


2 1972

prace

P.2229/72



**Instytutu
Maszyn
Matematycznych**

A-2

rok XIV

2 1972

P. 2229/72



p r a c e

I n s t y t u t u

M a s z y n

M a t e m a t y o z n y c h

Rok XIV

Warszawa 1972

Copyright © 1972 - by Instytut Maszyn Matematycznych
Poland

Wszelkie prawa zastrzeżone

Komitet Redakcyjny

Bartłomiej GŁOWACKI, Andrzej KOJEMSKI, Roman KULESZA /red. naczelny/,
Włodzimierz MARDAL /z-ca red. naczelnego/, Jan RELUGA

Sekretarz Redakcji: Romana NITKOWSKA

Adres Redakcji: Instytut Maszyn Matematycznych,
Branżowy Ośrodek INTE
Warszawa, ul. Krzywickiego 34, tel. 28-37-29

Druk IMM z. 196/72 n. 400 egz. GP-II-1435/68

PW-40/73

SPIS TREŚCI ZESZYTU 2

СОДЕРЖАНИЕ \

CONTENTS

1. CHROBOT S., MORKOWSKI W., ŻEBROWSKI M.

Organizacja programu sterującego dla pracy
EMC ZAM 41 na bieżąco..... 5

Организация программы управления для работы ЭВМ
ZAM 41 в реальном масштабе времени /Резюме/..... 39

Organization of a main scheduling routine for
ZAM 41 computer operating in real time /Summary/ .. 40

2. EKNER J.

Z badań nad lutowaniem za pomocą skupionej wiązki
promieni podczerwonych 41

Из исследований по пайке с помощью сосредоточенного
пучка инфракрасных лучей /Резюме/..... 63

On investigations of soldering by means of a con-
centrated infrared beam /Summary/ 64

3. KWIATKOWSKI A., KUŹNICKA H., KARASIŃSKA-KWIATKOWSKA J.

Z badań pewnych właściwości warstw rejestrujących
magnetycznych taśm komputerowych 65

Исследование некоторых свойств записывающего слоя
магнитных лент для электронных вычислительных машин
/Резюме/..... 78

On investigations of some properties of computer
recording magnetic tape layers /Summary/ 79

4. BRAŃSKA K., KWIATKOWSKI A.

Magnetyczna taśma komputerowa jako obiekt badań
mikroskopii elektronicznej 81

Магнитная лента в запоминающем устройстве электрон-
ных машин предметом исследования в электронном ми-
кроскопе /Резюме/..... 93

Computer magnetic tape as an object of electron
microscope investigation /Summary/ 93

AUTORZY ARTYKUŁÓW ZAMIESZCZONYCH W ZESZYCIE 2 "PRAC IMM" 95

ORGANIZACJA PROGRAMU STERUJĄCEGO
DLA PRACY EMC ZAM 41 NA BIEŻĄCO

Stanisław CHROBOT
Witold MORKOWSKI
Maciej ŻEBROWSKI

Pracę złożono 20.07.1970

Scharakteryzowano równoległy sposób przetwarzania informacji w systemie pracującym na bieżąco /real-time/ w sieci transmisji danych i związany z tym problem koordynacji czynności programowych maszyny. Przedstawiono przykład zespołu programów dla maszyny ZAM 41 nazwanego dyrygentem T, realizującego funkcje koordynacji w tej klasie systemów. Właściwości dyrygenta T zostały opisane formalnie za pomocą wirtualnej maszyny, nazwanej maszyną dyrygenta T.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	5
2. KOORDYNACJA W SYSTEMIE PRACUJĄCYM NA BIEŻĄCO	6
3. OPIS FUNKCJONALNY MASZyny DYRYGENTA T	13
4. ZASTOSOWANIE DYRYGENTA T W SYSTEMIE NADZORCZYM TRAN	36
5. ZAKOŃCZENIE	37

1. WSTĘP

Praca niniejsza zawiera opis maszyny ZAM 41 wyposażonej w program dyrygent T. Dyrygent T jest zespołem programów koordynujących czynności maszyny włączonej w system przetwarzania informacji na bieżąco, w którym dominującą rolę odgrywa

zbieranie danych /data acquisition/. Dyrygent T został opracowany w latach 1967-1968.

Niniejsze opracowanie składa się z dwóch części.

W pierwszej części scharakteryzowano ogólnie sposób równoległego przetwarzania danych jako metodę spełnienia wymagań stawianych systemowi pracującemu na bieżąco w sieci transmisji danych oraz zasadnicze funkcje aparatu koordynacji w takim systemie, tj. przestrzeganie hierarchii ważności czynności programowych i ich synchronizację.

Część druga zawiera formalny opis właściwości maszyny ZAM 41 wyposażonej w program dyrygent T. W tak wyposażonej maszynie nie rozróżnia się, które z jej funkcji realizowane są na drodze układowej, a które na drodze programowej. W ten sposób powstaje jakościowo inna maszyna, o rozszerzonym, w stosunku do maszyny ZAM 41, zestawie rejestrów i wskaźników oraz rozszerzonej liście rozkazów, a dzięki temu o innej organizacji ogólnej. Taką maszynę nazywać będziemy maszyną dyrygenta T /MDT/.

2. KOORDYNACJA W SYSTEMIE PRACUJĄCYM NA BIEŻĄCO

2.1. Charakterystyka systemów pracujących na bieżąco

Przytoczmy jedną z wielu podawanych w literaturze [1] definicji systemów przetwarzania informacji na bieżąco, zwanych też systemami uwarunkowanymi czasowo: "SYSTEM PRZETWARZANIA INFORMACJI PRACUJĄCY NA BIEŻĄCO /Real-Time Computer System/ może być zdefiniowany jako taki, który kontroluje otoczenie przez przyjmowanie danych, przetwarzanie ich i podejmowanie akcji lub wysłanie odpowiedzi na tyle szybko, aby oddziaływać na funkcjonowanie otoczenia w czasie jego działania".

Wśród tak zdefiniowanych systemów wyodrębniamy klasę systemów, których zasadniczą funkcją jest zbieranie danych. Systemy takie posiadają następujące cechy:

- jednostka centralna połączona jest bezpośrednio z odległymi urządzeniami końcowymi,
- informacja przesyłana między urządzeniami końcowymi a jednostką centralną ma postać zwartych "paczek", zwanych dalej meldunkami,
- z punktu widzenia jednostki centralnej meldunki napływają w momentach przypadkowych,
- przesyłane meldunki mogą zawierać informacje o różnych stopniach ważności,
- przetwarzanie meldunków może odbywać się w dużym stopniu niezależnie,
- w trakcie przetwarzania meldunku z reguły zachodzi konieczność wymiany informacji między pamięcią operacyjną a pamięciami pomocniczymi.

2.2. Przetwarzanie równoległe. Wielozadaniowość

Jedną z programowych metod, spełniającą wymagania stawiane rozpatrywanym systemom, jest wprowadzenie możliwości równoległego przetwarzania meldunków.

Równoległe przetwarzanie meldunków rozumiane jest jako możliwość rozpoczęcia przetwarzania kolejnego meldunku przed zakończeniem przetwarzania meldunków poprzednich. Z faktu, że meldunki przetwarzane są równoległe wynika, że w trakcie działania systemu można wyodrębnić ciągi rozkazów, w których wzajemna kolejność rozkazów musi być ściśle przestrzegana. Przy tym ciągi te są w dużym stopniu niezależne, tak że wykonywanie rozkazów jednego ciągu może być przedzielone wykonywaniem rozkazów innego ciągu. Takie ciągi rozkazów nazywać będziemy dalej z a d a n i a m i /ściśła definicja zadania zostanie podana w p. 3.4.2/.

Tak więc równoległe przetwarzanie meldunków związane jest z równoległym wykonywaniem zadań. Taki reżim pracy, w którym maszyna wykonuje równoległe w dużym stopniu niezależne od siebie zadania nazwiemy wielozadaniowością.

Podkreślimy, że przy wielozadaniowości niezależność zadań nie jest pełna. Meldunki mogą być wprawdzie przetwarzane niezależnie /tzn. dany meldunek może być przetwarzany niezależnie od innych meldunków obecnych w systemie/, ale różne zadania mogą wykorzystywać wspólne bloki miejsc roboczych i wspólne urządzenia zewnętrzne. Bardzo często te same ciągi rozkazów mogą być wykonywane jako części różnych zadań, jak również efekt działania jednego zadania może wpływać na sposób wykonywania innych zadań. Wynika stąd, że zadanie nie jest pojęciem statycznym, tzn. że ciągu rozkazów składających się na zadanie nie można określić przed wykonaniem tego zadania.

2.3. Funkcje aparatu koordynacji

Koordynacja czynności programu wielozadaniowego polega na:

- startowaniu /generowaniu/ i stopowaniu zadań z możliwością przypisywania im różnych stopni ważności,
- synchronizacji wzajemnej zadań; synchronizacji współpracy zadań z urządzeniami zewnętrznymi; synchronizacji czasowej,
- przekazywaniu sterowania zadaniom, zgodnie z przypisanymi im stopniami ważności.

Wszystkie te funkcje realizowane są według ustalonych z góry algorytmów przez część oprogramowania podstawowego maszyny, zwaną dalej dyrygentem, na "zlecenie" programów użytkowych i programów obsługi urządzeń.

2.4. Hierarchia czynności programowych

Z faktu, że napływające do systemu meldunki mają różne stopnie ważności wynika konieczność zapewnienia szybszego

przetwarzania meldunków ważniejszych. Z tego powodu zadaniom przetwarzającym meldunki przypisywane są także różne stopnie ważności.

Dyrygent T daje możliwość przypisywania fragmentom zadania, tzw. operacjom, dwóch kategorii stopni ważności: p o z i o m ó w i p r i o r y t e t ó w.

Przypisanie operacjom różnych p o z i o m ó w ważności oznacza, że po spełnieniu warunków niezbędnych do ich działania, przejście do wykonania operacji na wyższym poziomie następuje natychmiast, tzn. niezależnie od stanu operacji na niższych poziomach. Powrót do wykonania tych ostatnich następuje po wykonaniu wszelkich możliwych operacji na wyższym poziomie /por. p. 3.4.5/.

Operacjom wykonywanym na jednym poziomie przypisywane są dodatkowo p r i o r y t e t y. Przypisanie czynnościom na tym samym poziomie różnych priorytetów oznacza, że po zakończeniu bieżąco wykonywanej operacji jako następna zostanie wybrana czynność z największym priorytetem /por. p. 3.4.5/.

2.5. Warunki synchronizujące. Synchronizacja zadań

W trakcie działania programu wielozadaniowego występują sytuacje, w których dalsza kontynuacja zadania uzależniona jest od spełnienia określonych warunków. Spełnienie tych warunków, zwanych dalej w a r u n k a m i s y n c h r o n i z u j ą c y m i równoważne jest zajściu określonych zdarzeń, które można podzielić na trzy grupy:

- programowe - polegające na przejściu jednego z równolegle wykonywanych zadań przez określony punkt,
- zewnętrzne - polegające na pojawieniu się w jednostce centralnej sygnału z urządzenia zewnętrznego,
- czasowe - polegające na wskazaniu przez zegar maszynowy określonej chwili czasowej.

Jeżeli żądany przez zadanie warunek nie jest spełniony, wykonanie zadania jest zawieszane do chwili jego spełnienia. Funkcje zawieszania zadań i ich "reaktywacji" po spełnieniu warunku nazywać będziemy s y n c h r o n i z a c j ą, przy czym, jeśli w grę wchodzi zdarzenie:

- programowe - będzie to synchronizacja wzajemna,
- zewnętrzne - synchronizacja programowo-układowa,
- czasowe - synchronizacja czasowa.

2.5.1. Synchronizacja wzajemna

W ogólnym przypadku, w oczekiwaniu na spełnienie określonego warunku może być zawieszonych kilka zadań. Istota warunku może określać wybór jednego z dwóch sposobów "reaktywacji".

Pierwszy sposób występuje na przykład w sytuacji, gdy kontynuacja działania kilku zadań wykorzystujących pewną tablicę uwarunkowana jest zakończeniem aktualizacji tej tablicy przez inne zadanie. Po spełnieniu warunku "reaktywane" są wszystkie oczekujące zadania. Mamy tu więc do czynienia z równoległą reaktywacją zadań, w związku z czym synchronizację taką nazwiemy s y n c h r o n i z a c j ą r ó w n o l e g ł ą.

Drugi sposób - r e a k t y w a c j a s z e r e g o w a występuje na przykład w przypadku, gdy równoległe działające zadania wywołują wspólny podprogram, którego realizacja nie zezwala na równoległe wykorzystanie go przez kilka zadań. Jeśli taki podprogram działa na rzecz jednego zadania, inne wywołujące go zadania są zawieszane. Po zwolnieniu podprogramu można reaktywować jednak tylko jedno z oczekujących zadań. Mamy tu więc do czynienia z s y n c h r o n i z a c j ą s z e r e g o w ą.

2.5.2. Dostęp do podprogramów wielozadaniowych

P o d p r o g r a m w i e l o z a d a n i o w y to taki podprogram, który może być wykonywany w kilku zadaniach programu wielozadaniowego.

Jeżeli w trakcie wykonywania podprogramu nie jest zmieniane jego ciało i każde zadanie wywołujące podprogram zapewnia mu rozłączny obszar miejsce roboczych, to w dowolnej chwili podprogram taki może być wykonywany równolegle na korzyść kilku zadań. Taki podprogram nazywamy podprogramem o d o s t ę - p i e r ó w n o l e g ł y m.

Drugim skrajnym rodzajem dostępu do podprogramu jest d o s t ę p s z e r e g o w y. Podprogramy o takim dostępie muszą być wykonywane kolejno na rzecz wywołujących go zadań.

Między tymi dwoma skrajnymi rodzajami dostępu istnieje cała gama możliwych dostępu s z e r e g o w o - r ó w n o l e g ł y c h . Jako przykład można wymienić podprogramy dostępne równolegle dla zadań o różnych poziomach ważności, a szeregowo dla zadań o tym samym poziomie lub podprogramy dostępne szeregowo dla zadań w ramach wydzielonych grup na tym samym poziomie, ale dostępne równolegle dla zadań z różnych grup.

2.5.3. Synchronizacja programowo-układowa

Synchronizacja programowo-układowa polega na zawieszeniu zadania współpraującego z urządzeniem zewnętrznym na czas: od momentu wystawienia urządzenia do momentu zakończenia jego akcji. Zakończenie tej akcji w maszynie surowej sygnalizowane jest zgłoszeniem przerwania, co powoduje naruszenie normalnej kolejności pobierania rozkazów, określonej przez zawartość rejestru licznika rozkazów i przejście do wykonywania innej sekwencji rozkazów. W tej sytuacji organizacja współpracy z wieloma urządzeniami w maszynie surowej staje się uciążliwa. Aparat koordynacji dyrygenta ułatwia tę organizację, "biorąc na siebie" przyjmowanie i rozpoznawanie przerw. Dla programisty wykorzystującego dyrygent zgłoszenie i przyjęcie przerwania oznacza jedynie spełnienie warunku synchronizującego.

W przypadku urządzeń podłączonych do arytmometru /tzn. nie przesyłających informacji bezpośrednio do lub z pamięci operacyjnej/ zgłoszenie przerwania sygnalizuje zakończenie przesła-

nia jednego znaku, co nie zawsze jest warunkiem wystarczającym do reaktywacji zadania. W tej sytuacji po ponownym występowaniu urządzenia wykonywany jest rozkaz STOP PRZERWANIA, który powoduje przejście do powtórnego wykonania rozkazu CZEKAJ NA PRZERWANIE. Po przesłaniu żądanej ilości znaków następuje wyjście z pętli przez wykonanie rozkazu KONTYNUUJ ZADANIE, co jest równoważne z pełną reaktywacją zadania. W przypadku urządzeń przesyłających informację blokowo rozkaz KONTYNUUJ ZADANIE wykonywany jest po pierwszym zakończeniu działania rozkazu CZEKAJ NA PRZERWANIE.

2.5.4. Synchronizacja czasowa

Synchronizacja czasowa polega na zawieszeniu zadania do chwili wskazania przez zegar maszyny określonej wartości czasu, zwanej o z a s e m s t a r t u /TS/. Zegar maszyny rejestruje tzw. czas maszynowy bieżący /TB/ z dokładnością do tzw. c y k l u z e g a r o w e g o zadawanego przez program. W odstępach czasu równych długości tego cyklu sprawdza się automatycznie, czy relacja $TS \leq TB$ zachodzi dla któregoś z zawieszonych zadań. Wykrycie takiej relacji pociąga za sobą reaktywację oczekującego zadania. Rozkazy dyrygenta T dają możliwość periodycznego zawieszania zadania z żadaną wartością okresu powtarzania i liczbą powtórzeń.

2.6. Organizacja oprogramowania systemu maszynowego

Przy opracowywaniu koncepcji dyrygenta T, założono istnienie wyraźnego podziału oprogramowania systemu na: standardowe programy obsługi urządzeń zewnętrznych i programy użytkowe. Właściwości maszyny surowej, wynikające z istnienia wskaźnika F i rejestrów blokad D i G, pozwalają na taką organizację oprogramowania, że programy obsługi urządzeń są ściśle odseparowane od programów użytkowych i wykorzystywane są przez te ostatnie na prawach podprogramów.

Programy obsługi wykonywane są przy stanie wskaźnika $F=1$, a więc mogą być wywoływane tylko za pomocą rozkazu SDY.

Z ogólnej liczby 10 możliwych poziomów ważności 6 ważniejszych zarezerwowano dla programów obsługi, przy czym na trzech najwyższych /poziomach P/ winny być wykonywane czynności związane bezpośrednio z przesyłaniem znaków między pamięcią i urządzeniem, na trzech pozostałych /poziomach D/ - czynności organizacyjne, kontrola parametrów itp.

Z czterech pozostałych, tzw. poziomów użytkowych, trzy przeznaczone są do organizowania wielozadaniowego programu użytkowego /poziomy Z/, a na czwartym poziomie M może być wykonywany jednozadaniowy program konwencjonalny. Na tym poziomie dostępne są więc tylko: rozkaz przejścia z programu użytkowego do programu obsługi - SDY i rozkaz powrotu REG.

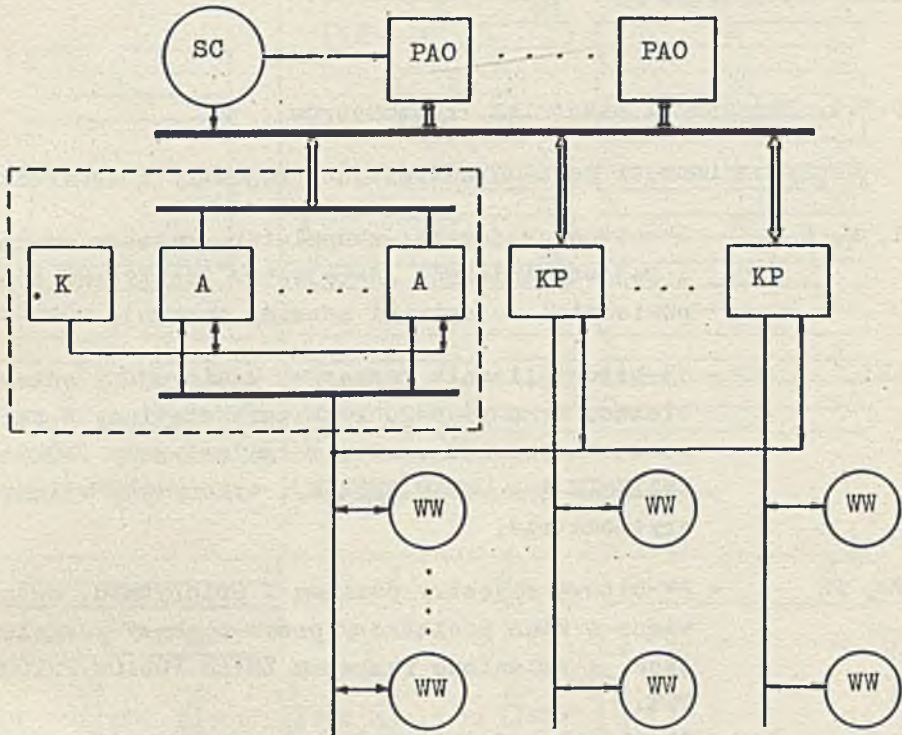
Przed przejściem do wykonywania operacji na poziomach z grup D, Z i M dyrygent ustawia dla każdego poziomu inną parę wartości w rejestrach blokad D i G, z tym, że wspólny w zasadzie /z dokładnością do 256 miejsc/ obszar pamięci ograniczanej przez rejestry blokad dla poziomów Z jest rozłączny z obszarem dla poziomu M. Program wielozadaniowy i program konwencjonalny wykonywane są więc w reżimie wieloprogramowości.

3. OPIS FUNKCJONALNY MASZYNY DYRYGENTA T

Działanie maszyny surowej ZAM 41 wyposażonej w program dyrygent T równoważne jest działaniu maszyny zwanej dalej maszyną dyrygenta T /MDT/, której organizację przedstawiono poniżej. Wiele właściwości MDT pokrywa się z właściwościami maszyny surowej opisanymi w [2]. W związku z tym zostaną one jedynie zasygnalizowane, a używany dalej zwrot - "jak w maszynie surowej" należy rozumieć - "zgodnie z opisem podanym w [2]".

3.2. Schemat blokowy MDT

Schemat blokowy maszyny MDT, w konwencji zastosowanej dla schematu blokowego maszyny surowej przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Schemat blokowy MDT

Maszyna składa się z następujących modułów:

- szeregu działających równoległe arytmometrów /A/,
- koordynatora /K/ synchronizującego działanie arytmometrów i przekazującego im sterowanie wg stopni ważności,
- modułów pamięci operacyjnej /PAO/,
- kanałów przesyłania /KP/,
- modułów wejścia i wyjścia /WW/,
- sterowania centralnego /SC/.

