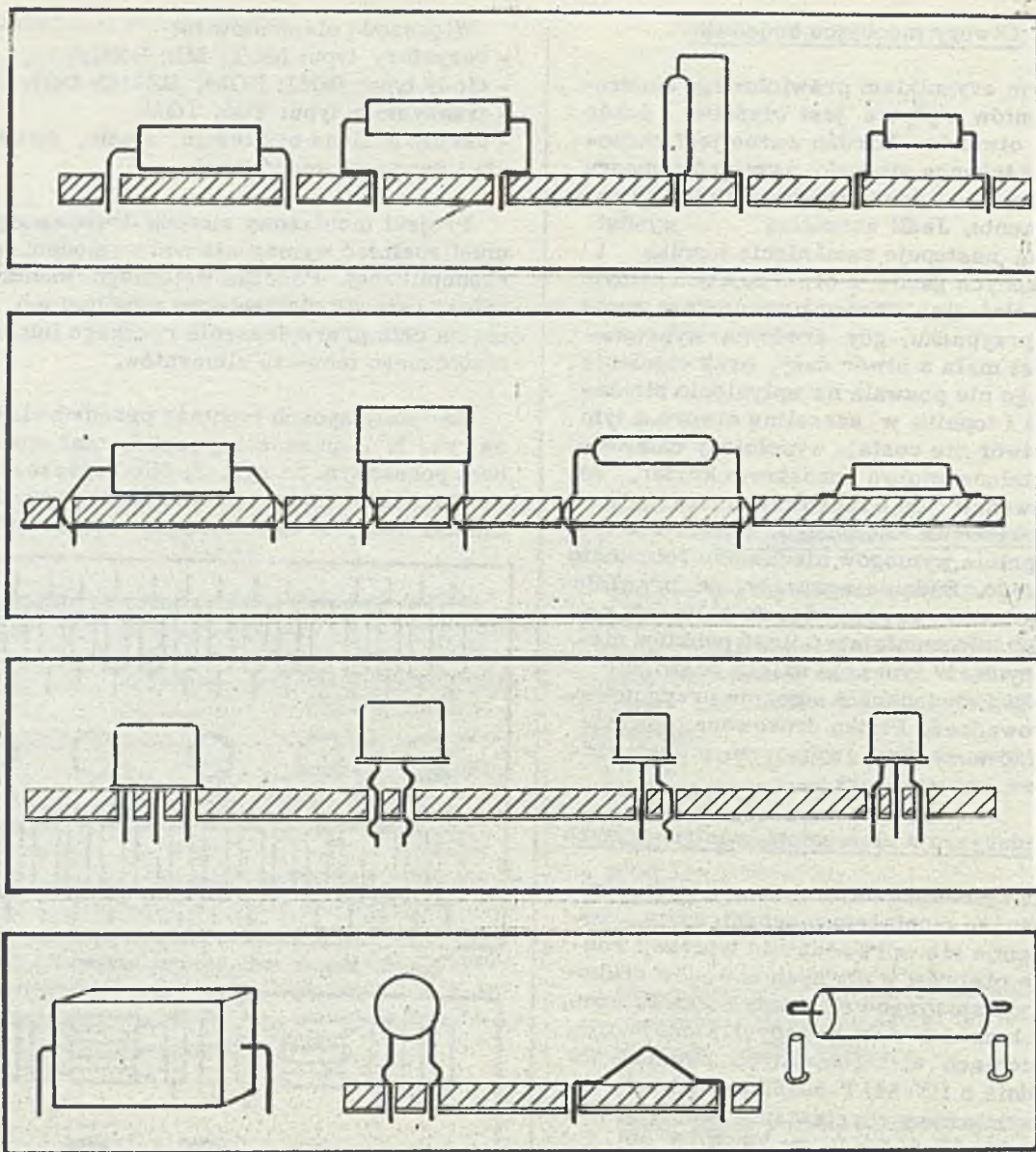
Rys. 1. Montaż elementów wzdłuż osi X i Y



Rys. 2. Montaż elementów wzdłuż osi X i Y i kąt 90°



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów wieloosiowe



Rys. 4. Krępowanie elementów i profilowanie wyprowadzeń na urządzeniach automatycznych lub półautomatycznych

Długości wyprowadzeń

W zależności od długości wyprowadzenia końcówek niezawodność połączenia lutowanego maleje lub wzrasta. Im dłuższe wyprowadzenie, tym większa jest niezawodność połączenia. Większe punkty lutownicze mają mniejszą tendencję do odłączania się od podłoża. Wadą stosowania technologii z dowolnie długimi wyprowadzeniami jest mniejsze zagęszczenie elementów elektronicznych na płycie drukowanej. W związku z tym konieczne jest znalezienie optymalnego rozwiązania, celem zapewnienia trwałego złącza.

Norma ML-Std-275 reguluje tę kwestię podając odpowiednie wielkości końcówek.

Oznaczenie elementów

W celu usprawnienia montażu, naprawy i sprawdzenia wizualnego nieodzowne jest odpowiednie oznaczenie elementów, oznaczenie biegunowości kondensatorów i diod. Oznaczenia te muszą być dobrze widoczne po zamontowaniu ich na płycie obwodu drukowanego.

W układach scalonych o dwóch rzędach wyprowadzeń kołek pierwszy musi być zawsze oznaczony, podobnie jak języczek dla układów scalonych w obudowie TO-5, o sześciu, ośmiu, dziesięciu lub dwunastu wyprowadzeniach.

Znane są dwie podstawowe metody oznaczania elementów na płycie drukowanej: przez

wytrawienie lub znakowanie tuszem przy pomocy sitodruku. Znakowanie przy pomocy stempli gumowych nie jest zalecane. Oznaczenia wykonuje się wg oznaczenia wzorcowego rysunku. Najlepsza jest metoda wytrawiania, które wykonuje się w czasie projektowania. Koszt jest nieznaczny, bez względu na ilość produkowanych obwodów drukowanych. Elementy powinny być oznakowane zgodnie z ich wartością wg obowiązujących przepisów. Zaleca się, aby elementy były oznaczone kodem paskowym. Kod taki znacznie ułatwia proces przygotowania ich wyprowadzeń do montażu.

W PRL sprawę kodowania paskami reguluje norma PN-70T-02052.

Przygotowanie wyprowadzeń elementów

Bardzo ważnym czynnikiem w procesie montażu jest przygotowanie wyprowadzeń elementów do montażu.

Przyjmuje się zasadę, że dla otworów o średnicy do 0,043 cala = 1,0922 mm średnica powierzchni lutowniczej oczka wynosi 0,100 cala = 2,540 mm. Przy otworach o średnicy 0,046 cala = 1,1684 mm do 0,062 cala = 1,5748 mm obszar powierzchni lutowniczej oczka wynosi 0,125 cala = 3,1750 mm.

Przy zachowaniu tej zasady dla oczka lutowniczego oraz otworu w płytce drukowanej

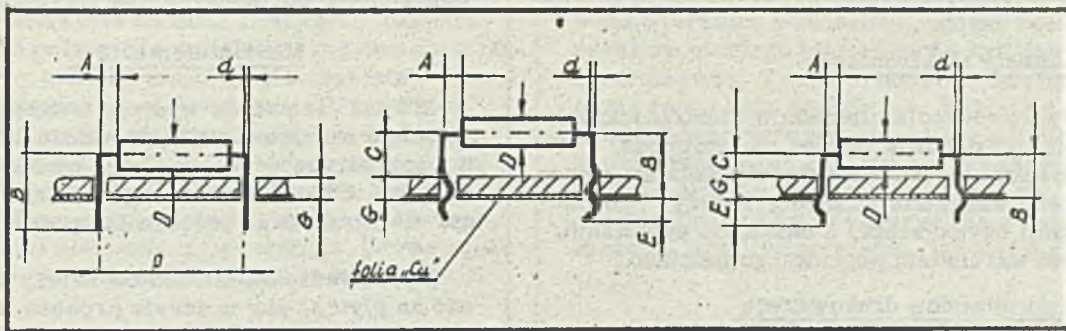
przygotowuje się krępowanie wyprowadzeń elementów wg ustalonej kolejności procesów technologicznych,

1. Prostowanie końcówek w elementach osiowych
2. Test lutowności
3. Cynowanie wyprowadzeń
4. Czyszczenie + cynowanie wyprowadzeń
5. Obcinanie końcówek
6. Krępowanie wyprowadzeń wg ustalonego profilu

W przypadku stosowania elementów taśmowanych zbędne jest wykonywanie operacji prostowania i obcinanie końcówek, ponieważ proces krępowania /profilowania/ odbywa się na urządzeniach, które samoczynnie wykonują te operacje. Wszystkie podane operacje muszą być wykonywane bardzo starannie, z przestrzeganiem zasad higieny w miejscu pracy.

Zaginanie wyprowadzeń elementów

Do wykonania procesu krępowania elementów, w zależności od wielkości produkcji stosuje się różne narzędzia, pomoce bądź urządzenia automatyczne. Urządzenia mechanizujące proces krępowania i profilowania dają zadowalające wyniki, zapewniają powtarzalność krępowanych elementów. Urządzenia pozwalają na głębie wyprowadzeń elementów o różnych konfiguracjach, zgodnie z wymiarami podanymi w karcie technologicznej.

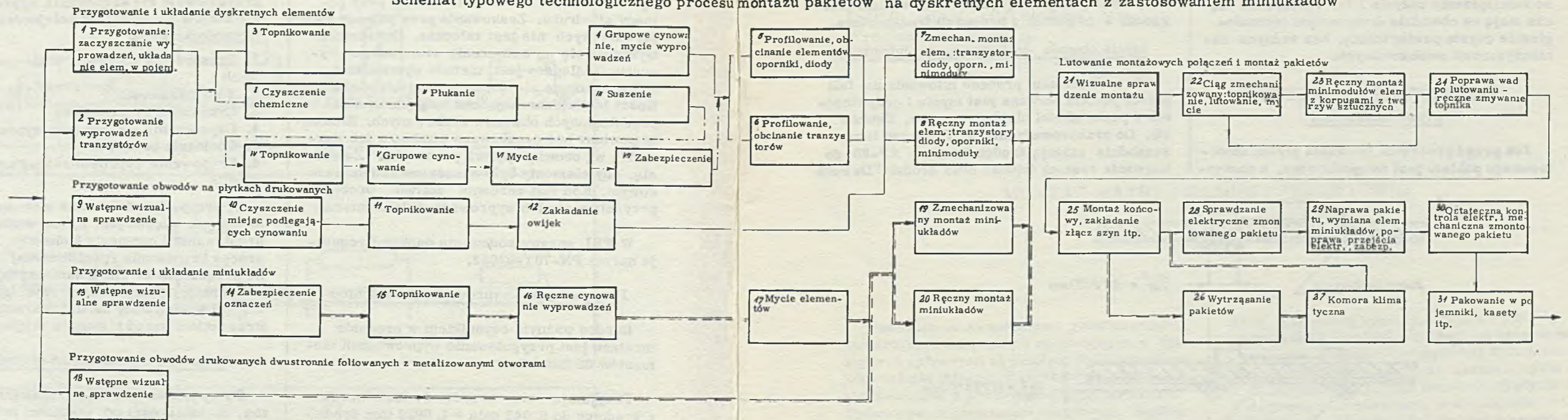


Rys. 5. Krępowanie wyprowadzeń elementów na zatrask

Tabela 2

A	Min. 1,3 mm	Min. 1,3 mm	Min. 1,3 mm
B	3,2 ± 1,3 mm	4,3 ± 13 mm	7,8 ± 13 mm
C	—	0,9 ± 9,0 mm	4,0 ± 9,0 mm
D	1,8 ± 18 mm	1,8 ± 18 mm	1,8 ± 18 mm
E	—	1,8 mm	2,0 mm
G	0,8 ± 1,6 mm	0,8 ± 1,6 mm	0,8 ± 1,6 mm
d	0,5 ± 1,2 mm	0,5 ± 1,2 mm	0,5 ± 1,2 mm

Schemat typowego technologicznego procesu montażu pakietów na dyskretnych elementach z zastosowaniem miniukładów



Zachowanie czystości przy montażu

Jeśli płytki obwodów drukowanych przetrzymywane są w magazynie przez dłuższy okres, a montaż elementów elektronicznych nie następuje bezpośrednio po wykonaniu ich przez producenta należy przed przystąpieniem do montażu przeprowadzić proces ich przygotowania.

- Elementy elektroniczne

Wyprowadzenia elementów elektronicznych muszą być poddane testowi na lutowność. W przypadku stwierdzenia nielutowania się wyprowadzeń, wszystkie elementy należy poddać operacji czyszczenia, a następnie cynowania, co jest warunkiem poprawnego montażu.

- Płytki obwodów drukowanych

W magazynowanych płytkach szybko ulega utlenieniu folia miedziana, nałożona na laminat. Różnego pochodzenia zafuszczenia i kurz ujemnie wpływają na proces lutowania. Pogorszenie współczynnika zwilżalności powoduje niepożądaną zmianę właściwości metalurgicznych, chemicznych lub elektrycznych płytki. W związku z tym płytki należy poddać procesowi czyszczenia. Płytki dostarczane przez producenta pokryte są warstwą ochronną, którą należy usunąć przez zwykłe odtuszczenie przy udziale trójchloroetylenu. Do usuwania tlenków, odcisków palców itp. stosuje się kwasy lub materiały ściernie, z jednoczesnym płukaniem w czystej, bieżącej wodzie.

Dobre wyniki daje chronienie powierzchni warstwą cyny. Powierzchnie takie są wygładzone i błyszczące.

Ze względu na konieczność utrzymania jak największej czystości, w procesie montażu należy używać białych rękawiczek. Płytki należy dotykać wyłącznie na ich krawędziach, stosując podczas montażu elementów specjalne uchwyty mocujące płytkę. Zabezpieczenie takie pozwoli na ograniczenie do minimum bezpośredniego dotykania płytek gołymi dłońmi.

Montaż elementów

Montaż elementów wymaga trwałego mechanicznego zamocowania wyprowadzenia elementu poprzez zagięcie jego końca wzdłuż osi ścieżki, odpowiednio dużego obszaru lutowania dla właściwego połączenia spoiwa z płytką.

Wyprowadzenia elementów należy tak ustawić na płytce, aby w czasie procesu lutowania były unieruchomione. Poruszenie się wyprowadzenia lub minimalna wibracja złącza w czasie krzepnięcia spoiwa mogą zmienić charakterystykę metalurgiczną lutowia.

Opis do rys. 6

Metoda a/ zaginania końcówki zapewnia trwałość mechaniczną, łagodne zaokrąglenie lutowia, duży obszar lutowania i minimalny ruch przemieszczenia elementu.

Metoda b/ daje dobrą trwałość mechaniczną, dobre zaokrąglenie lutowia, umożliwia jednak niewielkie przemieszczenie się elementu. Korzyścią jest proste obcinanie wyprowadzeń, wadą natomiast - utrudniony demontaż i naprawy oraz indywidualne spęcznienie końca wyprowadzenia.

Metoda c/ zapewnia małą trwałość mechaniczną, dobre złącze lutowane oraz dużą swo-

bodę przemieszczenia się elementu w czasie montażu. Zaletą jej jest łatwa wymiana elementu w czasie napraw.

Lutowanie

W zależności od wielkości produkcji, po zamontowaniu elementów na płytce obwodu drukowanego stosujemy proces lutowania ręcznego lub lutowania na fali. Lutowanie określa się jako połączenie metalurgiczne dwu materiałów przy pomocy stopu cyny z ołowiem, tworzące ciągłość metalurgiczną. Prawidłową ciągłość można otrzymać tylko po dokładnym oczyszczeniu powierzchni łączonych podczas przygotowywania ich do połączenia spoiwem. Prawidłowo przygotowana płytka i umieszczone na niej elementy to gwarancja dobrze spełnionego procesu mechanicznego montażu.

Jakość produkcji, jej szybkość zależne są od wybranej metody lutowania.

Do danej metody lutowania i materiałów podstawowych, które podlegają połączeniom stopu cyny z ołowiem, powinien być dostosowany dobry topnik, który usuwa z powierzchni zanieczyszczenia, takie jak: tlenki, oleje, tłuszcze itp. Zanieczyszczenia nie usunięte z powierzchni lutowanej wpływają ujemnie na zwilżanie elementów lutowanych i ich przyleganie. Topnik należy dobrać w zależności od jego reakcji z metalami lutowanymi. Jakość topnika wyraża się jego aktywnością chemiczną oraz zdolnością nawilżania. Należy stwierdzić, że aktywniejsze chemicznie topniki wykonywane są na bazie kalafonii i przyspieszają proces lutowania.

Lutowanie na fali

Metoda ta polega na wytworzeniu stałej fali płynnego lutu. Przesuwana płytka obwodu

drukowanego jest częściowo zanurzona w grzbiecie fali, a kierunek przesuwania przeciwny do kierunku wpływającego lutu, co podkątowane jest zwiększeniem tarcia o dolną powierzchnię płytki. Dzięki temu, że tylko dolna część płytki styka się ze spoiwem, topnik nie zostaje "zamknięty" w otworach płytki.

Urządzenie do lutowania na fali ma wbudowaną aparaturę pomiarową, dzięki czemu temperatura ciekłego spoiwa może być dokładnie kontrolowana. Transporter posiada regulację wysokości i kąta nachylenia. Właściwe nachylenie transportera wynosi od sześciu do ośmiu stopni. Stabilność konstrukcji urządzenia, z możliwością jej regulacji sprawia, że płytka obwodu drukowanego zanurza się w ciekłym spoiwie, przy zapewnieniu jej stałej głębokości.

Wadą tej metody jest tworzenie się sopli i mostkowania, co jest wynikiem natychmiastowego stygnięcia spoiwa w momencie, gdy płytka obwodu drukowanego schodzi z fali lutu. W celu uniknięcia tworzenia się sopli i mostkowania należy dodać oleju do ciekłego spoiwa. Olej zmniejsza napięcia powierzchniowe. Mostki przybierają postać kulistą, a sople nie występują. Olej nie dopuszcza powietrza do miejsc lutowanych dotąd, dopóki złącze nie zakrzepnie.

Bardzo ważnym czynnikiem jest stałe utrzymywanie temperatury ciekłego spoiwa, która powinna wynosić 525°F, co równa się 273,88°C. Szybkość przesuwu transportera wynosi 6 + 7 stóp, co równa się 1,83 + 2,13 m/min.

Firma Hollis Engineering of Nashua zaleca stosowanie oleju Peblum A produkcji Shell Oil Company. Zaletą stosowania oleju jest zapobieganie utlenianiu się ciekłego spoiwa i znacz-

ne zmniejszenie zużycia lutu. Polutowane złącza mają na obwodzie drukowanym technologicznie czystą powierzchnię, bez żadnych zanieczyszczeń mechanicznych.

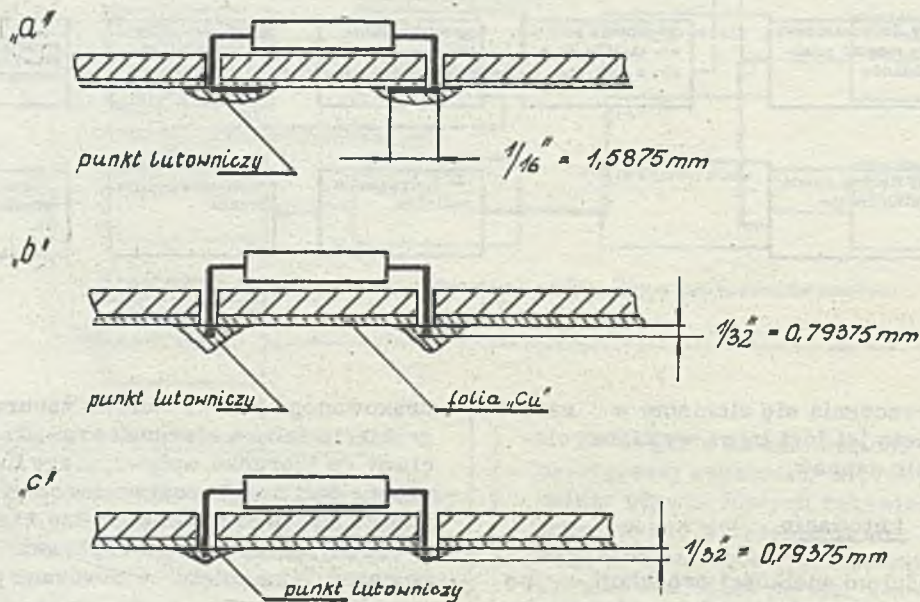
Podgrzewanie obwodu drukowanego przed lutowaniem

Już przed procesem lutowania płytka zmontowanego pakietu jest zatopnikowana, a następ-

nie fali. Czas przejścia płytki nad grzałkami jest zgodny z prędkością przesuwu transportera.

Mycie obwodu drukowanego po lutowaniu

Po zakończeniu procesu lutowania na fali płytka pakietu poddana jest myciu i oczyszczeniu z pozostałości olejów, smarów, tlenków itp. Do przeprowadzenia tego procesu firmy zachodnie stosują środek Kestera AP-20 do usuwania resztek topnika oraz środek "Du Pont



Rys. 6. "a", "b", "c" - różne metody montowania i zaginania końcówek elementów z wyprowadzeniami osłowymi

- nie podgrzewana wstępnie w celu:
- przyspieszenia reakcji topnika z metalem,
 - zmniejszenia udaru cieplnego,
 - skrócenia czasu lutowania,
 - uniknięcia wypaczenia się płytki.

