ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU
AUTOMATYKI I APARATURY POMIAROWEJ
„M E R A"

# ELEKTRONICZNA TECHNIKA OBLICZENIOWA

P. 3057/71

# NOWOŚCI

1/1971

INSTYTUT MASZYN MATEMATYCZNYCH
BRANŻOWY OŚRODEK INTE

POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA GŁÓWNA w Gliwicach
P. 3057/71

ELEKTRONICZNA TECHNIKA OBLICZENIOWA

N O W O Ś C I

Nr X Nr 1 1971

S p i s t r e ś c i

str.

Mgr inż. Zbigniew ŚWIĄTKOWSKI: IV Kongres Mikroelektroniczny i Międzynarodowe Targi Elektroniczne 70 ..... 3

Mgr inż. Jan RELUGA: Nowoczesna aparatura technologiczna do produkcji dwu i wielowarstwowych płytek z obwodami drukowanymi 19

Mgr inż. Jerzy EKNER, mgr inż. Mirosław MIKA: Wielowarstwowe płytki drukowane. Część II. Uwagi o technologii 47

K r ó t k i e i n f o r m a c j e ..... 85

Spis treści ETO NOWOŚCI za rok 1970 ..... 115

Wydaje

INSTYTUT MASZYN MATEMATYCZNYCH

B r a n ż o w y  O ś r o d e k  I n f o r m a c j i
T e c h n i c z n e j  i  E k o n o m i c z n e j

KOMITET REDAKCYJNY

Jerzy Dańda /red. nacz./, Antoni Kwiatkowski,
Ryszard Patryn, Dorota Prawdzic, Zbigniew Świątkowski,
Witold Wudel /sekr. red./

Adres Redakcji: Warszawa, ul. Krzywickiego 34,
tel. 21-84-41, wewn. 431 lub 28-37-29

Pow. w IMM n.720 egz. pap. offset. kl. III g. 80 zam. 138/71
GP.II/1063/70. U-91. INDEKS - 35804

ETO NOWOŚCI Nr 1/1971

Mgr inż.Zbigniew Świątkowski
Instytut Maszyn Matematycznych

621.38-181.3 (061.3)

# IV KONGRES MIKROELEKTRONICZNY I MIĘDZYNARODOWE TARGI ELECTRONICA 70

W dniach 5 - 11.XI.70 odbywały się w Monachium międzynarodowe Targi Elektroniczne Electronica 70. Równolegle z targami zorganizowana została konferencja naukowa poświęcona najnowszym osiągnięciom z dziedziny mikroelektroniki pod nazwą IV Kongres Mikroelektroniczny.

Zarówno Targi jak i Kongres zgromadziły w Monachium szerokie grono wystawców i specjalistów branży elektronicznej. Problemy omawiane na konferencji można było odrazu konfrontować z realizacjami technicznymi przedstawionymi na Wystawie.

## 1. Targi ELECTRONICA 70

Targi Electronica 70 zgromadziły głównych producentów podzespołów, materiałów i aparatury technologicznej z całej Europy. W oddzielnych pawilonach reprezentowane były również Stany Zjednoczone i Kanada. Wydaje się, że są to po Salonie Paryskim największe Targi specjalistyczne w dziedzinie elektroniki.

Powierzchnia Wystawy liczyła kilkadziesiąt tysięcy metrów kwadratowych. W 20 pawilonach znajdowało się ponad 2000 stoisk. Przeważali wystawcy z NRF, którzy, rzecz charakterystyczna, byli bardzo silnie powiązani z firmami amerykańskimi i japońskimi. Dla przykładu można podać, że na terenie NRF istnieją takie wielkie przedsiębiorstwa amerykańskie jak Texas Deutschland, ITT Inc. i wiele innych, znanych zwłaszcza z zakresu półprzewodników, materiałów oraz aparatury technologicznej.

Wystawcy reprezentowali bardzo szeroki krąg specjalności przemysłu elektronicznego.

Z krajów obozu cjalistycznego reprezentowany był Związek Radziecki /aparatura technologiczna/, NRD /wyroby optyczne/, Czechosłowacja /podzespoły/ oraz Jugosławia.