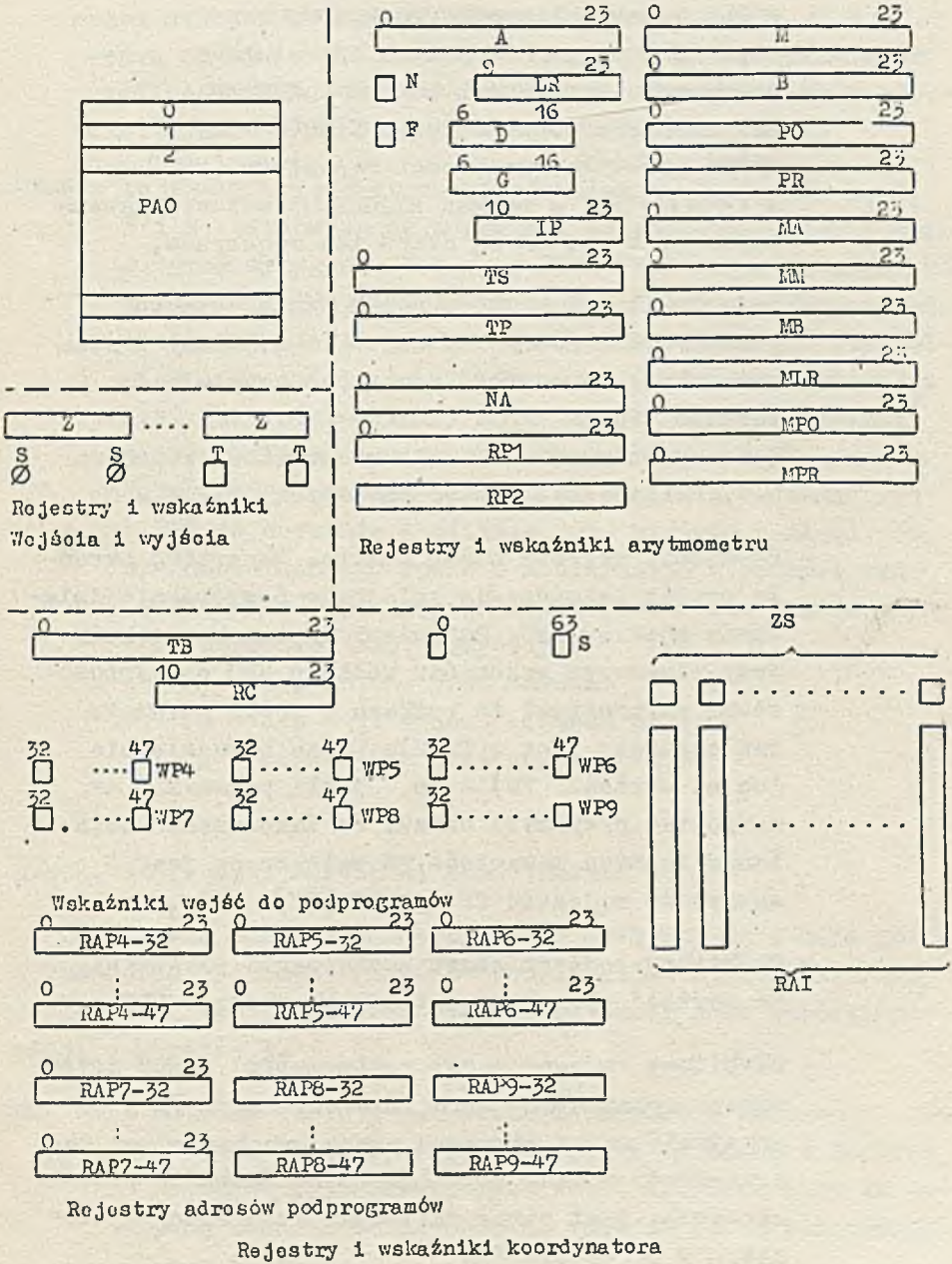
3.3. Rejestry i wskaźniki MDT

Rejestry i wskaźniki MDT dostępne dla programisty przedstawiono na rysunku 3.

3.3.1. Rejestry i wskaźniki arytmometrów

Każdy arytmometr posiada następujące rejestry i wskaźniki.

- A, M, B - 24-bitowe rejestry: akumulator, rejestr mnożnika i rejestr indeksów /B-rejestr/ identyczne z odpowiednimi rejestrami maszyny surowej,
- LR - 15-bitowy licznik rozkazów, zawierający adres bieżąco wykonywanego rozkazu. Ustawiany w stan początkowy przez rozkaz rozgałęziający /ROZGAŁĘZIENIE lub USTAW BUDZIK/, wykonywany w innym arytmometrze,
- PO, PR - 24-bitowe rejestry poziomu i priorytetu, ustawiane w stan początkowy przez rozkazy rozgałęziające, a zmieniane rozkazem ZMIENŃ POZIOM/PRIORYTET.
Stan tych rejestrów służy do określenia stopnia ważności rozkazów realizowanych przez arytmometr względem rozkazów innych arytmometrów,
- D, G - rejestr granicy dolnej i rejestr długości programu o funkcjach identycznych jak w maszynie surowej.
Zawartość tych rejestrów ustawiają rozkazy: ROZGAŁĘZIENIE, ZMIENŃ POZIOM I PRIORYTET, USTAW POZIOM D, PRZYWRÓĆ POZIOM I PRIORYTET,
- N - wskaźnik nadmiaru - jak w maszynie surowej,
- F - wskaźnik stanu ustawiany w stan 1 przez rozkaz SDY i gaszony w określonych sytuacjach rozkazem REGENERUJ. Funkcje - jak w maszynie surowej,



Rys. 3. Rejestry i wskaźniki MDT

- MA, MM, MB, MLR, MPO, MPR - odpowiednio rejestry: magazyn akumulatora, magazyn mnożnika, magazyn B-rejestru, magazyn licznika rozkazów, magazyn rejestru PO i magazyn rejestru PR; służą do przechowywania zawartości odpowiednich rejestrów przez rozkaz SDY. Rozkaz PRZYWRÓĆ POZIOM/PRIORYTET przesyła zawartości rejestrów (MPO) → PO i (MPR) → PR, a rozkaz REGENERUJ ustawia zawartości A, M, B, LR wg stanu ich magazynów,
- LP - rejestr ilości powtórzeń wykonania rozkazu USTAW BUDZIK /UBU/ /15 bitów/. Ustawiany w stan początkowy na wartość równą parametrowi ip rozkazu UBU.
Każde powtórzenie zmniejsza zawartość rejestru o 1. Rozkaz jest powtarzany dopóki (IP) ≠ 0,
- TS - 24-bitowy rejestr czasu startu. Zawartość określa moment zakończenia kolejnego powtórzenia działania rozkazu UBU. Ustawiany w stan początkowy przy pierwszym wykonaniu rozkazu UBU na wartość równą parametrowi ts rozkazu - jeśli parametr ten zapisany jest w formie: czas bezwzględnie lub na wartość (TB) + ts, jeśli parametr ts ma postać przyrostu czasu. Po zakończeniu działania rozkazu zawartość TS zwiększana jest o zawartość rejestru TP /jeśli (IP) ≠ 0/,
- TP - 24-bitowy rejestr czasu powtarzania ustawiany na wartość równą parametrowi tp rozkazu UBU,
- NA - 24-bitowy rejestr nazwy arytmometru. Każdy arytmometr uruchamiany w reżimie użytkowym /F = 0/ /przyjmuje nazwę wskazaną przez uruchamiający ten arytmometr rozkaz ROZGAŁĘZIENIE. Nazwa ta przechowywana jest przez cały czas działania arytmometru w rejestrze NA,

RP1, RP2 - rejestr pomocniczy pierwszy i rejestr pomocniczy drugi. Te 24-bitowe rejestry dostępne są jedynie w nadzorczym reżimie pracy arytmometru $F = 1/$, służą do przechowywania parametrów podprogramów obsługi urządzeń, które to podprogramy są z natury rzeczy podprogramami wielozadaniowymi.

UWAGA: rejestry arytmometru, z wyjątkiem A, M, B, LR, D, G, F i N, ulokowane są w pamięci operacyjnej zajętej przez program dyrygent. Rejestry PO i PR, rejestry magazynów i rejestry TS, TP i IP związane z rozkazem UBU ustawiane są jedynie za pomocą rozkazów koordynacji. Jakakolwiek inna zmiana zawartości tych rejestrów traktowana jest jako nielegalna i może doprowadzić do działania maszyny w sposób nieokreślony.

Rejestr NA dostępny jest do odczytania, a rejestry RP1 i RP2 do czytania i pisania jako miejsca pamięci. Po wykonaniu każdego rozkazu koordynacji w reżimie nadzorczym w B-rejestrze podawany jest adres pamięciowy tych rejestrów arp, przy czym:

arp + 10 - jest adresem RP1

arp + 11 - jest adresem RP2

arp + 12 - jest adresem NA

3.3.2. Rejestry i wskaźniki koordynatora

Rejestry i wskaźniki koordynatora dostępne są z każdego arytmometru za pomocą rozkazów koordynacji. Wyjątek stanowi rejestr TB, który dostępny jest do odczytania jako komórka pamięci o adresie 3.

RC - rejestr cyklu zegarowego. Zawartość z zakresu 0 - 64 określa długość cyklu zegarowego wyrażoną w podstawowych cyklach zegarowych /0.02 s/. Ustawiany za pomocą rozkazu USTAW CYKL ma wartość równą parametrowi tego rozkazu,

- TB - rejestr czasu bieżącego. Zajmuje komórkę o adresie 3, Uaktualniany w odstępach równych cyklowi zegarowemu. Po każdym uaktualnieniu jego zawartość jest w komórkach porównywana z zawartościami rejestrów TS związanych z wszystkimi działającymi rozkazami UBU. Wykrycie relacji (TS) \leq (TB) jest równoważne spełnieniu warunku dla rozkazu UBU związanego z rejestrem TS,
- ZS - wskaźniki synchronizacji zewnętrznej. Są to wskaźniki zgłoszenia wejścia lub wyjścia i wskaźniki zgłoszenia kanału, które w maszynie surowej powodują zgłaszanie przerw. W maszynie dyrygenta T spełniają one rolę wskaźników synchronizacji programowo-układowej. Zmiana stanu wskaźnika z "0" na "1" wyznacza moment zakończenia działania rozkazu CZEKAJ NA SYGNAŁ (CZS) związanego z tym wskaźnikiem lub rozkazów STOP POZIOMU P wykonywanych po takim rozkazie CZS. Wskaźnik ZS identyfikowany jest za pomocą argumentu rozkazu CZS, którego budowa jest identyczna z budową argumentu rozkazu OWW. Z każdym wskaźnikiem ZS związana jest para wartości określająca poziom i priorytet rozkazu następnego po CZS. Wartości te wynikają ze sposobu podłączenia wskaźników ZS do wskaźników zgłoszenia przerwania /ZP/. Zależność podaje Tabela 1,
- RAI - rejestry adresów przerw. Każdemu wskaźnikowi ZS przyporządkowany jest jeden rejestr RAI identyfikowany tak samo jak ten wskaźnik. W trakcie wykonywania rozkazu CZS wpisywany jest do tego rejestru adres następnego rozkazu, zaś po wykonaniu rozkazu STP zawartość tego rejestru przenoszona jest do LR,
- S - wskaźniki synchronizacji wzajemnej, ponumerowane od 0 do 63 ustawiane w stan "0" rozkazem NEGUJ SPEŁNIENIE WARUNKU /NSW/, a w stan "1" rozkazem ZGŁOŚ SPEŁ-

NIENIE WARUNKU /ZSW/. Stan wskaźnika S wpływa na sposób wykonania rozkazu CZEKAJ NA WARUNEK /CZE/. Jeśli wskaźnik S ma wartość "1", rozkaz CZE kończy się natychmiast, w przeciwnym wypadku rozkaz wykonuje się do momentu zmiany stanu wskaźnika na "1",

WP - wskaźniki wejść do podprogramów o dostępie szeregowo-równoległym ponumerowane w 6 grupach od 32 do 47 odpowiednio dla poziomów od D1 do Z3. Wskaźniki WP oznaczamy symbolami WP /po/ /n/, gdzie /po/ oznacza poziom przyporządkowany wejściu do podprogramu, a /n/ numer tego wejścia w obrębie poziomu np.:

- WP /D3/ /43/. Ustawiane w stan "1" w wyniku wykonania rozkazu POWRÓC Z PODPROGRAMU /POW/, a w stan "0" po zakończeniu działania rozkazu SKOCZ DO PODPROGRAMU /SKP/. Stan wskaźnika WP określa sposób wykonania i moment zakończenia działania rozkazu SKP, analogicznie jak wskaźnik S dla rozkazu CZE,

RAP - rejestry adresów podprogramów o dostępie szeregowo-równoległym. Podzielone na grupy i identyfikowane jak wskaźniki WP. Zawartość rejestru dla określonego wejścia ustawiana jest przez rozkaz DEFINIUJ PODPROGRAM i określa adres rozkazu wykonywanego po rozkazach SKP, których argument wskazuje to wejście.

3.3.3. Rejestry i wskaźniki wejścia-wyjścia

Rejestry i wskaźniki wejścia-wyjścia są identyczne jak w maszynie surowej.

3.4. Działanie arytmometrów

3.4.1. Cykl rozkazowy arytmometru

Pełny cykl czynności maszyny związany z wykonaniem rozkazu jest następujący:

- pobranie rozkazu z miejsca pamięci wskazanego przez aktualną zawartość licznika rozkazów
- obliczenie argumentu efektywnego
- wykonanie operacji określonej przez kod rozkazu.

Wykonanie dwu pierwszych faz cyklu rozkazowego jest identyczne jak w maszynie surowej. Na operacje określone przez kody niektórych rozkazów składają się czynności nierealizowane w maszynie surowej, takie jak:

- startowanie bądź stopowanie arytmometrów
- wprowadzenie arytmometru w stan oczekania
- ustalenie stopnia ważności następnego rozkazu

3.4.2. Startowanie i stopowanie arytmometrów

Startowanie arytmometru następuje po ustawieniu początkowych zawartości rejestrów PO, PR, D, G i PR. W arytmometrze pierwotnym, tzn. w tym, którego działanie rozpoczyna się w momencie startu maszyny zawartości te ustawia standardowo rozkaz STARTUJ. Kolejne arytmometry uruchamiane są przez działające już arytmometry w wyniku wykonania tzw. rozkazów rozgłaszających. Dalsze działanie arytmometrów polega na kolejnym wykonywaniu rozkazów, przy czym adres następnego rozkazu ustalany jest w trakcie wykonywania poprzedniego rozkazu. Działanie arytmometru kończy się w wyniku wykonania rozkazu stopującego. Podkreślimy tu, że arytmometry MDT nie posiadają własności przerywania programu.

Ciąg rozkazów wykonywanych przez arytmometr od momentu startu do chwili wykonania rozkazu stopującego nazywać będziemy z a d a n i e m.

3.4.3. Czekanie. Synchronizacja działania arytmometrów

Wśród rozkazów MDT wyróżniamy rozkazy, których czas trwania uzależniony jest od stanu wskaźników koordynatora. Będą to r o z k a z y w a r u n k o w e.

Jeżeli wskaźnik koordynatora wskazany przez parametr rozkazu warunkowego jest w stanie "1" lub zawartość rejestru TS ustawiona przez rozkaz UBU jest mniejsza od zawartości TB, to po wykonaniu czynności określonych przez kod rozkaz jest kończony natychmiast. W przeciwnym przypadku następuje przedłużenie cyklu rozkazowego do momentu wykrycia przez koordynator, że żądany warunek został spełniony. To przedłużenie nazywać będziemy o z e k a n i e m. W trakcie czekania arytmometr nie zmienia stanu żadnych rejestrów, wskaźników ani miejsc pamięci MDT.

Po spełnieniu warunku czasowego lub warunku związanego ze wskaźnikiem S, czekanie kończy się jednocześnie we wszystkich rozkazach /UBU lub CZE/ czekających na konkretny warunek. Tego typu czekanie nazywać będziemy o z e k a n i e m r ó w n o l e g ł y m.

Spełnienie warunku związanego ze wskaźnikiem WP powoduje zakończenie czekania tylko jednego z rozkazów SKP czekających na ten warunek, a mianowicie tego, który po wykonaniu zapewni najwyższy stopień ważności następującego po nim rozkazu początkowego operacji. Takie czekanie nazwiemy o z e k a n i e m s z e r e g o w y m.

3.4.4. Operacja jako element zadania

Koordynator traktuje na specjalnych prawach /z punktu widzenia stopnia ważności/ ciągi rozkazów, w których nie występują rozkazy zmieniające zawartości rejestrów PO i PR, czy też rozkazy przechodzące w stan czekania ani rozkaz POW powodujący zakończenie czekania rozkazu SKP.

Ciągi te nazywać będziemy o p e r a o j a m i zadania, a wymienione powyżej rozkazy - r o z k a z a m i k o ń-
c o o w y m i operacji. Rozkaz sterujący zadania i rozkazy
wykonywane po rozkazach końcowych są r o z k a z a m i
p o o z ą t k o w y m i operacji.

Zauważmy, że podział zadania na operacje jest podziałem
dynamicznym. Zadanie wykonywane kilkakrotnie w różnych sytua-
cjach może dzielić się w różny sposób na operacje w zależnoś-
ci na przykład od tego, które z rozkazów warunkowych przejdą
w konkretnym przypadku w stan oczekania.

3.4.5. Wstrzymywanie rozkazów. Hierarchia rozkazów w maszynie MDT

Po zakończeniu cyklu rozkazowego koordynator wstrzymuje
rozpoczęcie kolejnego cyklu rozkazowego do momentu, gdy stopień
ważności tego rozkazu będzie najwyższy względem stopni
ważności wykonywanych lub wstrzymywanych rozkazów we wszyst-
kich działających arytmometrach.

Stopień ważności rozkazu określają trzy parametry:

- po - poziom ważności
- pr - priorytet ważności
- kz - kolejność zgłoszenia

Parametr po jest liczbą całkowitą z zakresu 1 - 11 i
przyjmuje wartość równą zawartości rejestru FO przed rozpo-
częciem wykonywania rozkazu oraz wartość równą 11, gdy roz-
kaz znajduje się w stanie oczekania.

Parametr pr jest liczbą całkowitą nieujemną i przyjmuje
wartość równą zawartości rejestru PR dla rozkazów początko-
wych operacji oraz wartość równą zero dla pozostałych rozka-
zów operacji.

Parametr kz jest liczbą naturalną i dla rozkazów początko-
wych operacji oznacza numer kolejny takiego rozkazu w ciągu

składającym się ze wstrzymanych rozkazów początkowych o tych samych parametrach po i pr, uszeregowanych wg wzrastających czasów zgłoszenia.

Jako czas zgłoszenia przyjmuje się moment zakończenia działania poprzedniego rozkazu końcowego operacji lub moment zakończenia czynności związanych ze startowaniem arytmometru przez rozkaz rozgałęziający.

Dla pozostałych rozkazów operacji parametr kz przyjmuje wartość zero.

Najwyższy stopień ważności spośród wszystkich wstrzymanych w maszynie rozkazów posiada rozkaz, którego parametr po ma wartość najmniejszą. Spośród wszystkich rozkazów o równych parametrach po ważniejszy jest ten, którego parametr pr jest najmniejszy, a spośród wszystkich rozkazów o równych parametrach po i pr - ten, którego parametr kz jest najmniejszy.

Nie precyzuje się bliżej stopni ważności w obrębie grupy rozkazów będących w stanie oczekania /po = 11/ ani w obrębach grup o identycznych parametrach po, pr, kz.

Powyższa metoda wyznaczania okresu wstrzymywania rozkazów powoduje, że w maszynie wykonywany jest najwyżej jeden rozkaz nie będący w stanie oczekania i ewentualnie kilka rozkazów będących w stanie oczekania. Jeśli zaś wszystkie z działających rozkazów przeszły w stan oczekania, to co najmniej jeden z nich musi być rozkazem CZEKAJ NA PRZERWANIE.

3.5. Lista rozkazów MDT

3.5.1. Reżimy i stany pracy arytmometrów

Stan wskaźnika F arytmometru określa jeden z dwu reżimów jego pracy:

F = 1 - reżim nadzorczy

F = 0 - reżim użytkowy

W ramach reżimów, w zależności od zawartości rejestru PO określa się stan pracy arytmometru następująco:

- w reżimie nadzorczym jeśli:

1 ≤ /PO/ ≤ 3 - stan P,

4 ≤ /PO/ ≤ 6 - stan D,

7 ≤ /PO/ ≤ 9 - stan ZN

PO = 10 - stan MN

FO = 11 - stan C

-- w reżimie użytkowym

7 ≤ PO ≤ 9 - stan ZU

PO = 10 - stan MU

3.5.2. Podział rozkazów MDT

Rozkazy MDT dzielą się na układowe i koordynacji. Rozkazy u k ł a d o w e to rozkazy realizowane przez maszynę surową. Rozkazy k o o r d y n a c j i realizowane są przez program dyrygent T jako podprogramy lub proste sekwencje rozkazów maszyny surowej.

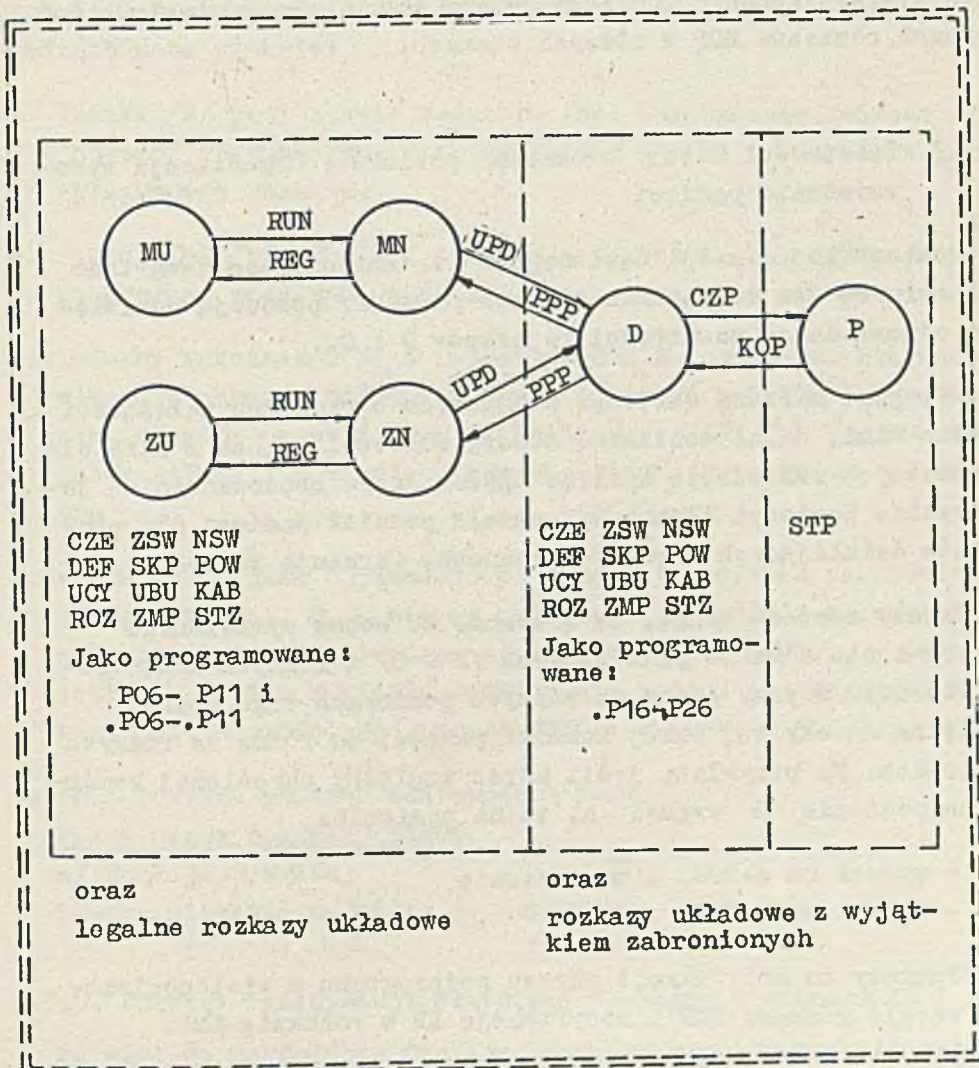
Rozkazy układowe, w identyczny sposób jak w maszynie surowej, dzielą się na l e g a l n e i n i e l e g a l n e.