Temperatura wygrzewania płytki powinna być nie mniejsza niż temperatura spoiwa na

Freon TF". Freon TF ma działanie rozpuszczalnika osuszającego. Zmontowane pakiety przechodzą następnie proces uruchomienia elektrycznego i przekazywane są do dalszej produkcji. Celem zapoznania z przebiegiem montażu pakietów załączono schemat typowego technologicznego procesu montażu pakietów na dyskretnych elementach /tabela 3/.

Literatura

- /1/ WR.Lewis: The Action of Fluxes that Assist Tinning and Soldering. Tin Research Institute.
- /2/ G.W. Mills: A Comparison of Permanent Electrical Connections. "Bell System Journal". May 1964 r.
- /3/ John Cavasin: Designing Printed Wiring Boards For Economic and Quality Production. JR American Electronic Laboratories In Colmar, Pa.
- /4/ Jerzy Ekner, Mirosław Mika: Mikroelektroniczne konstrukcje modułowe.
- /5/ Układy i Urządzenia Mikro-Elektroniczne. Łączenie i montaż. Redakcja George'a Siderisa. Tłumaczenie: mgr inż. Marian Łakomy, dr inż. Jan Zabrodzki. Wydawnictwa Naukowo-Tech niczne Warszawa, 1972 rok.

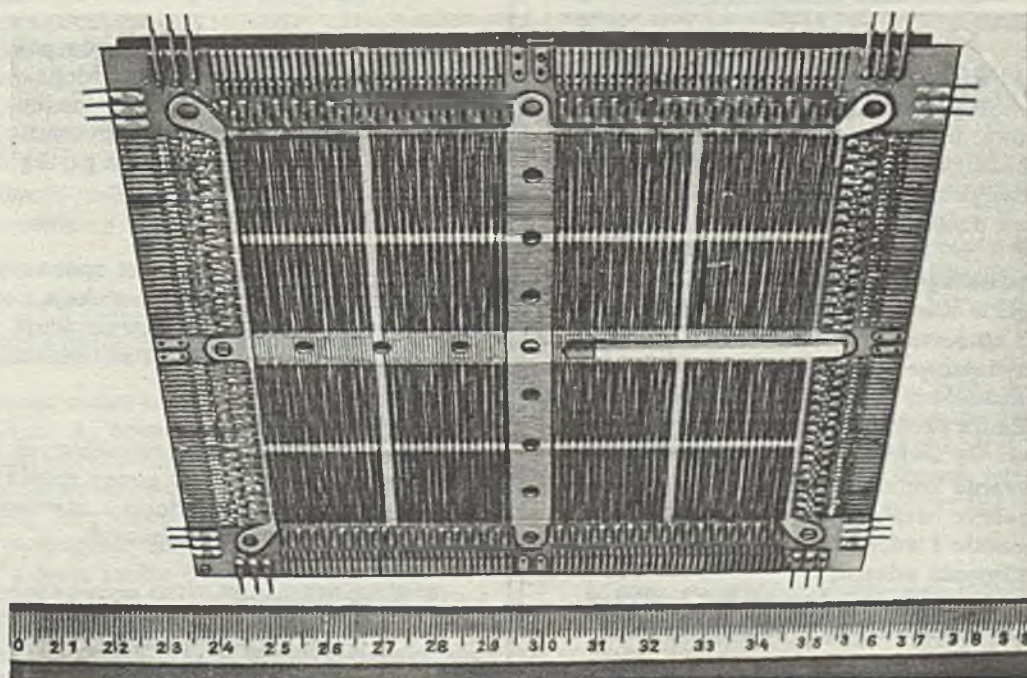
MONTAŻ MATRYC PAMIĘCI FERRYTOWEJ

Powszechnie stosowanymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi pamięci operacyjnych w maszynach cyfrowych są pamięci wykorzystujące jako nośniki informacji ferrytowe rdzenie pierścieniowe o prostokątnej pętli histerezy. Podstawowym elementem składowym każdej pamięci rdzeniowej jest tzw. matryca rdzeniowa. Matrycę rdzeniową stanowią rdzenie ułożone na jednej płaszczyźnie, wraz z przechodzącymi przez otwory w rdzeniach przewodami miedzianymi. Ilość przewodów przechodzących przez każdy otwór i sposób szycia zależy od organizacji i konstrukcji pamięci.

W miarę wzrostu szybkości działania pamięci operacyjnej maleją gabaryty rdzeni. W pamięciach maszyn cyfrowych ODRA 1204 i ODRA 1304, o czasie cyklu $6 \mu s$, jako nośniki informacji zastosowano rdzenie o średnicy zewnętrznej $1,3 \text{ mm}$. W obecnie produkowa-

nych maszynach cyfrowych ODRA 1305 i ODRA 1325 w pamięci o cyklu $1 \mu s$ stosowane są rdzenie o średnicy zewnętrznej $0,55 \text{ mm}$. Matryca rdzeniowa pamięci o czasie cyklu $1 \mu s$ realizowana jest na dwustronnej płytce z metalizowanymi otworami, o wymiarach $120 \times 120 \text{ mm}$. Matryca złożona jest z czterech pól rdzeniowych o wymiarach $40 \times 40 \text{ mm}$, po 4096 rdzeni w polu.

Pozostała powierzchnia płytki zajęta jest przez ścieżki i elementy konstrukcyjne umożliwiające połączenie płytek w blok ferrytowy. Rdzenie w matrycy ustawione są na przemian po 4 rdzenie pod kątem 45° albo 135° względem osi równoległych do krawędzi płytki. Przez każdy rdzeń o wewnętrznej średnicy $0,34 \text{ mm}$ przechodzą trzy przewody o zewnętrznej średnicy $0,08 \text{ mm}$. Przewody prowadzone są warstwami po 128 przewodów w warstwie, a każdy



Fot. 1. Ramka pamięci ferrytowej jednomikrosekundowej

przewód przechodzi przez rząd złożony ze 128 rdzeni. Przewody drugiej warstwy są ułożone prostopadle do przewodów warstwy pierwszej.

Trzecią warstwę stanowią przewody przewleczone przez rdzenie każdego z 4 pól składowych matrycy, po 64x64 rdzenie w polu. Przewody warstwy trzeciej prowadzone są równoległe do przewodów warstwy pierwszej, przy zmianie rzędu rdzeni na sąsiedni po przeszyciu 32 rdzeni.

Przez każdy rdzeń matrycy przewleczone są więc trzy przewody: równoległe do siebie przewody warstwy pierwszej i trzeciej oraz rozdzielający je prostopadły przewód warstwy drugiej.

Dla spełnienia wymagań elektrycznych konieczne jest zachowanie stałych odległości między rdzeniami, a przepłyty przewodów /prowadzenie przewodów w innej niż przewidziane w dokumentacji konstrukcyjnej warstwie/ są niedopuszczalne.

Blok ferrytowy w pamięci o pojemności $16K / K = 1024$ słowa 24-bitowe/ złożony jest z 12 płytek z matrycami rdzeniowymi po obu stronach płytki drukowanej i 1 płytki z rdzeniami po jednej stronie. Blok ferrytowy zawiera 409600 rdzeni.

Istotne wymagania konstrukcyjne, takie jak:

- konieczność zapewnienia ściśle określonej konfiguracji rdzeni i przewodów matrycy,
- małe wymiary rdzeni i pól rdzeniowych,
- mała średnica przewodów,
- duża ilość rdzeni w jednostce pamięciowej - wyznaczają stopień trudności w realizacji procesu produkcji matryc rdzeniowych na skalę przemysłową.

Spośród wielu problemów wykonawstwa matryc rdzeniowych najtrudniejsze do rozwiązania były dwa: uporządkowanie rdzeni i utrzymanie określonej konfiguracji rdzeni w procesie szycia oraz przewlekanie przewodów miedzianych przez długie rzędy rdzeni.

Przedsięwzięciami, które zrealizowano w technologii montażu matryc rdzeniowych opracowanej i stosowanej w WZE MERA-ELWRO i które rozwiązując wyżej wskazane problemy w sposób zasadniczy zmniejszają pracochłonność i modernizują proces montażu są:

- opracowanie technologii orientacji rdzeni,
- opracowanie konstrukcji i technologii wytwarzania matryc orientujących rdzenie,
- opracowanie i wdrożenie do produkcji technologii klejenia rdzeni,
- zastosowanie igieł stalowych o średnicy 0,1 mm do szycia matryc rdzeniowych.

Uporządkowanie rdzeni odbywa się w matrycach orientujących, w których kształt i kon-

figuracja otworów zapewnia jednoznaczne i zgodne z wymaganiami konstrukcyjnymi ustawienie rdzeni. Dla zapewnienia rdzeniami otworów matrycy orientującej wykorzystuje się zjawisko podciśnienia. Po zapewnieniu rdzeniami wszystkich otworów matrycy następuje przeniesienie rdzeni na płytkę drukowaną, na której szyta będzie matryca rdzeniowa.

Oprzyrządowanie do przenoszenia rdzeni umożliwia utrzymanie takiej konfiguracji rdzeni jaką zapewnia konstrukcja matrycy orientującej. Przeniesione na płytkę rdzenie są przyklejane do niej w sposób gwarantujący elastyczność i stosunkowo dużą wytrzymałość połączenia. Tak przygotowaną płytkę z rdzeniami przeszywa się poszczególnymi warstwami przewodów zgodnie z wymaganiami konstrukcyjnymi.

Dla ułatwienia przewlekania cienkich przewodów miedzianych przez długie rzędy rdzeni zastosowano stalowe igły prowadzące, połączone z przewodem miedzianym. Druk stalowy, z którego wykonana będzie igła jest prostowany i ostrzony w celu ułatwienia prowadzenia igły w długich rzędach rdzeni. Druk stalowy łączy się z miedzianym metodą zgrzewania. Wymagania jakościowe takiego połączenia są bardzo wysokie. Połączenie musi być pewne, bez jakichkolwiek zgrubień i niecentryczności przewodów w miejscu połączenia. Niedokładnie wykonane połączenia są źródłem uszkodzenia rdzeni w procesie szycia.

Jednym z trudniejszych problemów, który rozwiązano w technologii montażu pamięci ferrytowych jest wykonawstwo matryc orientujących rdzenie. Matryca orientująca złożona jest z kilku bardzo cienkich siatek miedzianych połączonych ze sobą nierozłącznie.

Kształt i konfiguracja otworów poszczególnych siatek składowych są tak dobrane, aby umożliwić zasysanie rdzeni do matrycy i równocześnie zapewnić utrzymanie konfiguracji rdzeni po przeniesieniu ich na płytkę drukowaną.

Nowe konstrukcje pamięci operacyjnych maszyn cyfrowych, których produkcja rozpocznie się w najbliższych latach przewidują dalsze zmniejszenie czasu cyklu i zwiększenie pojemności pamięci.

W konstrukcji matryc rdzeniowych nastąpi zmniejszenie gabarytów przez zmniejszenie odległości między rdzeniami i zastosowanie rdzeni o mniejszych średnicach.

W WZE MERA-ELWRO prowadzone są prace nad udoskonaleniem technologii wykonywania matryc orientujących, technologii łączenia igły z przewodem i nad dalszą mechanizacją procesu szycia matryc rdzeniowych.

POŁĄCZENIA MIĘDZYPAKIETOWE

1. Stosowane techniki wykonywania połączeń międzypakietowych

Przy produkcji maszyn cyfrowych poważnym problemem jest bezbłędne i tanie wykonywanie niezawodnych połączeń między złączami płytek obwodów drukowanych, na których znajdują się elementy elektroniczne, tworzące układy logiki maszyny cyfrowej. Początkowo połączenia te, tzw. połączenia międzypakietowe, wykonywano techniką lutowania przewodów do styków złącz pakietowych. W latach 1972 - 73 we Wrocławskich Zakładach Elektronicznych "Mera-Elwro" wdrożono nową, stosowaną na świecie technikę owijania.

Technika ta omówiona została w publikacjach [1]. Dzięki niej wyeliminowano szereg wad połączeń lutowanych, takich jak:

- duża pracochłonność,
- występowanie trudnych do wykrycia wad /"zimne luty"/,
- niekorzystne warunki bhp w czasie lutowania /ciepło, szkodliwe substancje chemiczne topniaka/.
- zawodność połączeń lutowanych, brak odporności na wpływy atmosferyczne,

2. Mechanizacja procesów montażu połączeń międzypakietowych

Po opanowaniu techniki łączenia przewodu ze stykiem za pomocą owijania przystąpiono do dalszej mechanizacji procesów montażu. Obecnie na świecie stosowane są dwa podstawowe typy urządzeń ułatwiających montaż połączeń owijanych /"szycie ram", "szycie crosów", "szycie tablic crossowych"/. Są to: stoły krzyżowe oraz urządzenia do montażu z jednoczesną kontrolą poprawności adresów wykonywanych połączeń. Obydwa typy urządzeń sterowane są numerycznie, najczęściej za pomocą perforowanej taśmy papierowej.

2.1. Stoły krzyżowe

W WZE "Mera-Elwro" wykorzystuje się stoły typu CS-100 firmy Contact oraz PSM-500 opracowany w IMM /w eksploatacji znajduje się model użytkowy/. W urządzeniach tych nad polem szycia od styku do styku porusza się wskaźnik. Jego ruch sterowany jest z taśmy w kierunku poziomym i pionowym /stąd nazwa "stół krzyżowy"/. Na styku, nad którym zatrzymuje się wskaźnik, należy owinąć przewód.

Zaletą stołu krzyżowego jest bardzo duża wydajność, ponieważ pracownik nie musi tracić czasu na odszukiwanie styku. Wadę stanowi możliwość wykonania błędnego połączenia /"przestrzelenie styku"/.

2.2. Urządzenia do wykonywania połączeń z jednoczesną kontrolą poprawności

W WZE "Mera-Elwro" ten rodzaj urządzeń reprezentują urządzenia typu CM-121 i CM-122, opracowania własne "Mera-Elwro". W urządzeniach tych na pulpicie przyrządu wyświetlany jest numer panelu, numer pakietu oraz numer styku w złączu /w CM 122 pakiet wskazywany jest bezpośrednio żarówkami/. Kierując się wyświetlonym adresem pracownica odszukuje styk i owija na nim koniec przewodu.

Odnalezienie właściwego styku i wykonanie na nim owijki sygnalizowane jest brzęczykiem. Po wykonaniu tej operacji wczytane zostają z taśmy dane następnego połączenia. Błędna owijka /na niewłaściwym styku/ blokuje przyrząd.

3. Organizacja procesu montażu. Tabela robocza montażu

Duża liczba połączeń międzypakietowych, dochodząca w m. c. średniej wielkości do

20 000 wymaga odpowiedniej organizacji procesu montażu. W tym celu z tabel połączeń tzw. "tabel kontrolnych", zawierających ciągi (łańcuchy) numerów styków, które mają być wzajemnie połączone, tworzy się "tabele robocze". W tabeli roboczej ciągi są rozbite na pojedyncze, wykonywane jednym przewodem, połączenia między dwoma stykami.

Tabele robocze powinny być tak ułożone, aby:

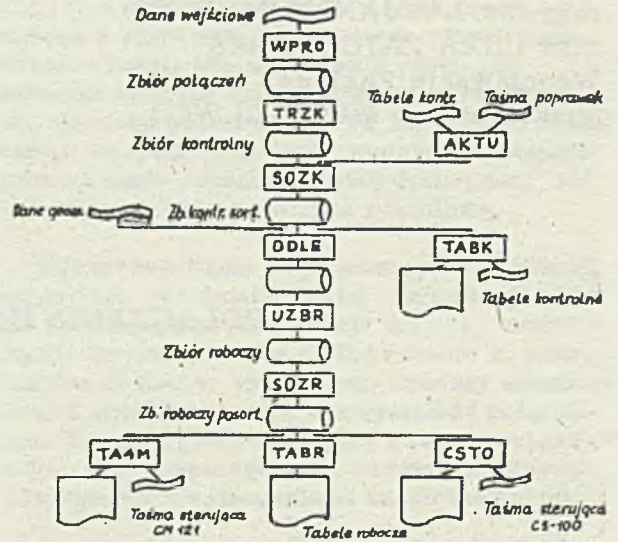
- długość przewodów użytych do połączenia styków w ciąg była minimalna,
- ilość przewodów dołączonych do jednego styku /ilość owijek/ nie przekraczała dwu /złącza LDB/ lub trzech /złącza Socapex/,
- zachowana była kolejność montażu przewodów maksymalnie ułatwiająca odszukanie kolejnych styków do owijania.

Przygotowanie metodą ręczną tabel roboczych spełniających powyższe wymaganie byłoby nadzwyczaj żmudne i pracochłonne. Opracowano więc system programów do komputerowego przetwarzania tabel połączeń i wydawania taśm sterujących do urządzeń opisanych w punktach 2.1, 2.2.

4. Charakterystyka oprogramowania

System programów do przetwarzania tabel połączeń wiąże się ze sobą w pewien określony sposób /rys. 1/ i umożliwia:

- sprawdzanie danych wejściowych - tabela połączeń - na zgodność z zadaną geometrią ramy /program SPRA/,
- zakładanie zbioru danych tabel połączeń /program WPRO/,
- kojarzenie ciągów posiadających powtarzające się punkty w jeden ciąg i utworzenie w ten sposób zbioru kontrolnego /program TRZK/,
- sortowanie zbioru kontrolnego /program SOZK/,
- wyprowadzanie tabel kontrolnych /program TABK/,
- aktualizacja tabel kontrolnych i zakładanie zaktualizowanego zbioru kontrolnego /program AKTU/,
- obliczanie minimalnego drzewa z ograniczeniem do 2 lub 3 owijek i tworzenie 2-punktowych połączeń roboczych [łącznie z naliczoną długością] w zbiorze roboczym /program ODLE/,
- sortowanie zbioru roboczego /program SOZR/,
- wyprowadzanie wydruku tabel roboczych /program TABR/,
- wyprowadzanie taśmy sterującej dla stołu krzyżowego CS-100 /program CSTO/,
- wyprowadzanie taśmy sterującej dla urządzenia CM-121 /program TACM/.



Rys. 1. Schemat systemu programów tabel połączeń

M. C. ODRA 1204 wykorzystywana przez ten system ma następujący zestaw:

- 1 drukarkę wierszową,
- 1 czytnik taśmy papierowej,
- 2 bębny pamięci magnetycznej,
- 1 perforator taśmy papierowej.

Zbiory systemu są zbiorami umieszczonymi na bębnie. System pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego BOSS 4.0.

Rozszerzeniem systemu tabel połączeń pracującego na m. c. ODRA 1204 jest system TAROL opracowany do m. c. ODRA serii 1300. System TAROL jest obecnie na etapie wstępnej eksploatacji.

Rozszerzenie w systemie TAROL polega na:

- zwiększeniu informacji wejściowej /dodano nazwę sygnału i inne parametry związane z technologią/,
- zmianie geometrii związanej z wyrobami WZE "Mera-Elwro",
- zmianie rodzaju kojarzenia /także po sygnałach/,
- rozszerzeniu możliwości sortowania,
- rozszerzeniu możliwości aktualizacji,
- produkowaniu dodatkowych taśm sterujących dla takich urządzeń jak PSM-500, SYN-5000 i SYN-5001.

Literatura:

- [1] Henryk Karsznia, Jerzy Wojcieszko - "Podzespoły stykowe w elektronice", WKŁ, Warszawa 1970 r.

SPAWANIE W OSŁONIE ARGONU STOPOW ALUMINIUM W KONSTRUKCJACH MASZYN CYFROWYCH

Korpusy /szkielety/ do pierwszych maszyn cyfrowych, z serii ODRA 1204 i 1304 wykonywane były niemal całkowicie z elementów stalowych. Konstrukcja taka wymagała wykonania znacznej ilości różnorodnych elementów, takich jak: kątowniki, ceowniki, ramy itp. Elementy te ze względu na brak typowych profili wykonywane były z blachy stalowej metodami cięcia, wykrawania i wyginania, a ich łączenie w podzespoły i zespoły odbywało się przy pomocy spawania łukowego i gazowego.

Proces spawania nastroczał wiele trudności: korpusy spawane miały znaczne naprężenia własne, które prowadziły do dużych odkształceń, a te z kolei zmuszały do stosowania bardzo pracochłonnych operacji prostowania.

Omówione korpusy były bardzo ciężkie, a wykonanie ich - pracochłonne. Z tych względów korpusy obecnie produkowanych maszyn cyfrowych z serii ODRA 1305 i 1325 oraz urządzeń peryferyjnych zostały przekonstruowane, a znaczna część podzespołów mechanicznych zunifikowana.

W miejsce stosowanych dawniej elementów stalowych, powszechnie wprowadzono znormalizowane profile ze stopów aluminium.

Zastosowanie nowych materiałów wymagało opracowania i wdrożenia do produkcji procesów spawania aluminium. Początkowo ramy aluminiowe /wchodzące do korpusów m. c./ spawane były elektrycznie elektrodami otulonymi firmy Castolin. Wykonane tym sposobem spoiny nie miały pełnej wytrzymałości ze względu na występujące trudnotopliwe tlenki aluminium, ponadto powstawały dość znaczne naprężenia własne, które prowadziły do odkształcenia ram i pęknięcia spoin.