2. IV Kongres Mikroelektroniczny

W kongresie wzięło udział około 800 osób, przeważnie obywateli NRF, najczęściej z Monachium. Poza tym reprezentowani byli specjaliści z USA, Anglii, Francji, Austrii, Szwajcarii, Szwecji, Holandii, Belgii, Włoch, Izraela, Lichtensteinu, Japonii, a także specjaliści ze Związku Radzieckiego, NRD, Rumunii, Węgier, Bułgarii, Polski i Jugosławii.

Obrady trwały trzy dni i toczyły się w 6 sekcjach. Ponadto przeprowadzono dwie dyskusje „panelowe" na wybrane tematy. Materiały sekcyjne zawierały jedynie krótkie streszczenia referatów, natomiast opracowania do dyskusji „panelowych" były dostarczane w pełnym brzmieniu. Nie odczytywano ich jednak podczas dyskusji, poprzestając tylko na wprowadzeniu ogólnym, po którym rozpoczynała się dyskusja z salą na wybrane tematy. Pełne teksty referatów będą dostępne w 1971 r. za cenę DM 38 oraz materiały z dyskusji za cenę DM 8,50.

Wiodącym tematem obrad Kongresu, jak się wydaje, był problem tranzystorów polowych, głównie MOS, MIS i MES. Na ogólną liczbę 43 referatów zajmowało się tym zagadnieniem 13 referatów. Biorąc pod uwagę to, że pozostałych 30 referatów zajmowało się różnymi, rozdrobnionymi tematami, 13 referatów poświęconych tematyce tranzystorów polowych jest uderzające. Świadczy to o wadze zagadnienia, zwłaszcza w stosunku do pamięci czynnych i logicznych układów integracji wielkoskalowej /LSI - Large-Scale-Integration/.

Kongres obecny wykazał, że bardzo liczne ośrodki naukowe i produkcyjne pracują intensywnie nad tym problemem, widząc w nim perspektywę rozwojową układów scalonych w ogóle, a integracji wielkoskalowej

w szczególności.

Chociaż żadna z sześciu kolejnych sesji nie wskazywała na jakąś wyróżnioną tematykę, to jednak z reguły większość referatów każdej sesji układała się w pewną całość. Dlatego też można poszczególnym sesjom przypisać następującą tematykę:

| | | |
|---|---|---|
| 1 i 2: | Technologia i przyrządy półprzewodnikowe | 13 ref. |
| 3: | Układy cyfrowe | 6 ref. |
| 4: | Układy analogowe | 8 ref. |
| 5: | Elektronika kwantowa i specjalna | 8 ref. |
| 6: | Technologia połączeń i niezawodność | 8 ref. |

Jak już wzmiankowano poza obradami sesyjnymi odbyły się również dwie dyskusje „panelowe" poświęcone następującej tematyce:

| | |
|---|---|
| Dyskusja I: Projektowanie wspomagane komputerem | 9 ref. |
| Dyskusja II: Technika hybrydowa | 7 ref. |

## 3. Nowe kierunki technologiczne w dziedzinie przyrządów półprzewodnikowych

Z zagadnień technologicznych omawiano otrzymywanie struktur NPN metodą implantacji jonów lub techniką mieszaną implantacji i dyfuzji. Technologia ta daje duże korzyści jeśli chodzi o zwiększenie częstotliwości granicznej jednakże prowadzi jednocześnie do pogorszenia wzmocnienia prądowego i prądów zerowych, a także wzrostu szumów.

Za szczególnie istotny z punktu widzenia rozwoju technologii półprzewodnikowych uznano proces maskowania. Zwiększenie precyzji tego procesu daje znaczne poprawienie parametrów elementów półprzewodnikowych i zwiększenie uzysków.

Przedstawiciele IBM w Niemczech przedstawili w swoim referacie nowy system pozycjonowania masek, a referenci z laboratoriów Philips'a omówili możliwość zastosowania metod holograficznych do maskowania metodą bezstykową.

Bardzo istotne informacje zawierał referat przedstawicieli GEC Semiconductors Ltd. z Wielkiej Brytanii. Omówili oni realizację integracji wielkoskalowej przez łączenie monolitycznych układów scalonych z wyprowadzeniami belkowymi /beam-lead/ za pomocą wielowarstwowych nadruków grubowarstwowych na podłożu ceramicznym.