Wśród rozkazów nielegalnych wyróżnia się w MDT rozkazy z a b r o n i o n e. Są to rozkazy używane wyłącznie przez program dyrygent T. Są nimi:

- rozkaz ustawienia zawartości rejestrów D i G - PDG
- rozkazy dotyczące zegara maszyny: NAS 56, NAS 57, CRA 56 i PRA 56
- rozkazy NAS1, NAS3, NAS5
- rozkazy NAS0, NAS2, NAS4 w innych miejscach niż w ciągu wywołującym rozkazy CZS i KOP
- rozkazy zmieniające zawartość pamięci zajętej przez program dyrygent.

Rozkazy koordynacji dzielą się na rozkazy zmiany stanu i rozkazy koordynacji właściwe.

Rozkazy, których wykonanie w określonych stanach mogłoby zakłócić pracę MDT, nazywać będziemy rozkazami niedostępnymi w tym stanie. Jako rozkazy niedostępne traktuje się również rozkazy koordynacji z błędnymi /nie spełniającymi/ zadanych ograniczeń/ parametrami.



Rys. 4. Przejścia między stanami i dostępność rozkazów w stanach

Próba wykonania rozkazu niedostępnego w stanach reżimu użytkowego jest automatycznie wykrywana i powoduje przejście do wykonania rozkazu NLG.

W reżimie nadzorczym dostępność rozkazów nie jest kontrolowana z wyjątkiem układowej kontroli przekroczenia ilości powtórzeń pośredniego adresowania.

Na rys. 4 zobrazowano przejścia między stanami arytmometrów jako wynik wykonania rozkazów zmiany stanu oraz zestawiono dostępność rozkazów MDT w różnych stanach.

3.5.3. Zależności między blokadami poziomów. Organizacja wykorzystania pamięci

Rozkazy koordynacji ustawiające lub zmieniające zawartość rejestru PO /we wszystkich stanach prócz P/ powodują ustawienie odpowiednich zawartości rejestrów D i G.

Dyrygent narzuca wartości niektórych blokad lub zależności między nimi, dając możliwość doboru wartości trzech z nich dla konkretnych realizacji systemu operacyjnego zbudowanego na jego bazie. Wartości blokad wyznaczają podział pamięci dla programów działających w różnych stanach. Obrazuje to rys. 5.

Należy zwrócić uwagę, że w stanie ZU wobec wymuszonego przesunięcia adresów pamięciowych $/F = 0/$ i różnych zawartości rejestru D przy pracy na różnych poziomach tego stanu, względne adresy tej samej komórki pamięci są różne na różnych poziomach. Na przykład, jeśli adres względny określonej komórki na poziomie 8 wynosi a , to na poziomie:

- 7 - wynosi on $a+128$, a na poziomie
- 9 - wynosi on $a-128$.

Tłumaczy to modyfikację adresu podprogramu w wielopoziomowej wersji rozkazu DEF i modyfikację LR w rozkazie ZMP.

3.5.4. Reguły opisu listy rozkazów MDT

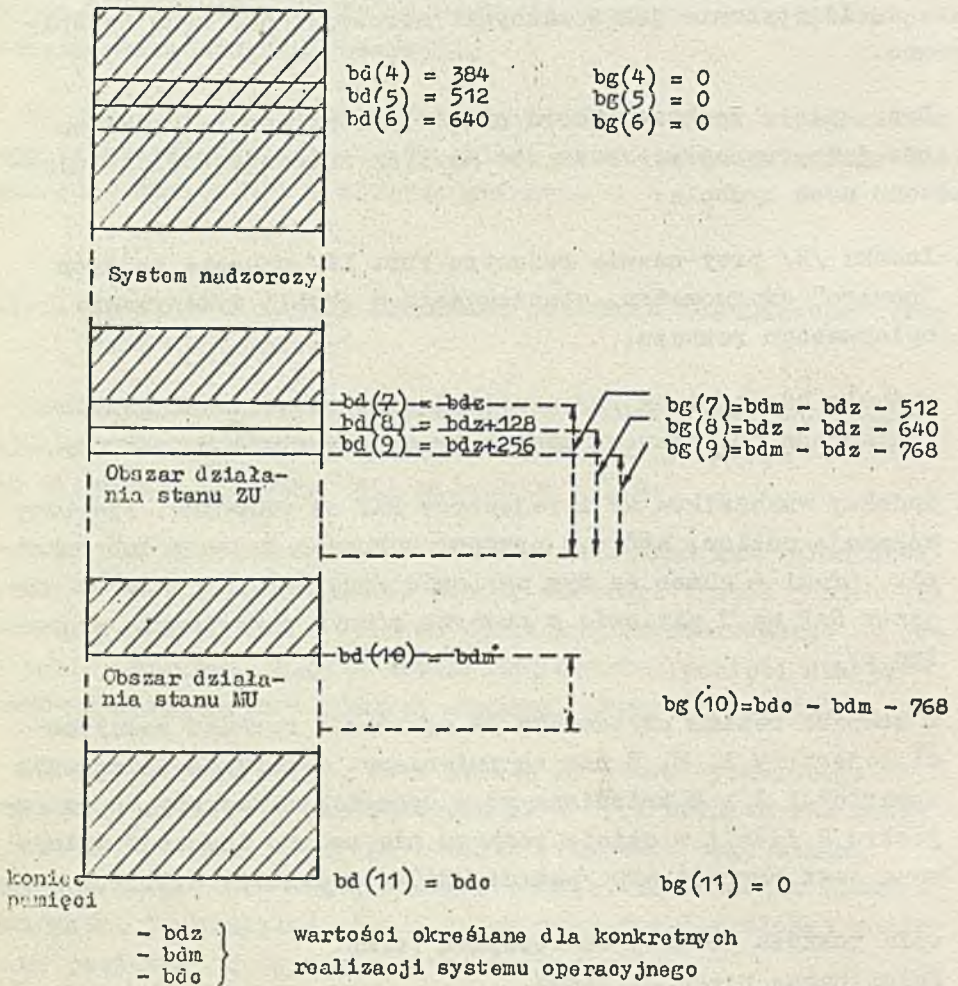
W skład listy rozkazów MDT wchodzi rozkazy maszyny surowej /układowe/ z wyjątkiem rozkazów zabronionych oraz rozkazy koordynacji. Rozkazy układowe /z wyjątkiem rozkazu SDY/ definiowane są identycznie jak w maszynie surowej i nie będą tu opisywane.

Przy opisie rozkazów koordynacji zastosowano reguły identyczne jak przy opisie rozkazów maszyny surowej. Ponadto wprowadzono nowe symbole:

1. Indeks /N/ przy nazwie rejestru /np. LR/ oznacza rejestr "nowego" arytmometru, startowanego w chwili wykonywania opisywanego rozkazu,
2. symbole bd /p/ i bg /p/ oznaczają wartości blokad przyporządkowane poziomem wskazanym przez zawartość rejestru p,
3. indeksy wskaźników WP i rejestrów RAP są podwójne. Pierwszy wskazuje poziom, któremu przyporządkowano rejestr lub wskaźnik, drugi - numer na tym poziomie /np. RAP7/p/ oznacza rejestr RAP na 7 poziomie o numerze równym zawartości rejestru p/,
4. w stanach reżimu użytkowego po wykonaniu rozkazu zawartości rejestrów A, M, B nie są zmieniane. W reżimie nadzorczym zawartości A i M zmieniane są w sposób przypadkowy, a do rejestru B /jeśli w opisie rozkazu nie podano inaczej/ wpisywana jest wartość arp /patrz: UWAGA: w punkcie 3.3.1/,
5. opis rozkazu posiada następującą formę
Pełna nazwa rozkazu SKRÓT
a/ funkcje rozkazu
b/ ograniczenia nałożone na parametry.

3.5.5. Rozkazy koordynacji właściwej dostępne w stanach ZU i D

Ze względu na podobne funkcje rozkazów w obu zestawach opis jest łączny. W przypadku wystąpienia różnic opis rozdziela li-



Zakreskowane obszary pamięci zajęte przez program dyrygent
 $bd(n)$, $gb(n)$ - blokady dolna i górna związane z poziomem n

Rys. 5. Zależności między blokadami poziomów i organizacja wykorzystania pamięci w MDT

b/ $0 \leq E \leq 31$

$0 \leq E \leq 63$

Neguj spełnienie warunku (NSW)

a/ $E + 32 \rightarrow p$ $E \rightarrow p$
"0" $\rightarrow S (p)$

b/ $0 \leq E \leq 31$

$0 \leq E \leq 63$

Definiuj wejście do podprogramu (DEF)

a/ Jeśli $(M_0) = 0$ $E \rightarrow RAP (PO)(M)$ i "1" $\rightarrow WP (PO)(M)$
Jeśli $(M_0) = 1$ to $(M_{1-23}) \rightarrow p$
 $E + ((PO) - 1) \times 128 \rightarrow RAP i (p)$ $E \rightarrow RAP i (p)$
oraz "1" $\rightarrow WP i (p)$ oraz "1" $\rightarrow WP i (p)$
dla $i = 7, 8, 9,$ dla $i = 4, 5, 6.$

b/ $32 \leq (M_1 - 23) \leq 47$

Skocz do podprogramu (SKP)

a/ CZEKAJ SZEREGOWO AŻ WP (PO) $E = 1;$ (LR) $\rightarrow E$
 $RAP (PO) E \rightarrow LR;$ "0" $\rightarrow WP (PO) E$

b/ $32 \leq E \leq 47$

Powrót z podprogramu (POW)

a/ "1" $\rightarrow WP (PO) E$ (E) $\rightarrow LR$

b/ $32 \leq E \leq 47$

Ustaw cykl zegara (UCY)

a/ $E \rightarrow RC$

b/ $1 \leq E \leq 63$

Ustaw budzik (UBU)

a/ ① $E \rightarrow IP \quad ((LR) + 1) \rightarrow TP$
 $((LR) + 2)_0 \times (TB) + ((LR) + 2)_{1-23} \rightarrow TS$
 Przejdź do ②

② CZEKAJ RÓWNOLEGLE AŻ $(TS) \leq (TB)$;
 Jeśli $(IP) = 0$ przejdź do ④;
 Jeśli $(IP) \neq 0$ przejdź do ③;

③ $(NA) \rightarrow NA_N; (LR) + 3 \rightarrow LR_N; (PO) \rightarrow PO_N; (PR) \rightarrow PR_N$
 $(A) \rightarrow A_N; (M) \rightarrow M_N; (MA) \rightarrow MA_N; (MB) \rightarrow MB_N;$
 $(B) \rightarrow B_N; (MM) \rightarrow MM_N; (MPO) \rightarrow MPO_N;$
 $(MPR) \rightarrow MPR_N;$

przejdź do ②

④ $(LR) + 3 \rightarrow LR$

b/ $0 \leq (IP) \leq 2^{15} - 1; \quad 1 \leq (TP) \leq 4320000; \quad 0 \leq (TS) \leq 4320000$

Kasuj budzik (KAB)

a/ $(M) + 6 \rightarrow p$

$(M) + 3 \rightarrow p$

Jeżeli wśród działających arytmometrów, których $(PO) = p$ istnieje arytmometr wykonujący rozkaz UBU z miejsca E, zastopuj ten arytmometr.

b/ $1 \leq (M) \leq 3$

3.5.6. Rozkazy zmiany stanu

Przejdź z reżimu użytkowego do nadzorczego (RUN)

a/ $(A) \rightarrow MA; (B) \rightarrow MB; (M) \rightarrow MM; [LR] \rightarrow MLR; (15) \rightarrow LR; 1 \rightarrow F$

b/ dostępny w ZU i MU

Uwaga: Rozkaz jest wywoływany rozkazem maszyny surowej SDY.

Regeneruj (REG)

a/ (MA) → A; (MB) → B; (MM) → M; (MLR) → LR; O → F;
(MLR)₅ → N

Ustaw poziom D (UPD)

a/ (PO) → MPO; (PR) → MPR; (B) + 3 → PO; (A) → PR
bd (PO) → D; bg (PO) → G

o/ $1 \leq (B) \leq 3$;

Przywróć poziom i priorytet (PPP)

a/ (MPO) → PO; (MPR) → PR; bd (PO) → D; bg (PO) → G
b/ E = 0;

3.5.7. Rozkazy koordynacji programowo-układowej

Są to rozkazy związane ze wskaźnikami ZS. Wskaźniki te przy porządkowane są układowo wskaźnikom ZP. Przyporządkowanie to określa stopień ważności rozkazów następujących po rozkazie /CZS/ oraz sposób wywołania rozkazów /CZS/ i /STP/. Tabela 1 podaje znaczenia zwrotów.

- PO wg ZP
- PR wg ZP
- NAS wg ZP

Tabela 1

Wskaźnik ZP, któremu przyporządkowano ZS	PO	PR	NAS
ZP7	1	1	NAS0
ZP6	1	2	NAS0
ZP5	2	1	NAS2
ZP4	2	2	NAS2
ZP3	2	3	NAS2
ZP2	2	4	NAS2
ZP1	3	1	NAS4
ZPO	3	2	NAS4

Czekaj na sygnał (CZS)

b/ [LR] + 1 → RAPE;

CZEKAJ AŻ ZSE = 1

"0" → ZSE; (RP2) → B USTAW PO wg ZP 1 PR wg ZP

o/ Struktura argumentu E identyczna ze strukturą argumentu rozkazu OWW.

Uwaga: Rozkaz CZS musi być poprzedzony rozkazem NAS wg ZP oraz rozkazem OWW inicjującym pracę urządzenia /powodującym zgłaszanie przerw, które są sygnałem kończącym wywoływany rozkaz CZS/.

W przypadku przerw, których przyczyną jest przyciśnięcie kluca, omawiany wyżej rozkaz OWW nie istnieje.

Stop poziomowi p (STP)

a/ < numer wskaźnika ZS, którego dotyczył ostatnio wykonany rozkaz (CZS) > → p; CZEKAJ AŻ ZS (p) = "1",

"0" → ZS (p); (RAI(p)) → LR; (RP2) → B

Zakończ obsługę przerw (KOP)

a/ $(B + 3) \rightarrow p$ $(p) \rightarrow PO$; $(A) \rightarrow PR$; $arp \rightarrow B$

b/ przed wykonaniem rozkazu - (M) - numer wskaźnika ZS, którego dotyczył ostatnio wykonany rozkaz (CZS), a (B) - numer poziomu wg ZP.

Uwaga: Rozkaz KOP musi być poprzedzony rozkazem NASO.

3.5.8. Rozkaz startowania arytmometru pierwotnego

Startuj arytmometr pierwotny (STA)

a/ "2" $\rightarrow PR$; "3" $\rightarrow PO$; $bd(3) \rightarrow D$; $bg(3) \rightarrow G$

b/ występuje jako pierwszy rozkaz programu dla MDT. Przed wystartowaniem maszyny MDT (LR) wskazuje adres rozkazu STA.

4. ZASTOSOWANIE DYRYGENTA T W SYSTEMIE NADZORCZYM TRAN

Przy opracowywaniu koncepcji dyrygenta T, założono, że będzie istniał wyraźny podział oprogramowania systemu na standardowe programy obsługi urządzeń zewnętrznych i programy użytkowe. Właściwości maszyny surowej, wynikające z istnienia wskaźnika F i rejestrów blokad D i G, pozwalają na taką organizację oprogramowania, że programy obsługi urządzeń są ściśle odseparowane od programów użytkowych i wykorzystywane przez te ostatnie na prawach podprogramów. Programy obsługi wykonywane są przy stanie wskaźnika $F = 1$, a więc mogą być wywoływane tylko za pomocą rozkazu RUN (SDY).

Wykorzystując dyrygenta T w myśl powyższych zasad uruchomiono zespół programów obsługi urządzeń i programów konwersacji z operatorem systemu maszynowego, nazwany systemem nadzorczym TRAN [5].

Z ogólnej liczby dziesięciu istotnych poziomów ważności /p. 3.5.1 i dalsze/ 6 ważniejszych zarezerwowano dla progra-

mów obsługi i konwersacji, przy czym na trzech najważniejszych /poziomach P/ wykonywane są czynności związane bezpośrednio z obsługą sygnałów zewnętrznych, a na trzech mniej ważnych /poziomach D/ czynności organizacyjne związane z pracą urzędzeń i konwersacją. Z czterech pozostałych poziomów, tzw. poziomów użytkowych, trzy przeznaczone są do organizowania wielozadaniowego programu użytkowego, a czwarty do wykonywania jednozadaniowego programu konwencjonalnego /poziom M/. Te dwa programy wykonywane są równolegle i są w pełni odseparowane od siebie przez to, że dyrygent T przyporządkowuje im rozłączne obszary pamięci operacyjnej, zabrania programowi konwencjonalnemu dostępu do rejestrów i wskaźników koordynacji, a system nadzorczy przyporządkowuje im rozłączne zestawy urzędzeń zewnętrznych.

5. ZAKOŃCZENIE

Przyjęty w dyrygencie zbiór rozkazów koordynacji wydaje się być zbiorem kompletnym. Oznacza to, że za pomocą tego zbioru można uzyskać funkcje niezbędne w procesie koordynacji czynności systemu maszynowego. Jednak zbiór ten nie jest też zbiorem minimalnym.

Rozszerzenie zbioru rozkazów ponad niezbędne minimum ułatwia organizowanie programów wielozadaniowych, zwiększa precyzję działania rozkazów synchronizacji czasowej i pozwala uzyskać większe zróżnicowanie osiąganych czasów reakcji systemu zbierania danych opartych na tym dyrygencie. Prócz nadmiaru w liście rozkazów w dyrygencie T zastosowano metodę koordynacji, która nie ogranicza ani liczby zadań działających w systemie ani liczby stopni ważności /poziomów i priorytetów/ ani też liczby warunków i podprogramów. Wielkości te wybrane zostały w zasadzie w sposób arbitralny, decydowały tu jedynie parametry techniczne jednostki centralnej. Należy sobie jednak zdawać sprawę z tego, że uzyskanie takich cech dyrygenta pociągnęło za sobą zwiększenie stosunku czasu

poświęconego na koordynację do ogólnego czasu działania systemu, zmniejszyło szybkość przełączania między poziomami oraz zwiększyło zajętość pamięci.

Chociaż w tym przypadku nie przeprowadzono badania metodami symulacyjnymi parametrów krytycznych i globalnego czasu reakcji systemu zbudowanego na tym dyrygencie, to jednak po dłuższym okresie eksploatacji dyrygenta autorzy skłaniają się do stwierdzenia, że dla maszyny ZAM 41 korzystniejsze jest opracowanie dyrygenta mniej uniwersalnego /ściślej dostosowanego do konkretnego zastosowania/, a przez to prostszego logicznie i zajmującego mniejszy obszar pamięci.

Zastosowanie w systemie nadzorczym TRAN opisywanego tu dyrygenta wykazało potrzebę dostatecznie wczesnego wykrywania przeciążenia systemu oraz konieczność określenia sposobu reagowania systemu w momentach przeciążeń.

Literatura

- [1] MARTIN J.: Programming Real-Time Computer Systems, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. USA 1965.
- [2] ŁUKASZEWICZ L.: Rodzina Maszyn Matematycznych ZAM, Organizacja ogólna, Prace IMM, Warszawa 1965: C3/6/.
- [3] Oprogramowanie maszyny ZAM 41, tom I, IMM.
- [4] Opis użytkowy i funkcjonalny maszyny ZAM 41 - TRAN, ITWL, Warszawa 1971.
- [5] CHROBOT S., MORKOWSKI W., ŻEBROWSKI M.: Metoda wielopoziomowej koordynacji zadań w dyrygencie PK-1, Informator ITWL nr 38, Warszawa 1970.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ ЭВМ ЗАМ 41
В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

Резюме

Статья состоит из двух частей. В первой части описаны принципы координации действий программ в одном из классов систем вычислительных машин, работающих в реальном масштабе времени, т.е. в системах сбора данных. Объяснены основные понятия, связанные с координацией, а именно:

- параллельная переработка сообщений,
- задача и параллельная переработка многих задач,
- степени важности /гирархия/,
- синхронизирующие условия и синхронирование задач.

Во второй части представлен конкретный пример программного аппарата для вычислительной машины ЗАМ 41, исполняющего функцию координации для выше упомянутого класса систем: "Dyrugent T". Настоящее описание не позволяет определить которые функции такой машины исполняет техническое оснащение, а которые программное обеспечение. Другими словами, описана потенциальная машина, названная машиной "Dyrugenta T" /польское сокращение MDT/. В этой машине, между другими, отличается состав параллельно работающих арифмометров, каждый из которых выполняет одну задачу, а также координатор, управляющий работой арифмометров. Подана характеристика регистров и указатели MDT определены специальные для неё операции, заключенные в цикле команд, т.е.:

- пуск или останов арифмометров,
 - приведение арифмометра в состояние ожидания,
 - определение степени важности последующей команды,
- а также подан список команд MDT.

ORGANIZATION OF A MAIN SCHEDULING ROUTINE FOR ZAM 41 COMPUTER OPERATING
IN REAL TIME

Summary

The article consists of two parts. Part one describes the principle of scheduling program activities in one of the computers operating in real time system classes, namely in data acquisition. The following basic notions connected with scheduling are explained:

- parallel processing of messages,
- task and multitasking,
- priority degrees (hierarchy) of program functions,
- task timing conditions.

Part two presents a concrete example of ZAM 41 computer program realizing the functions of scheduling for the above mentioned class of systems. This program is named "Dyrygent T". The properties of ZAM 41 equipped with the "Dyrygent T" program are described in a way, which does not permit to recognize which functions of such a computer are realized by hardware or by software.

In other words a description of a potential computer "Dyrygent T" (Polish abbreviation - MDT) is given. A set of parallelly operating processing units is distinguished, each realizing one task, and also a coordinator controlling these units. MDT registers and indicators are characterized. Specific MDT operations, enclosed in the instruction cycle, are defined as follows:

- starting or stopping the processing units,
- setting the processing units into a wait state,
- determination of the next instruction priority degree.

Also a list of MDT instructions is adjoined.

Z BADAŃ NAD LUTOWANIEM ZA POMOCĄ
SKUPIONEJ WIĄZKI PROMIENI POD-
CZERWONYCH

Jerzy EKNER

Pracę złożono 6.03.1972

W pracy omówiono dotychczasowe wyniki prac nad zastosowaniem energii promieniowania podczerwonego do wykonywania połączeń lutowanych, prowadzonych w Zakładzie Aparatury Kontrolno-Pomiarowej i Technologicznej. Podano podstawowe zalety metody lutowania za pomocą skupionej wiązki promieni podczerwonych, opis zbudowanego modelu laboratoryjnego i przeprowadzonych prób oraz wnioski wypływające z wyników dotychczasowych prac.