Powyższe wady usunięte zostały w znacznej mierze dopiero po zastosowaniu spawania w osłonie argonu elektrodą wolframową /tzw. metoda TIG/. Cechą charakterystyczną tej metody jest wysoka jakość uzyskiwanych połączeń. Stosowany przy tym spawaniu argon nie tworzy z roztopionym metalem żadnych

związków chemicznych, spełnia jedynie rolę osłony płomienia, a zatem przeciwdziała powstawaniu tlenków aluminium.

Do zalet spawania w osłonie argonu zaliczyć należy również i to, że istnieje możliwość wykonywania spoin wielowarstwowych, co przy innych metodach jest prawie niemożliwe. Nie duża koncentracja ciepła zapobiega powstawaniu naprężeń własnych i odkształceń w spawanych elementach.

W WZE "Mera-Elwro" spawanie w osłonie argonu stosuje się przede wszystkim do spawania ram wykonanych z profili ze stopów aluminium w gatunku PA2. Stanowiska spawalnicze wyposażone są w urządzenia spawalnicze typu EGc-500 produkcji krajowej. Spawanie ram odbywa się na specjalnych płytach żeliwnych przy zastosowaniu przyrządów spawalniczych. Konstrukcja przyrządów pozwala na uzyskanie wymaganej geometrii i dokładności wykonania ram, np. ramy w kształcie prostopadłościanu o wymiarach około 900 x 800 x 250 mm wykonuje się w tolerancji 1 mm, a prostopadłość w zakresie do 0,5 mm.

Zastosowanie spawania w osłonie argonu pozwoliło zmniejszyć do minimum operacje prostowania ram.

Przygotowanie elementów do spawania polega na dokładnym oczyszczeniu brzegów w miejscu ich łączenia. Usuwanie smarów z elementów dokonuje się przez odłuszczenie, a tlenków aluminium przez chemiczne trawienie.

Po spawaniu nie przeprowadza się obróbki cieplnej elementów gdyż wytrzymałość spoin jest wystarczająca, a pęknięcie ich należy do rzadkości.

Niezależnie od powyższych zalet wykonywanie ram metodą spawania jest pracochłonne, szczególnie obróbka nadspawów. Z tych też względów czyni się starania, aby spawanie ram zastąpić nowszymi procesami np. zgrzewaniem doczołowo-iskrowym.

mgr WOJCIECH ŁUPIŃSKI
mgr FRANCISZEK KOSTRUBA
WITOLD KORNACKI
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy
Maszyn Cyfrowych MERA-ELWRO

DOŚWIADCZALNA PRODUKCJA WIELOWARSTWOWYCH PŁYTEK DRUKOWANYCH W WZE "MERA-ELWRO"

Wstęp

Wrocławskie Zakłady Elektroniczne "Mera-Elwro" specjalizują się w produkcji jednostek centralnych maszyn cyfrowych. Potrzeba zapewnienia produkcji sprzętu na poziomie światowym spowodowała konieczność podjęcia produkcji wielowarstwowych płytek drukowanych /WPD/ dla własnych potrzeb.

Korzyści z posiadania własnego oddziału produkcji WPD dla celów prototypowych są znaczne, gdyż przyspiesza on wykonanie prototypów i wdrożenie do produkcji seryjnej.

Większość specjalistycznego sprzętu niezbędnego do produkcji była zaprojektowana i wykonana we własnym zakresie z powodu ograniczonych możliwości dewizowych i braku sprzętu krajowego.

Produkcję WPD przedstawiono na przykładzie cyklu produkcyjnego płytki 12-warstwowej.

Wytwarzanie WPD nastęrcza wiele trudności, które wynikają z konieczności zapewnienia wysokiej precyzji procesów technologicznych. Szczególne znaczenie ma dokładność wykonywania klisz, wykonywanie otworów bazujących oraz proces klejenia płytek.

Klisze stanowiące obraz obwodu drukowanego uzyskuje się przez precyzyjną reprodukcję mozaik tych obwodów, przy pomocy kamery fotograficznej.

Przygotowanie półfabrykatów

Pierwszą operacją w mechanicznym cyklu wytwarzania WPD jest cięcie laminatu dwustronnie foliowanego o grubości 0,1 mm oraz przekładek klejowych z arkuszy o dużych wymiarach, otrzymywanych w żądanych wymiarach od producentów tych materiałów. Następnie, w pociętych laminatach i przekładkach klejowych wykonuje się otwory bazujące, gwarantujące odpowiednią precyzję przeprowadzenia dalszych operacji technologicznych. Technologicznym sprzętem specjalistycznym do wykonywania otworów bazujących są przyrządy bazujące. Samo cięcie jest wykonywane przy pomocy gilotyny i nożyc uniwersalnych.

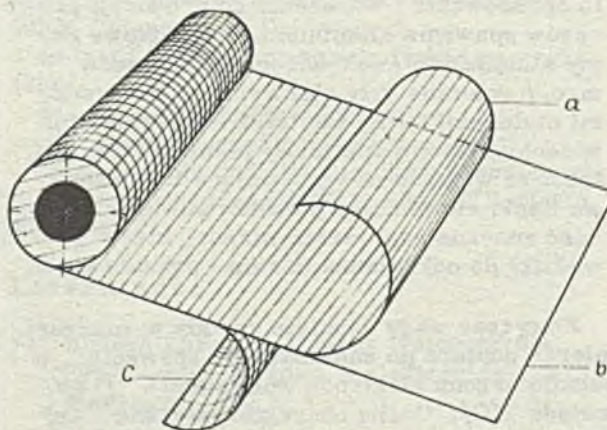
miarach, otrzymywanych w żądanych wymiarach od producentów tych materiałów. Następnie, w pociętych laminatach i przekładkach klejowych wykonuje się otwory bazujące, gwarantujące odpowiednią precyzję przeprowadzenia dalszych operacji technologicznych. Technologicznym sprzętem specjalistycznym do wykonywania otworów bazujących są przyrządy bazujące. Samo cięcie jest wykonywane przy pomocy gilotyny i nożyc uniwersalnych.

Wykonywanie obwodów wewnętrznych

Obwody wewnętrzne wykonywane są techniką Riston, której podstawą jest zastosowanie folii światłoczułej zamiast fotolakieru ciekłego. Folia Riston /rys. 1/ składa się z trzech warstw;

a - ochronnej folii polietylenowej /0,025 mm/ którą usuwa się w momencie nakładania na płytkę;

b - fotopolimeryzującej warstwy światłoczułej /0,018 - 0,060 mm/



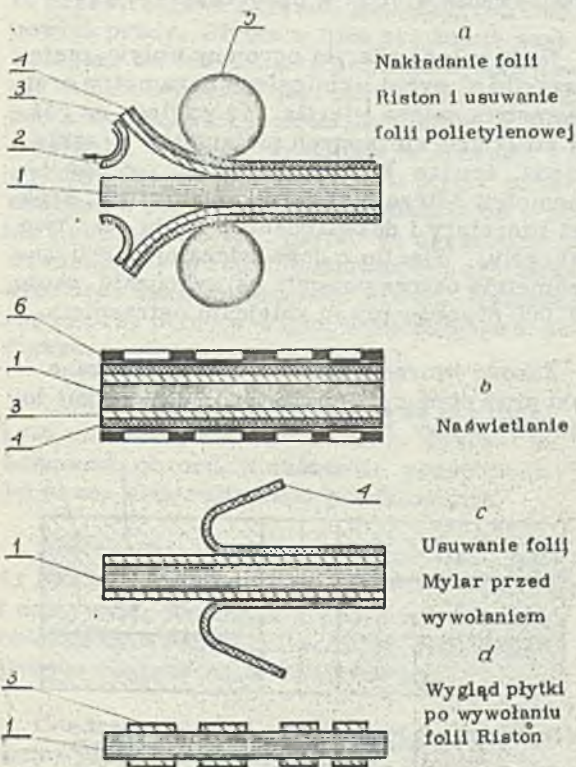
Rys. 1. Struktura folii Riston: a - folia polietylenowa, b - folia światłoczuła, c - folia Mylar

c - ochronnej folii Mylar zdejmowanej dopiero przed wywoływaniem /0,025 mm/.

Dzięki takiej strukturze warstwa światłoczuła zabezpieczona jest w ciągu całego procesu przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Analogicznie jak przy stosowaniu fotolakeru ciekłego, w technice Riston mamy do czynienia z takimi operacjami, jak np.: nakładanie warstwy światłoczułej, naświetlanie oraz wywoływanie /rys. 2/.

Nakładanie folii Riston odbywa się na laminatorze, gdzie w temperaturze 120°C przy pomocy elastycznych walców nakleja się Riston na obydwie strony płytki. Po kilkuminutowym utwardzaniu folii, płytkę naświetla się na kopioramie dwustronnego naświetlania Tranex za pomocą lamp rtęciowych.



Rys. 2. Technika Riston: 1 - płytka foliowana miedzią, 2 - folia polietylenowa, 3 - folia światłoczuła, 4 - folia Mylow, 5 - wałek dociskowy, 6 - kłisza fotograficzna

Wywoływanie naświetlonego obrazu odbywa się 1.1.1. trójchloroetanem w procesorze, który zapewnia szybkie i równomierne rozpuszczenie niespolimeryzowanego Ristonu.

Przy pomocy Ristonu można wykonywać wszelkie obwody analogicznie jak na fotolakerze ciekłym, lecz szybciej i dokładniej.

Dodatkową zaletą folii jest jej grubość. Folia pozwala pokrywać galwanicznie ścież-

ki na płytkach bez obawy rozpylania się metalu i zwierania z sąsiednimi ścieżkami, ponieważ metal osadza się w kanale ograniczonym Ristonem /rys. 6d/. Można też wykończyć folię Riston do bezpośredniego maskowania otworu przed trawieniem /rys. 5c/ co jest niemożliwe w przypadku fotolakeru. Dokładne wykonanie obwodu drukowanego na każdej płytce wchodzącej w skład WPD, a mianowicie neutralizacja i płukanie po trawieniu, ostrożne obchodzenie się z cienkim materiałem oraz szczegółowa kontrola optyczna i elektryczna jakości połączeń drukowanych - decydują o jakości WPD.

Bardziej opłacalne jest odrzucenie wadliwych pojedynczych obwodów wewnętrznych po trawieniu niż stwierdzenie braków na gotowej WPD. Dlatego kontrola procesu oraz gotowych obwodów wewnętrznych musi być wykonywana wszechstronnie i z dużą starannością.

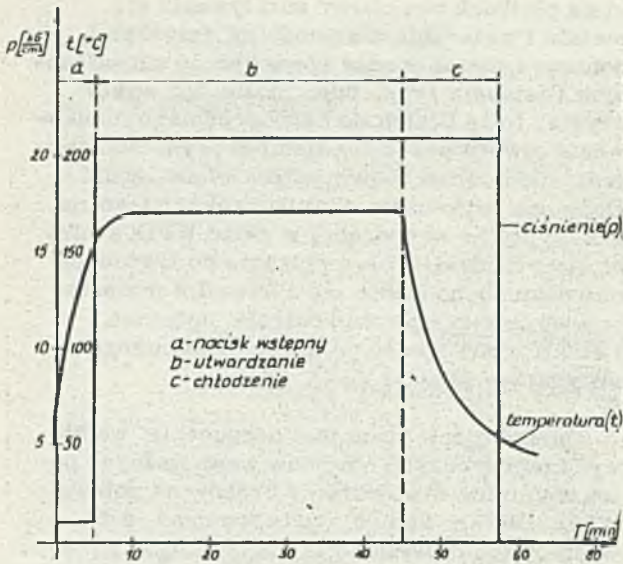
Klejenie

Kolejną operacją jest klejenie, podczas którego laminaty zostają trwale połączone przy pomocy błony klejowej. Błona klejowa charakteryzuje się odpowiednimi parametrami klejenia i parametrami elektrycznymi podanymi przez producentów. Jest ona drobno tkana ciągliwą tkaniną szklaną nasyconą żywicą epoksydową z dodatkami tłumiącymi płomień i utwardzoną do stanu B. Zawarta w błonie klejowej żywica epoksydowa, po nagraniu do temperatury kilkudziesięciu stopni w skali Celsjusza, mięknie i staje się płynna. Rozkład parametrów ciśnienia i temperatury w czasie przedstawiono na rys. 3. Odpowiednia płynność żywicy epoksydowej, czystość powierzchni laminatów oraz dostateczne rozwinięcie powierzchni klejonych są warunkiem udanego procesu klejenia WPD. Rozwijanie powierzchni w naszym przypadku wykonuje się metodą mechaniczną. Należy dodać, że czas oraz warunki przechowywania błony kolejowej mają istotny wpływ na jej własności, z czym z kolei związana jest jakość skleń.

Proces klejenia wykonuje się przy pomocy specjalistycznego sprzętu technologicznego. W OBR MC "Mera-Elwro" do realizacji procesu klejenia opracowano, po czym wykonano we własnym zakresie, zespół niezbędnych urządzeń. Zapewnia on możliwości sklejania dwupoziomowego płyt o wymiarach do 400x450 mm. Potrzebne naciski w czasie klejenia uzyskuje się w tym zespole urządzeń z przystosowanej do tego celu prasy do tworzyw termoutwardzalnych typ PHM-63.

W zespole urządzeń zastosowano podgrzewanie elektryczne i chłodzenie wodne.

Laminaty z wykonanymi drukowanymi obwodami wewnętrznymi oraz rozwiniętymi po-



Rys. 3. Rozkład ciśnienia i temperatury w czasie jednego cyklu klejenia.

wierzchniami składa się w foremniku z kółkami bazującymi, przekładając je błoną klejową. Po zamknięciu foremnika wystawia się go między uprzednio podgrzane płyty grzejne prasy, a następnie poddaje się działaniu /w ciągu kilku minut/ wstępnego ciśnienia, po czym zwiększa się je do pełnej wartości, utrzymując przez 40 minut. Po upływie tego czasu wyłącza się grzejniki nie zmieniając ciśnienia i jednocześnie włącza się układ chłodzenia płyt grzejnych. Po wystudzeniu zmniejsza się ciśnienie do zera, rozsuwa płyty grzejne i wyjmuje foremnik ze sklejoną płytką /WPD/.

Wykonanie otworów w WPD

Otworki te wykonuje się w celu uzyskania połączeń elektrycznych pomiędzy poszczególnymi warstwami płytki poprzez naniesienie warstwy Cu + SnPb wewnątrz otworu. Podczas wiercenia należy zachować dużą gładkość ścian otworów, aby zapewnić dobrą przyczepność metalizacji /8 klasa gładkości/. Niedopuszczalne jest pozostawienie żywicy rozsmazanej w procesie wiercenia na powierzchniach wewnętrznych warstw miedzi w otworach. Zbyt gruba warstwa żywicy nie da się usunąć z otworu, a to powoduje przerwanie połączenia metalizacji z warstwami wewnętrznymi płytki.

Osiągnięcie pomyślnych rezultatów wiercenia zależy od prawidłowego doboru: wiertarki, wiertła, parametrów skrawania i trwałości wiertła.

W OBR "Mera-Elwro" użyto wiertarki szybkoobrotowej James White typu PCB3 model 134 z odwróconym wrzecionem, o zakresie 0 - 65.000 obr/min i bezstopniową

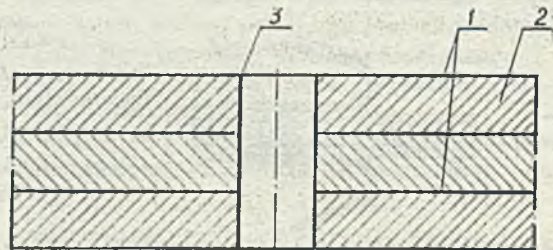
regulacją obrotów i posuwu. Wiertarka wyposażona jest w wizjer ekranowy o 10-krotnym powiększeniu.

Zastosowano wiertła ze spiekanych węglików wolframu firmy DIXI, o kącie spirali 35°. Dzięki tak dużemu kątowi spirali i szlifowanym rowkom wiórowym usuwanie wiórów z otworu jest łatwe. Unika się w ten sposób zacierania powierzchni otworów. Nagrzewanie się powierzchni otworu podczas wiercenia i złe odprowadzenie ciepła przez materiał wiercony wyklucza stosowanie wiertel z innych materiałów.

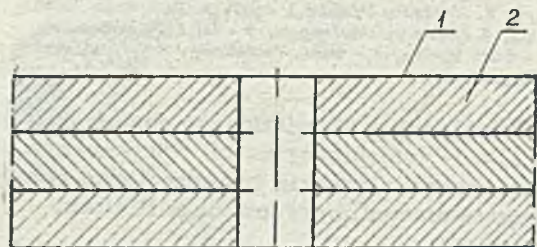
Doświadczalnie dobrano optymalną szybkość skrawania. Szybkość ta powoduje duże nagrzewanie się powierzchni otworu i może doprowadzić do rozmazywania się grubej warstwy żywicy na powierzchniach miedzianych. Aby tego uniknąć, zwiększono posuw, aby skrócić czas przebywania wiertła w otworze.

Na trwałość wiertła ogromny wpływ mają wszystkie wyżej wymienione parametry oraz geometria ostrza wiertła. Ze względu na różną strukturę wierconych materiałów /szkło, miedź, żywice termouwardzalne/ dobór geometrii ostrza jest bardzo utrudniony. Brak też literatury i doświadczeń w kraju w tym zakresie. Wiertło z doświadczalnie dobraną geometrią ostrza pozwala na wykonanie około 12.000 otworów przed kolejnym ostrzeniem.

Jakość wierconych otworów sprawdzana jest przy pomocy specjalnego mikroskopu do otworów firmy Vision.



a/ Wygląd otworu przed trawieniem smaru



b/ Wygląd otworu po wytrawieniu smaru

Rys. 4. Usuwanie smaru żywicznego: 1 - folia miedziana, 2 - dielektryk, 3 - smar żywiczny

Metalizacja

Podczas pracy wiertło powoduje rozsmarowanie cienkiej warstwy żywicy na ściankach otworu, co w konsekwencji prowadzić by mogło do braku połączeń metalizacji w otworze z warstwą wewnętrzną.

Ponieważ całkowite wyeliminowanie powstawania smaru żywicznego w czasie wiercenia jest ekonomicznie nieuzasadnione, wprowadzono operację chemicznego usuwania tego smaru przez rozpuszczenie go w roztworze kwasu fluorosulfonowego. Proces ma jeszcze tę zaletę, że zwiększa powierzchnię kontaktu warstwy wewnętrznej z metalizacją w otworze /rys. 4/.

Podstawowym warunkiem powodzenia prawidłowej metalizacji, a przez to realizacji połączeń elektrycznych na płytce, jest ściśle przestrzegana czystość pomieszczeń i stanowisk pracy. Płytki w toku produkcji jest narażana na zabrudzenie podczas wykonywania takich czynności jak: obróbka mechaniczna, kontrola, retusz oraz wszelkiego rodzaju transport. Dlatego wszystkie te operacje są wykonywane w rękawiczkach, a płytki przenoszone w pojemnikach. Niezależnie od środków profilaktycznych, płytki są czyszczone i odtuszczone przed miedziowaniem chemicznym oraz nakładaniem folii Riston. Wykonuje się to przy pomocy wapna wiedeńskiego i pumeksu.

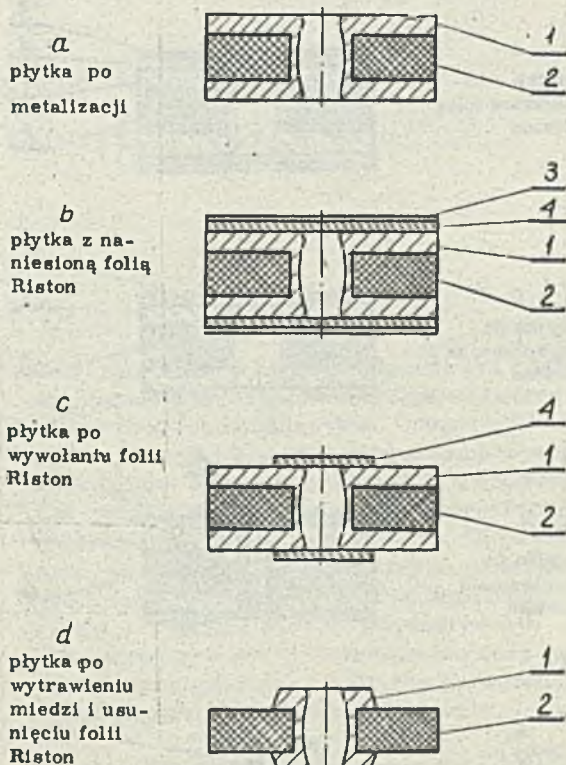
Metalizacja otworów polega na chemicznym osadzeniu cienkiej warstwy miedzi na ściankach otworu, a następnie pogrubieniu jej przez elektrolityczne miedziowanie.

Aby osadzenie miedzi było możliwe, należy powierzchnie laminatu odpowiednio uczulić i uaktywnić. Realizuje się to w mieszaninie chlorku cynawego i polładowego, wykonując jednym roztworem te dwa procesy.