Ich zdaniem system ten stanowiący połączenie zalet techniki monolitycznych układów półprzewodnikowych z prostotą połączeń dokonywanych metodą grubowarstwową stanie się w przyszłości dominującą techniką realizacyjną złożonych układów funkcjonalnych. Ponadto poinformowali, że aktualnie realizuje się obwody czterowarstwowe łączące do 15 elementów półprzewodnikowych. System ten jest stosowany na skalę przemysłową w nowej firmie Microelectronic - zorganizowanej w NRF przez inż.dypl.A.Lewickiego. Firma ta produkuje układy elektroniczne dla lotnictwa i pojazdów kosmicznych.

Z zagadnień dotyczących nowych przyrządów półprzewodnikowych bardzo interesujące informacje zawierał referat o nowych tranzystorach typu MOS z bramką polikrystalicznego krzemu nałożonego na $SiO_2$ /Silicon Gate Process/. Nowe elementy odznaczają się wyższą stabilnością. Ze względu na mniejsze napięcie progowe 1,5 - 2 V układy te mogą współpracować bezpośrednio z elementami cyfrowymi typu TTL lub DTL.

Ze względu na swe właściwości układy te rokują duże perspektywy z punktu widzenia zastosowań do maszyn cyfrowych. Układy tego rodzaju były na Targach oferowane przez takie firmy jak National Semiconductor, Marconi-Elliot, Texas Instr. i inne.

Przykładem stałego wzrostu szybkiego działania elementów polowych może być dryftowy FET posiadający zmienne domieszkowanie w obszarze

kanału. Gdy stosunek domieszkowań równa się 10 uzyskuje się trzykrotną poprawę właściwości częstotliwościowych, a gdy stosunek domieszkowań równa się 100 poprawa wynosi 5,2.

4. Półprzewodnikowe mikroukłady cyfrowe

Problematyka tej sekcji koncentowała się głównie na zagadnieniach układów pamięciowych oraz praktycznym wykorzystaniu układów LSI w urządzeniach cyfrowych.

W systemach pamięciowych rozwój idzie równolegle w dwu kierunkach, rozwijane są pamięci oparte o struktury typu MOS oraz pamięci na elementach bipolarnych.

Proponowane rozwiązania charakteryzują się dużą pojemnością informacji oraz dużą szybkością działania i ze względu na małą cenę, łatwość eksploatacji oraz miniaturyzację stanowią istotny krok naprzód w technice systemów pamięciowych.

W referatach dotyczących struktur MOS analizowano krytyczne dla tego typu pamięci problemy szybkości działania /referat K.V.Steina z firmy Siemens AG/. Tak np.celem zwiększenia szybkości pamięci stałych /ROM/ budowanych na elementach MOS przedstawiciele firm CEIA, CENC i LETI z Grenoble zaproponowali wprowadzanie struktury hybrydowej

Po zmontowaniu w jednej obudowie 2048-bitowego zestawu komórek pamięciowych MOS i sprzęgnięciu go z dekoderem oraz wzmacniaczem odczytu na elementach bipolarnych, w rezultacie otrzymano czas dostępu 50 ns.

Podstawową cechą pamięci typu MOS jest ich taniość. Przedstawiciele firmy Viatron z USA przedstawili w referacie pewien przykład realizacji pamięci do systemu Viatron 21 o bardzo niskiej cenie za bit. Dzięki zastosowaniu specjalnego systemu dekodowania oraz możliwości zrównoleglania wyjść informacyjnych uzyskano bardzo oszczędny system obudów dla elementów pamięciowych.

W zakresie pamięci opartych na tranzystorach bipolarnych daje się zaobserwować wyraźny postęp w kierunku zwiększenia pojemności. K.L.Hughes od Ferrantiego /W.Brytania/ przedstawił nowy system realizacji układów pamięciowych w oparciu o opracowaną w Bell Telephone Lab. specjalną technikę warstw izolacyjnych. Otrzymywane struktury odznaczają się dużą prostotą i są zbliżone wymiarami do struktur tranzystorów typu MOS. Jest to tzw. proces cdi /collector diffused isolation/.