1. WPROWADZENIE

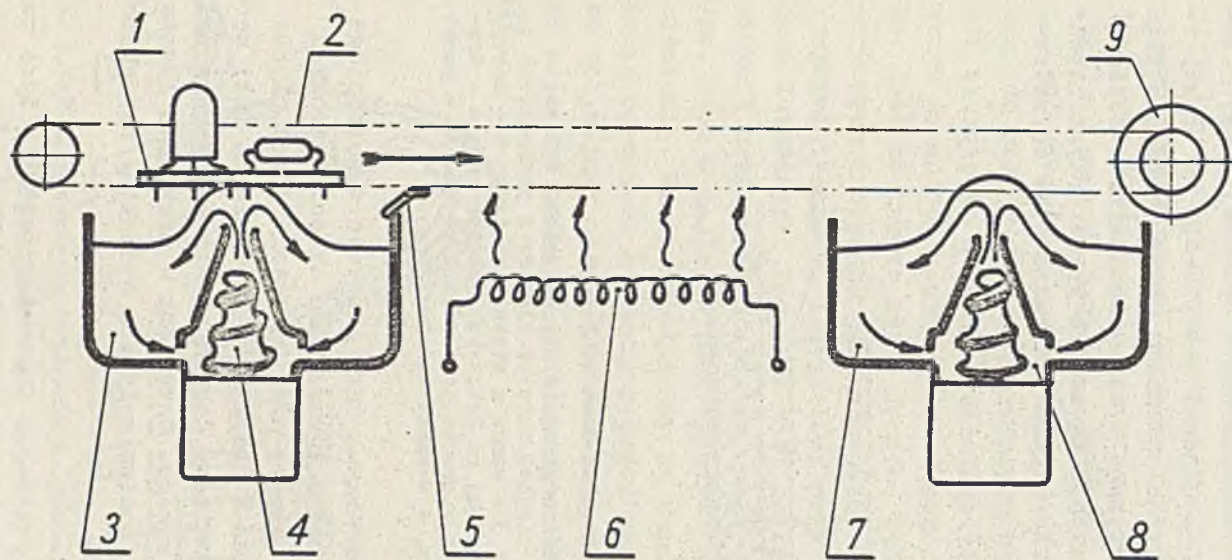
Najczęściej spotykanym typem połączenia lutowanego w elektronicznych urządzeniach modułowych jest połączenie pomiędzy wyprowadzeniem elementu układu /np. wyprowadzenie tranzystora czy mikroukładu/ lub wyprowadzeniem kontaktu złącza a otworem metalizowanym wykonanym w płytce z obwodem drukowanym. W przypadku produkcji przemysłowej urządzeń elektronicznych, nawet małoseryjnej, połączenia wykonywane są za pomocą metod masowego lutowania. Znane są i obecnie stosowane następujące metody masowego lutowania [1]:

- lutowanie za pomocą stojącej fali stopionego spoiwa,
- lutowanie zanurzeniowe,

- lutowanie za pomocą strumienia gorącego gazu,
- lutowanie za pomocą skupionej wiązki promieni podczerwonych.

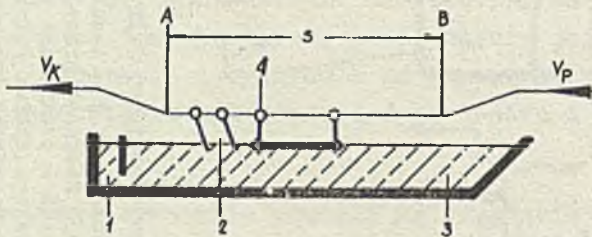
Metoda masowego lutowania za pomocą stojącej fali stopionego spoiwa wymaga oczywiście zastosowania specjalnego urządzenia. Rozwijając koncepcję doprowadzania ciepła do elementów łączonych za pomocą grotu lutownicy, opracowano urządzenie wytwarzające stojącą falę płynnego spoiwa /rys. 1/. Powstała w ten sposób fala jest jak gdyby dużym grotem. Wykonywanie połączeń lutowanych na płycie z obwodem drukowanym za pomocą tego urządzenia polega na: wsunięciu w otwory metalizowane wyprowadzeń elementów /np. mikroukładów lub złącz/, ustawieniu płyty z elementami na transporterze, przesunięciu jej nad stojącą falą topnika, osuszeniu i wygrzaniu za pomocą promiennika podczerwieni, przesunięciu nad stojącą falą spoiwa i końcowym oczyszczeniu.

Metoda masowego lutowania pozwala na uzyskanie wysokiej statystycznej jakości połączeń wykonanych na płycie z obwodem drukowanym. Wadą tej metody jest możliwość montowania elementów tylko po jednej stronie płytki, a więc montaż modułów o małej gęstości upakowania. Również przy dużej gęstości upakowania przewodów na płycie, podczas zabiegu lutowania krople spoiwa mogą zewrzeć sąsiednie przewody, tworząc tzw. mostki lutownicze. Wykonywanie połączeń na dużych płytach z obwodami drukowanymi wymaga stosowania urządzeń, w których zbiornik z płynnym spoiwem należy wypełnić wsadem 200 ÷ 250 kg lutu cyny-olów, w postaci małych krążków, który w miarę zużywania jest uzupełniany. Zużycie spoiwa jest znacznie zwiększone przez utlenianie się, ponieważ płynne spoiwo w otwartych wannach styka się dużą powierzchnią z atmosferą. Ponadto podczas przesuwania płyty nad falą spoiwa, warstwy metali na laminacie i wyprowadzeniach elementów /warstwa SnPb lub Au, folia Cu/ są rozpuszczone. W ten sposób metale warstw pokrywających łączone elementy przenikają do płynnego spoiwa zanieczyszczając go. Z tego powodu wsad musi być odpowiednio często zmieniany.



Rys. 1. Urządzenie do masowego lutowania za pomocą stojącej fali płynnego spoiwa
 1 - płytkę z wstępnie zamontowanymi elementami; 2 - transporter; 3 - zbiornik z topnikiem; 4 - wirnik pompy /strzałki pokazują kierunek przepływu topnika w zbiorniku/;
 5 - szczotki zbierające nadmiar topnika; 6 - promiennik podczerwieni; 7 - zbiornik stopionego spoiwa; 8 - wirnik pompy płynnego spoiwa /strzałki pokazują kierunek przepływu spoiwa w zbiorniku/; 9 - silnik napędzający transporter

Metoda lutowania zanurzeniowego polega na przesunięciu przygotowanej do lutowania płytki po powierzchni zwierciadła płynnego spoiwa /rys. 2/. Podobnie jak w opisanej wyżej metodzie, oczyszczoną płytę z elementami ustawia się na transporterze i przesuwa po powierzchni płynnego spoiwa. Podczas tego ruchu płytka może być zatrzymana w celu umożliwienia dokładniejszego zwilżenia powierzchni łączonych przez płynne spoiwo. Po zakończeniu lutowania płytka poddawana jest oczyszczeniu.



Rys. 2. Urządzenie do lutowania zanurzeniowego

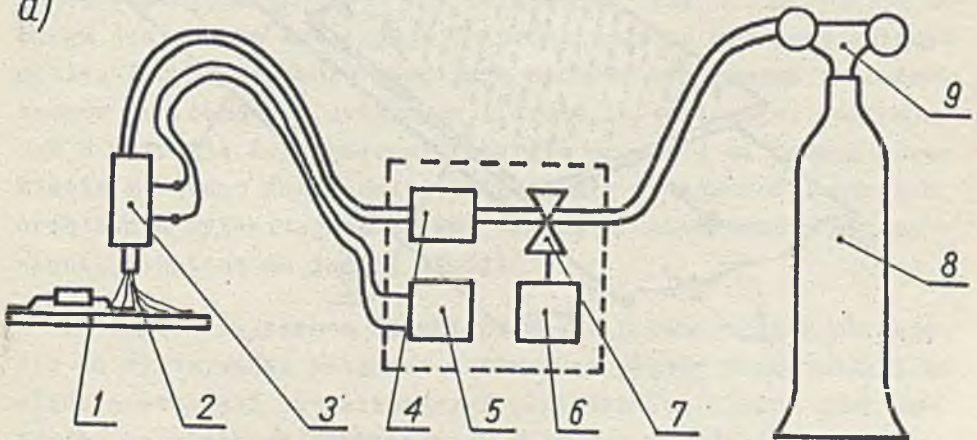
1 - obszar, w którym gromadzi się utlenione spoiwo; 2 - łopatkę zgarniającą warstwę tlenków z powierzchni płynnego spoiwa; 3 - wanna z płynnym spoiwem; 4 - uchwyty płytki zawieszony na łańcuchu transportera; s - droga płytki podczas ruchu po powierzchni płytki /B - punkt początkowy ruchu, A - punkt końcowy/

Porównując metodę lutowania na fali i metodę zanurzeniową zauważa się pewne podobieństwo torów ruchu części łączonych i cząsteczek spoiwa oraz różnicę przy zwilżaniu przez płynne spoiwo łączonych elementów. W przypadku lutowania na fali spoiwo wchodzi w szczeliny pomiędzy łączonymi elementami pod wpływem ciśnienia hydrodynamicznego. Natomiast w przypadku lutowania zanurzeniowego płynne spoiwo wpływa w szczeliny na skutek zjawiska włoskowatości.

Metoda lutowania zanurzeniowego charakteryzuje się tymi samymi cechami co metoda lutowania na fali.

Metoda lutowania za pomocą strumienia gorącego gazu polega na położeniu pomiędzy łączonymi elementami określonej porcji spoiwa w postaci kremu lutowniczego, lub np. obrączki zwinętej z drutu lutowniczego i dostarczeniu energii cieplnej skierowując strumień gorącego gazu na miejsce wykonywanej spoiny. Pomysł stosowania strumienia gazu jako nośnika energii cieplnej powstał podczas analizy trudności związanych z doborem odpowiedniego grota, który nie wprowadzałby zanieczyszczeń do połączenia oraz trudności przy rozwiązaniu automatyzacji zetknięcia grota z elementami łączonymi. Zwrócono wtedy uwagę na sposób nagrzewania za pomocą strumienia gorącego gazu. Jest to bardzo stary sposób, który stosowano w piecach dy-markowych a obecnie jest stosowany w praktyce rzemieślniczej /zegarmistrzostwo, złotnictwo/ przy wykonywaniu małych połączeń lutowanych. Powyższa myśl została zrealizowana w konstrukcji urządzenia przedstawionego na rys. 3a. Sprężony gaz /np. azot a najlepiej hel/ wypływa z butli poprzez reduktor ciśnienia. Zawór umieszczony za reduktorem jest otwierany przez operatora i zamykany przez mechanizm czasowy. Okres czasu upływający od momentu otwarcia do momentu zamknięcia zaworu może być zmieniony. Natężenie przepływu jest mierzone

a)

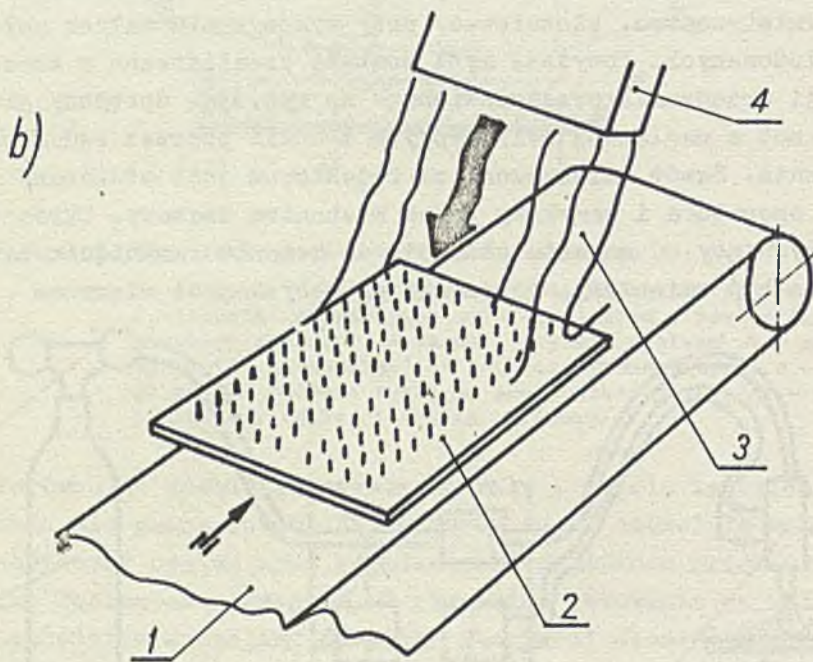


Rys. 3. a/ Urządzenie do lutowania za pomocą strumienia gorącego gazu

- 1 - płytka drukowana, do której przylutowany jest mikroukład;
- 2 - strumień gorącego gazu; 3 - grzałka; 4 - zawór regulacji natężenia przepływu; 5 - termoregulator; 6 - mechanizm czasowy zamykający zawór ; 7 - zawór; 8 - butla ze sprężonym gazem; 9 - reduktor ciśnienia

przez przepływomierz i regulowane dodatkowym zaworem. Podczas przepływu gazu przez grzałkę jego temperatura gwałtownie wzrasta. Temperatura grzałki jest regulowana przez termoregulator. Urządzenie składające się z wyżej opisanych zespołów pozwala uzyskać "podmuchy" gorącego gazu charakteryzujące się żądanymi powtarzalnymi parametrami.

W celu zwiększenia wydajności zbudowano urządzenie, w którym umieszczono w jednej linii obok siebie kilkanaście strumieni gorącego gazu, tworzących jak gdyby kurtynę gazową pozwalającą na masowe lutowanie /rys. 3b/.



Rys. 3. b/ Urządzenie do masowego lutowania za pomocą kurtyny gorącego gazu

1 - transporter; 2 - drukowana płyta połączeń w bloku; widoczne są wystające wyprowadzenia kontaktów; 3 - kurtyna gorącego gazu; 4 - dysza

Technologia lutowania za pomocą strumienia gorącego gazu jest bardzo przydatna w przypadku wykonywania połączeń pomiędzy wyprowadzeniami kontaktów złącz z otworami metalizowanymi płyty tylnej. Połączeniom tym stawia się wymaganie pozostawienia czystych powierzchni wyprowadzeń kontaktów wystających powyżej otworów metalizowanych, tzn. na długości około 12 mm. Spełnienie tego wymagania jest możliwe przy lutowaniu za pomocą kurtyny gorącego gazu. W przypadku stosowania tej metody do wykonywania połączeń na płytce drukowanej z gęsto upakowanymi elementami, strumień gorącego gazu rozdmuchuje na boki stopiony krem lutowniczy oraz występują trudności z uzyskaniem powtarzalnych warunków nagrzewania we wszystkich punktach płytki. Ponadto strumień gorącego gazu nagrzewa obudowy mikroukładów lub innych elementów elektronicznych.

Dążąc do zmniejszenia masy strumienia gazu dostarczającego energię cieplną do miejsca wykonywanego połączenia, zwrócono uwagę na możliwość ogrzowania określonej powierzchni przez skupioną wiązkę promieni podczerwonych. Promienie emitowane przez rozżarzoną spiralę kwarcowej lampy halogenowej są skupione przez kondensator optyczny. Regulacja temperatury uzyskanej w miejscu wykonywanego połączenia oraz automatyzacja zabiegu jest nieco łatwiejsza do zrealizowania niż przy gorącym gazie. Przy urządzeniu tego typu stosuje się spoiwo w postaci kremów lub obrzązek zwijanych z drutu lutowniczego. Podobnie jak w metodzie doprowadzania energii cieplnej za pomocą strumienia gorącego gazu, celem zwiększenia wydajności zbudowano urządzenia wytwarzające płaską wiązkę promieniowania podczerwieni, skupioną na jednej linii.

Lutowanie za pomocą wiązki promieni podczerwonych stosuje się do wykonywania połączeń lutowanych między wyprowadzeniami złącz a otworami metalizowanymi płyt tylnych bloków oraz połączeń na płytkach drukowanych. Wadą tej metody jest nagrzewanie obudów elementów elektronicznych, częściowo można to zmniejszyć przez stosowanie odpowiednich masek osłaniających pola, na których nie ma połączeń lutowanych.

Dokonując analizy cech ww metod należy podkreślić istotne zalety metody lutowania za pomocą skupionej wiązki promieni podczerwonych w stosunku do metod pozostałych:

- możliwość wykonywania połączeń pomiędzy złączonymi wyprowadzeniami i złączonymi otworami metalizowanymi, charakteryzujących się dużą wytrzymałością;
- oszczędność używanego spoiwa, w porównaniu z metodą lutowania za pomocą stojącej fali spoiwa lub metodą zanurzeniową oraz zbędność zabiegu oczyszczenia płytki po zabiegu lutowania;
- prostota konstrukcyjna i tanie urządzenia do lutowania za pomocą skupionej wiązki promieni.

Odnosnie pierwszej zalety należy wyjaśnić, że podczas procesu lutowania warstwa złota na łączonych elementach jest rozpuszczona i przenika do płynnego spoiwa, tworząc kryształy $AuSn_2$ w kształcie długich igieł, które znacznie obniżają wytrzymałość mechaniczną spoiny^{38/}. Przeprowadzone badania wykazały, że do uzyskania dostatecznej wytrzymałości spoiny lutowniczej wykonywanej za pomocą stopu SnPb, zawartość Au w stopie lutowniczym nie może przekraczać 5%. W przypadku stosowania metody lutowania za pomocą stojącej fali lutowia lub metody lutowania zanurzeniowego, warstwa złota jest zmywana z łączonych elementów i przenika do masy płynnego lutowia zmagazynowanego w wannie. W ten sposób zawartość złota w stopie lutowniczym powiększa się po każdym zabiegu lutowania złączonych elementów i przekracza dopuszczalną wartość 5%.

Oszczędność spoiwa przy lutowaniu za pomocą promieni podczerwonych jest oczywista, jeśli porównujemy tę metodę z luto-

^{38/} Wg publikacji Foster, F.G.: A S T M Techn. Publ. 319, Papers on Soldering, 1962, p. 13-19, zależność wytrzymałości spoiny od zawartości Au w stopie SnPb /60% i 40%/ jest następująca:

0 % Au	412	kg/cm ²
2,5% Au	432	"
5,0% Au	384	"
10,0% Au	349	"
15,0% Au	331	"

waniem zanurzeniowym czy lutowaniem na stojącej fali spoiwa, przy których urządzenia przed uruchomieniem muszą być napełnione dużym wsadem. Jak już powiedziano, podczas lutowania metal z płytek z obwodami drukowanymi jest rozpuszczony i splukiwany do wanry ze spoiwem. Jest to szczególnie niekorzystne w przypadku splukiwania warstw Au, jak wyżej wyjaśniono, i w przypadku rozpuszczania oraz splukiwania Cu z powierzchni obwodów drukowanych. Miedź przenikając do płynnego spoiwa powoduje podnoszenie się jego temperatury topnienia. Tak więc zanieczyszczony wsad spoiwa musi być okresowo wymieniany, co w rezultacie podnosi koszty produkcji. Dodatkowe zużycie spoiwa spowodowane jest powstawaniem sopli i "mostków" na powierzchni płytki po jej wyjściu z obszaru działania fali lutowia. Sople i mostki muszą być usuwane za pomocą ręcznej lutownicy, bez odzyskania oczywiście spoiwa.

Zbędność zabiegu oczyszczania płytki po zabiegu lutowania za pomocą skupionej wiązki promieni podczerwonych jest oczywista, jeśli weźmie się pod uwagę, że płytka nie jest pokrywana topnikiem jak w przypadku lutowania na fali.

Prostota konstrukcyjna i taniaść urządzenia do lutowania za pomocą omawianej metody staje się widoczna przy porównaniu z urządzeniami do lutowania za pomocą stojącej fali stopionego spoiwa lub strumienia gorącego gazu.

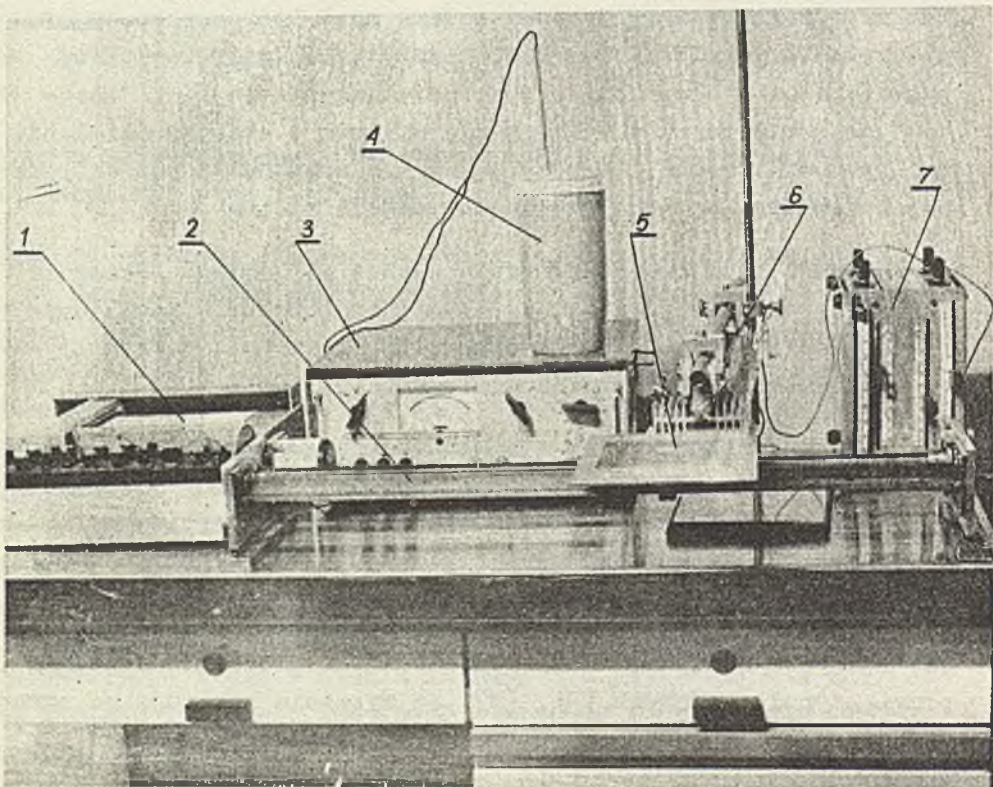
Z uwagi na powyższe zalety, w ostatnich latach pojawiło się na rynku handlowym wiele urządzeń do lutowania za pomocą promieni podczerwonych [2], [3], co wyraźnie wskazuje na ugruntowanie się tej metody w produkcji przemysłowej.

Biorąc pod uwagę potrzeby krajowe w tym zakresie oraz zalety metody i jej rozpowszechnianie się w przemyśle światowym, w Zakładzie Aparatury Kontrolno-Pomiarowej i Technologicznej IMM podjęto prace nad opracowaniem półautomatycznego urządzenia do lutowania emitującego skupioną wiązkę promieni podczerwonych. W tym celu zbudowano model urządzenia i przeprowadzono próby lutowania. W zbudowanym modelu urządzenia oparto się na zespołach produkcji krajowej.

2. OPIS STANOWISKA DO BADAŃ

Model urządzenia pokazany na rys. 4 składa się z następujących zespołów:

- emiter podczerwieni wraz z zasilaczem,
- transporter wraz z zasilaczem,
- termopara z rejestratorem^{*/}.