Osadzanie miedzi chemicznej prowadzi się przez jej redukcję z kompleksu winianowego aldehydem mrówkowym. Miedziowanie galwaniczne prowadzi się zwykle dwustopniowo. W pierwszym etapie w prostej kąpeli siarczanej nakłada się wstępną warstwę miedzi na całą powierzchnię płytki. Następnym etapem jest miedziowanie selektywne ścieżek, pól lutowniczych oraz ścianek otworów przy maskowaniu pozostałych powierzchni folią Riston. Drugie miedziowanie prowadzi się w kąpeli o dużym współczynniku głębokości, zapewniającym równomierne pokrycie na powierzchni płytki oraz w otworze. Jest to najczęściej kąpiel na bazie pirofosforanu miedzi, której stosowanie jest ekonomicznie uzasadnione przy produkcji wielkoseryjnej.

Zarówno ze względu na prototypowy charakter produkcji w Zakładzie Doświadczalnym,

jak i ze względu na małą powierzchnię produkcyjną, zastosowano wyłącznie jednostopniowe miedziowanie do żądanej grubości. Realizuje się to w szybkospawnej kąpeli z dodatkiem blaskotwórczym UBAC firmy EFCO /Anglia/. Pomimo, że jest to kąpiel siarczana, dzięki stosowanemu dodatkowi oraz odpowiednim parametrom miedziowania, grubości pokrycia metalizacją ścian otworów i powierzchni płytki są prawie jednakowe.

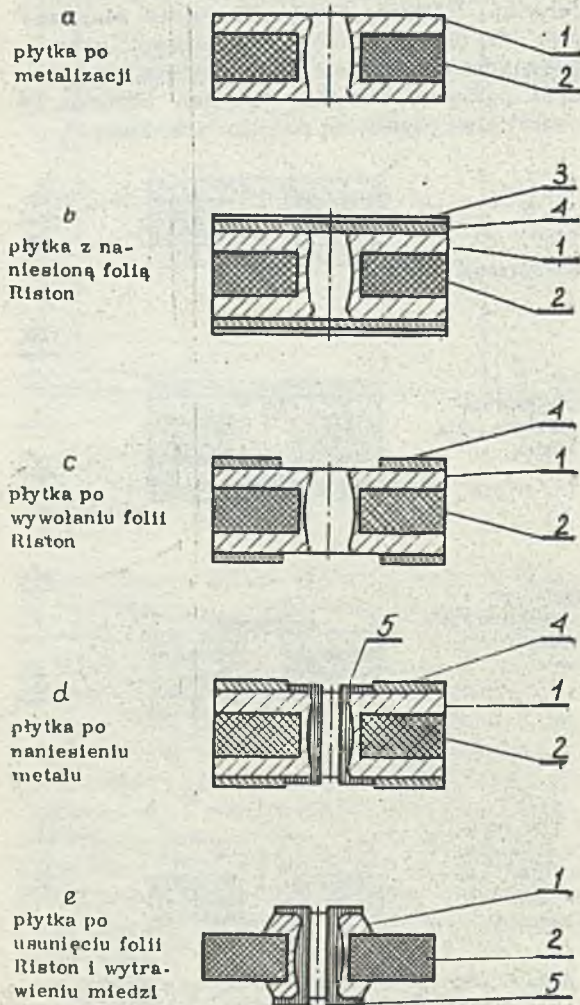


Rys. 5. Schemat maskowania otworu folią Ristona: 1 - warstwa miedzi, 2 - dielektryk, 3 - folia Myler, 4 - folia światłoczuła

Prócz ogólnego mieszania elektrolitu stosuje się ruch poprzeczny katody, aby wymusić przepływ kąpeli przez otwory w płytkach. Na tak pometalizowanej płytce należy wykonać sieć ścieżek łączących odpowiednie otwory.

Obwody zewnętrzne można otrzymać przez zabezpieczenie miedzi na przyszłych ścieżkach, polach lutowniczych oraz ściankach otworów folią Riston /rys. 5/ lub warstwą metalu /rys. 6/ np. srebra, niklu lub stopu cyna - ołów, a następnie wytrawienie niezabezpieczonej miedzi w odpowiednim roztworze. Metoda pierwsza wymaga naświetlenia folii Riston przez kliszę negatywową /pola przezroczyste na kliszy odpowiadają polom nie wytrawionej miedzi/. Natomiast w metodzie drugiej folia Riston naświetlana jest przez kliszę pozytywową i po wywołaniu odsłonięta miedź maskowana jest warstwą metalu naniesionego elektrolitycznie. W naszym przypadku stosuje się warstwę maskującą stopu cyna-ołów naniesioną w kąpeli fluoroboranowej.

Celem zapewnienia dobrej przyczepności warstwy stopu do miedzi stosuje się operacje przygotowawcze odtłuszczenia chemicznego oraz nadtrawiania.



Rys. 6. Schemat maskowania otworu metalu naniesionym galwanicznie: 1 - warstwa miedzi, 2 - dielektryk, 3 - folia Myler, 4 - folia światłoczuła, 5 - metal maskujący

Stop powinien charakteryzować się dużą odpornością na działanie roztworu trawiącego oraz dobrą lutownością. O tych własnościach decydują takie czynniki, jak: skład anod i ich struktura krystaliczna, temperatura kąpieli oraz obecność dodatków organicznych.

Nawet ściśle przestrzeganie reżimów technologicznych i kontrola składu kąpieli nie zapewnią dobrej lutowności. W związku z tym, po wytrawieniu płytek w roztworze na bazie kwasu chromowego i siarkowego stosuje się chemiczne wybliszczanie powierzchni stopu lub jego przetopienie.

Proces obtapiania wykonywany już na prawidłowo wytrawionych płytkach ma tę zaletę, że ujawnia wszelkie wady płytki, które mogłyby wystąpić podczas lutowania na fali. Chodzi tu o takie wady jak: słaba zwilżalność miedzi, głębokie podtrawienie boczne, wytrawienie miedzi spod stopu /możliwe z powodu jego porowatości/, powstawanie rozwarstwień i pęcherzy pod wpływem temperatury lutowania.

Końcowa obróbka

Po operacji obtapiania następuje ostateczna obróbka mechaniczna płytki. Przy pomocy przyrządu wiertarskiego wykonuje się pozostałe otwory o dużych średnicach, między innymi pod łączówki płytki. Następnie płytka jest obcinana do wymiarów docelowych na precyzyjnej pile typu Hamba. Ostatnią czynnością jest topnikowanie płytki celem zabezpieczenia powierzchni przewodzących płytki przed ujemnymi skutkami okresu przechowywania oraz celem ułatwienia procesu lutowania w fazie montażu elektrycznego.

Przedstawiona technologia wytwarzania WPD jako pierwsza w Polsce na skalę techniczną została wdrożona pod koniec 1971 roku. Obecnie stale optymalizowana i modernizowana pozwala otrzymywać rocznie 20 tys. szt. płytek formatu 140x150 mm lub odpowiednio mniej formatu większego.

Bibliografia

- /1/ Materiały na Konferencję Techniczną w dniach 8 i 9 października 1970 r. tłumaczone z języka angielskiego na język polski przez mgr inż. Mirosława Mikę
- /2/ Handbuch für das Arbeiten mit Riston
- /3/ RISTON Product Information
- /4/ Metal - clad Bakelite laminates for printed circuits
- /5/ Dane firmowe kąpieli z dodatkiem blaskotwórczym UBAC nr 1 EFECO /Anglia/.

mgr inż. STANISŁAW OSAKIEWICZ
mgr inż. HALINA MROZIŃSKA
Wrocławskie Zakłady
Elektroniczne MERA-ELWRO

AUTOMATYZACJA POMIARÓW PODZESPOŁÓW I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH

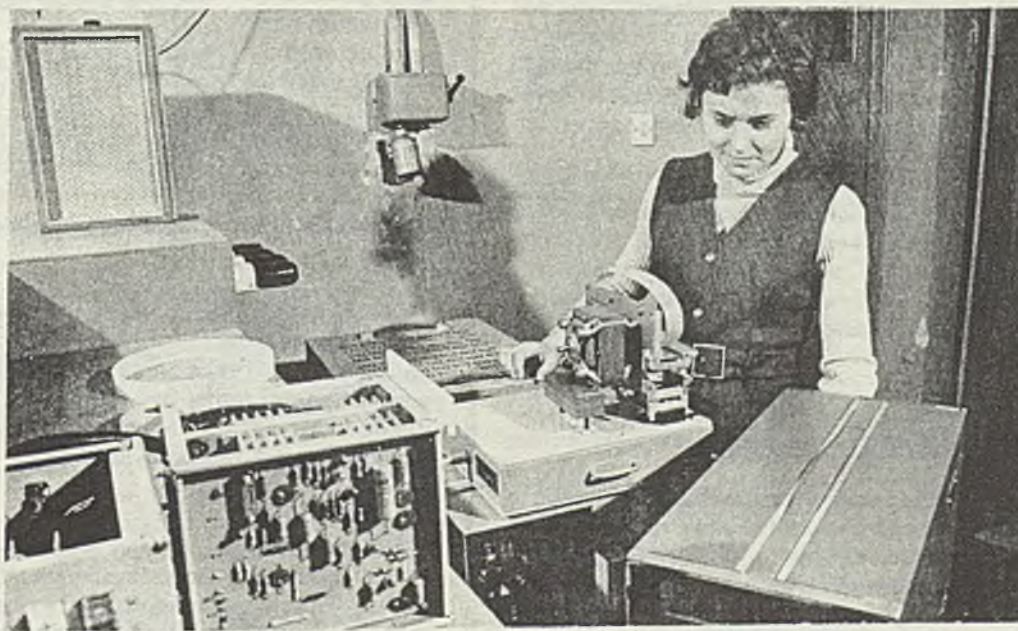
1. Wstęp

Wysokie wymagania funkcjonalne i jakościowe stawiane nowoczesnym urządzeniom cyfrowym, a przede wszystkim cyfrowym maszynom matematycznym, narzucają producentowi tych urządzeń wiele elementów procesu technologicznego, determinujących poziom techniczny i niezawodność produkowanych urządzeń w zmiennych warunkach eksploatacji.

Do ważniejszych elementów procesu produkcji urządzeń cyfrowych zaliczyć należy kontrolę, pomiary i selekcję materiałów, półfabrykatów i podzespołów oraz testowanie gotowych urządzeń stanowiących produkt końcowy.

O roli, jaką w cyklu produkcyjnym odgrywają procesy pomiarowo-kontrolne, świadczy udział pracochłonności tych procesów w ogólnej pracochłonności wytwarzania wyrobu, kształtujący się na poziomie 25% u producentów profesjonalnego sprzętu elektronicznego o średnim poziomie europejskim. Większość procesów pomiarowo-kontrolnych realizowanych jest przy pomocy specjalistycznej aparatury o wysokim stopniu automatyzacji, ograniczającej bądź całkowicie eliminującej subiektywizm człowieka w ocenie parametrów technicznych kontrolowanego obiektu.

Aparatura taka zapewnia uzyskanie pełnej powtarzalności parametrów obiektu w założo-



Aparaturę technologiczną dla komputerów ODRA prezentuje mgr inż. Mrozińska

(fot. W. Dębicki)

nych obszarach sprawności, ponadto pozwala na istotne skracanie czasu operacji kontrolnych, szczególnie w odniesieniu do obiektów o dużej złożoności funkcjonalnej i strukturalnej. Takimi obiektami są z reguły podzespoły maszyn cyfrowych III generacji oraz urządzenia wejścia-wyjścia tych maszyn.

Dlatego też w praktyce produkcyjnej tego typu urządzeń cyfrowych koniecznością staje się stosowanie rozbudowanych systemów kontrolno-pomiarowych o cyklu automatycznym lub programowanym.

2. Procesy pomiarowo-kontrolne w cyklu produkcyjnym

Procesy pomiarowo-kontrolne sklasyfikować można w następujący sposób:

1/ Kontrola na etapie przygotowania elementów do montażu

Na tym etapie produkcji kontroluje się wszystkie elementy elektroniczne czynne tranzystory, układy scalone, układy hybrydowe/ sprawdzając pełny obszar poprawnej pracy. Ponadto stosuje się wyrывkową kontrolę elementów biernych.

2/ Kontrola podzespołów

Kontrola i pomiary obejmują wszystkie podzespoły:

- pakiety /logiczne, techniczne, pamięciowe/.
- podzespoły zasilaczy,
- ramki i bloki pamięci ferrytowej,
- płyty pamięci stałej.

3/ Kontrola zespołów funkcjonalnych

Kontrola, będąca jednocześnie procesem strojenia zespołów, dotyczy wszystkich zespołów mogących pracować autonomicznie:

- zasilania,
- jednostki pamięci operacyjnej,
- funkcjonalnych bloków logicznych maszyn cyfrowych i urządzeń zewnętrznych.

Ponadto kontrolowana jest prawidłowość montażu elektrycznego paneli i ram.

4/ Kontrola gotowych urządzeń

Kontrola ta stanowi ostatni etap procesu technologicznego i w odniesieniu do parametrów funkcjonalnych realizowana jest głównie na drodze software'owej. Metodami technicznymi realizuje się kontrolę parametrów technicznych i elektrycznych, sprawdzając zgodność z obowiązującymi normami lub warunkami technicznymi /kontrola wyrobu - próba wyrobu/

3. Aparatura kontrolno-pomiarowa

Mimo dającego się zauważyć w ostatnich latach postępu w krajowych opracowaniach aparatury kontrolno-pomiarowej należy stwierdzić, że nadal brak sprzętu mogącego sprostać wymaganiom stawianym aparaturze technologicznej, niezbędnej do produkcji maszyn cyfrowych w WZE "Mera-Elwro".

Aparatura krajowa to z reguły przyrządy uniwersalne, mogące spełniać funkcje tylko w odniesieniu do fragmentów systemów kontrolno-pomiarowych /np. oscyloskopy, woltomierze cyfrowe, mierniki/.

Wyspecjalizowani producenci zachodni /przede wszystkim firmy amerykańskie/ oferują wprawdzie znakomitą aparaturę i całe systemy pomiarowo-kontrolne o dużej uniwersalności, jednakże jest to aparatura bardzo kosztowna /np. koszt systemu z minikomputerem do kontroli pakietów logicznych wynosi ok. 1,5 mln dolarów/.

W tych warunkach niewielka tylko część specjalistycznej aparatury może być uzyskana drogą zakupu /np. aparatura do kontroli elementów elektronicznych/. Większość technologicznych narzędzi kontrolno-pomiarowych do własnych potrzeb opracowywana jest i produkowana przez WZE "Mera-Elwro".

Podstawowymi wymaganiami stawianymi przed technologicznymi przyrządami elektronicznymi są, obok omawianej już automatyzacji pomiarów, takie cechy jak:

- możliwość badania obszaru sprawności danego podzespołu lub zespołu /marginesowanie parametrów/.
- pełna obiektywizacja pomiarów,
- duża szybkość działania /duża przepustowość/.
- uniwersalność, tzn. możliwość łatwego przystosowania do kontroli różnych obiektów z określonej grupy asortymentowej,
- identyfikacja i lokalizacja błędów i niesprawności.

W odniesieniu do skomplikowanych struktur podzespołów maszyn cyfrowych III generacji /np. pakietów logicznych/ wszystkie powyższe cechy mogą być najpełniej spełniane przez systemy pomiarowo-kontrolne pracujące "on-line" z maszyną cyfrową.

Rachunek ekonomiczny wskazuje jednak, że na obecnym poziomie produkcji w WZE "Mera-Elwro" uzasadnione i wystarczające jest stosowanie systemów nieco bardziej rozbudowanych technicznie, lecz nie posiadających komputera, bądź współpracujących z

nim "off-line". Aparatura taka stosowana jest od kilku lat w procesie produkcji pakietów logicznych oraz pamięci operacyjnej i stałej.

4. Przykłady automatycznych systemów pomiarowo-kontrolnych

1/ System CTL do kontroli pakietów logicznych

System przystosowany jest do kontroli pakietów logicznych z elementami TTL, zaopatrzonych w złącza 84-stykowe SOCAPEX /maksimum 2 złącza na pakiecie/. Jest to system w pełni uniwersalny, tzn. może kontrolować dowolną sieć logiczną kombinacyjną lub sekwencyjną, przy czym kontroli podlegają następujące parametry sieci /pakietu/:

- poprawność funkcjonalna sieci,
- odporność na zakłócenia poziomu sygnałów sterujących,
- poziomy sygnałów wejściowych i wyjściowych,
- obciążalność wyjść.

Kontrola tych parametrów odbywa się w trzech punktach założonego obszaru sprawności pakietu /przy trzech różnych wartościach napięcia zasilania pakietu/.

System CTL sterowany jest za pośrednictwem perforowanej taśmy papierowej zawierającej pełny program badania pakietu, który stanowią następujące dane:

- informacja o stykach pakietu /identyfikacja styków jako "we" lub "wy" sieci logicznej/,
- funkcje logiczne wymuszające /ciągi testujące/,
- żądane odpowiedzi sieci /ciągi wyjściowe/,
- żądane obciążenia wyjść.

Program zostaje wczytany do pamięci wewnętrznej systemu CTL /pamięć szeregową na elementach MOS/, skąd ciągi testujące pobierane są do części wykonawczych systemu.

Badanie poprawności funkcjonalnej sieci logicznej odbywa się na zasadzie pobudzania wejść odpowiednimi sygnałami, stanowiącymi "ciąg testujący" oraz badania odpowiedzi sieci na zgodność z zaprogramowanymi ciągami wyjściowymi. Pojemność pamięci systemu CTL pozwala na badanie pakietu sześćdziesięcioma czterema różnymi ciągami testującymi, zaś techniczna realizacja pamięci pozwala na uzyskanie najkrótszego czasu cyklu badania jednym ciągiem testującym ok. 2 μ s. Czas ten może być wydłużany w zależności od potrzeb.

W wypadku stwierdzenia niesprawności, system CTL przerywa pracę automatyczną sygnalizując błąd.

Identyfikacja błędu następuje pośrednio w wyniku podawania przez system następujących informacji:

- numeru styku, na którym wykryty został błąd,
- numeru ciągu testującego, przy którym wystąpił błąd,
- stanu logicznego ciągów - testującego i wyjściowego.
- danych uzupełniających /stan zasilacza, obciążenie wyjść/.

Informacje te podawane są poprzez wyświetlenie w odpowiednich rejestrach, a ponadto istnieje możliwość wyprowadzania ich w formie wydruku przy pomocy elektrycznej maszyny do pisania. Jak wynika z przytoczonego opisu, system CTL pracuje na zasadzie kontroli "go-no-go".

2/ Testery ramek i bloków ferrytowych

System kontroli ramek i bloków ferrytowych stosowany w procesie produkcji obejmuje kontrolę parametrów statycznych i dynamicznych nośnika pamięci operacyjnych maszyn cyfrowych serii 1300.

System składa się ze specjalizowanych testerów pracujących w cyklu automatycznym:

a/ testery parametrów statycznych nośnika

Testery kontrolują następujące parametry statyczne:

- rzeczywistą rezystancję przewodów wybierania i odczytu,
- rezystancję izolacji między przewodami.

Zasada pomiarów testerów polega na automatycznym, matrycowym wybieraniu odpowiednich punktów pomiarowych oraz mostkowym pomiarze rezystancji przewodów i oporności izolacji międzyprzewodowej.

Przekroczenie wielkości mierzonej ponad dopuszczalną tolerancję powoduje zatrzymanie procesu pomiaru z sygnalizacją:

- rodzaju błędu,
- miejsca powstania błędu.

Umożliwia to pełną identyfikację błędu. Cykl pracy testera realizowany jest w pełni hardware'owo, tester zatem nie wymaga żadnego sterowania zewnętrznego i stanowi automatyczny system pomiarowy.

b/ Testery parametrów dynamicznych nośnika

Praca testerów polega na analizie sygnału odpowiedzi badanego rdzenia w 5 wybranych punktach charakterystyki amplitudowo-czasowej. Analizy sygnału dokonuje się za pomocą strobowanych dyskryminatorów napięcia.

Tester przeprowadza analizę napięcia odczytu dla następujących testów:
test samych "0"
test samych "1"
test najgorszego przypadku "0"
uzupełnienie testu najgorszego przypadku "0"
test najgorszego przypadku "1"
uzupełnienie testu najgorszego przypadku "1".

Proces pomiaru jest w pełni zautomatyzowany. Wartości napięć w wybranych punktach czasowych są porównywane z ustaloną wartością napięcia wzorcowego.

Stosowane w testerze podzespoły umożliwiają regulację parametrów w szerokim zakresie przy zachowaniu wysokiej stabilności.

Regulowane parametry prądów wybierających oraz zakazu:

- amplituda,
- szerokość impulsów,
- czasy narostu i opadania.

Regulowane parametry impulsów ustalających punkty pomiarowe amplitud odczytu:

- szerokość impulsów,
- położenie względem impulsu wybierającego.

Regulacja wymienionych parametrów odbywa się w sposób płynny.

W przypadku wykrycia złej komórki praca przyrządu zostaje zatrzymana, a współrzędne błędnej komórki wyświetlane są za pomocą wskaźników cyfrowych. Również i w tych przypadkach cykl pracy realizowany jest w pełni hardware'owo.

5. Zamierzenia rozwojowe

Eksploatacja systemów pomiarowych dla emc II i III generacji pozwoliła zaopatrzyć produkcję w specjalistyczną aparaturę kontrolno-pomiarową.