Znacznemu uproszczeniu uległ tutaj proces technologiczny, a otrzymywane elementy charakteryzują się porównywalnymi czasami przełączania. Przewiduje się, że pozwoli to w przyszłości uzyskać pamięci zbliżone do pamięci MOS pod względem pojemności, a przewyższające je pod względem szybkości działania.

Za przełomowy punkt w technice realizacji systemów pamięciowych można uważać opracowanie pamięci operacyjnej do Systemu Illiac IV na bazie półprzewodnikowej. Problemowi temu był poświęcony referat Liebranda z firmy Fairchild. Zespół pamięciowy składa się z 64 pamięci po 32 kilobajty o cyklu podstawowym 200 nsek. Pamięci zbudowane są z kostek 256-bitowych zorganizowanych w słowa 16-bitowe zamknięte w obudowy DIL z 16 wyprowadzeniami, o czasie dostępu 70 ns. Wysoką gęstość upakowania komórek pamięciowych /1200 tranzystorów i 1200 rezystorów/ uzyskano dzięki specjalnej technologii wytwarzania epitaksjalnych rezystorów o dużej rezystancji właściwej.

W ramach praktycznego wykorzystania systemów LSI M.E.Hoff Jr. z Intel.Corporation /bardzo dynamiczna nowa firma specjalizująca się w produkcji układów LSI/ omówił szereg zagadnień związanych z nowym podejściem do projektowania komputerów opartych o struktury LSI. W dziedzinie tej występuje bardzo złożony problem optymalizacyjny, na skutek czego należy brać pod uwagę takie dane jak czas opracowania, ceny stosowanych obudów do struktur LSI, niezawodność, złożoność montażu oraz podatność eksploatacyjną. Bardzo istotne znaczenie ma tutaj powtarzalność struktur LSI. Dlatego przy realizacji eksperymentalnego komputera wykorzystano takie standardowe układy jak: 64-bitową pamięć operacyjną, 4-bitowy rejestr akumulatora oraz 1024-bitową pamięć stałą.

Osiągnięte wyniki wskazują na możliwość zestandaryzowania układów, co z kolei może prowadzić do ich produkcji wielkoseryjnej. Wymaga to jednak od projektantów innego podejścia do opracowania struktury logicznej urządzeń.

W ramach sesji omówiono również pewne zagadnienia związane z kontrolą układów MSI/LSI. I.B.Conolly z Tan-Tron z USA przedstawił model testera oparty na zasadzie programowanych generatorów funkcji bulowskich, który umożliwia testowanie dynamicznych i funkcjonalnych parametrów układów MSI i LSI. Generator testów zerojedynkowych został zrealizowany w oparciu o rejestry przesuwania ze sprzężeniem zwrotnym.

Większość mikroukładów cyfrowych produkują potężne firmy amerykańskie: Texas, Motorola, Fairchild, National Semiconductor, Spraque, Sequentis, RCA. Na terenie NRF do największych producentów układów scalonych zalicza się firma ITT, Texas Deutschland, Siemens i Telephunken.

Firmy angielskie były reprezentowane przez firmę Marconi-Elliot, Microelectronics, Feranti'ego i Plessay'a, które w ostatnim okresie bardzo ściśle ze sobą współpracują. Francję reprezentowała firma Sescosem należąca do grupy Thomson-CSF oraz Tecelec-Airtronic.

Firmy zaprezentowały szeroki asortyment wyrobów po stosunkowo niskich cenach. Uwydatniła się dalsza tendencja obniżki cen mikroukładów. Proste mikroukłady - odpowiedniki SN 7400 kosztują około 30 centów, a przerzutniki około $ 1.

Opanowano na dużą skalę produkcję mikroukładów cyfrowych średniej integracji, które są obecnie oferowane po cenach konkurencyjnych w stosunku do prostych układów cyfrowych. Duży zestaw mikroukładów o średniej i dużej integracji w cenie kilku dolarów za sztukę przedstawiła firma Fairchild.

Zgodnie z sygnalizowanymi na Kongresie tendencjami punkt ciężkości przesuwa się w kierunku układów typu MOS. Wiele firm produkuje układy

o średnim i dużym stopniu scalenia, takie jak wielobitowe rejestry statyczne i dynamiczne po 100 a nawet więcej bitów, pamięci stałe o pojemności 1024 bity i pamięci operacyjne o pojemności kilkuset bitów.