Rys. 4. Stanowisko do przeprowadzenia prób z lutowaniem za pomocą skupionej wiązki promieni podczerwonych

1 - rejestrator, 2 - transporter, 3 - zasilacz układu napędowego transportera, 4 - termos z zimnymi końcami termopary, 5 - płytka drukowana z metalizowanymi otworami, w które powtykano odcinki drutów i kontakty złącz; na płytce widoczne jest miejsce przyklejenia termopary, 6 - emiter, 7 - autotransformator

^{*/} Konstrukcję urządzenia opracował pod kierunkiem autora W. Balowski; urządzenie wykonał technik W. Grochowski

Emiter został zbudowany z lampy halogenowo-kwarcowej o mocy 1000 W /produkcji Zakładów im. R. Luksemburg w Warszawie/ i kondensora w kształcie walca o podstawie eliptycznej, przeciętego płaszczyzną przechodzącą przez krótsze osie obu podstaw. Wklęsła powierzchnia kondensora została wykonana z blachy aluminiowej poddanej obróbce elektropolerowania. Ponieważ moc wypromieniowywana przez emiter zależy od napięcia zasilającego lampę, w obwód lampy wstawiono autotransformator i woltomierz, które pozwalają ustalić właściwe napięcie. Emiter jest umocowany tak, aby istniała możliwość przesuwania na pionowej kolumnie. Przesuwając emiter wzdłuż kolumny ustala się jego położenie względem lutowanego elementu umocowanego na stoliku transportera.

Transporter w urządzeniu stanowi długa śruba napędzająca nakrętkę ze stolikiem, na którym mocuje się elementy poddawane lutowaniu. Śruba napędzana jest od silnika poprzez przekładnię kół zębatach. Zmiana napięcia zasilającego silnik powoduje zmianę jego prędkości kątowej, a tym samym prędkości przesuwu stolika.

Termopara typu miedź - konstantan połączona jest z rejestratorem XY³²/. Zimne końce termopary umieszczone są w termosie z wodą i lodem.

3. OPIS WYKONANYCH PRÓB LUTOWANIA

Celem prób było:

- sprawdzenie przydatności w urządzeniach do lutowania lamp halogenowo-kwarcowych produkcji krajowej,
- sprawdzenie technologii łączenia drutów i wyprowadzeń kontaktów złącz z otworami metalizowanymi płytek za pomocą lutowania promieniami podczerwonymi,

*/ Wybór termopary i rejestratora oraz skalowanie zespołu mierzącego temperaturę przeprowadził mgr inż. M. Mika

- określenie niektórych parametrów procesu lutowania /ilość spoiwa, temperatura i czas zabiegu dostarczenia energii cieplnej do miejsca wykonywanego połączenia/.

Przedmiotem próby były dwuwarstwowe płytki drukowane z metalizowanymi otworami, w które wlutowywano wyprowadzenia kontaktów złącz Socapex 117 204 i odcinki drutu DA_g /rys. 5/. Płytki dwuwarstwowe o grubości 1,6 mm z otworami metalizowanymi warstwą Cu, a następnie stopu SnPb, o średnicy wewnętrznej $0,7 \div 0,8$ mm, wykonane były przez Zakład Doświadczalny IMM. Do chwili wykonywania prób płytki były przechowywane w magazynie przez 20 miesięcy od momentu wyprodukowania.

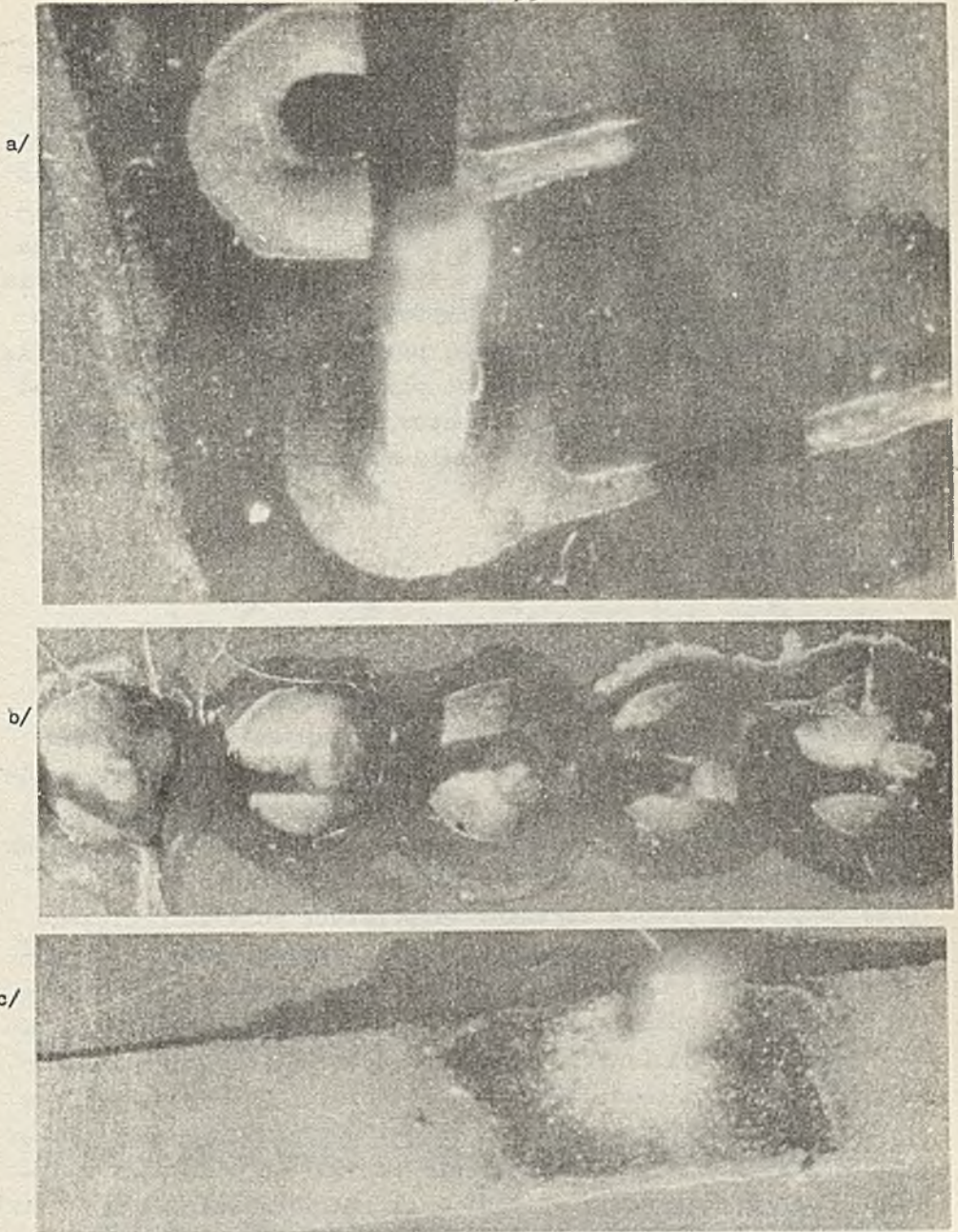
Kontakty użyte podczas prób wyjęto ze złącza produkcji Socapex /Francja/, o oznaczeniu katalogowym 117 204. Kontakty o przekroju wyprowadzeń $0,36 \times 0,72$ mm wykonane były z brązu berylowego pokrytego warstwą Ag o grubości 7 μ m, następnie warstwą Ni o grubości 1 μ m i warstwą Au o grubości 0,4 μ m.

Kawałki drutu wlutowywane w otwory odcięte były z drutu DA_g /oznaczenie wg ZN-56/MPM-13-04006/ miedzianego, srebrzonego, niez izolowanego, o średnicy 0,5 mm.

Podczas prób używano spoiwa SnPb Multicore 65 /dru^t z rdzeniem z topnika^{*/}, w kształcie pierścionków zwiniętych z drutu o średnicy 0,71 mm. Średnica wewnętrzna pierścionków 0,8 mm. Pierścionki były nasuwane na wystające z otworów metalizowanych kontakty i odcinki drutu.

Płytką z powtykanymi w metalizowane otwory kontaktami i odcinkami drutu, na końcach których nanizane były pierścionki spoiwa, była układana na stoliku transportera. Obok miejsc, w których wykonywano połączenia przyklejano na płytce termoparę za pomocą taśmy klejącej, odpornej na wysoką temperaturę. Stolik podsuwano pod emiter, który ustawiano tak, żeby wiązka promieni była skupiona na powierzchni płytki. Następnie zamykano obwód zasilania lampy i jednocześnie uruchamiano rejestrator

^{*/} Produkcji Multicore Solders Ltd. Hemel Hempstead /England/



Rys. 5. Próbkki połączeń lutowanych między otworami metalizowanymi a odcinkami drutów i kontaktami złącz. Połączenia wykonane za pomocą skupionej wiązki promieni podczerwonych

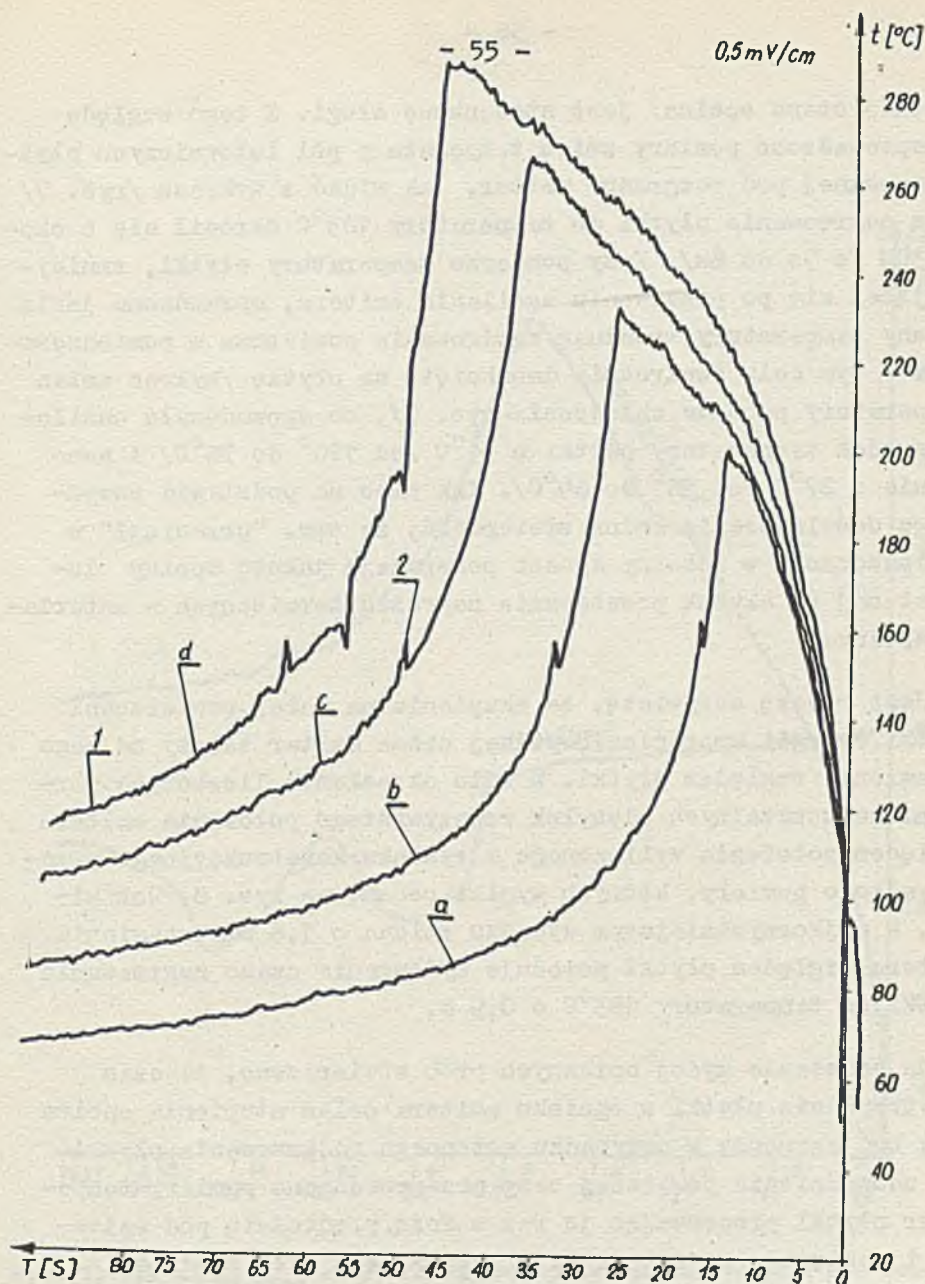
- a/ kontakt złącza wlutowany w otwór metalizowany,
- b/ połączenia lutowane między drutami i otworami metalizowanymi, których osie leżą wzdłuż jednej linii,
- c/ połączenie lutowane pomiędzy drutem a otworem metalizowanym z kołnierzem w kształcie szerokiego pasa folii

zmian temperatury na płytce w miejscach lutowania. W ten sposób otrzymano wykres wzrostu temperatury miejsca lutowania w funkcji czasu. Na podstawie wykresu można było określić czas potrzebny na wykonanie połączenia lutowanego, dokładniej czas potrzebny na stopienie spoiwa. Po uzyskaniu pozytywnych wyników z pierwszych prób, wykonano próby topienia spoiwa podczas przesuwania ruchem jednostajnym wyżej opisanej płytki pod emiterym. Ponieważ stwierdzono korzyści wynikające ze wstępnego nagrzewania elementów łączonych, przeprowadzono następną serię prób, podczas których przesuwało się płytkę z dużą prędkością pod emiterym w celu nagrzania elementów, a następnie przesuwało się powtórnie z małą prędkością w celu stopienia spoiwa.

4. WYNIKI PRÓB

Na rys. 6 pokazano pęk krzywych uzyskanych podczas rejestracji zmian temperatury pół lutowniczych płytki poddawanej w różnych okresach czasu działaniu skupionej wiązki promieni podczerwonych. Wykresy pokazują zmiany temperatury nieruchomej płytki ułożonej pod emiterym. Początkowy punkt wykresu odpowiada momentowi przyłożenia napięcia do zacisków emiterym. Ponieważ czterokrotnie włączano emiterym promieni nagrzewających płytkę, wydłużając za każdym razem czas działania emiterym, przy ostatniej próbie uzyskano temperaturę pola lutowniczego płytki równą 290°C . Nierówności linii wykresu widoczne na gałęzi obrazującej nagrzewanie płytki oraz nierówności na gałęzi obrazującej chłodzenie płytki zostały wywołane zawieraniem powietrza w pomieszczeniu. Celem udowodnienia tego stwierdzenia przeprowadzono doświadczenie opisane za pomocą wykresu na rys. 7 i 10. Ostre kolce na części wykresu uzyskanej podczas chłodzenia płytki /w zakresie od 160° do 150°C / są wynikiem zmian zachodzących w stopie metali spoiwy termopary.

Ponieważ rozgrzewający się emiterym wypromieniowuje tylko część energii dostarczanej ze źródła zasilającego, czas nagrzewania płytki do temperatury 183°C /tzn. temperatury eutek-



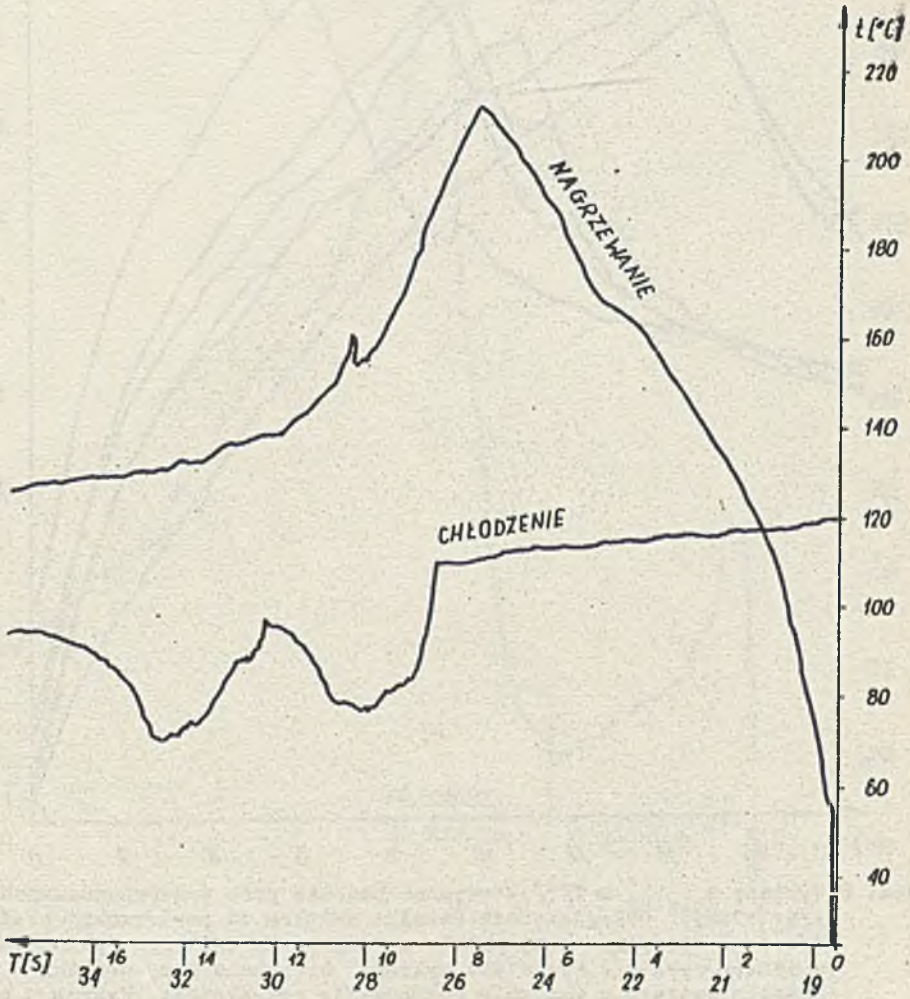
Rys. 6. Wykresy zmian temperatury płytki w funkcji czasu otrzymane przy próbach z włączeniem emitera promieni podczerwonych. Wykres "a" został wykonany podczas pierwszej próby. Pozostałe wykresy "b", "c", "d" zostały uzyskane podczas drugiej, trzeciej i czwartej próby

1 - nierówności wykresu spowodowane zmianami temperatury wywołanej chłodzeniem od zawiorań powietrza, 2 - zmiana temperatury wywołana przemianą w stopie metali spoiny termopary

tyoznej stopu spoiwa/ jest stosunkowo długi. Z tego względu przeprowadzono pomiary zmian temperatury pól lutowniczych płytki wsuwanej pod rozgrzany emiter. Jak widać z wykresu /rys. 7/ czas nagrzewania płytki do temperatury 183°C skrócił się o około 30% /z 9s do 6s/. Przy pomiarze temperatury płytki, zmniejszającej się po przerwaniu zasilania emitera, sprawdzono jakie zmiany temperatury wywołują zawirowania powietrza w pomieszczeniu. W tym celu dwukrotnie dmuchnięto na płytkę /wykres zmian temperatury podczas ochłodzenia-rys. 7/, co spowodowało chwilowy spadek temperatury płytki o 34°C /od 110° do 76°C / i następnie o 27°C /od 96° do 69°C /. Tak więc na podstawie powyższego doświadczenia można stwierdzić, że tzw. "przeociągi" w pomieszczeniu w istotny sposób pogarszają jakość spoiny lutowniczej na skutek powstawania naprężeń termicznych w materiale spoiny.

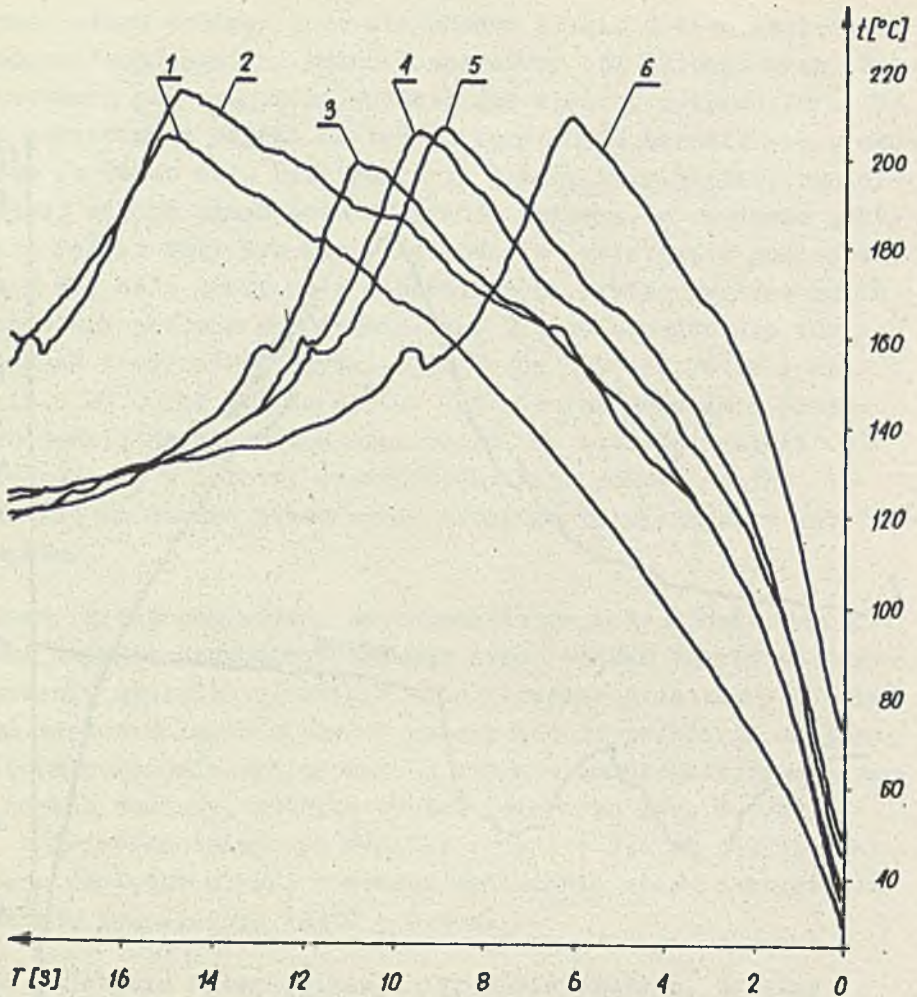
Jest rzeczą oczywistą, że skupienie na małej powierzchni płytki energii wypromieniowywanej przez emiter zależy od jego ustawienia względem płytki. W celu określenia liczbowych wartości dopuszczalnych odchyłek rzeczywistego położenia emitera względem położenia wyliczonego z rysunku konstrukcyjnego przeprowadzono pomiary, których wyniki podano na rys. 8. Jak widać, w najkorzystniejszym wypadku zmiana o 1,6 mm ustawienia emitera względem płytki powoduje wydłużenie czasu nagrzewania płytki do temperatury 183°C o 0,9 s.