Poziom nowoczesności i przepustowości opisanych powyżej systemów pomiarowo-kontrolnych są wystarczające dla potrzeb dnia dzisiejszego, nie sprostają jednak najbliższemu potrzebom produkcji wobec znacznego wzrostu zadań oraz wdrażania do produkcji nowych typów maszyn cyfrowych.

Z tego względu intensywnie prowadzone są prace nad rozwojem aparatury i systemów kontrolno-pomiarowych, szczególnie w zakresie pakietów /różnego rodzaju/ oraz podzespołów pamięci operacyjnych.

Zebrane doświadczenia w zakresie konstrukcji i eksploatacji tych systemów oraz nowe wymagania związane z wdrożeniem do produkcji wyrobów o wyższym stopniu skomplikowania ukierunkowują prace nad technologicznym oprzyrządowaniem elektronicznym na następujące ważniejsze problemy:

- modułowe systemy kontrolno-pomiarowe ze specjalizowanymi głowicami wykonawczymi, pracujące "on line" z maszyną cyfrową;

- rozszerzenie procesów kontrolno-pomiarowych poprzez kontrolę operacji montażu - przede wszystkim w odniesieniu do montażu pakietów pamięci stałej i matryc pamięci ferrytowej;

- automatyczne /przy użyciu maszyny cyfrowej w systemie "on line"/ sterowanie i kontrola procesów montażu okablowania.

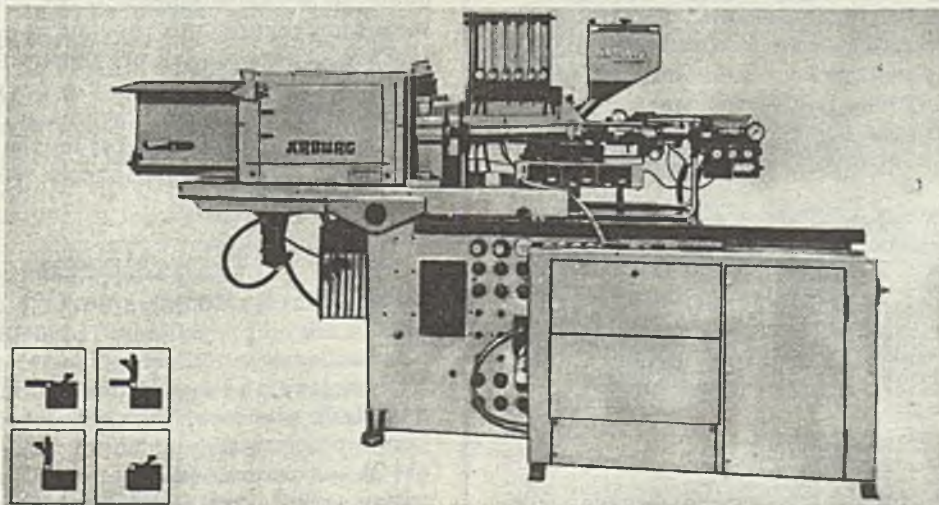
Niezależnie od własnych opracowań, konieczne jest wykorzystanie doświadczeń przodujących w dziedzinie technologii producentów sprzętu komputerowego. Proces ten został już zapoczątkowany w ramach kompleksowej modernizacji technologii WZE "Mera-Elwro", realizowanej w bieżącym roku.

PRODUKCJA DWUBARWNYCH KSZTAŁTEK Z TWORZYW SZTUCZNYCH

Uruchomienie seryjnej produkcji kalkulatorów w WZE "Mera-Elwro" spowodowało znaczny wzrost zapotrzebowania na precyzyjne kształtki z tworzyw sztucznych. Zaistniała również konieczność podjęcia produkcji kształtek dwubarwnych, tzn. wykonywanych z dwóch tworzyw termoplastycznych o odmiennych kolorach. Do części takich należą: przyciski klawiszy w kalkulatorach, wskaźniki świetlne, tabliczki firmowe itp.

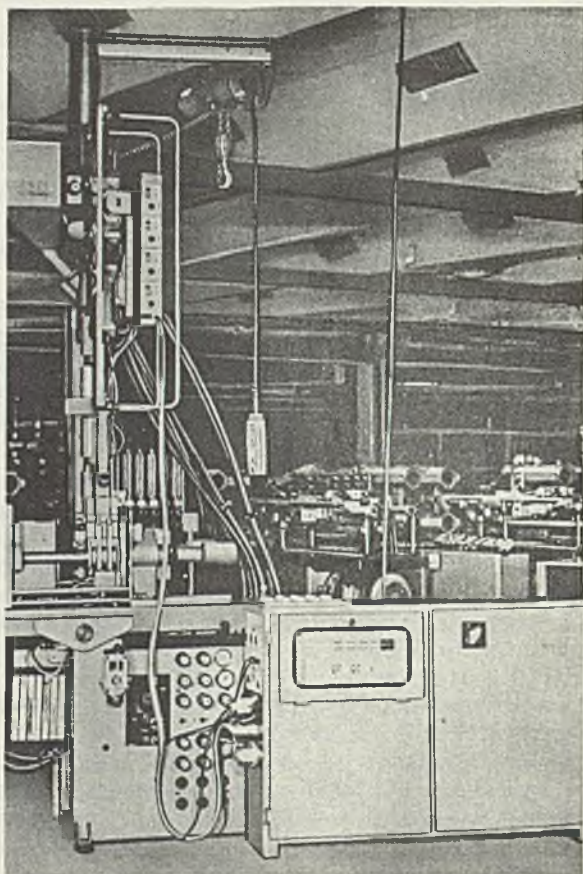
Według ostatnich osiągnięć technologii przetwórstwa tworzyw sztucznych, części takie produkuje się metodą wtrysku dwubarwnego [1]. W metodzie tej, dwubarwna kształtka z tworzywa termoplastycznego zostaje zaformowana w jednym cyklu pracy wtryskarki wyposażonej w dwa niezależne układy plastyfikujące oraz w program umożliwiający wtryskiwanie uplastycznionej masy z pierwszego i drugiego cylindra wtryskowego. Wtryskarki tego rodzaju produkowane są przez szereg

firm, z których najbardziej znane to: Engel, Arburg Maschinenfabrik, Battenfeld oraz Nissei Plastics Industrial. Wtryskarki Engel i Nissei posiadają dwa cylindry wtryskowe umieszczone w poziomym układzie równoległym, co w zasadzie ogranicza ich zastosowanie wyłącznie do produkcji części dwukolorowych lub złożonych z dwóch różnych materiałów termoplastycznych. Znacznie większą uniwersalność posiadają wtryskarki wyposażone w poziome i pionowe, niezależne układy wtryskowe. Uniwersalność ich wynika z modułowego rozwiązania konstrukcji, pozwalającego na utworzenie, zależnie od przeznaczenia, wtryskarki z poziomym układem wtrysku, pionowym układem wtrysku bądź z dwoma układami pracującymi jednocześnie. Ponadto, drugi z podstawowych zespołów maszyn - zespół zamykania formy - daje się również ustawić w położeniu poziomym, pionowym bądź pośrednim. Robocze ustawienia wymienionych zespołów wtryskarki Arburg przedstawiają fot. 1 i 2.



Fot. 1. Wtryskarka Allrounder 221V/150 z układem wtryskowym w położeniu poziomym

W tradycyjnej metodzie produkcji części dwubarwnych wykorzystuje się dwie niezależne formy wtryskowe. Pierwsza z nich służy do wykonania części w jednym kolorze. Po odcięciu wlewką część tę przekłada się do drugiej formy w której następuje wtrysk tworzywa o innym kolorze, czyli ostateczne zaformowanie kształtki dwubarwnej.



Fot. 2. Wtryskarka Allrounder 221V/150 z układem wtryskowym w położeniu pionowym

W porównaniu z tą metodą, wtrysk dwubarwny, przy użyciu jednej formy pracującej na wtryskarce z dwoma układami wtryskowymi, posiada następujące zalety: możliwość uzyskania wysokiej wydajności, mniejsze zużycie materiału, wysoką jakość wyprasek dwubarwnych i możliwość pełnego zautomatyzowania produkcji z segregacją wyprasek włącznie.

Ponieważ zapotrzebowanie na przyciski klawiszy do kalkulatorów wynosi około 0,5 mln sztuk rocznie, a ponadto części te, jako decydujące o wyglądzie zewnętrznym całego wyrobu, muszą odznaczać się starannym wykonaniem - zastosowano do ich produkcji nowoczesną metodę wtrysku dwubarwnego.

Wtryskarka

Do produkcji kształtek dwubarwnych wytypowano wtryskarkę Allrounder 221 U/150-150 /Arburg Maschinenfabrik Hehl Soehne,

Lossburg, RFN/. O wyborze zdecydowały:

- konstrukcja przestrzeni roboczej form pozwalająca na wykorzystanie /po niewielkiej adaptacji/, istniejących obudów uniwersalnych;
- możliwość produkcji wyprasek z tworzyw termoplastycznych w pionowym lub poziomym układzie wtrysku oraz pionowym lub poziomym kierunku pracy formy;
- możliwość wtrysku elastomerów przy użyciu specjalnego cylindra uplastyczniającego;
- dobre rozwiązanie konstrukcji układów plastyfikacji i sterowania zapewniające: wtryskiwanie w płaszczyznę podziału formy, bezstopniową regulację szybkości i ciśnienia wtrysku, dekompresję masy, elektroniczną regulację temperatury cylindra, bezstopniową regulację szybkości otwierania i zamykania form, centralne nastawianie siły i drogi zamknięcia formy oraz niezawodne zabezpieczenie formy;
- zastosowanie uniwersalnego ślimaka z krótką strefą sprężania.

Poniżej podano najważniejsze dane techniczne wtryskarki [2].

1/ Układ zamykania:

Siła zwierania formy	25 T
Droga otwarcia formy	60-200 mm
Wymiary płyt mocujących	342x250 mm
Siła wypychania	2,0 T

2/ Układ wtryskowy

Srednice ślimaków	18, 22, 25 mm
Maks. objętość wtrysku	18, 27, 35 cm ³
Maks. ciśnienie wtrysku	2230, 1500, 1160 kG/cm ²

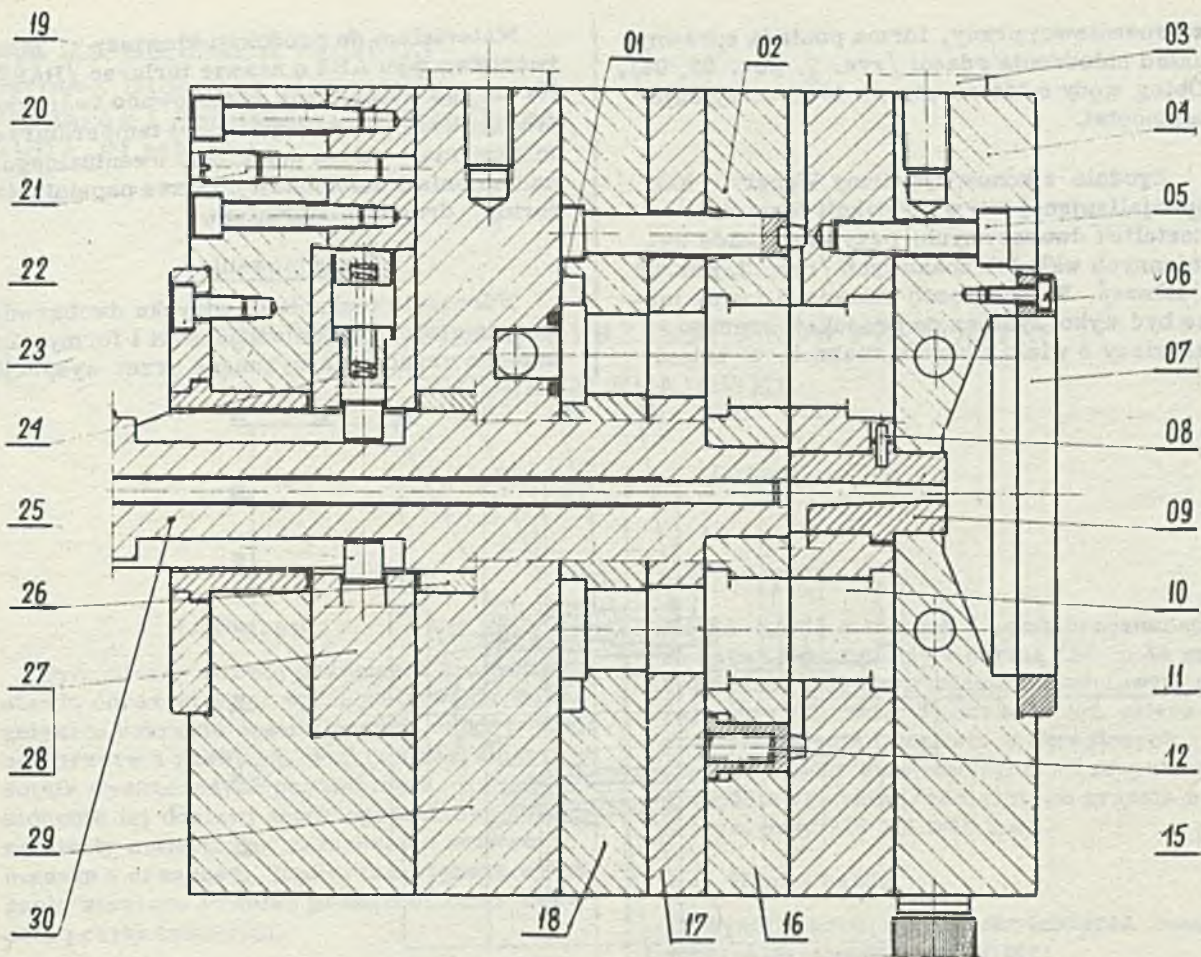
3/ Układ hydrauliczny

Moc silnika pompy	5,5 kW
Całkowita moc zainstalowana	8,6 kW
Ilość "pustych" wtrysków/godz.	1900

We wtryskarce Arburg Allrounder 221 U/150 poszczególne programy robocze maszyny wybiera się na zasadzie wymiany płytek pakietów w szafie sterowniczej. Układ regulacji temperatury nie zawiera zawodnych elementów stykowych jak przekaźniki czy styczniki. Dla zbadania maszyny w przypadku uszkodzenia producent dostarcza listwę kontrolną, przy pomocy której można szybko zlokalizować miejsce uszkodzenia układu sterowniczego [3].

Forma wtryskowa

Konstrukcję i działanie formy [4] przedstawia się na przykładzie technologii wykonania dwubarwnych klawiszy do kalkulatorów. Forma /rys. 1 i rys. 2/ posiada dwa niezależne układy wlewowe. Jeden z nich umieszczony jest w płaszczyźnie podziału, a drugi znajduje się na osi geometrycznej formy, podobnie jak w typowych formach wtryskowych. Formowanie części wewnętrznej klawisza odbywa się poprzez wtrysk w płaszczyźnie podziału for-



Rys. 1. Korpus formy do wtrysku dwubarwnego bez wkładów formujących

my, z pionowego układu wtryskowego maszyny. Kanał wlewowy zakończony jest przewężką tunelową. Podczas otwierania formy następuje automatyczne odcięcie i odrzucenie wlewką. Wewnętrzne korpusy klawiszy pozostają w obrotowej płycie matrycowej /rys. 1, poz. 02/, która podczas ruchu otwierania formy przesuwa się do przodu w wyniku zadziałania wypychacza hydraulicznego wtryskarki. Ruch ten powoduje zepchnięcie korpusów klawiszy z rdzeni formujących /rys. 2, poz. 04/ oraz uwolnienie płyty matrycowej z kołków bazujących. W wyniku dalszego działania wypychacza następuje obrót płyty matrycowej o 180° i przeniesienie korpusów klawiszy do niżej znajdujących się gniazd, formujących ich zewnętrzną część. Obrót płyty matrycowej uzyskuje się za pomocą wrzeciona /rys. 1, poz. 30/ z wyfrezowaną linią śrubową o dużym skoku. Wypychacz hydrauliczny wtryskarki działa na zakończenie wrzeciona /nie uwidocznione na rysunku/. Siła ta, działająca w kierunku osiowym wrzeciona, wytwarza moment obrotowy konieczny do przestawienia położenia płyty matrycowej. Z chwilą zakończenia obrotu tej płyty następuje ponowne zamknięcie formy. W czasie ruchu zamykania, korpusy wewnętrzne klawiszy znajdujące się nadal w płycie matrycowej, zostają osadzone na nowych rdze

niach, przesunięte do nowych gniazd formujących i dociśnięte do ich ścian płaszczyzną znaku /tzn. cyfry, litery bądź napisu/. Układ sterowania wtryskarki uruchamia zespół wtrysku drugiego materiału, z poziomego cylindra maszyny. Po zredukowaniu ciśnienia docisku i wychłodzeniu klawisza kompletnego, następuje wyrzucenie go wraz z wlewką. Możliwe jest również zautomatyzowanie odcinania wlewków i odbiór klawiszy poprzez urządzenie segregujące według poszczególnych znaków.

Praktycznie, napełnianie formy z obu układów wtrysku odbywa się niemal jednocześnie, a zatem w jednym cyklu roboczym maszyny otrzymuje się jeden komplet klawiszy. W przypadku omawianej formy, w każdym cyklu roboczym uzyskuje się sześć kształtek. W górnym rzędzie gniazd formujących powstaje korpus wewnętrzny, podczas gdy rząd dolnych gniazd formuje klawisz kompletny. Otwarcie formy powoduje zatem najpierw wyrzucenie sześciu klawiszy kompletnych złączonych z wlewką odcięcie i wyrzucenie wlewka od korpusów wewnętrznych i przesunięcie tych ostatnich do dolnych gniazd formujących kompletną kształtkę dwubarwną.

Z uwagi na wymagania procesu wtrysku oraz konieczność zachowania ciągłej, bez-

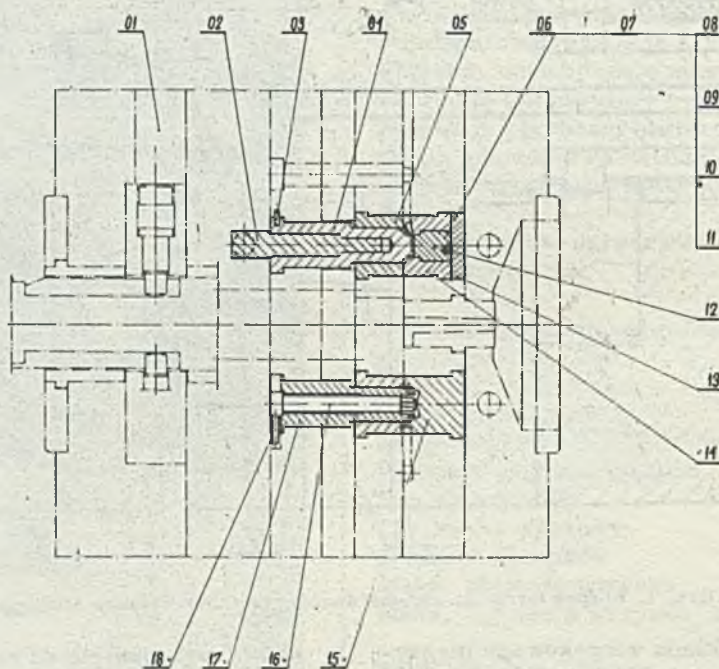
zakrociowej pracy, forma posiada sprawny układ chłodzenia rdzeni /rys. 2, poz. 02, 04/. Obieg wody o temperaturze 40°C utrzymuje termostat.

Zgodnie z koncepcją firmy Weber KG, specjalizującej się w produkcji form do kształtek dwubarwnych, przyjęto zasadę wymiennych wkładek znakowych /rys. 2, poz. 06 i dalsze/. W ten sposób omawiana forma może być wykorzystana do produkcji szeregu klawiszy o wielu różnych znakach, a zatem

Materiałem do produkcji klawiszy jest tworzywo typu ABS o nazwie terluran /BASF/. Na korpus wewnętrzny zastosowano tworzywo trudnoplątne, o podwyższonej temperaturze mięknienia, celem uniknięcia ewentualnego nadtapiania i deformacji podczas napełniania formy drugim materiałem.