Na podstawie wyżej opisanych prób stwierdzono, że czas przetrzymania płytki w ognisku emitera celem stopienia spoiwa może być skrócony w przypadku wstępnego podgrzewania płytki. Dla udowodnienia powyższej tezy przeprowadzono pomiary temperatur płytki przesuwając ją raz z dużą prędkością pod emitorem i następnie po raz drugi przesuwając z małą prędkością. Wyniki pomiarów w postaci wykresu $t_{\text{płytki}} = f/T$ pokazano na rys. 9 i 10. Wykresy składają się z dwóch części. Pierwsza część wykresu odwzorowuje zmiany temperatury przy przesuwaniu płytki z prędkością 0,52 cm/s pod emitorem, tzn. zmiany temperatury przy podgrzewaniu płytki. Różnice zmierzonych



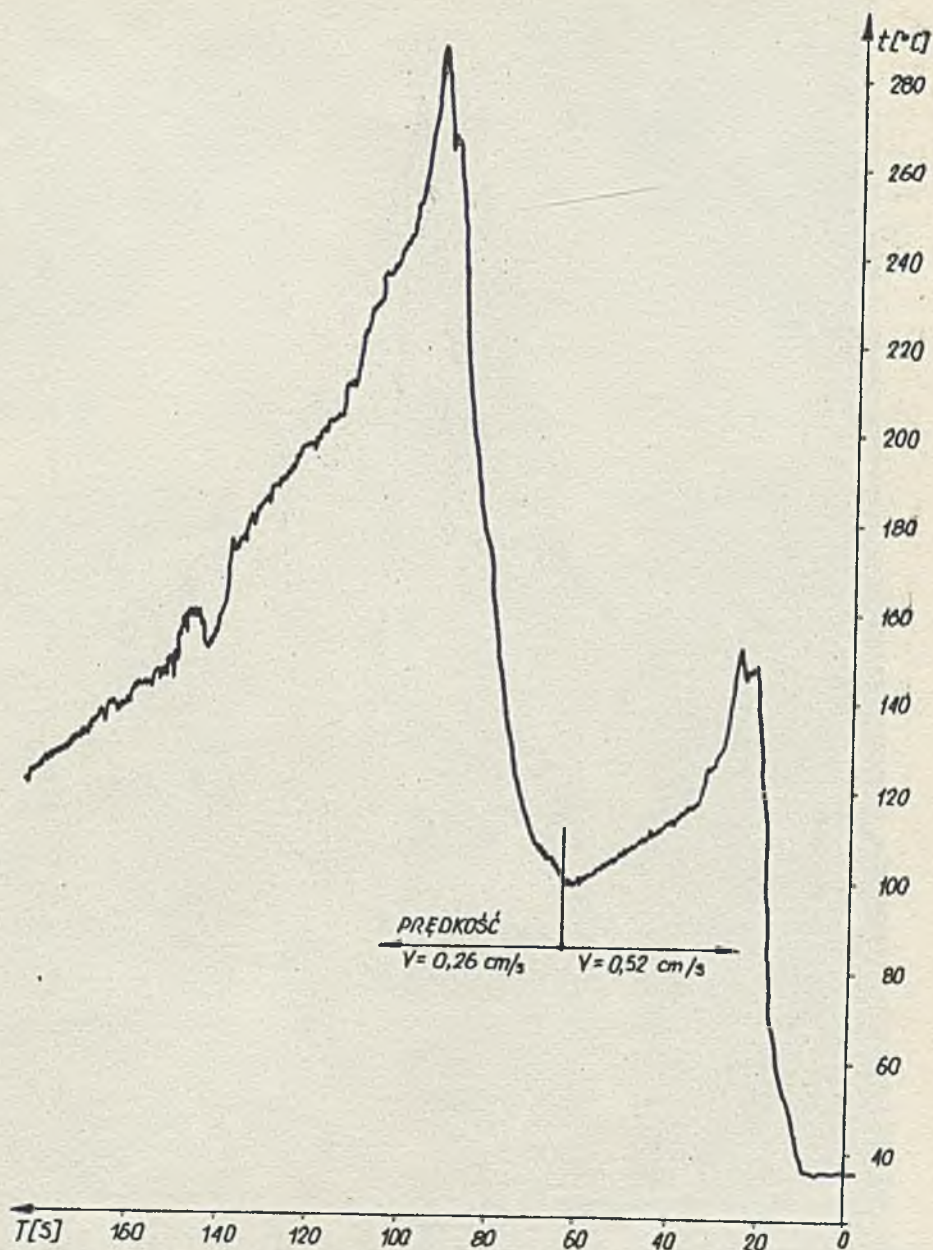
Rys. 7. Wykres $t_{\text{płytki}} = f/T$ otrzymany przy wsuwaniu płytki pod rozgrzany emiter z palącą się lampą

Z powodu ograniczonego zakresu rysowania krzywej przez rejestrator, po 18,5 s od momentu rozpoczęcia rejestracji cofnięto pisak do osi "t", który ponownie zaczął kreślić dalszy ciąg krzywej. Stąd na osi "T" zaznaczono dwa ciągi liczb odpowiadających sekundom. Wartości od 0 do 16 odnoszą się do pierwszej części krzywej, wartości od 19 do 34 odnoszą się do dalszego ciągu krzywej wykreślonej po cofnięciu pisaka do osi "t"

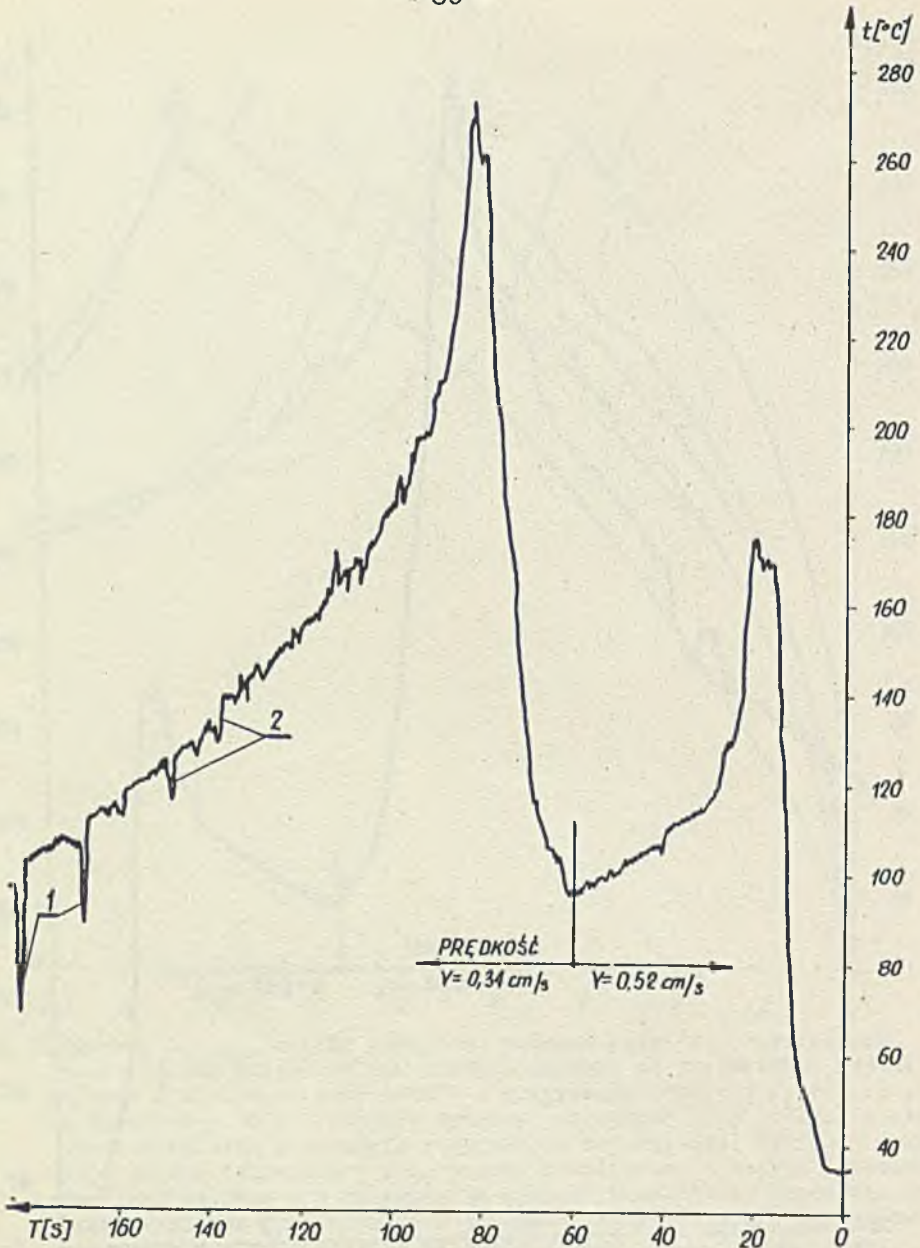


Rys. 8. Wykresy $t_{\text{płytki}} = f/T$ otrzymane podczas prób przeprowadzanych przy różnych odległościach żarnika emitera od powierzchni płytki. Wykres 6 otrzymano przy próbie z rozgrzanym emiterym /podobnie jak w opisie rys. 4/. Pozostałe wykresy otrzymano przy próbach z włączeniem emitera w momencie rozpoczęcia rejestracji. Wykres 1 pokazuje zmiany temperatury przy próbie z emiterym, w którym położenie żarnika obniżono o 1 mm względem ogniska kondensora. Pozostałe wykresy uzyskano przy próbach z emiterym, którego żarnik był ustawiony w ognisku kondensora zwierciadlanego

1 - emiter ustawiony w nominalnej odległości od płytki; 2 - odległość emitera od płytki równa odległości nominalnej zmniejszonej o 3,8 mm; 3 - przy ustawieniu emitera w nominalnej odległości od płytki, przed rozpoczęciem próby całe urządzenie wraz z płytką ochłodzono do temperatury około 16°C; 4 - odległość emitera od płytki równa odległości nominalnej zwiększonej o 1 mm; 5 - odległość emitera od płytki równa odległości nominalnej zmniejszonej o 0,6 mm; 6 - odległość emitera od płytki nominalna

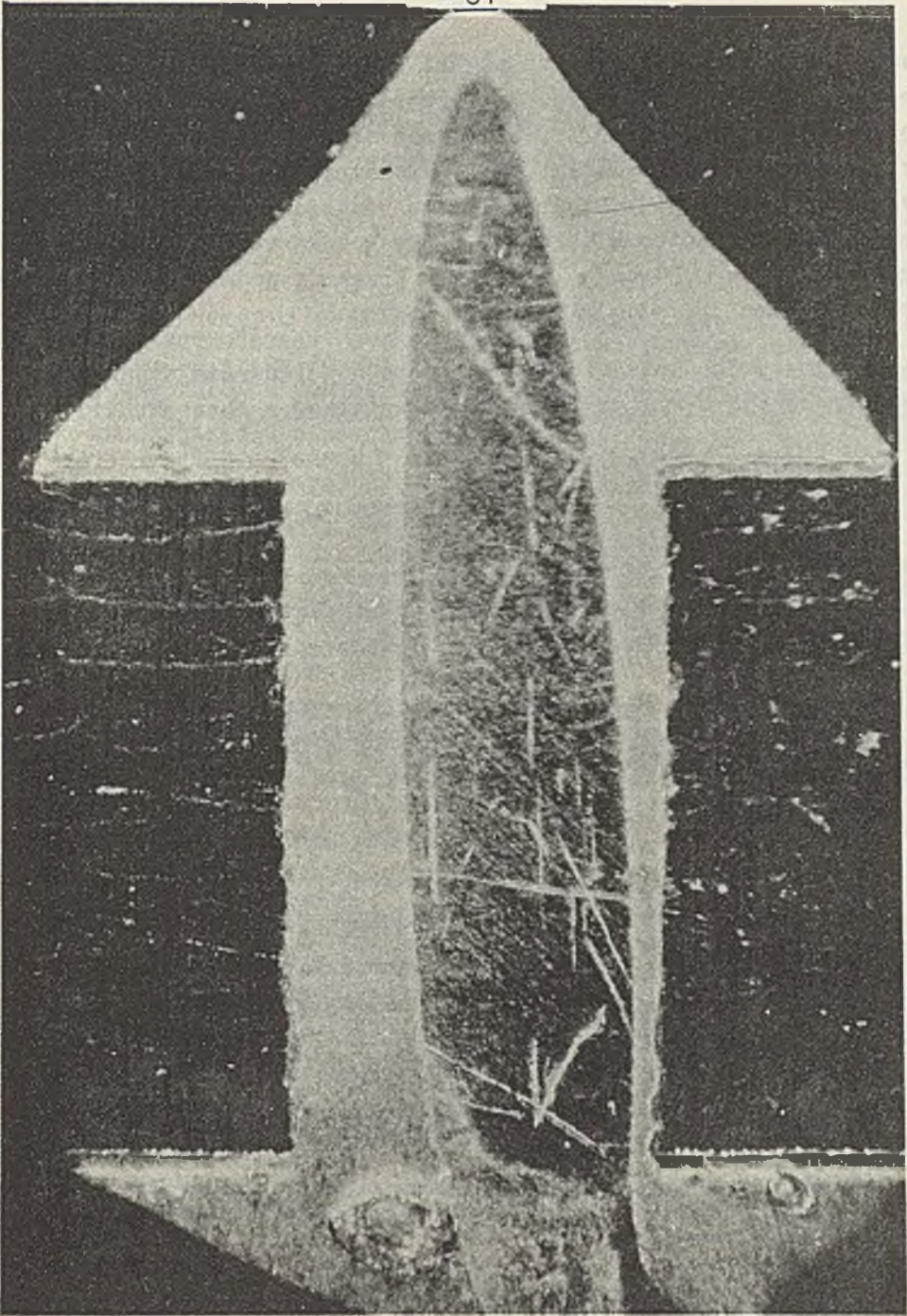


Rys. 9. Wykres zmian temperatury dużej powierzchni folii na płytce /powierzchnia ekranująca/ przesuwanej dwukrotnie pod emiterym /próbka nr 8/. Pierwsze przesunięcie wykonano z prędkością $v = 0,52 \text{ cm/s}$ w celu podgrzania płytki. Następnie drugie przesunięcie podgrzanej płytki zrealizowano z prędkością $v = 0,26 \text{ cm/s}$. Odległość emitery od powierzchni płytki - nominalna



Rys. 10. Wykres zmian temperatury małego pola lutowniczego płytki /próbka nr 9/ przesuwanej dwukrotnie pod emiterem. Pierwsze przesunięcie z prędkością $v = 0,52 \text{ cm/s}$ w celu podgrzania płytki i następnie drugie przesunięcie z prędkością $v = 0,34 \text{ cm/s}$

1 - gwałtowne spadki temperatury wywołane dmuchaniem na płytkę; 2 - spadki temperatury wywołane zawirowaniami powietrza spowodowanymi ruchami rąk



Rys. 11. Przekrój połączenia lutowanego wykonanego za pomocą urządzenia modelowego /próbka 8/. Płytkę z otworami metalizowanymi, w które wlutowane są druty, przechowywano od momentu wyprodukowania przez 20 miesięcy

temperatur przy podgrzewaniu płytki spowodowane są faktem, że w pierwszej próbie /rys. 9/ termopara była przymocowana do dużej powierzchni folii, a podczas drugiej próby /rys. 10/ była przymocowana do małego pola lutowniczego. Druga część wykresu powstała podczas przesuwania podgrzewanej płytki pod emitorem. Przesunięcie dokonano z prędkością $v = 0,26$ cm/s /rys. 9/ i $v = 0,34$ cm/s /rys. 10/. Przekrój jednego z wykonanych połączeń lutowanych pokazano na rys. 11.

We wszystkich opisanych wyżej próbach połączenia wykonywano przy użyciu 0,2 g drutu spoiwa zwiniętego w obrączkę.

5. WNIOSKI

Wyniki prób potwierdziły:

- możliwość zbudowania urządzenia do lutowania na lampach halogenowo-kwarcowych produkcji krajowej,
- skuteczność wykonywania połączeń lutowanych za pomocą skupionej wiązki promieni podczerwonych w przypadku wlutowywania wyprowadzeń kontaktów złącz w otwory metalizowane płyty z obwodem drukowanym,
- możliwość skrócenia czasów wykonywania połączeń lutowanych przez dalsze doskonalenie konstrukcji emitera,
- celowość i opłacalność zastosowania omawianego urządzenia do wykonywania połączeń lutowanych pomiędzy wyprowadzeniami elementów dyskretnych i mikroukładów a otworami metalizowanymi płytek w przypadku produkcji małej i średnioseryjnej.

Literatura

- [1] EKNER J.: Technologie połączeń stosowane przy makromontażu modułowych urządzeń elektronicznych, Pomiary Automatyka Kontrola, 1971, zeszyt 11, 12.
- [2] Federal Tool Engineering Co., 1384 Pompton Ave., Cedar Grove, New Jersey /USA/: Infrared flat pack reflow soldering machines /prospekt/.
- [3] ISERT H.: Weichlöten an durchkontaktierten vergoldeten Leiterplatten mit Hilfe fokussierter Infrarotstrahlen, Feinwerktechnik Jahr 73, April 1969:4.

ИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПАЙКЕ С ПОМОЩЬЮ СОСРЕДОТОЧЕННОГО ПУЧКА ИНФРАКРАСНЫХ ЛУЧЕЙ

Резюме

Пайка, которую мы чаще всего встречаем в модульных, электронных устройствах, это соединение между выводом элемента электронной схемы /например, выводом транзистора или микросхемы/, или выводом контакта разъёма с металлизированными отверстиями в пластинках с печатными схемами. В Отделе контрольно-измерительной и технологической аппаратуры ИММ, после проведения анализа разных применяемых в настоящее время методов массовой пайки, развёрнуты работы по полуавтоматическому устройству для пайки с помощью сосредоточенного пучка инфракрасных лучей. Для этой цели была построена модель устройства и проведены испытания выполнения пайных соединений между медными серебрёнными элементами и бронзовыми золочёнными элементами с металлизированными отверстиями /слой Cu потом слой SnPb/. Как вяжущее вещество были употреблены кольца из проволоки SnPb Multicoore 65 производства Multicoore Solders Ltd., England. Целью исследований была:

- проверка пригодности холодно-кварцевых ламп, польского производства в устройствах пайки,
- проверка технологии соединений исполненных рассматриваемым методом пайки,
- определение некоторых параметров процесса пайки.

Результаты исследований подтверждают:

- возможность построить аппаратуру для пайки с холодно-кварцевыми лампами,
- эффективность выполнения пайных соединений с помощью сосредоточенного пучка инфракрасных лучей в случае пайки выводов контактов разъёмов в металлизированных отверстиях пластинок с печатными схемами,
- возможность сокращения времени выполнения пайных соединений путём оптимизации исследованных параметров,
- эффективность и рентабельность применения рассматриваемого устройства для выполнения пайных соединений между выводами дискретных элементов с металлизированными отверстиями в пластинках, в случае производства малых и средних серий.

ON INVESTIGATIONS OF SOLDERING BY MEANS OF A CONCENTRATED INFRARED BEAM

Summary

The most often used type of a soldered joint in electronic module devices is between the lead of a system element /e.g. transistor or I.C./ or a contact terminal of a connector and the P.T.H. in a printed circuit board. In the Department of Measurement, Control and Technological Apparatuses in the Institute of Mathematical Machines in Warsaw, after having analyzed various used so far methods of mass soldering, work was started on a semi-automatic device for soldering by means of a concentrated infrared beam. A model of the device was constructed and tests were performed on soldered joints between silvered copper elements, gilded bronze elements and P.T.H. /a Cu layer, next a SnPb layer/. Rings coiled of wire SnPb Multicolore 65 produced by Multicolore Solders Ltd., England were used as solder. The tests aimed at:

- checking the usability of Polish halogen-quartz tubes to soldering devices,
- checking the technology of joining - by means of the above discussed method of soldering,
- determination of some parameters of the soldering process.

The results confirmed:

- the possibility to construct a machine for soldering with Polish halogen-quartz tubes,
- the effectiveness of producing soldered joints by means of a concentrated infrared beam in case of soldering the contact terminal of a connector into printed circuit board P.T.H.,
- the possibility of shortening the time needed to perform soldered joints by optimization of investigated parameters,
- the purposefulness and profitability of using the discussed machines to perform soldered joints between discrete element leads and P.T.H. in the case of small and middle series production.

Z BADAŃ PEWNYCH WŁAŚCIWOŚCI WARSTW
REJESTRUJĄCYCH MAGNETYCZNYCH TAŚM
KOMPUTEROWYCH

Antoni KWIATKOWSKI
Hanna KUŹNICKA
Józefa KARASIŃSKA-KWIATKOWSKA

Pracę złożono 8.09.1971

W pracy opisano wyniki badań właściwości fizykochemicznych i magnetycznych warstw rejestrujących magnetycznych taśm komputerowych importowanych do Polski w latach 1969-1970 z 10 różnych firm zachodnich. Przedstawiono wpływ różnych rozpuszczalników na spójność warstwy i jej przyczepność do podłoża. Podano wyniki badania chropowatości powierzchni warstw oraz badań morfologicznych. Przedstawiono wyniki badania pętli histerezy magnetycznej tych taśm.

WSTĘP

Kontynuując wcześniej rozpoczęte prace [1] przeprowadzono badania 10 typowych magnetycznych taśm komputerowych importowanych do Polski w latach 1969-1971 z różnych firm zachodnich. Taśmy pochodziły z firm: BASF, Agfa-Gevaert /NRF/, Mac Panel, Mac Attwood, Precision Data Tape, Kodak, Memorex, Ampex /USA/ i Pyral /Francja/. Celem badań było ustalenie, jakie zmiany we właściwościach fizyko-chemicznych, morfologicznych i magnetycznych wprowadzone zostały w ostatnich latach do warstw rejestrujących magnetycznych taśm komputerowych. Badaniom poddano taśmy najczęściej stosowane w stacjach pamięci taśmowych EMC w Polsce.

Badanie morfologii i struktury magnetycznych warstw rejestrujących na taśmach prowadzono w mikroskopie elektronowym JEM X-5.

Identyfikację materiału magnetycznego użytego do wyrobu taśm dokonano rentgenowską analizą fazową.

Wpływ różnych rozpuszczalników na spójność i przyczepność warstw rejestrujących do podłoża badano w warunkach:

- oczyszczenia powierzchni warstw przez pocieranie ich iruchą nasyconą badanym rozpuszczalnikiem
- przez zanurzenie odcinka taśmy do rozpuszczalnika na ustalony okres czasu.

Nowym elementem badań było oznaczenie chropowatości powierzchni magnetycznych warstw rejestrujących. Badanie przeprowadzono w przyrządzie Rank Taylor Hobson Leicester. Uzyskane wyniki zestawiono z fotografiami badanych powierzchni w powiększeniu 40 razy oraz fotografiami typowych fragmentów obszarów powierzchni tych warstw w powiększeniu 4000 razy. Pętle histerezy magnetycznej taśm badano ferrotasterem "Orion" z adaptowaną cewką pomiarową.

2. PRACE EKSPERYMENTALNE

Badania morfologii magnetycznych warstw rejestrujących, poza stwierdzeniem występowania zabezpieczających warstewek powierzchniowych, nie wykazały istotnych różnic w porównaniu z warstwami rejestrującymi taśm komputerowych opisanymi we wcześniejszej pracy [1], w związku z czym badania te nie będą szczegółowo omawiane. Wszystkie badane warstwy wykazują orientację ziaren materiału magnetycznego; ich długie osie układają się w przybliżeniu równolegle do długiej osi taśmy. W porównaniu z badanymi wcześniej taśmami zmniejszyła się liczba aglomeratów ziaren, co wskazuje na udoskonalenie technologii wytwarzania zawieszin proszków ferromagnetycznych w roztworach spoiw. Badanie materiału magnetycznego wykazało, że wszystkie warstwy rejestrujące wytworzono stosując

γ -Fe₂O₃.

Badanie wpływu różnych rozpuszczalników na spójność warstw magnetycznych i ich przyoczepność do podłoża przedstawiono w tabelach 1 i 2.

Próbki taśmy przed badaniem wyłożone były na okres 48 godzin w pomieszczeniu pracy stacji pamięci taśmowej, w celu nagromadzenia na ich powierzchni pyłów naturalnych dla środowiska.

Badanie wpływu zmywania powierzchni warstwy wykonano przez pocieranie jej przez około 30 s irchą nasyconą rozpuszczalnikiem. Próbkę taśmy suszono w temperaturze otoczenia przez około 10 min. Na wysuszoną powierzchnię warstwy magnetycznej naklejono przezroczystą taśmę z lepkiem podłożem typu Scotch. Następnie odklejono taśmę przezroczystą od badanej powierzchni i przyklejono do białego papieru. Oceny działania rozpuszczalnika na warstwę dokonywano przez porównanie z taśmą odklejoną od warstwy magnetycznej, na którą nie działano żadnym rozpuszczalnikiem. Wyniki badań zestawiono w tabeli 1.

Podobnie postępowano przy ocenie długotrwałego oddziaływania rozpuszczalników, do których zanurzono badane taśmy /tabela 2/.

Badanie chropowatości warstw magnetycznych stanowi istotny element oceny przydatności taśmy komputerowej do zastosowań. Chropowatością powierzchni nazywa się nierówność /obszary wypukłe i wklęsłe/ od setnych części mikrona do 200 μm przy odstępach pomiędzy nimi nie przekraczających 50 wysokości [2], [4].

Do opisu wyników badań podanych w niniejszej pracy przyjęto średnie arytmetyczne odchylenia profilu R_a /wliczone z pierwiastka kwadratowego sumy kwadratów rzędnych punktów profilu mierzonych od linii średniej.

Wygląd powierzchni badanych warstw magnetycznych w powiększeniu 40 razy i 4000 razy przedstawiono w tabelach 3 i 4.

Tabela 1

Działanie różnych rozpuszczalników na spoiwo magnetycznych warstw rejestrujących badanych taśm komputerowych przy pocieraniu irchę nasyconą rozpuszczalnikiem powierzchni badanej warstwy przez 30 s

Lp.	Nazwa taśmy	Woda destylo- wana 20°C	Alkohol		Octan		Aceton	n-hek- san	Benzen	Toluen
			etylo- wy	izopro- pylowy	etylu	butylu				
1	BASF 800 bpi	A	F	F	F	F	A	A	A	A
2	Agfa-Gevaert 800 bpi	A	A	A	F	F	F	A	F	F
3	Mac Attwood 800 bpi	A	A	A	F	F	F	A	B	B
4	Mac Attwood 1600 bpi	A	A	A	F	F	F	A	B	B
5	Mac Panel	A	A	A	F	F	F	A	B	A
6	Kodak 800 bpi	A	A	A	F	F	F	A	F	F
7	Ampex 800 bpi	A	A	A	F	F	F	A	B	B
8	Memorex	A	A	A	F	F	F	A	E	B
9	Precision Data Tape	A	A	A	F	F	F	A	E	E
10	Pyral 800 bpi	A	A	A	F	F	F	A	F	F

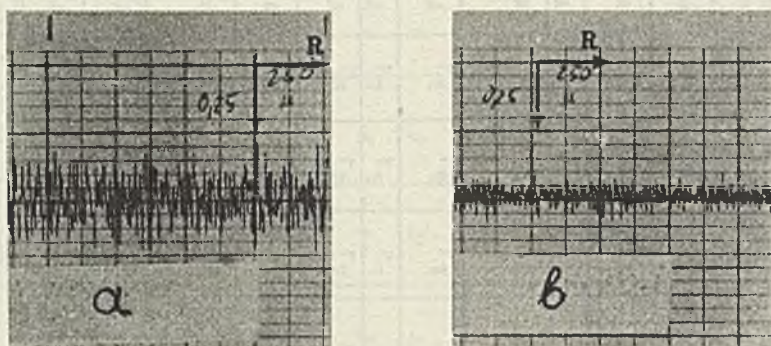
Znaczenie symboli: A - nie działa na warstwę magnetyczną, B - nieznacznie obniża spójność warstwy magnetycznej, C - obniża spójność warstwy magnetycznej, D - silnie obniża spójność warstwy magnetycznej, E - bardzo silnie obniża spójność warstwy magnetycznej, F - niszczy spójność warstwy magnetycznej i jej przyczepność do podłoża

Działanie różnych rozpuszczalników na spoiwo magnetycznych warstw rejestrujących badanych taśm komputerowych /przy zanurzeniu w rozpuszczalniku/

Lp.	Nazwa taśmy	Woda destylowana		Alkohol		Octan		Aceton	n-heksan	Benzen	Toluen
		20°C	80°C	etylowy	izopropylowy	etylu	butylu				
1	BASF 800 bpi Nr. N/2/45/V /4640/	A ⁴	A ⁴	E ¹	E ¹	E ¹	E ¹	B ²	A ⁴	B ¹ C ²	B ¹ C ²
2	Agfa-Gevaert 800 bpi	A ⁴	A ⁴	A ⁴	A ⁴	F ¹	F ¹	F ¹	A ⁴	E ¹	E ¹
3	Mac Attwood 800 bpi	A ⁴	A ⁴	A ⁴	A ⁴	F ¹	F ¹	F ¹	A ⁴	B ¹ C ² E ³	B ¹ C ² E ³
4	Mac Attwood 1600 bpi	A ⁴	A ⁴	A ⁴	A	F ¹	F ¹	F ¹	A ⁴	B ¹ D ³	B ¹ C ³
5	Mac Panel	A ⁴	A ⁴	A ⁴	A	F ¹	F ¹	F ¹	A ⁴	B ¹	D ³
6	Kodak 800 bpi	A ⁴	A ⁴	B ¹	B ¹	E ¹ F ²	E ¹ F ²	E ¹ F ²	A ⁴	E ¹ F ²	E ¹ F ²
7	Ampex 800 bpi	A ⁴	A ⁴	A ⁴	A ⁴	F ¹	F ¹	F ¹	A ⁴	B ² E ³	B ² E ³
8	Memorex	A ⁴	A ⁴	A ⁴	A ⁴	E ¹	E ¹	E ¹	A ⁴	C ¹ D ² E ³	B ² C ³
9	Precision Data Tape	A ⁴	A ⁴	A ⁴	A ⁴	D ¹ D ²	D ¹ D ²	F ¹	A ⁴	D ¹ E ³	D ¹ E ²
10	Pyral 800 bpi	A ⁴	A ⁴	B ¹ C ²	A	F ¹	F ¹	F ¹	A ⁴	E ¹ F ³	C ³ E ¹

Znaczenie symboli: A - nie działa na warstwę magnetyczną, B - nieznacznie obniża spójność i przyczepność warstwy magnetycznej do podłoża, C - obniża spójność i przyczepność warstwy do podłoża, D - silnie obniża spójność i przyczepność warstwy do podłoża, E - bardzo silnie obniża spójność i przyczepność warstwy do podłoża, zmniejsza spójność warstwy, F - niszczy spójność warstwy magnetycznej i jej przyczepność do podłoża
1 - po 1 minucie, 2 - po 12 minutach, 3 - po 1 godzinie, 4 - po 4 godzinach

Jako przykład wpływu udoskonalenia powierzchni na jej chropowatość na rys. 1 pokazano zapis chropowatości warstwy magnetycznej po oblewie i utwardzeniu na taśmie /a/ oraz warstwy, której powierzchnię stopiono, a następnie zestalono /b/ [5].



Rys. 1. Badanie chropowatości warstwy magnetycznej na taśmie komputerowej wykonane w firmie BASF [5]

a - warstwa po utwardzeniu, b - warstwa po utwardzeniu, stopieniu i zestaleniu powierzchni

Uzyskane wyniki badań chropowatości powierzchni przedstawiono w tabeli 5.

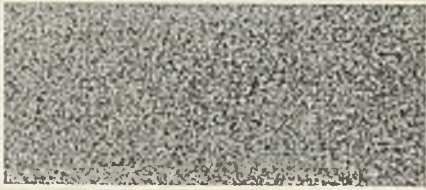
W tabeli 5, oprócz zapisu nierówności badanego odcinka taśmy, podano przy symbolu ∇ , nr klasy oraz liczbową wartość wyróżnika chropowatości $/R_a/$.

Parametry magnetyczne badanych taśm komputerowych oznaczono ferrotesterem "Orion" w polu o natężeniu $H_m = 1000$ Oe, przy częstotliwości 50 Hz.

Próbki taśm komputerowych do badania właściwości magnetycznych wykonano sposobem opisanym we wcześniejszej pracy [1].

Tabela 3

Powierzchnia warstw magnetycznych taśm komputerowych w powiększeniu około 40 razy



1. BASF



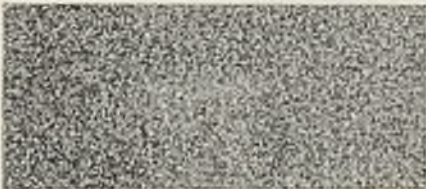
7. Pyral Comp. 800 bpi



2. Ampex



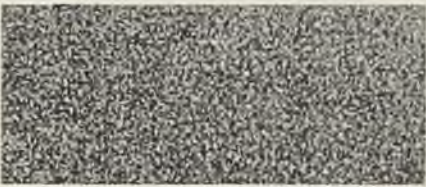
8. Precision Data Tape



3. Mac Panel



9. IBM



4. Mac Attwood 800 bpi



10. Kodak



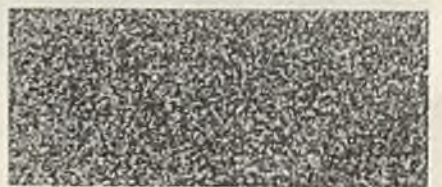
5. Mac Attwood 1600 bpi



11. Memorex



6. Agfa Gevaert



12. EMI

Tabela 4

Powierzchnia warstw magnetycznych taśm komputerowych w powiększeniu 4000 razy



1. BASF



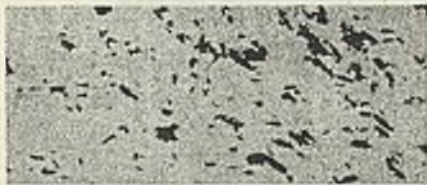
7. Pyral Comp. 800 bpi



2. Ampex



8. Precision Data Tape



3. Mac Panel



9. IBM



4. Mac Attwood 800 bpi



10. Kodak



5. Mac Attwood 1600 bpi



11. Memorex



6. Agfa Gevaert



12. EMI

Zestawienie wyników badania chropowatości powierzchni magnetycznej warstwy rejestrującej na magnetycznych taśmach komputerowych

Badana taśma	∇/Ra	Badana taśma	∇/Ra
1. BASF	$\nabla 11 \pm 12$ $Ra = 0,08 \pm 0,04 \mu m$	7. Fyral Comp. 800 bpi	$\nabla 10$ $Ra = 0,16 \mu m$
2. Ampex	$\nabla 10 \pm 11$ $Ra = 0,16 \pm 0,08 \mu m$	8. Precision Data Tape	$\nabla 10$ $Ra = 0,16 \mu m$
3. Mac Panel	$\nabla 10 \pm 11$ $Ra = 0,16 \pm 0,08 \mu m$	9. IBM	$\nabla 9$ $Ra = 0,32 \mu m$
4. Mac Attwood 800 bpi	$\nabla 10$ $Ra = 0,16 \mu m$	10. Kodak	$\nabla 8 \pm 9$ $Ra = 0,63 \pm 0,32 \mu m$
5. Mac Attwood 1600 bpi	$\nabla 10$ $Ra = 0,16 \mu m$	11. Memorex	$\nabla 8 \pm 9$ $Ra = 0,63 \pm 0,32 \mu m$
6. Agfa Gevaert 800 bpi	$\nabla 10$ $Ra = 0,16 \mu m$	12. EMI	$\nabla 7 \pm 8$ $Ra = 1,25 \pm 0,63 \mu m$

Uwaga: Badanie wykonano przyrządem Rank Taylor Hobson Leicester

Zestawienie parametrów magnetycznych badanych taśm komputerowych

Lp.	Nazwa taśmy i kraj producenta	Grubość warstwy magnetycznej na taśmie	Średnia procentowa objętość $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ w warstwie	Wartość podstawowych parametrów magnetycznych $H_m = 1000 \text{ Oe}$								Współczynnik orientacji Br II Br I
				Próbka badana wzdłuż dłuższej osi taśmy				Próbka badana w poprzek dłuższej osi taśmy				
				H_c	B_r	B_m	Br/Bm	H_c	B_r	B_m	Br/Bm	
				Oe	Gs	Gs		Oe	Gs	Gs		
1	Ampex 800 bpi USA	11	28,4	260	1050	1290	0,81	240	540	1160	0,47	1,94
2	Pyral 800 bpi Francja	10	32,3	260	1150	1480	0,78	230	620	1350	0,46	1,85
3	Mac Attwood 1600 bpi USA	11	31,5	250	1100	1370	0,80	235	600	1270	0,47	1,83
4	Agfa Gevaert 800 bpi NRF	10	31,7	260	1180	1440	0,81	240	650	1350	0,47	1,82
5	Memorex USA	10	34,6	250	1240	1560	0,80	220	680	1440	0,47	1,82
6	Mac Attwood 800 bpi USA	11	30,5	250	1040	1320	0,79	230	590	1260	0,47	1,76
7	Kodak 800 bpi USA	12	29,6	250	870	1060	0,82	240	510	1020	0,50	1,71
8	Precision Data Tape USA	10	35,5	250	1250	1570	0,80	220	760	1490	0,51	1,65
9	BASF 800 bpi NRF	11	35,3	275	1240	1540	0,80	240	820	1530	0,53	1,52
10	Mac Panel - USA	12	32,3	240	830	980	0,84	220	600	1120	0,53	1,38

Uwaga: 1 - Br II - pozostałość magnetyczna badana wzdłuż taśmy, 2 - Br I - pozostałość magnetyczna badana w poprzek taśmy

Z przebiegu dynamicznej pętli histerezy magnetycznej próbek badanych wzdłuż i w poprzek długiej osi taśmy wyznaczono:

- H_0 - siłę koercji
- B_r - pozostałość magnetyczną
- B_m - indukcję właściwą maksymalną, odpowiadającą wierzchołkowi pętli histerezy magnetycznej w zewnętrznym polu magnetycznym o natężeniu $H_m = 1000$ Oe
- B_r/B_m - współczynnik prostokątności pętli histerezy magnetycznej.

Uzyskane dane eksperymentalne przedstawiono w tabeli 6, gdzie ponadto podano wartości stosunku $B_{r||}/B_{r\perp}$, definiowanego jako współczynnik orientacji magnetycznego materiału w warstwie rejestrującej $B_{r||}$ oznacza pozostałość magnetyczną w kierunku rejestracji, $B_{r\perp}$ prostopadle do tego kierunku/.

3. WNIOSKI

1. Materiał magnetyczny i właściwości magnetyczne warstw rejestrujących
 - Do wytwarzania warstw rejestrujących magnetycznych taśm komputerowych nadal stosowane są preparaty γ - Fe_2O_3 o wydłużonych /iglastych/ ziarnach. Wielkość i kształt ziaren nie uległy widocznej zmianie w porównaniu z preparatami używanymi do wcześniej zbadanych taśm komputerowych [1],
 - Zawartość wagowa γ - Fe_2O_3 w zbadanych taśmach nie uległa wyraźnym zmianom w porównaniu z taśmami zbadanymi wcześniej [1].
 - Wszystkie zbadane warstwy rejestrujące wykazują znaczny wzrost siły koercji wzdłuż kierunku rejestracji. Wartość pozostałości magnetycznej nie uległa wyraźnej zmianie, wzrosła natomiast wartość współczynnika prostokątności pętli histerezy magnetycznej, który dla większości zbadanych taśm wynosi obecnie w kierunku rejestracji 0,8 i więcej.

- Wyraźnemu zwiększeniu uległa wartość współczynnika orientacji magnetycznej warstwy $B_{r\parallel}/B_{r\perp}$ np.:

taśma	$B_{r\parallel}/B_{r\perp}$ 1967 r.	$B_{r\parallel}/B_{r\perp}$ 1971 r.
komputerowa		
Ampex	1,8	1,94
Pyral	1,6	1,85
Kodak	1,6	1,71

- Wyraźnemu ujednoczeniu uległa grubość warstw rejestrujących taśm komputerowych. Producenci wytwarzają obecnie warstwy o grubości od 10 μm do maksimum 12 μm , podczas gdy produkowane wcześniej taśmy posiadały warstwy rejestrujące o grubości od 8 do 14 μm .

Z zestawienia powyższych danych wynika, że osiągnięta została przez wszystkich porównywanych producentów granica opłacalnego doskonalenia preparatu $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, a wyższe wartości stosunku B_r/B_m i $B_{r\parallel}/B_{r\perp}$ osiągnięto przez udoskonalenie procesu polaryzacji magnetycznej warstw, zwiększenie jednorodności wielkości ziaren $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ oraz równomierność wypełnienia warstwy rejestrującej materiałem magnetycznym.

2. Wpływ rozpuszczalników na magnetyczną warstwę rejestrującą taśm komputerowych

- Magnetyczne warstwy rejestrujące wszystkich zbadanych taśm są niewrażliwe na działanie wody destylowanej i n-heksanu. Rozpuszczalniki te można uznać za uniwersalne do czyszczenia taśm opisanych w niniejszej pracy.
- Poza taśmą komputerową produkcji firmy BASF, wszystkie pozostałe taśmy posiadają warstwy rejestrujące niewrażliwe na działanie alkoholu etylowego i izopropylowego. Inne typowe rozpuszczalniki organiczne działają na warstwy magnetyczne taśm komputerowych z reguły destrukcyjnie /Tabela 1 i 2/.

3. Wpływ doskonalenia powierzchni magnetycznej warstwy rejestrującej na jej chropowatość

- W porównaniu z taśmami komputerowymi wytwarzanymi do połowy 1967 r., warstwy rejestrujące na współczesnych taśmach komputerowych charakteryzują się w większości przypadków powierzchnią udoskonaloną przez szlifowanie lub poprzez wytworzenie na niej cienkiej warstwy bez ziaren $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$.
- Jak wykazało porównanie obrazu powierzchni warstwy rejestrującej, uzyskanego w mikroskopie elektronowym z zapisem chropowatości na profilografii Talysurf-4 firmy Rank Taylor Hobson Leicester, obecność ziaren na powierzchni warstwy nie wpływa negatywnie na jej chropowatość.

Przykładem są tu warstwy rejestrujące na taśmach Mac Attwood 800 bpi i Mac Panel, które mają na powierzchni warstwy rejestrującej znaczne ilości ziaren $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, a jednocześnie charakteryzują się chropowatością w klasie $\nabla 10$ do $\nabla 11$, podczas gdy taśma Kodak z jednolitą bezpigmentową warstwą zabezpieczającą posiada chropowatość w granicach $\nabla 8$ do $\nabla 9$, a warstwa na taśmie EMI z nieznaczną zawartością ziaren $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ na powierzchni odznacza się chropowatością $\nabla 7$ do $\nabla 8$.

Jednak wszędzie tam, gdzie bezpigmentowa warstwa zabezpieczająca nie wykazuje chropowatości mniejszej niż w klasie $\nabla 9$ do $\nabla 10$ stwierdzono, że nie ulegała ona tak szybko starciu i nie stanowiła źródła zapylenia głowic magnetycznych materiałem magnetycznym nośnika.

Literatura

- [1] KWIATKOWSKI A., KUŹNICKA H., KARASIŃSKA-KWIATKOWSKA J.: Wybrane zagadnienia z badań właściwości magnetycznych i fizyko-chemicznych taśm cyfrowych z gamma tlenkiem żelazowym', Prace IMM, r. X, zesz. 3, 1968, s. 63.
- [2] LEICHTHAMMER A.: Tolerancje i pasowania w budowie maszyn, WNT, Warszawa, 1964, s. 169.
- [3] Projekt zalecenia ISO Nr 221
- [4] Polska Norma PN-58/M-04250 - M-04252
- [5] BASF - Aufbau und Herstellung des Computersbandes 2. /Prospekt reklamowy/.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ЗАПИСЫВАЮЩЕГО СЛОЯ МАГНИТНЫХ ЛЕНТ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Резюме

Описаны исследования магнитных слоев на IO лентах ЭВМ, импортированных в последние годы. Целью исследований было сравнение магнитных свойств структуры и морфологии поверхности лент, а также влияние разных органических растворителей на когезию и прилипание слоя к основе.

Исследования были проведены осциллоскопическим методом при помощи ферротестера "Orion". Основные параметры магнитной петли гистерезиса были определены в поле 1000 Ое. Образцы ленты были исследованы вдоль и впоперёк их продольной оси, т.е. горизонтально и вертикально к направлению записи. Полученные результаты составлены в таблице.

На основе химических радиографических и микроскопических исследований получены данные по химическому составу и структуре магнитного порошка.

На снимках из оптического и электронного микроскопа показана поверхность исследованных магнитных слоев. Шероховатость поверхности магнитных слоев была исследована при помощи устройства Rank Taylor Leicester. Достигнутая характеристика записи шероховатости указана на рисунках.

ON INVESTIGATIONS OF SOME PROPERTIES OF COMPUTER RECORDING MAGNETIC TAPE LAYERS

Summary

Described investigations of magnetic layers in 10 recently imported computer tapes. The aim was to compare tape magnetic layer properties, structure and morphology. The influence of various organic solvents upon cohesion and the layer adhesion to the base was also examined.

Investigations were carried out by oscilloscope method, using the "Orion" ferrotester. Basic parameters of the magnetic hysteresis loop were defined within the field of 1000 Oe. Tape testing samples were taken along and across the axis, i.e. horizontally and vertically to the direction of recording. The results are presented in a table.

Data on magnetic powder chemical compound and structure were obtained from chemical, x-ray and microscope examinations.

Photographies from optic and electron microscopes present the surface of magnetic layers investigated. Magnetic layer rough surface was examined using the Rank Taylor Leicester device. Drawings of characteristics are presented.

MAGNETYCZNA TAŚMA KOMPUTEROWA
JAKO OBIEKT BADAŃ MIKROSKOPII
ELEKTRONOWEJ^{*/}

Krystyna BRAŃSKA
Antoni KWIATKOWSKI

Pracę złożono 23.06.1971

Przedstawiono podsumowanie wieloletnich badań nad strukturą i morfologią magnetycznych taśm komputerowych przy użyciu mikroskopu elektronowego JEM-5Y. Za pomocą mikrofotografii elektronowych pokazano zmiany wprowadzane przez producentów tego typu taśm na przestrzeni ostatnich lat.