Podsumowanie

Wdrożenie technologii wtrysku dwubarwnego wymagało zakupu wtryskarki i formy, Zakupiono urządzenia wykonane przez wyspecja-



01. obudowa, 02. przegroda, 03. kołek, 04. stempel, 05. tulejka, 06. wkładka, 07. wkładka, 08. wkładka, 09. wkładka, 10. wkładka, 11. wkładka, 12. kołek, 13. płytka, 14. tulejka, 15. matryca, 16. rdzeń, 17. stempel, 18. kołek

Rys. 2. Wkłady formujące do produkcji dwubarwnych przycisków klawiszy

jest ona uniwersalna. Wymiana kompletu wkładek znakowych wymaga niewielkiego demontażu, a mianowicie zdjęcia połówki formy z płyty wtryskarki i odłączenia płyty mocującej /rys. 1, poz. 04/. Sposób ten nie jest jednak godny polecenia, przy produkcji wielkoseryjnej, gdyż zmusza on wykonawcę do prowadzenia ciągłej ewidencji wykonanych znaków, zwiększa dokumentację procesu technologicznego i utrudnia rozliczenie płacowe operatora wtryskarki. Dodatkowo sprawę komplikuje fakt, że zestaw klawiszy do danego kalkulatora nie zawsze jest wielokrotnością gniazd formy, a ponadto część tego zestawu może składać się na przykład z klawiszy niebiesko-czarnych, a część z klawiszy biało-czarnych. Pojawia się zatem konieczność blokowania gniazd formy, aby uniknąć dublowania produkcji niektórych znaków. Stąd, przy określonym i ustalizowanym zapotrzebowaniu na klawisze, lepiej jest wykonać pogrupowane zestawy znaków wg kolorów i ilości w oddzielnych formach /korpusach/.

lizowane firmy. Inwestycja ta jest wysoce efektywna i przy założonych planach produkcji WZE "Mera-Elwro", przynosi duże oszczędności dewizowe. Uzyskano możliwość produkcji części dwubarwnych o wysokich wymaganiach jakościowych przy bardzo niskiej pracochłonności. Bogate wyposażenie specjalne wtryskarki pozwoli ponadto na uruchomienie jeszcze jednej nowoczesnej technologii, a mianowicie wtryskowego formowania gumy oraz daje szansę zwiększenia poziomu opracowań technicznych wyrobów Zakładu.

Literatura

- [1] "Kunststoff-Verarbeitung im Gespräch" - materiały firmy BASF
- [2] ALLROUNDER 221 U/150 - karta katalogowa firmy Arburg Maschinenfabrik Hehl und Soehne
- [3] "KUNSTSTOFFE" nr 9/73, str. 591
- [4] Dokumentacja konstrukcyjna formy, opracowana na podstawie materiałów firmy Weber KG.

OCENA NIEZAWODNOŚCI PRZEKAŹNIKÓW PRĄDOWYCH PRODUKCJI KRAJOWEJ

1. Wstęp

Dynamiczny rozwój przemysłu krajowego stawia coraz większe wymagania wobec energetyki w zakresie dostaw energii elektrycznej: bez przerw i zakłóceń, w określonej ilości w ściśle wyznaczonych parametrach. Każde zakłócenie tej dostawy może spowodować poważne straty materialne, zniszczenie surowców, maszyn i urządzeń. Stąd coraz większe wymagania stawiane również przełącznikom i układom przełącznikowym.

Przełącznik musi spełniać następujące wymagania: pewność działania, wybiórczość, niezawodność. Dotyczy to również przełączników elektromechanicznych i pomiarowych, m. in. nadmiarowo-prądowych.

Żeby przełączniki mogły spełniać stawiane im wymagania, producent zobowiązany jest je wykonać tak, aby w fazie produkcji, podczas składowania i transportu oraz w eksploatacji - zmienność parametrów nie ulegała wahaniom większym niż na to zezwalają obowiązujące normy /1/.

Przełączniki w układach zabezpieczeń różnią się tym od zastosowanych w automatyce, że w ciągu całego czasu eksploatacji charakteryzują się niewielką ilością zdarzeń, muszą jednak w każdej chwili być "gotowe" do wykonania "wyznaczonego zadania" i spełnić je wybiórczo oraz niezawodnie.

2. Badania przełączników

Dla określenia wymienionych własności przełączników produkcji krajowej, poddano je odpowiednim badaniom w Zakładzie Automatyki Przełącznikowej Ośrodka Badawczo-Rozwojowego PIAE we Wrocławiu.

Do badań pobrano drogą losową 50 sztuk przełączników prądowych produkcji Zakładów

MERA-REFA, z których 6 sztuk przeznaczono do badań typu zgodnie z normą /2/, a 44 sztuki poddano badaniom niezawodnościowym, obciążając je cyklicznie. Podczas badań mierzono prąd pobudzenia i powrotu w określonych odstępach czasu, stan izolacji oraz rezystancję przejścia zestyków /obciążonych prądem nominalnym przy 220 V i $t=40$ ms/

2.1. Wyniki badań

Wyniki badań niezawodnościowych można scharakteryzować następująco:

a/ Wyniki badań typu przełączników prądowych wskazują na prawidłowość i zgodność ich wykonania z obowiązującymi normami /1, 2/.

b/ Mechaniczna trwałość graniczna wynosi ok. 10^6 cykli, a więc jest porównywalna z trwałością mechaniczną przełączników pomocniczych.

c/ Rezystancja zestyku przy:

- napięciu prądu stałego i zmiennego 220 V
- prądzie nominalnym 0,15A
- stałej czasowej obwodu $t = 40$ ms

- w przedziale od 0 - 50 000 cykli zmienia się od 0,08 - 0,15 Ω a więc wartość średnia mieści się w granicach normy /0,1 Ω /. Na podstawie publikacji /3/ można przyjąć, że rezystancja zestyków zmienia się w wąskich granicach i praktycznie jest stała nawet do 5 milionów zdarzeń.

d/ Stan izolacji w warunkach normalnych nie ulega zmianie.

e/ Uszkodzenia katastroficzne występują w początkowym okresie pracy przełączników /błędy i wady montażowe/ oraz powyżej 35 000 cykli, gdy zaczynają występować objawy zużycia,

f/ Uchyb i rozrzut występują powyżej 35 000 cykli, a więc łącznie z objawami zużycia.

g/ Współczynnik powrotu, tj. stosunek prądu po-

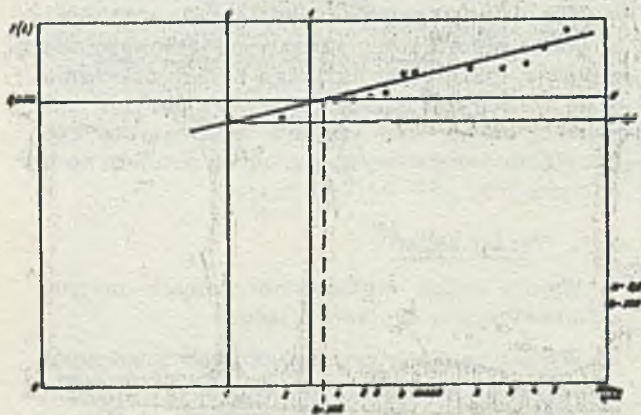
wrotu do prądu pobudzenia w całym zakresie badań dla poszczególnych egzemplarzy przekładników wykazuje zmienność w takim stopniu, że może być uznany za parametr prognozujący dla tego typu przekładników.

2.1.1. Charakterystyka rozkładu

Przy analizie rozkładu przyjęto dwa warianty:

a/ niezależnie od rodzaju stwierdzonego uszkodzenia przekładnik eliminowany jest z dalszych badań;

b/ niezależnie od rodzaju uszkodzenia nie eliminuje się przekładnika z badań, notując jedynie dane poszczególnych parametrów. Następnie do analizy rozkładu przyjmuje się stan na koniec badanego przedziału dzieląc przekładniki na dobre, tj. takie, które spełniają wymagania i na złe, tzn. te, które tych wymagań nie spełniają.



Rys. 1. Przebieg dystrybuanty dla przekładników RI-6 naniesiony na siatkę Weibulla wg wariantu "a" badań

Zestawienie wyników i obliczenie wskaźników do wariantu "a"

Zakładając eliminację z dalszych badań przekładników, w których stwierdzono wystąpienie uszkodzenia katastroficznego lub przekroczenie wartości parametru poza granice określone normą /niezależnie od zakresu nastawienia skali/ otrzymano wyniki, które zestawiono w tabeli 1 /kolumny 2, 3 i 4/. Następnie na tej podstawie obliczono dystrybuantę empiryczną wg wzoru:

$$F^x /t/ = \frac{\Delta m_A}{n + 1}$$

oraz funkcję niezawodności:

$$R^x /t/ = \frac{n - \Delta m_A + 1}{n + 1}$$

Wartości powyższe zestawiono w tabeli 1 /kolumny 5 i 6/.

Następnie wykreślono przebieg tej dystrybuanty w siatce Weibulla /rys. 1/ i uzyskano następujące dane parametrów:

a = 0,5; b = 300

Stąd dane dystrybuanty teoretycznej będą następujące:

$$F /t/ = 1 - \exp - \left[\frac{t}{b} \right]^a = 1 - \exp - \left[\frac{t}{300} \right]^{0,5}$$

a funkcja niezawodności:

$$R /t/ = \exp - \left[\frac{t}{b} \right]^a = \exp - \left[\frac{t}{300} \right]^{0,5}$$

Tabela 1

t	$\Delta m/t/$	$m/t/$	$N/t/$	$R^x /t/$	$F^x /t/$	$R/t/$	$F/t/$	D
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Przekładniki RI-6 sztuk 44								
0	0	0	44	1	0	1	0	0
50	22	22	22	0,51	0,49	0,67	0,33	0,16
100	24	2	20	0,47	0,53	0,56	0,44	0,09
200	24	-	20	0,47	0,53	0,44	0,56	0,03
300	26	2	18	0,42	0,58	0,37	0,63	0,05
400	28	2	16	0,38	0,62	0,32	0,68	0,06
500	28	-	16	0,38	0,62	0,27	0,73	0,11
600	33	5	11	0,25	0,75	0,24	0,76	0,01
700	35	2	9	0,22	0,78	0,22	0,78	0,00
800	36	1	8	0,20	0,80	0,19	0,81	0,01
900	38	2	6	0,13	0,87	0,18	0,82	0,05
1000	38	-	6	0,13	0,87	0,16	0,84	0,03
2000	39	1	5	0,11	0,89	0,07	0,93	0,04
3000	39	-	5	0,11	0,89	0,04	0,96	0,07
4000	40	1	4	0,09	0,91	0,03	0,97	0,06
5000	43	3	1	0,02	0,98	0,02	0,98	0,00
6000	43	-	1	0,02	0,98	0,01	0,99	0,01
7000	44	1	0	0	1,00	0	1,00	0

Następnie zweryfikowano te funkcje testem Kołmogorowa:

$$D_{\max} \leq \frac{y_{\alpha}}{\sqrt{n}}$$

gdzie:

D_{\max} - maksymalne odchylenie między porównywanymi punktami dystrybuanty /funkcji niezawodności/ teoretycznej i empirycznej

$\frac{y_{\alpha}}{\sqrt{n}} = 0,210$ dla $\alpha = 0,05$ przy $n = 44$. [Wartość y_{α} dobrano z odpowiednich tablic 4]

n - ilość sztuk badanych przekazników.

$\Delta m/t/$ - ilość przekazników wadliwych od początku badań do momentu pomiaru.

Ponieważ D_{\max} równa się 0,16 /kolumna 9 tabeli 1/, a więc nie przekracza wartości 0,21, nie ma podstaw do kwestionowania zgodności rozkładu badanej próbki z rozkładem Weibulla.

Zestawienie wyników i obliczenie wskaźników do wariantu "b"

Przyjęto zasadę, że nie eliminuje się przekazników z badań. Rejestruje się natomiast w określonych momentach, wg programu badań,

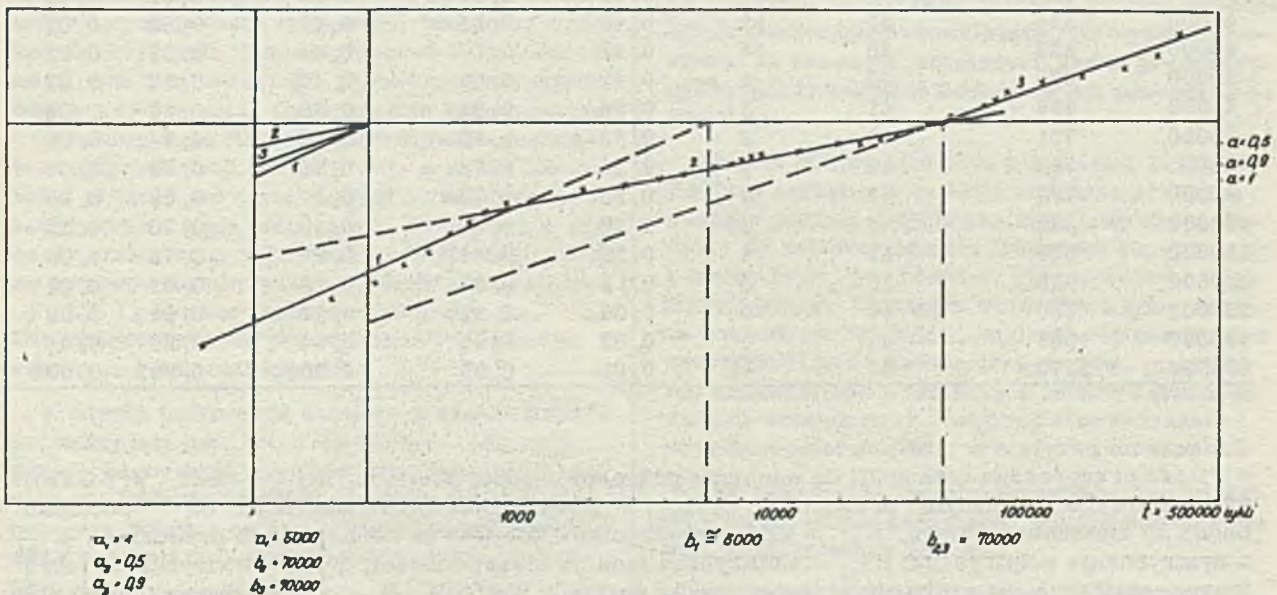
Po zweryfikowaniu dystrybuanty i funkcji niezawodności testem Kołmogorowa $D_{\max} = 0,11$, a więc i w tym przypadku nie ma podstaw do kwestionowania zgodności rozkładu porównywanych funkcji empirycznych i teoretycznych z rozkładem Weibulla.

3. Uwagi i wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań niezawodnościowych można podać kilka charakterystycznych uwag i wniosków:

a/ Można przyjąć, że rozkład próbki przekazników prądowych może być określony rozkładem teoretycznym Weibulla. W czasie badań wg wariantu "a" przekazniki eliminowane są bardzo szybko /w przedziale 0-1000 cykli pozostało dobrych przekazników ok. 13%/, natomiast w czasie badań wg wariantu "b" największa ilość sprawnych przekazników przypada na przedział od 10000 cykli do 35000 cykli.

b/ Uzyskane wyniki potwierdzają potrzebę odpowiedniego docierania przekazników, jako najtańszego sposobu poprawy ich jakości /pre-



Rys. 2. Przebieg dystrybuanty dla przekazników RI-6 w przedziale 0 - 500000 cykli naniesiony na siatkę Weibulla wg wariantu "b" badań

ilości przekazników spełniających i nie spełniających określonych wymagań. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli 2. Następnie wykreślono dystrybuantę w siatce Weibulla /rys. 2/ z której przebiegu można wydzielić trzy podrozkłady o następujących parametrach:

w przedziale $0 \rightarrow 1000$ $a_1 = 1$ $b_1 = 6000$

w przedziale $1000 \rightarrow 2000$ $a_2 = 0,5$ $b_2 = 70000$

w przedziale $20000 \rightarrow 500000$ $a_3 = 0,9$ $b_3 = 70000$

de wszystkim w odniesieniu do współczynnika powrotu/.

c/ Uzyskane wyniki potwierdzają konieczność weryfikacji przez producenta krajowego sposobów selekcji i oceny przekazników w odniesieniu do zagadnienia "docierania", tak by nie "docierać" niepotrzebnie tych przekazników prądowych, które w określonym podziale pracy, uzgodnionym z odbiorcą, spełniają wymagania WTO oraz norm.

Tabela 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	44	1,00	0	1,00	0	0
50	22	22	22	0,979	0,021	1,00	0,00	0,021
100	33	11	33	0,9685	0,0315	0,99	0,01	0,0215
200	40	7	34	0,9615	0,0385	0,967	0,033	0,0055
300	59	19	25	0,943	0,057	0,95	0,05	0,007
400	80	21	23	0,923	0,077	0,933	0,067	0,01
500	98	18	26	0,904	0,096	0,916	0,084	0,012
600	126	28	16	0,878	0,122	0,90	0,10	0,022
700	155	29	15	0,85	0,15	0,884	0,116	0,034
800	179	24	20	0,828	0,172	0,866	0,134	0,038
900	204	25	19	0,808	0,192	0,86	0,14	0,052
1000	227	23	21	0,78	0,22	0,76	0,24	0,02
2000	259	32	02	0,75	0,25	0,85	0,15	0,10
3000	285	25	18	0,725	0,275	0,81	0,19	0,085
4000	316	31	13	0,695	0,305	0,78	0,22	0,085
5000	339	23	11	0,675	0,325	0,76	0,24	0,085
6000	358	19	25	0,655	0,345	0,74	0,26	0,085
7000	386	26	18	0,63	0,37	0,72	0,28	0,09
8000	406	20	24	0,61	0,39	0,71	0,29	0,10
9000	431	25	19	0,585	0,415	0,69	0,31	0,105
10000	447	16	28	0,57	0,43	0,68	0,32	0,110
15000	477	30	14	0,54	0,46	0,62	0,38	0,08
20000	495	18	26	0,525	0,475	0,58	0,42	0,055
25000	508	13	31	0,51	0,49	0,55	0,45	0,04
30000	518	10	34	0,50	0,50	0,51	0,49	0,01
35000	527	9	35	0,49	0,51	0,49	0,51	0,00
40000	556	29	15	0,46	0,54	0,48	0,52	0,02
45000	586	30	14	0,43	0,57	0,45	0,55	0,02
50000	626	40	4	0,40	0,60	0,43	0,57	0,03
60000	669	41	3	0,36	0,64	0,40	0,60	0,04
70000	711	42	2	0,32	0,68	0,26	0,74	0,06
80000	753	42	2	0,28	0,72	0,30	0,70	0,02
90000	794	41	3	0,25	0,75	0,31	0,69	0,06
100000	836	42	2	0,20	0,80	0,30	0,70	0,10
150000	876	40	4	0,16	0,84	0,22	0,78	0,06
200000	915	39	5	0,12	0,88	0,19	0,81	0,07
250000	959	44	0	0,08	0,92	0,14	0,86	0,06
300000	1003	44	0	0,03	0,97	0,04	0,96	0,01
500000	1039	36	4	0,01	0,99	0,009	0,991	0,001

Oznaczenia przyjęte w tabelach

t - ilość przepracowanych cykli do momentu przeprowadzenia pomiaru, $m_{t/t}$ - ilość przekaźników wadliwych w badanym przedziale, $\Delta m_{t/t}$ - ilość przekaźników wadliwych od początku badań do momentu pomiaru, $N_{t/t}$ - ilość przekaźników dobrych na końcu danego przedziału, $F_{t/t}^x$ - dystrybuanta empiryczna, $R_{t/t}^x$ - empiryczna funkcja niezawodności, $F_{t/t}$ - dystrybuanta teoretyczna obliczona wg wzoru obowiązującego dla rozkładu Weibulla, $R_{t/t}$ - teoretyczna funkcja niezawodności; $R_{t/t} = 1 - F_{t/t}$, D - odchylenie między punktami funkcji obliczonych teoretycznie i wyznaczonych praktycznie, n - ilość przekaźników w próbie

Literatura:

- /1/ PN - 70/E-88500 - "Przekaźniki elektroenergetyczne elektryczne. Przepisy ogólne".
- /2/ PN-70/E-88501 - "Przekaźniki prądowe wtórne. Wymagania i badania techniczne".
- /3/ Miłkowska M., Statkiewicz J., - Wpływ obciążenia styków przekaźników automa-

tyki zabezpieczeniowej ruchu kolejowego na ich trwałość.
"Archiwum Automatyki i Telemekhaniki", z. 3-4

- /4/ Grzesiak K., - Niezawodność urządzeń elektronicznych, PWN, 1956 r.
- /5/ Sotskow B. S. - Niezawodność elementów i urządzeń automatyki, WNT, 1973 r.

mgr inż. JERZY BARGIELSKI
WITOLD CZERSKI
mgr inż. KAZIMIERZ MICHALSKI
Zakłady Wytwórcze
Przyrządów Pomiarowych ERA

NOWY SYSTEM KONTROLI I KIEROWANIA JAKOŚCIĄ W ZAKŁADACH WYTWÓRCZYCH PRZYRZĄDÓW POMIAROWYCH "ERA"

1. Uwagi wstępne

W końcu 1971 roku została w ZWPP "ERA" wdrożona Uchwała nr 122 Rady Ministrów z roku 1970, a wraz z nią nowy system kontroli i kierowania jakością.

Obowiązujący do tego czasu system KT oparty był na tradycyjnej kontroli biernej, w wyniku której nie uzyskiwano pełnych informacji dotyczących jakości opracowań technologiczno-konstrukcyjnych, jakości procesu technologicznego, ani tym bardziej - zachowania się wyrobów w użytkowaniu. Opracowania konstrukcyjne i technologiczne nie były kontrolowane pod kątem optymalizacji jakościowej, a wynik ich zależał głównie od umiejętności i rzetelności konstruktora bądź technologa. Mnożyły się więc karty zmian konstrukcyjnych i technologicznych, co powodowało nie tylko zakłócenia w produkcji, ale i poważne trudności planistyczne. Utrudnione też było prowadzenie poprawnego rachunku i kontroli kosztów.

Kontrola techniczna działała w sferze przedprodukcyjnej jako kontrola dostaw, dokonując często segregacji wyrobów oraz kontroli ilościowej. Zadania kontroli w sferze produkcji polegały głównie na kwalifikowaniu wykonywanej produkcji do wyrobów dobrych lub do braków.