1. WSTĘP

Magnetyczne taśmy komputerowe stanowią od szeregu lat jeden z podstawowych elementów wyposażenia pamięci zewnętrznych elektronicznych maszyn cyfrowych. Na taśmie komputerowej o standardowej długości 730 m, szerokości 25 mm i grubości $WM \sim 15 \mu m$ można zarejestrować około 2 miliardów pojedynczych przemagnesowań, co pozwala na zapisanie 330 milionów słów 5-6 literowych. Daje to wyobrażenie jak jednorodne i jednolite muszą być właściwości fizyczne takiej taśmy. Dążenie do doskonalenia i modernizacji taśm komputerowych idzie w kierunku

- doboru nowych materiałów magnetycznych
- zmniejszenia grubości warstwy magnetycznej z około 15 μm do 2-3 μm
- miniaturyzacji taśmy

^{*/} Praca zreferowana została w czerwcu 1971 r. na II Ogólnopolskiej Konferencji Mikroskopii Elektronowej Ciała Stałego w Jadwisinie k.Warszawy

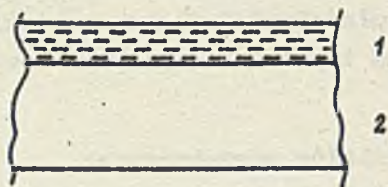
Jednym z podstawowych badań stosowanych w procesie wytwarzania taśm tego typu jest określenie w mikroskopie elektronowym struktury i morfologii:

- wyjściowego materiału magnetycznego,
- półproduktów /zawiesin magnetycznych/,
- warstw magnetycznych na taśmie,
- gotowej taśmy komputerowej.

Od 1961 r. prowadzone są w Pracowni Mikroskopii Elektronowej Instytutu Fizyki Politechniki Warszawskiej i Pracowni Magnetochemii Instytutu Maszyn Matematycznych systematyczne badania magnetycznych taśm komputerowych importowanych do Polski. Badania prowadzone były w mikroskopie elektronowym JEM 5Y. Wyniki niektórych badań przedstawiono w kolejnych pracach [1 + 3]. Badania nad taśmami komputerowymi poza rolą informacyjną dla importera i użytkowników stanowiły bardzo cenny materiał dla prowadzonych w kraju prac nad magnetycznymi warstwami rejestrującymi pamięci bębnowych i dyskowych [4 + 6].

2. BADANIE TAŚMY

Początkowo importowane do Polski taśmy komputerowe niewiele różniły się budową od taśm magnetofonowych czy instrumentalnych. Schemat budowy takiej taśmy przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat budowy taśmy magnetycznej

1 - warstwa magnetyczna, 2 - taśma nośna

W odróżnieniu od zwykłych taśm magnetofonowych podłoże taśm komputerowych stanowiła folia poliestrowa /mylar, teflon, hostaphan/, a materiał magnetyczny /preparat γ -Fe₂O₃/ posiadał wydłużony iglasty kształt ziaren. Ziarna tego preparatu w procesie oblewu taśmy polaryzowano w zewnętrznym polu magnetycznym tak, że ich długie osie były statystycznie równoległe do długiej osi taśmy. Taśmy te posiadały stosunkowo dużą chropowatość powierzchni warstwy magnetycznej i małą przyczepność do podłoża, a ziarno charakteryzowało się dużym rozrzutem wielkości i kształtu /rys. 2/.



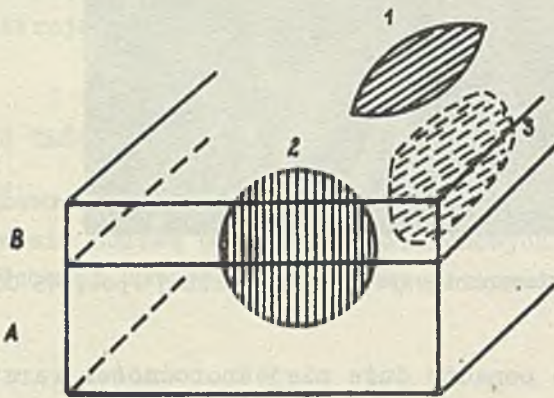
Rys. 2. Struktura powierzchni warstwy magnetycznej /pow. 15 000 razy/

Na rys. 2 widać ponadto duże niejednorodności warstwy magnetycznej, będące skutkiem wtórnej aglomeracji ziaren materiału magnetycznego. Badanie w mikroskopie elektronowym ujawniło występowanie również innego typu niejednorodności /rys. 3/.

W wyniku analizy dużej ilości materiału eksperymentalnego ustalono następujący schemat badania warstwy magnetycznej na taśmie /rys. 4/.



Rys. 3. Fragment taśmy komputerowej z obszarami bez materiału magnetycznego /otwarte pęcherze/



Rys. 4. Schemat rozmieszczenia badanych obszarów warstwy magnetycznej na taśmie

A. taśma nośna /podłoże warstwy magnetycznej/, B. magnetyczna warstwa rejestrująca

1 - fragment powierzchni warstwy magnetycznej; 2 - przekrój poprzeczny warstwy magnetycznej; 3 - fragment powierzchni warstwy magnetycznej przylegającej bezpośrednio do taśmy nośnej

Przyjęta metoda pozwala naszym zdaniem na maksymalny wgląd w strukturę warstwy magnetycznej na taśmie.

Udoskonalanie taśm komputerowych przez producentów dotyczyło:

- wprowadzenia warstwy pośredniej pomiędzy warstwę magnetyczną a taśmę nośną. Warstwa ta zwiększa przyczepność warstwy magnetycznej do powierzchni folii nośnej /rys. 5/.



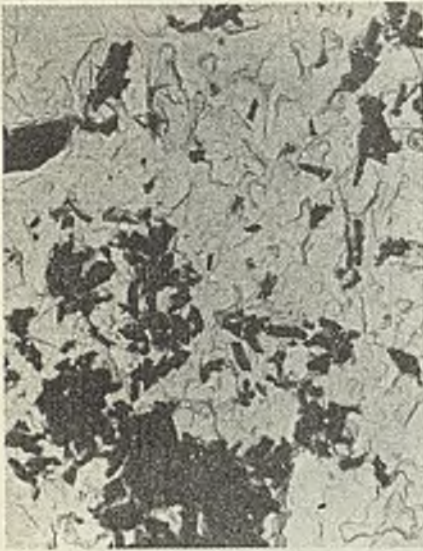
Rys. 5. Przekrój podłużny taśmy /powiększenie 2250 razy/
1 - warstwa magnetyczna; 2 - warstwa pośrednia; 3 - folia nośna

Grubość warstwy pośredniej wynosi około $1 \mu\text{m}$.

- nadania powierzchni warstwy magnetycznej maksymalnej gładkości. Posiada to bardzo istotne znaczenie dla długotrwałej eksploatacji taśmy, zważywszy, że warstwa magnetyczna pracuje w styku z głowicą.

Ewolucję obserwowanej zmiany stopnia chropowatości powierzchni warstw magnetycznych pokazano na rys. 6.

Grubość warstwy zabezpieczającej wynosi około $1 \mu\text{m}$. Jest ona nakładana z odpowiedniego roztworu zawierającego tworzywo sztuczne charakteryzujące się w stanie stałym dużą



Rys. 6. Powierzchnia warstwy magnetycznej

1 - bez warstwy zabezpieczającej /duża chropowatość/;
2 - z cienką warstwą zabezpieczającą /wyraźna struktura
ziarnista/; 3 - powierzchnia warstwy stopiona /powierzchnia
falista/; 4 - bez śladu struktury ziarnistej

"śliskością" lub też powierzchnia termoplastycznego spoiwa warstwy magnetycznej poddawana jest krótkotrwałemu działaniu wysokiej temperatury, w wyniku czego ziarno γ - Fe_2O_3 poraża się w spoiwie, przez co powierzchnia warstwy staje się bardziej gładka i równa.

- zwiększenia stopnia jednorodności rozłożenia ziaren magnetycznych w warstwie i maksymalnego ich spolaryzowania. O gęstości czytelnych przemagnesowań i trwałości zapisu decydują:
 - właściwości magnetyczne proszku wypełniającego warstwę rejestrującą
 - jednorodność kształtu i wielkość ziaren proszku
 - maksymalna równoległość ułożenia ziaren w stosunku do długiej osi taśmy
 - jednorodność rozłożenia ziaren proszku w całej magnetycznej warstwie rejestrującej



1



2

Rys. 7. Układ spolaryzowanych ziaren γ - Fe_2O_3 przy powierzchni warstwy magnetycznej

1 - powiększenie 4700 razy; 2 - powiększenie 15000 razy

Rys. 7 przedstawia równomierne rozłożenie ziaren $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ w spoiwie warstwy oraz znaczny stopień ich spolaryzowania.

Na rys. 8 pokazano ziarno stosunkowo równomiernie rozłożone w warstwie magnetycznej, ale słabo spolaryzowane.



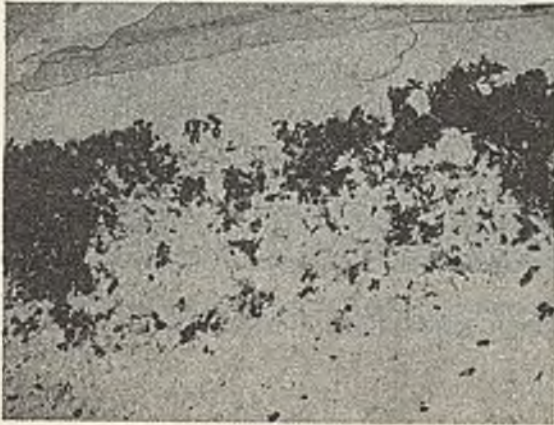
Rys. 8. Układ spolaryzowanych ziaren $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ przy powierzchni warstwy /powiększenie 4000 razy/

Ziarna spolaryzowane ale nierównomiernie rozłożone w spoiwie pokazano na rys. 9.



Rys. 9. Układ spolaryzowanych ziaren $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ przy powierzchni warstwy /powiększenie 5000 razy/

Na ocenę jednorodności rozkładu ziarna i równoległości jego ułożenia pozwala także badanie przekroju poprzecznego warstwy /rys. 10/.



Rys. 10. Przekrój poprzeczny warstwy magnetycznej. Powiększenie 7500 razy

Na rys. 10 widoczne są poprzeczne przekroje pojedynczych ziaren.

Badanie w mikroskopie elektronowym pozwala ponadto ujawnić niewłaściwe działanie pola polaryzującego, którego nieodpowiedni kształt i różnice w natężeniu linii pola magnetycznego powodują skupianie się ziaren w charakterystyczne języki /rys. 11/. Warstwy takie wykazują dużą niejednorodność właściwości magnetycznych, a co za tym idzie eksploatacyjnych.

Istotne przy ocenie jednorodności warstwy jest badanie ułożenia ziarna magnetycznego przy powierzchni taśmy nośnej /rys. 12/. Z badania tego wynika, że na ogół dla wszystkich taśm w obszarze tym występują niewielkie skupiska aglomeratów złożonych ze spolaryzowanych ziaren. Jest to wynik sedymentacji ziaren w płynnym spoiwie podczas procesu polaryzacji. Rys. 11 przedstawia stosunkowo najmniejsze aglomeraty obserwowane w tym obszarze.

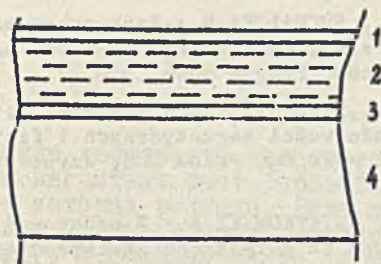


Rys. 11. Widok ziaren $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ skupionych w liniach pola magnetycznego polaryzującej warstwy. Powiększenie 7500 razy



Rys. 12. Powierzchnia warstwy magnetycznej przy taśmie nośnej. Powiększenie 7500 razy

Z przedstawionych badań wynika następująca budowa współczesnej taśmy komputerowej /rys. 13/.



Rys. 13. Schematyczny przekrój współczesnej taśmy komputerowej

1 - warstwa powierzchniowa; 2 - warstwa magnetyczna; 3 - warstwa pośrednia łącząca warstwę magnetyczną z taśmą nośną;
4 - taśma nośna

3. WNIOSKI

Badanie w mikroskopie elektronowym struktury i morfologii taśmy komputerowej:

- pozwala na wstępną ocenę jej przydatności do zastosowań, bez obawy uszkodzenia głowic pisząco-czytających w stacji pamięci taśmowej w przypadku stosowania taśmy o dużej chropowatości,
- przy braku warstwy zabezpieczającej - ujawnia zdolność taśmy do ścierania głowic i zapychania ich szczelin startym materiałem magnetycznym,
- ujawnia wady strukturalne /pęcherze, nieciągłości/,
- stanowi źródło istotnych informacji przy opracowywaniu procesów technologicznych wytwarzania magnetycznych warstw rejestrujących, np. do pamięci bębnowych i dyskowych.

Literatura

- [1] BRAŃSKA K., KWIATKOWSKI A., PUCHALSKA B.: Zastosowanie mikroskopu elektronowego do badań proszków ferromagnetycznych, *Archiwum Elektroniki* T. XIII, z. 3, 1964.
- [2] BRAŃSKA K., KWIATKOWSKI A., PUCHALSKA B.: Recherches sur les poudres ferromagnetiques Fe_2O_3 , Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Prague 1964, 359.
- [3] KWIATKOWSKI A., KUŹNICKA H., KARASIŃSKA-KWIATKOWSKA J.: Wybrane zagadnienia z badań właściwości magnetycznych i fizykochemicznych taśm cyfrowych z $\gamma-Fe_2O_3$, *Prace IMM*, Warszawa 1968: X, 3, 63.
- [4] KARASIŃSKA-KWIATKOWSKA J., KWIATKOWSKI A.: Z badań nad wytwarzaniem warstw magnetycznych ze zwiększoną zawartością $\gamma-Fe_2O_3$, *Prace IMM*, Warszawa 1969: XI, 3, 105.
- [5] KWIATKOWSKI A., KUŹNICKA H., KARASIŃSKA-KWIATKOWSKA J.: Z badań nad polaryzacją magnetyczną warstw rejestrujących na powierzchni wirnika bębna pamięci magnetycznej, *Prace IMM*, Warszawa 1970: XII, 1, 54.

МАГНИТНАЯ ЛЕНТА В ЗАПОМИНАЮЩЕМ УСТРОЙСТВЕ ЭЛЕКТРОННЫХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПРЕДМЕТОМ ИССЛЕДОВАНИЯ
В ЭЛЕКТРОННОМ МИКРОСКОПЕ

Резюме

В работе указаны результаты многолетних исследований структуры и морфологии магнитных лент, проведённых в электронном микроскопе JEM 5Y методом реплики. Была исследована поверхность магнитного слоя ленты, поверхность магнитного слоя непосредственно прилегающего к несущей ленте, а также продольное и поперечное сечение ленты. Определена величина, форма и способ размещения зёрен магнитного материала в слое. Указана эволюция структуры рабочей поверхности магнитной ленты.

COMPUTER MAGNETIC TAPE AS AN OBJECT OF ELECTRON MICROSCOPE INVESTIGATION

Summary

The paper presents the results of many years investigations of computer magnetic tape structure and morphology carried out in an electron microscope JEM 5Y, by means of replica. Investigations included: the external surface of the tape magnetic layer, the surface of the magnetic layer directly adherent to the base, tape longitudinal and cross sections. The size and the shape of magnetic grains as also their distribution are established within the recording layer. Presented the evolution of the structure of the magnetic layer operating surface.

AUTORZY ARTYKUŁÓW ZAMIESZCZONYCH W ZESZYCIE 2 "PRAC IMM"

ORGANIZACJA PROGRAMU STERUJĄCEGO DLA PRACY EMC ZAM 41
NA BIEŻĄCO

Stanisław CHROBOT mgr inż. Ukończył studia na Wydziale Elektroniki Politechniki Warszawskiej /sekcja Maszyn Matematycznych w r. 1966/. W latach 1966-1968 pracował w Instytucie Maszyn Matematycznych, a później w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych nad problemami oprogramowania podstawowego maszyn cyfrowych pracujących na bieżąco.

Witold MORKOWSKI mgr inż. Ukończył studia na Wydziale Elektroniki Politechniki Warszawskiej w roku 1968. W latach 1968-1970 pracował w Instytucie Maszyn Matematycznych w Zakładzie Sterowania zajmując się zagadnieniem oprogramowania maszyn cyfrowych pracujących na bieżąco /real-time/. Obecnie odbywa studia doktoranckie na Wydziale Elektroniki Politechniki Warszawskiej, jako stypendysta Instytutu Maszyn Matematycznych.

Maciej ŻEBROWSKI mgr inż., ur. w 1940 roku. Ukończył studia na Wydziale Elektroniki Politechniki Warszawskiej. W latach 1964-1970 pracował w Instytucie Maszyn Matematycznych zajmując się początkowo projektowaniem urządzeń cyfrowych, a następnie zagadnieniami oprogramowania m.c. dla celów czasowo uwarunkowanego przetwarzania informacji. Wykonał szereg opracowań na ten temat, w tym również publikacji. Od połowy 1970 r. pracuje w Ośrodku Automatyzacji Zarządzania i Sterowania w Zjednoczeniu Przemysłu Azotowego w Krakowie.

Z BADAŃ NAD LUTOWANIEM ZA POMOCĄ SKUPIONEJ WIĄZKI
PROMIENI PODCZERWONYCH

Jerzy EKNER mgr inż. Ukończył Wydział Mechaniczno-Technologiczny Politechniki Warszawskiej. W latach 1957-65 był starszym asystentem w Katedrze Mechaniki i Urządzeń Maszynowych, a następnie w Katedrze Konstrukcji Przyrządów Precyzyjnych Politechniki Warszawskiej. Jednocześnie w latach 1960-62 pracował jako konstruktor w Warszawskich Zakładach Foto-Optycznych i Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego "Grochów". W 1964 r. odbył praktykę przemysłową w NRD, m.in. w VEB Büromaschinenwerk Optima - Erfurt i w VEB Pentacon - Dresden. Od 1965 r. pracuje w Instytucie Maszyn Matematycznych. Jest kierownikiem Pracowni Konstrukcji Oprzyrządowania. Zajmuje się zagadnieniami konstrukcyjno-technologicznymi modułowych urządzeń elektronicznych. Jest autorem szeregu opracowań i publikacji.

Z BADAŃ PEWNYCH WŁAŚCIWOŚCI WARSTW REJESTRUJĄCYCH
MAGNETYCZNYCH TAŚM KOMPUTEROWYCH

Antoni KWIATKOWSKI dr, W 1958 r. ukończył Wydział Chemii na Uniwersytecie Warszawskim. Do roku 1959 pracował w laboratoriach chemicznych resortu służby zdrowia. Obecnie jest pracownikiem naukowym w Instytucie Maszyn Matematycznych na stanowisku kierownika pracowni. W 1966 r. uzyskał stopień doktora nauk chemicznych na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu. Jest autorem kilkunastu prac naukowych z dziedziny wytwarzania i zastosowań materiałów proszkowych typu gamma tlenku żelazowego. Był dwukrotnie wyróżniony zespołową nagrodą Przewodniczącego KNiT za kierowanie pracami nad warstwami magnetycznymi dla pamięci bębnowych matematycznych maszyn cyfrowych.

Hanna KUŹNICKA mgr inż. Studia ukończyła na Wydziale Łączności Politechniki Warszawskiej w 1963 r. W latach 1962-1966 pracowała w Centralnym Biurze Naukowo-Badawczym i Konstrukcyjnym Półprzewodników Fabryki Półprzewodników "TEWA". Od 1966 r. jest pracownikiem naukowo-badawczym w Instytucie Maszyn Matematycznych, zajmując się problematyką mierniotwa magnetycznych warstw rejestrujących dla pamięci bębnowych matematycznych maszyn cyfrowych. Jest autorką kilku publikacji naukowych.

Józefa KARASIŃSKA-KWIATKOWSKA dr. W 1955 r. ukończyła Wydział Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. W latach 1955-59 pracowała w laboratoriach analizy chemicznej resortu służby zdrowia. Od roku 1959 jest pracownikiem naukowym w Instytucie Maszyn Matematycznych. Uzyskała w roku 1967 stopień doktora nauk chemicznych na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu. Jest autorką kilkunastu prac naukowych z dziedziny wytwarzania i badań magnetycznych warstw rejestrujących z gamma tlenkiem żelazowym oraz dwóch patentów. Za prace nad warstwami magnetycznymi dla kinetycznych pamięci matematycznych maszyn cyfrowych była dwukrotnie wyróżniona zespołową nagrodą Przewodniczącego KNiT.

MAGNETYCZNA TAŚMA KOMPUTEROWA JAKO OBIEKT BADAŃ MIKROSKOPII ELEKTRONOWEJ

Krystyna BRAŃSKA mgr inż. W 1960 r. ukończyła Wydział Elektroniki Politechniki Warszawskiej. Pracuje w Instytucie Fizyki PW zajmując się własnościami warstw magnetycznych badanych za pomocą mikroskopu elektronowego. Z powyższej tematyki posiada publikacje.

Antoni KWIATKOWSKI /patrz notka przy art. "Z badań pewnych właściwości warstw rejestrujących magnetycznych taśm komputerowych"/.

WYDAWNICTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO "WEMA"
oferują usługi wydawnicze

Od 5 lat działa w Warszawie specjalne wydawnictwo resortowe powołane do świadczenia usług wydawniczych na rzecz jednostek organizacyjnych resortu przemysłu maszynowego.

Do szczególnych zadań Wydawnictw Przemysłu Maszynowego "WEMA" należy:

- prowadzenie działalności wydawniczej zgodnie z potrzebami resortu,
- koordynacja działalności wydawniczej w jednostkach organizacyjnych resortu,
- koordynacja i nadzór nad prawidłowym wykorzystaniem maszyn i urządzeń poligraficznych,
- prowadzenie własnego ośrodka poligraficznego,
- prowadzenie ośrodka informacji wydawniczej.

Od ubiegłego roku Wydawnictwo znacznie rozszerzyło zakres usług i obecnie wydaje:

- katalogi branżowe i karty katalogowe

oraz na zlecenie przedsiębiorstw przemysłowych różnego rodzaju literaturę firmową, jak:

- katalogi zakładowe,
- katalogi części wymiennych,
- informatory techniczno-handlowe,
- dokumentacje techniczno-ruchowe, instrukcje obsługi i instrukcje naprawcze,
- dokumentacje techniczne kapitalnych remontów,
- wydawnictwo reklamowe, jak prospekty, foldery, ulotki itp.

Katalogi branżowe wydaje się w porozumieniu i we współpracy z właściwymi gestyjnie zjednoczeniami.

Sprzedają katalogów WPM "WEMA" zajmują się następujące księgarnie:

Księgarnie "WSPÓLNEJ SPRAWY"

Warszawa, ul. Marszałkowska 28, tel. 21-66-60

Warszawa, ul. Marchlewskiego 35, tel. 20-49-69

"DOM KSIĄŻKI";

Główna Księgarnia Techniczna, Warszawa, ul. Świętokrzyska 14,
tel. 26-63-38.

Księgarnie te prowadzą sprzedaż odręczną i wysyłkową.

Literaturę firmową WPM "WEMA" wykonują na konkretne zamówienie przedsiębiorstw przemysłowych.

WPM "WEMA" znacznie skróciły cykle wydawnicze i zapewniają obecnie terminową realizację zamówień.

Wszelkich informacji na temat warunków przyjmowania i realizacji zamówień wydawniczych udziela Sekretariat Wydawnictwa, Warszawa, ul. Daniłowiczowska 18, pokój nr 7, tel. 27-49-47, skr. poczt. 90.