Cechą charakterystyczną organizacji działu kontroli była dominująca rola wydziałowych kontroli technicznych. Na terenie poszczególnych wydziałów produkcji podstawowej, rozmieszczone były komórki kontroli, gdzie spływającą z warsztatów produkcję segregowano na trzy grupy: wyroby dobre, braki ostateczne, wyroby do naprawy.

Nie badano wówczas dokładnie rozkładu poszczególnych usterek i błędów, jak również rzeczywistych przyczyn ich powstawania, nie prowadzono też prawidłowej działalności zapobiegawczej. Z tych względów utrudnione było formułowanie wniosków i koniecznych udoskonalień, zmierzających do poprawy jakości.

Próbowano wprowadzić już wówczas uaktywnić kontrolę przez stosowanie superkontroli kontroli lotnych, czy statystycznej kontroli jakości, ale były to działania nieciągłe, a więc nie dające możliwości właściwego kierowania jakością. Istniała natomiast paradoksalna sytuacja, w której nie formalnie, ale często faktycznie - za jakość produkcji była odpowiedzialna kontrola. Mimo tego, poziom jakości produkcji Zakładów był zadowalający, co wynikało zarówno ze znacznie mniejszych zadań produkcyjnych, jak i mniejszej ilości nowych uruchomień wyrobów.

Na lata obejmujące plan pięcioletni 1971-75 Zakłady otrzymały zadania znacznie przekraczające poziom dotychczasowy, przy czym dotyczy to zarówno stopnia trudności konstrukcji i technologii, jak również wykonawstwa i organizacji pracy. Nastąpiła związana z tym znaczna rozbudowa Zakładów, zmienił się zasadniczo asortyment produkowanych wyrobów, przejęto lub uruchomiono produkcję w trzech zakładach zamiejscowych oraz rozpoczęto wytwarzanie urządzeń informatyki.

Tak zasadnicze zmiany wymagały olbrzymiego wysiłku organizacyjnego, obejmującego również problematykę jakości.

Prace nad budową "Systemu KJ" rozpoczęto już w roku 1970, powołując do tego celu zespół roboczy złożony ze specjalistów różnych służb przedsiębiorstwa.

Wstępnym etapem prac było zgromadzenie i przestudiowanie aktów prawnych, jak również wybranych zagadnień z literatury fachowej, dotyczącej jakości. Za podstawę nowo budowanego "systemu" przyjęto zasadę, według której każdy pracownik przedsiębiorstwa odpowiada osobiście za jakość swej pracy. Z tych względów starano się w Zakładach "ERA" objąć kontrolą jakości wszystkie sfery wytwarzania wyrobów, jak też możliwie wszystkie służby, biorące udział w stosownych sferach.

Następnym etapem prac było więc określenie zadań i obowiązków dla każdego z ogniw "systemu", ze szczególnym uwzględnieniem służb kontroli jakości i służb technicznych.

Istniejącą dotychczas kontrolę techniczną przekształcono w kontrolę jakości /NJ/, której nakreślono nowe zadania i obowiązki oraz nadano nowe uprawnienia. W kontroli jakości utworzono sekcję techniczną, jako załączek przyszłego działu sterowania jakością oraz działu kontroli inspekcyjnych i ostatecznych, a część pracowników /brakarzy/ przekazano do pionu produkcji.

W następnym etapie wdrażania systemu - wykorzystano elektroniczną technikę obliczeniową /ETO/ w ramach zakładowego ośrodka elektronicznego przetwarzania danych /EPD/ oraz opracowano szereg dokumentów formalnych.

Ostatni etap prac to ciągła działalność, polegająca na udoskonalaniu wdrożonego systemu.

System składa się z następujących głównych części:

- część organizacyjna /obowiązki i odpowiedzialność w zakresie jakości poszczególnych komórek organizacyjnych przedsiębiorstwa/;
- część technologiczna /metody kontroli, dokumentacja, obieg informacji/;
- część ekonomiczna /ocena jakości pracy i jakości wyrobu przedsiębiorstwa na podstawie ustaleń techniczno-organizacyjnych/.

Wdrożony w 1971 roku system miał do spełnienia dwa podstawowe cele: m i n i m u m - objęcie kontrolą jakości wszystkich sfer wytwarzania oraz rozszerzenie zakresu informacji o jakości pracy i jakości wyrobu oraz m a k s i m u m - sterowanie jakością.

Ważnym elementem wdrożonego systemu jest - zdaniem autorów - próba znalezienia powiązań między teorią a praktyką gospodarczą oraz między punktami widzenia: technicznym i ekonomicznym.

Niniejszy artykuł nie zawiera /ze względu na ograniczoną objętość/ takich opracowań jak: normy, instrukcje, regulaminy, wskaźniki itp. dotyczące systemu, lecz jedynie krótki jego opis.

Pewnego rodzaju nowością jest opracowany program badania i rozliczania księgowego produkcji wadliwej przy pomocy ETO, który został zaprezentowany w następnej części artykułu. Przed wdrożeniem programu EPD, zarówno techniczna analiza błędów i usterek w produkcji, jak i księgowe rozliczanie strat na brakach, były bardzo pracochłonne i uciążliwe. Biorąc pod uwagę ok. 20 tys. pozycji indeksu materiałowego i ok. 20 tys. asortymentów detali i podzespołów oraz ok. 2 tys. typozakresów

wyrobów gotowych, jakie znajdują się w produkcji - wprowadzenie elektronicznej techniki obliczeniowej było koniecznością.

Niebagatelną korzyścią jest przy tym duża ilość informacji, szybkość ich otrzymywania i dokładność obliczeń.

2. Elektroniczna technika obliczeniowa

2.1. Założenia wstępne

Podstawowymi założeniami przy wprowadzeniu programu ETO do badań jakości produkcji były:

- po pierwsze: uzyskanie możliwości pełnego technicznego i ekonomicznego badania /w czasie całorocznego cyklu produkcyjnego/ zmian w kształtowaniu się braków, reklamacji i wadliwych dostaw w relacji do produkcji dobrej okresu;

p o d r u g i e: rozliczanie kosztów związanych z produkcją wadliwą, za pomocą maszyny cyfrowej, bez udziału służb głównego księgowego;

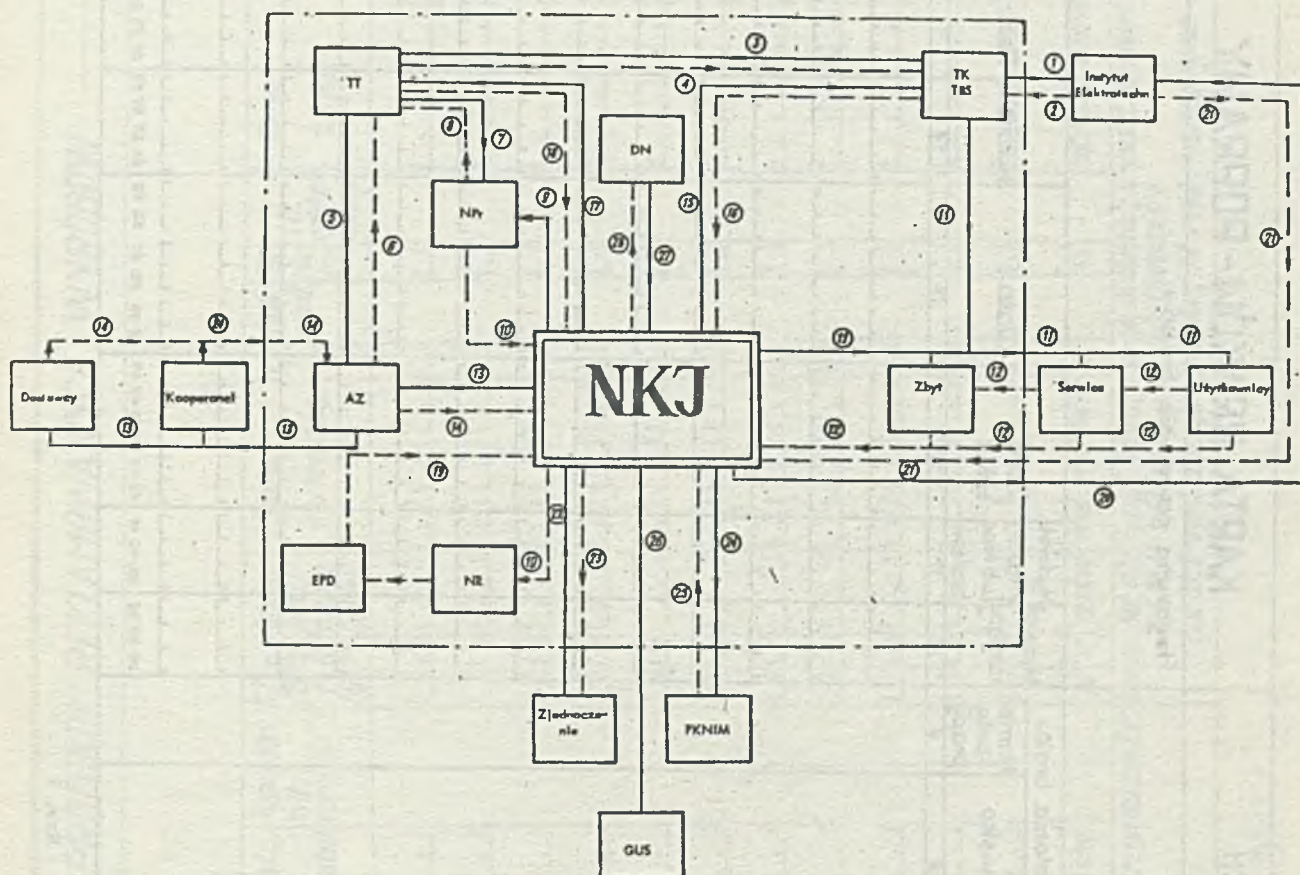
p o t r z e c i e: uzyskanie możliwości określania oraz stosowania mierników jakości pracy tych komórek organizacyjnych przedsiębiorstwa, których działalność ma jakikolwiek wpływ na kształtowanie jakości produkcji.

Jako punkt wyjścia dla opracowania programu posłużył model obiegu informacji o jakości wyrobu w ZWPP "ERA" /rys. 1/.

Zakres informacji źródłowej uległ rozszerzeniu i znacznym zmianom - w sposób zasadniczy zmieniła się forma zapisów w dokumentach źródłowych. Wprowadzone zostały nowe druki /karta braków KZB, protokół reklamacji - PR, protokół likwidacji - PL, wzory których zamieszczono na rys. 2, 3, 4/.

Wszystkie istotne zapisy na tych formularzach - mają postać cyfrowo lub literowo zakodowanych symboli, określających między innymi:

- grupę i typ wyrobu finalnego, którego dotyczą braki, reklamacje, bądź wadliwe dostawy;
- grupę asortymentową /np. grupa boczników, grupa rezystorów, transformatorów itp. /;
- numer rysunku konstrukcyjnego wybrakowanych bądź reklamowanych wyrobów;
- dokładnie określoną przyczynę wybrakowania bądź reklamacji;
- numer operacji technologicznej, po której wybrakowano dany asortyment;
- numer konta księgowego braków;
- komórkę organizacyjną /wydział, brygada/ odpowiedzialną za powstałe braki itp. /



Rys. 1. Uproszczony model obiegu informacji o jakości wyrobu ZWPP "ERA"

1. Suma informacji o poziomie jakości wyrobów nowoprojektowanych, 2. Dopytywanie informacji jakościowych o aktualnych /w danej dziedzinie/ osiągnięciach nauki i techniki /w kraju i za granicą/, 3. Wymagania jakościowe projektu konstrukcyjnego do opracowania odpowiedniej jakości procesu technologicznego, 4. Informacje o technologiczności konstrukcji, 5. Wymagania dotyczące dostaw odpowiedniej jakości materiałów, surowców dostaw kooperacyjnych, 6. Informacje dotyczące możliwości odpowiedniej jakości dostaw, 7. Wymagania dotyczące wykonania zgodnych z procesem technologicznym, 8. Informacje na temat możliwości wykonania zgodnych z założeniami procesu technologicznego, 9. Wymagania dotyczące wykonania zgodnie z technologią, konstrukcją, normami, instrukcjami prod. itp., 10. Informacje na temat możliwości wykonania-poziomu braków itp., 11. Instrukcje i uwagi dotyczące prawidłowości użytkownika /transportu, konserwacji, eksploatacji/, 12. Informacje dotyczące zachowania się wyrobów u użytkownika /poziom reklamacji, uwag, życzeń, pretensji/, 13. Wymaganie odpowiedniej jakości dostaw, zgodnie z projektowanymi /poziom reklamacji/, 14. Informacje dotyczące możliwości odpowiedniej jakości dostaw /poziom kart zmian/, 15. Wymagania jakościowe projektów, prototypów dokumentacji /zalecenia, komisje, itp./, 16. Informacje o zmianach poziomu jakości projektów w dokumentacji konstrukcyjnej itp., 17. Wymagania dotyczące odpowiedniej jakości opracowań procesów technologicznych wykonania i kontroli, 18. Informacje dotyczące opracowań technologicznych /zmiany procesów wykonania i kontroli/, 19. Spływ informacji o poziomie jakości wykonania i jakości typu /karty braku, reklamacje, złomowanie/, 20. Zapotrzebowanie dotyczy informacji naukowo-technicznej w zakresie kontroli jakości typu /próby instytutu, niezawodnościowe itp./, 21. Informacja dotyczy wymagań użytkownika, konstrukcji, wyników badań itp., 22. Wymagania o jakości we wskaźnikach dyrektywnych, 23. Informacja o możliwości utrzymania odpowiedniego poziomu jakości przez Zakład, 24. Zapotrzebowanie Zakładu dotyczące odpowiednich badań i rozwiązywania problemów jakościowych, związanych z produkcją wyrobów, 25. Informacje z doraźnej kontroli jakości wykonania, jakości typu, jakości form organizacyjnych Zakładu, Współpraca naukowo-techniczna, 26. Sprawozdawczość na temat jakości produkcji /kwartalnie/, 27. Dyrektywy i nakazy dotyczące zapewnienia jakości wyrobów, 28. Suma informacji wykonawczych.

**ZAKŁADY WYTWÓRCZE PRZYRZĄDÓW POMIAROWYCH****KARTA BRAKÓW-POPRAWY**

KZB			Nr. bieżący KZB <u> </u>	Opis wady.					Przyczyna powstania braków.															
1 Kod grupy wyrobów / Analiza	2 Kod rodzaju asort.	3 Kod zabrakowanego asortymentu.		4 Numer zlecenia	5 Kod przyczyny - nr zobrakowania	6 Paopamg	7 Miejsce powstania braku		9 Numer karty pracy	10 Wydział zadający	11 Wydział przyjmujący / lub mag. braków	12 Ilość sztuk	13 Data	14 Wykonanie	15 Rezerwa									
Ruled grid for data entry																								
8 9 10		11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24			25 26 27			28 29 30 31 32 33 34 35		36 37 38			39 40 41		42 43 44 45 46 47			48 49 50 51 52 53			54 55 56 57		58 59 60 61 62 63	

Rys. 2



ZAKŁADY WYTWÓRCZE PRZYRZĄDÓW POMIAROWYCH

PROTOKÓŁ REKLAMOWANYCH WYROBÓW

Nr bieżący PR
 PR S
 1 2 3
 4 5 6 7 8

Ustalenie wad lub uszkodzeń

WŁCZ	Kod asortymentu	Kod grupy wyrobów finalnych	Kod grupy wyrobów wg SWW	Nr. fabryczny reklamowanego wyrobu	Wydz. produk.	Typ wyrobu	Nr. KT	C/S/E	O/U	Kod przyczyny usterki	Data sprzedaży	T/N	Rok prod.	Dł. okr. gw.	Nr. reklamacji	Cena zbytu
		9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	20 21 22	23 24 25 26 27 28 29	30 31 32 33 34 35 36	37 38 39		40 41		42 43 44	45 46 47 48 49 50	51				53 54 55 56 57 58 59 60 61

Druk EPD 21/01/74 Data, podpis, stempel KJ Otrzymałem Hz Otrzymałem NF Otrzymałem EP Uwagi: Kol. 40; C-prod. katal.; S-prod. niekatal.; E-prod. eksport. Kol. 41; O-odbiorcy; U-użytkownicy. Kol. 51; T-reklamacje uznane; N-rekl. nieuznane

37

2.2. Organizacja i technologia programu

Dokumenty z danymi, dotyczącymi zarejestrowania braków, przekazywane są do ośrodka EPD dwukrotnie w ciągu tygodnia /poniedziałek i czwartek/. Z każdego zapisu tworzona jest następnie karta perforowana. Komplet wyperforowanych i sprawdzonych kart oddawany jest do opracowania na maszynie cyfrowej ODRA 1304. Wyniki obliczeń wprowadzone są na taśmę magnetyczną, która z uwagi na charakter obliczeń /dekadowe i narastające/ używana jest w następnych okresach jako nośnik danych narastających.

Oprócz opracowań dekadowych wykonywane są obliczenia cykliczne w okresach: miesięcznym, kwartalnym i rocznym:

Efektom końcowym programu jest wydruk /tabulogram/ zestawienia strat na brakach lub reklamacji albo zestawienia z wadliwych dostaw materiałów i elementów konstrukcyjnych z zaopatrzenia i kooperacji. Tabulogram dekadowy drukowany jest jako zestawienie strat na brakach wewnętrznych, powstających w wydziałach produkcji podstawowej. Tabulogramy cykliczne natomiast obejmują braki, reklamacje i wadliwe dostawy.

W zależności od potrzeb, można otrzymać wydruki sprawozdań w różnych przekrojach tematycznych.

Z odgałęzienia programu dla braków wewnętrznych otrzymujemy następujące tabulogramy sprawozdań:

a/ Tabulogramy strat na brakach wg kodu grup wyrobów finalnych - obrazują, jakimi asortymentami wybrakowanych detali i podzespołów obciążone są poszczególne typy wyrobów na każdym z wydziałów produkcyjnych.

b/ Tabulogram strat na brakach wg kodu grup asortymentowych detali i podzespołów - obrazuje rozkład braków w poszczególnych grupach asortymentów /np. w grupie boczników, grupie rezystorów, grupie korpusów itp./.

c/ Tabulogram strat na brakach wg kodu komórek odpowiedzialnych za powstanie braku - grupuje całość powstałych w danym okresie braków, w rozbiciu na odpowiednie wydziały ruchu lub działy zarządu, które spowodowały ich powstanie.

d/ Tabulogram strat na brakach wg kodu przyczyn ich powstania - obrazuje rozkład braków wg grup przyczynowych /np. z powodu błędów i usterek konstrukcji/ oraz wg przyczyn bezpośrednich /np. błędnie obliczone wymiary lub tolerancje pasowań/.

Podobnie jak przedstawione powyżej zestawienia z braków wewnętrznych, zbudowane są tabulogramy z reklamacji. Badaniu podlegają tu rodzaje uszkodzeń, częstości ich występowania oraz przyczyny uszkodzeń w przekroju grup i typów wyrobów finalnych oraz winnych za powstanie wad itp.

Według podobnego układu sporządza się zestawienie z wadliwych dostaw zewnętrznych z grupowaniem wg rodzajów wad, częstości ich występowania /w podziale na wady bardzo ważne, istotne i mniej ważne/ wg grup i typów wyrobów finalnych oraz wg dostawców.

Istotnym elementem w prawidłowym działaniu programu jest otrzymywanie przez ośrodek EPD prawidłowo wypełnionych i skompletowanych dokumentów wejściowych. Prawidłowe wypełnienie dokumentów źródłowych jest bardzo ważne, ze względu na prawidłowość informacji sporządzanych przez maszynę cyfrową. Niedopuszczalne są tu pomyłki w kwalifikacji braków oraz błędy w dokonywaniu zapisów w odpowiednim dokumencie.

Aby ograniczyć możliwość pomyłek przy wystawianiu dokumentów - instrukcje o ich wypełnianiu opracowano bardzo szczegółowo i przystępnie, a odpowiednich pracowników specjalnie przeszkolono. Celem otrzymania np. informacji, jakich grup i typów wyrobów finalnych dotyczą dane braki /reklamacje, wadliwe dostawy/ - konieczne jest prawidłowe wypełnienie trzyznakowego pola kodowego /"Kod grupy wyrobów finalnych"/.

Pierwszy znak w polu oznacza tu rodzaj produkcji:

litera I - produkcję informatyki
litera M - produkcję miernictwa elektrycznego,
litera Z - produkcję zakładów zamiejscowych.

Drugi znak w polu oznacza grupę wyrobów finalnych:

np. litera M - minikomputery "MERA"
np. litera U - grupę mierników uniwersalnych
np. litera P - przerywacze kierunkowskazów samochodowych itd.

Trzeci znak w polu oznacza typ wyrobu finalnego:

np. cyfra 1 - minikomputer "MERA - 302",
np. cyfra 3 - miernik uniwersalny UM-5B,
np. cyfra 1 - przerywacze PC-491 itd.

W celu otrzymania informacji, z jakiej przyczyny powstały braki - konieczne jest wypełnienie również trzyznakowego pola kodowego /"Kod grupy przyczynowej"/. Pierwszy znak w polu /cyfra/ oznacza tu komórkę odpowiedzialną za powstanie braku, drugi znak - grupę przyczynową /np. wady materiału, błędy konstrukcji, błędy wykonania itd/, trzeci znak - bezpośrednią przyczynę powstania braku /np. wady ukryte w materiałach i półfabrykatakach od dostawcy, błędnie obliczone tolerancje pasowań, nieuwaga wykonawcy itd./.

Oznaczenie "1, A, 1" odczytujemy następująco:

Cyfra 1 - braki powstałe z winy działu Głównego Konstruktora,
Litera A - braki powstałe z przyczyny błędów i usterek konstrukcji,

Cyfra 1 - Błędnie obliczone wymiary lub tolerancje pasowań albo wielkości elektryczne współpracujących części.

Takie ustalenie omawianego wyżej pola kodowego zostało podyktowane potrzebą oddzielenia odpowiedzialności za powstałe braki od bezpośredniej przyczyny ich powstania. Może się bowiem zdarzyć, że np. bezpośrednią przyczyną powstania braków było użycie stępionego narzędzia /zbyt duża chropowatość/, ale winę za powstanie braków ponosi wykonawca /mistrz/, który nie dokonał w odpowiednim czasie wymiany narzędzia.

Informacje otrzymywane z maszyny cyfrowej są bardzo szczegółowe, ale jednocześnie syntetyczne, ze względu na możliwości odpowiedniego ich grupowania w tabulogramach.

Technologia i organizacja programu są jednak zagadnieniem odrębnym - bardziej dla nas istotne są możliwości wykorzystania danych z eksploatacji tego programu, co zostanie przedstawione w dalszej części artykułu.

3. Opracowanie wyników

Opracowań wyników dokonuje dział sterowania jakością. Opracowania te dzielą się na bieżące i okresowe /kwartalne i roczne/. Opracowań bieżących dokonuje się 2 - 3 razy w miesiącu, w zależności od nagrodzonego materiału i potrzeb. Mają one zwykle formę zaleceń kontrolnych, kierowanych do poszczególnych komórek organizacyjnych za pomocą "Karty poprawy jakości".

Opracowania okresowe /kwartalne/ sporządzane są w formie pełnej technicznej i ekonomicznej analizy jakości wyrobu i jakości pracy przedsiębiorstwa. Analiza taka składa się z 4 części:

- 1/ Wskaźniki jakości produkcji oraz ich ocena /reklamacji, strat na brakach, grup nowoczesności A, B, C, znaku jakości, odbiorców zewnętrznych i innych/.
- 2/ Wskaźniki jakości pracy oraz ich ocena.
- 3/ Zestawienie i analiza niezrealizowanych zaleceń kontrolnych.
- 4/ Wnioski i postulaty.

Treść części pierwszej jest ogólnie znana i nie wymaga bliższych wyjaśnień.

W części drugiej przyjęto następujące wskaźniki oceny jakości pracy:

a/ Wskaźnik jakości pracy służb zaopatrzenia, mierzony stosunkiem wartości materiałów i elementów kooperacyjnych, które zostały dopuszczone do produkcji "Kartą Odstępstw", do wartości globalnej materiałów i elementów kooperacyjnych używanych do produkcji okresu:

$$b_1 = \frac{Mr}{\sum M} \cdot 100$$

gdzie: b_1 - wskaźnik jakości pracy zaopatrzenia

Mr - wartość materiałów niezgodnych z warunkami technicznymi

$\sum M$ - wartość całości materiałów użytych do produkcji okresu.

b/ Wskaźniki jakości pracy wydziałów produkcji podstawowej jako:

Procentowy wskaźnik strat na brakach w roboczo-godzinach /stosunek ilości r/godz. straconych na braki w wydziale do ilości r/godz. przepracowanych w okresie/:

$$b_2 = \frac{Rs}{ZR} \cdot 100$$

gdzie:

b_2 - procentowy wskaźnik strat na brakach w r/godz.

Rs - ilość r/godz. straconych na braki

ZR - ilość r/godz. przepracowanych ogółem.

- Średni wskaźnik strat na brakach w roboczo-godzinach /ilość r/godz. straconych na braki w wydziale, przypadająca średnio na 1 pracownika bezpośrednio produkcyjnego/.

$$B_3 = \frac{Rs}{Zp}$$

gdzie:

b_3 - średni wskaźnik strat na brakach w r/godz.

Rs - ilość r/godz. straconych na braki

Zp - ilość pracowników bezpośrednio produkcyjnych w wydziale.

- Średni wartościowy wskaźnik strat na brakach w złotych /stosunek wartości strat na brakach do ilości pracowników bezpośrednio produkcyjnych wydziału/:

$$b_4 = \frac{Db}{Zp}$$

gdzie:

b_4 - wartościowy wskaźnik strat na brakach

Db - wartość strat na brakach /zł / w wydziale za dany okres

Zp - ilość pracowników bezpośrednio produkcyjnych wydziału.

c/ Wskaźniki jakości pracy działów technicznych jako:

- Stosunek wartości /zł/ strat na brakach zawnionych przez służby techniczne w danym okresie do całkowitej wartości /zł/ strat na brakach okresu:

$$b_5 = \frac{Dt}{\sum D} \cdot 100$$

gdzie:

b_5 - stosunkowy wskaźnik strat na brakach działów technicznych

Dt - wartość strat na brakach powstałych w działach produkcji podstawowej, a zawnionych przez wady i usterki technologii oraz konstrukcji

ΣD - ogólna wartość strat na brakach przedsiębiorstwa w danym okresie.

- Stosunek ilości wad /w wyrobach z reklamacji/ powstałych z winy konstrukcji bądź technologii, do ogólnej ilości wad wyrobów wykrytych przy rozpatrywaniu reklamacji za dany okres:

$$b_6 = \frac{Wt}{\Sigma W} \cdot 100$$

gdzie:

b_6 - wskaźnik wadliwości konstrukcyjno-technologicznych

Wt - ilość wad powstałych z winy konstrukcji i technologii

ΣW - ogólna ilość wad i usterek wykrytych w reklamowanych wyrobach danego okresu.

Tematem trzeciej części analizy jest omówienie nie zrealizowanych zaleceń kontroli jakości, przyczyn tego stanu, z uwzględnieniem wyjaśnień komórek organizacyjnych i osób odpowiedzialnych oraz zapewnienie realizacji zaleceń KJ na przyszłe okresy. Zdarzyć się bowiem może, iż zalecenia związane są z dewizowym zakupem lub wykonaniem pracochłonnego urządzenia albo wygospodarowaniem pomieszczeń nie mogą być szybko zrealizowane. W takich przypadkach poszukuje się rozwiązań zastępczych.

Czwartą część analizy stanowią wnioski i postulaty pionu kontroli jakości. Opracowanie to jest najważniejszą częścią analizy. Zawiera podany w syntetycznej formie opis udoskonaleń wykonawstwa i strony organizacyjno-technicznej produkcji, zmierzających do poprawy jakości.

Po zakończeniu czynności związanych z opracowaniem analizy działań sterowania jakością organizuje naradę z udziałem przedstawicieli zainteresowanych komórek organizacyjnych oraz dyrekcji przedsiębiorstwa. Przed naradą każdy z uczestników otrzymuje egzemplarz analizy, celem zapoznania się z zawartym tam materiałem i przygotowania się do omówienia poszczególnych tematów.

4. Dalsze możliwości wykorzystania ETO

Oprócz możliwości wykorzystania maszyn cyfrowych do obliczeń przedstawionych w poprzednich częściach niniejszego opracowania, można system ten stosować do opracowywania planów poprawy jakości i planów kontroli oraz przy podejmowaniu decyzji dotyczących jakości.

Przykład badania jakości grupy wyrobów finalnych w roku 1973 za pomocą tabulogramu rocznego /sprawozdania reklamacji w układzie usterek i grup wyrobów finalnych/ podajemy poniżej. Tabulogram ten powstał ze zliczenia częstości występowania usterek w badanej grupie wyrobów na podstawie "wykazu symboli /kodów/ przyczyn i usterek powodujących reklamacje".

Do badania zastosowano metodę krzywej Lorenza. W tym celu dane z tabulogramu przeniesiono do tabeli statystycznej /rys. 5/ gdzie w pierwszej kolumnie wpisano kolejne numery zaszyfrowanych z "wykazu" usterek, w drugiej kolumnie oznaczenie wg wykazu, w trzeciej ilości usterek /jednego rodzaju/, wykrytych w badanej grupie wyrobów w kolejności rosnącej, zaś w kolumnie czwartej i piątej podano wielkości skumulowane.

Po wykonaniu wykresu zauważono, że blisko 70% wykrytych usterek stanowi jedynie ich 5 rodzajów /przy 35 rodzajach wszystkich usterek/. Okazało się dalej, że badana grupa wyrobów obciążona była najczęściej usterką oznaczoną pierwszym numerem /kolumna 1/ czyli usterką C.9.5. /kolumna 2/, co według wykazu symboli /kodów/ oznacza zerwanie tasiemki zawieszniowej organu ruchomego. Tak częste występowanie tej usterki w zareklamowanych wyrobach było sygnałem dla działu jakości do podjęcia środków zaradczych. Po dodatkowym zbadaniu pewnej ilości wyrobów stwierdzono konieczność zmiany konstrukcyjnej organu ruchomego, która została wprowadzona na wniosek działu sterowania jakością. Po zmianie, częstość występowania omawianej usterki z 20,32% zmniejszyła się czterokrotnie.

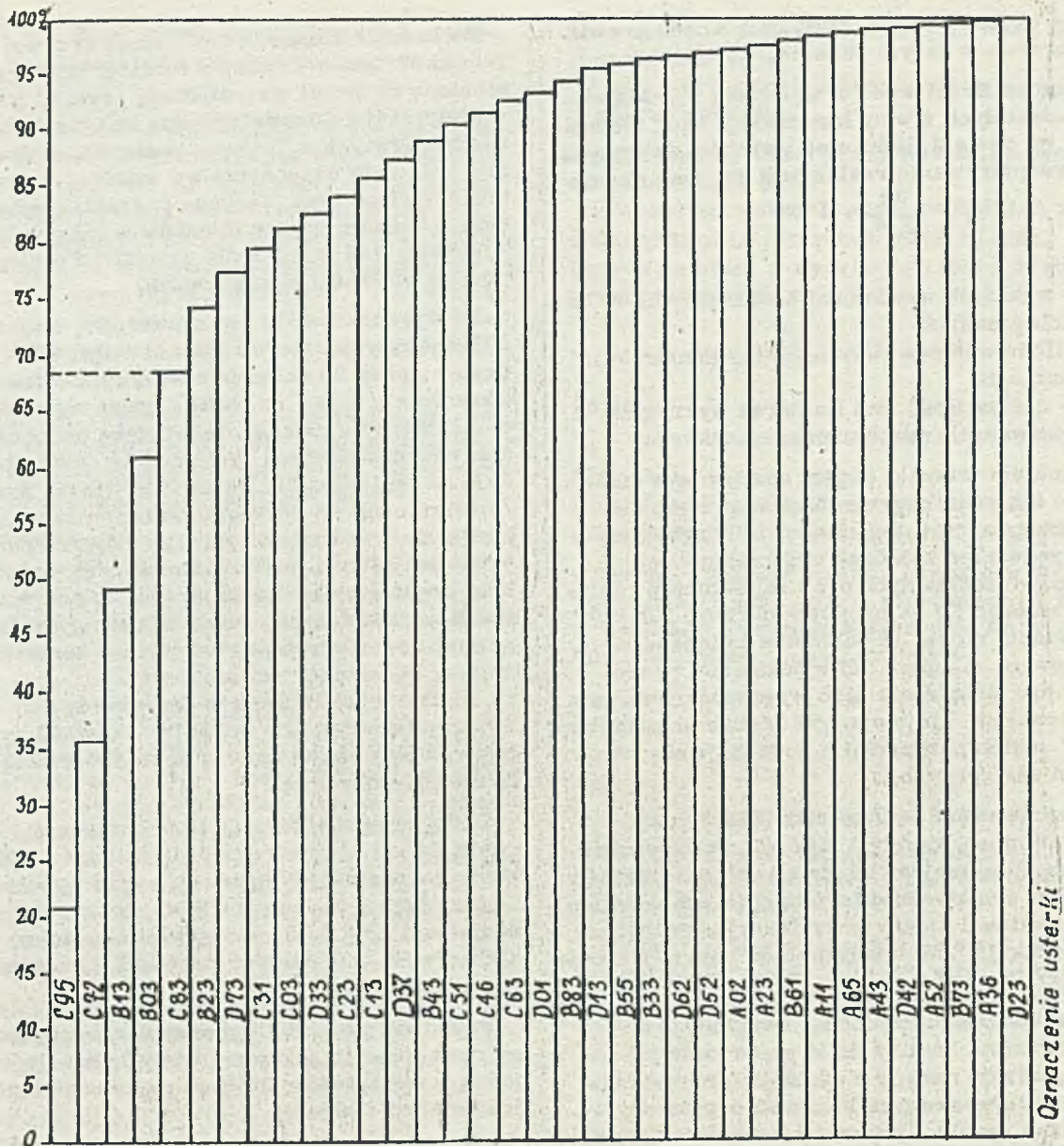
Podobne działania podjęte były także w stosunku do pozostałych czterech rodzajów usterek, których częstość występowania była wysoka. Zrozumiałe jest, że usterki oznaczone w tabeli numerami od 6 do 35 nie były przedmiotem jakichkolwiek dodatkowych dociekań - uznano je za przypadkowe.

Powyższy przykład wykorzystania maszyny cyfrowej jest stosunkowo prosty i ukazuje tylko jedną z możliwości, których w rzeczywistości jest znacznie więcej.

Działanie to prowadzone jest zgodnie z zasadą: jeżeli usterki jakiejś partii wyrobów zostaną w odpowiedni sposób uporządkowane, można i trzeba wyniki tego porządkowania użytkować do sterowania dalszą produkcją. Wykorzystuje się więc technikę sprzężenia zwrotnego, polegającego na wykorzystaniu informacji o jakości wytworzonych wyrobów do korygowania warunków produkcji, a statystyka /zwłaszcza statystyka matematyczna/, jest przy tym cennym środkiem pomocniczym.

5. Uwagi końcowe

Autorzy niniejszego artykułu uważali za celowe podzielenie się z szerszym ogółem zainteresowanych problemami jakości, jakie spotykane być mogą w każdym przedsiębiorstwie naszej gałęzi przemysłu. Inspiracją jego napisania zaś jest wdrożenie w Zakładach "ERA" Uchwały Rady Ministrów Nr 122, a następnie Nr 222 oraz ukazanie przeobrażeń Przedsiębiorstwa w ostatnich latach, na tle problematyki jakości.



Rys. 5. Rozkład Lorenza zastosowany do analizy usterek w wyrobach reklamowanych

Poruszane problemy nabierają obecnie pierwszorzędного znaczenia i stają się przedmiotem żywego zainteresowania coraz szerszych kręgów pracowników przedsiębiorstw, zgrupowanych w Zjednoczeniu "MERA".

Przedstawiony w naszym opracowaniu "system KJ" został opisany wycinkowo, nie jest on ani nowatorski, ani rewelacyjny, może jednak naszym zdaniem - służyć jako przykład nieco odmiennego podejścia do zagadnień jakości niż to, z którym spotykaliśmy się dotychczas. Z tego względu pragniemy zastrzec, że mogą się w nim znaleźć elementy niezbyt precyzyjnie określone, z technicznego lub ekonomicznego punktu widzenia. Chodziło nam bowiem nie o szczegóły, lecz o przybliżony sposób rozwiązania węzłowych założeń techniczno - ekonomicznych i organizacyjnych.

Omawiany System KJ nie może być poza tym identyfikowany z tworzonymi ostatnio w wielu zakładach systemami pracy bezusterkowej /PB/ lub dobrej roboty /DO-RO/. Ma on co prawda wiele podobieństwa do takiego systemu, nie odpowiada jednak w całości wzorom z literatury ani z praktyki przemysłowej.

W obecnych warunkach rozwoju Zakładów "ERA" opisany System KJ wydaje się najbardziej odpowiedniejszy. Zaletą jego jest objęcie kontrolą wszystkich sfer wytwarzania, jak również ważniejszych komórek organizacyjnych /służb/ przedsiębiorstwa. Pozwoliło to na zintegrowanie wysiłków wielu pracowników Zakładu w działaniu na rzecz poprawy jakości i nowoczesności wyrobów.

Do niewątpliwych osiągnięć wdrożenia Systemu należy także zaliczyć czynniki oddziaływa-

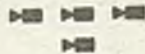
Usterki wyrobów reklamowanych uporządkowane według ich ilości

Lp.	Oznaczenie usterki wg wykazu symboli /kodów/ przyczyn i uster. pow. rekl.	Ilość wykrytych usterek		
		Ilość /sztuk/ poszczególn. usterek	Wielkości skumulowane	
			w szt.	w %
1	2	3	4	5
1	C95	114	114	20,32
2	C72	83	197	35,11
3	B13	76	273	48,66
4	B03	65	338	60,25
5	C84	45	383	68,27
6	B23	30	413	73,61
7	D73	20	433	77,18
8	C31	10	443	78,96
9	G03	10	453	80,75
10	D33	9	462	82,35
11	C23	9	471	83,95
12	C13	9	480	85,56
13	D33	9	489	87,16
14	B43	9	498	88,77
15	C51	8	506	90,19
16	C41	7	513	91,44
17	C63	5	518	92,33
18	D01	5	523	93,22
19	B83	4	527	93,94
20	D13	4	531	94,65
21	B55	3	534	95,18
22	B33	3	537	95,72
23	D62	3	540	96,25
24	D52	2	542	96,61
25	A02	2	544	96,97
26	A23	2	546	97,32
27	B61	2	548	97,68
28	A11	2	550	98,04
29	A65	2	552	98,39
30	A43	2	554	98,75
31	D42	2	556	99,11
32	A52	2	558	99,46
33	B73	1	559	99,64
34	A36	1	560	99,82
35	D23	1	561	100,00

nia psychologicznego, a mianowicie: wzrost zainteresowania załogi wykonywaną pracą, wzrost kultury technicznej, wzrost zainteresowania wynikami ekonomicznymi i rozumienia tych wyników, wzrost ogólnego poziomu kwalifikacji zawodowych, uzyskiwanych dzięki koniecznym szkoleniom itp.

Wdrożony System Kontroli Jakości przyczynił się w dużym stopniu do poprawy wyników

ekonomicznych przedsiębiorstwa, a w szczególności wyników, związanych z jakością i nowoczesnością produkcji. Wprawdzie trudno dokładnie określić liczbowo, o ile poprawa wskaźników jest zasługą tego systemu a o ile miały na to wpływ inne czynniki /postęp techniczny, udoskonalenia organizacyjne, zadania inwestycyjne, zmiana struktury zatrudnienia itp./ - tym nie mniej jego oddziaływanie jest bezsporne.



ZMIANY ORGANIZACYJNE W ZJEDNOCZENIU "MERA" W 1974 ROKU

Z dniem 1 czerwca 1974 r. utworzony został Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Informatyki MERA-BŁONIE w Błoniu k/Warszawy. Przedmiotem działania Ośrodka jest prowadzenie prac naukowo-badawczych i rozwojowych zmierzających do przygotowania nowych wyrobów w dziedzinie urządzeń peryferyjnych elektronicznych maszyn cyfrowych, a w szczególności: czytników taśmy dziurkowanej, dziurkarek taśmy, szybkich alfanumerycznych drukarek wierszowych i drukarek znakowych, doskonalenie metod wytwarzania tych wyrobów oraz udział we wdrażaniu wyników tych prac w gospodarce narodowej.



Z dniem 1 sierpnia 1974 r. utworzony został Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Pomiarów i Regulacji Wielkości Nielektrycznych MERA-KFAP, w Krakowie. Przedmiotem działania Ośrodka jest kompleksowe prowadzenie prac naukowo-badawczych i rozwojowych, zmierzających do przygotowania nowych wyrobów w dziedzinie przyrządów do pomiaru i regulacji wielkości nielektrycznych, a w szczególności pomiarów, regulacji i rejestracji temperatury, poziomu i przepływu oraz rejestratorów wielkości nielektrycznych i elektrycznych, doskonalenie metod wytwarzania tych wyrobów, a także udział we wdrażaniu wyników tych prac w gospodarce narodowej.



Z dniem 1 września 1974 r. utworzony został Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Informatyki MERAMAT w Warszawie. Przedmiotem działania Ośrodka jest kompleksowe prowadzenie prac naukowo-badawczych, konstrukcyjnych, technologiczno-projektowych i doświadczalnych zmierzających do przygotowania nowych wyrobów w dziedzinie urządzeń informatyki, a w szczególności:

- pamięci taśmowych szybkich, wolnych i kasetowych,
- systemów do zdecentralizowanego wprowadzania i wstępnego przetwarzania danych,
- różnych typów głowic magnetycznych do urządzeń informatyki,
- przyrządów specjalnych i aparatury kontrolno-pomiarowej;

doskonalenie metod wytwarzania tych wyrobów oraz udział we wdrażaniu wyników prowadzonych prac w przemyśle.

W Zjednoczeniu MERA działa już siedem ośrodków badawczo-rozwojowych, a w najbliższym okresie przewidziane jest utworzenie dwóch dalszych.

CZESŁAW IZDEBSKI

Cena 43. - zł

Pren. roczna 516. - zł