Obszerne dane na ten temat uzyskano w firmie National Semiconductors, która współpracuje z firmą Sescosem. Do największych producentów układów MOS w Europie należy zaliczyć firmę Marconi-Elliot. Orientacyjnie można podać, że produkowana przez Fairchild pamięć stała 1024-bitowa kosztuje około 200 DM.

Opanowano również produkcję układów z bramką silikonową /Silicon Gate MOS/, które mają progi porównywalne ze standardowymi mikroukładami TTL i DTL, co znacznie upraszcza problemy współpracy.

Oryginalne i bardzo ekonomiczne pod względem zużycia mocy okazały się układy typu COS/MOS produkowane przez firmę RCA /tzw.Complementary MOS/. Układy te odznaczają się dużą szybkością i małym poborem prądu w stanie ustalonym. Taki np. układ TA 5577 - zawiera w obudowie z 24 wyprowadzeniami 64-bitową pamięć operacyjną, która pobiera 30 $\mu$W na bit i charakteryzuje się czasem dostępu około 50 ns.

W zakresie bardzo szybkich technik cyfrowych należy odnotować przejście na seryjną produkcję mikroukładów MECL III Motoroli. Chodzi tutaj o tzw. serię HC 1600 o charakterystycznym czasie propagacji około 1 ns i częstotliwości zmian stanów przerzutników 300 MHz. Układy te są dostosowane do współpracy z liniami transmisyjnymi o oporności falowej 50 $\Omega$ . Realizowane tą techniką układy pamięciowe posiadają czasy cyklu rzędu 10 ns.

Nastąpił również wzrost szybkości układów TTL. Oferowana przez Texas Instr., seria S z diodami Shotky'ego posiada czasy propagacji rzędu 3 ns, co jest porównywalne z technikami ECL.

Układy ECL o czasach propagacji rzędu 3 ns /ograniczony zestaw/ zaoferowała również firma Marconi-Elliot. Rewelacyjne pod względem po-

jemności i szybkości działania pamięci operacyjne /tzw.seereth pad/ zaprezentowała firma Intel. z USA, np. pamięć operacyjną 256-bitową o cyklu 100 ns i cenie około 20 dolarów.

Ogólnie można stwierdzić, że w technice cyfrowej półprzewodnikowej trwa stały wyścig o uzyskiwanie coraz lepszych parametrów. Każdy następny krok przynosi coraz wyższe osiągnięcia techniczne i technologiczne.

Należy stwierdzić, że układy MSI zarówno w wersji bipolarnej jak i MOS mogą być obecnie stosowane w urządzeniach wchodzących do masowej produkcji.

## 5. Mikroukłady i technologie hybrydowe

W ramach dyskusji rozważano na Kongresie bardzo interesujące zagadnienia związane z techniką mikroukładów hybrydowych. Perspektywy dotyczące technik mikroelektronicznych zostały przedstawione przez A. Dekeyser'a z firmy Spraque Electric Co. /USA/. Mówił on o pełnej integracji technik realizacyjnych zmierzającej w kierunku wytwarzania układów funkcjonalnych na bazie hybrydowej.

Oznacza to, że w oparciu o konkretne wymagania systemowe będą otrzymywane układy realizujące w optymalny sposób zadaną funkcję. W jednej obudowie mogą być łączone różne elementy, zrealizowane różnymi technologiami, podobnie i sieć połączeń może być realizowana techniką cienko- lub grubowarstwową /w ten sposób mogą być otrzymywane dodatkowo rezystory/. Przyszłość należy do układów typu LSI realizowanych w oparciu o wielowarstwowe obwody drukowane i układy półprzewodnikowe z wyprowadzeniami beam-lead.

Bardzo interesujące dane zawierał referat o stanie prac nad układami hybrydowymi w Japonii. Przedstawione wykresy obrazowały gwałtowny rozwój techniki grubo- i cienkowarstwowej zarówno w odniesieniu do układów jednorodnych /zestawy rezystorów i kondensatorów/ jak

i układów hybrydowych. Okazuje się, że w ciągu ostatnich 4 lat przemysł układów hybrydowych w Japonii zwiększył swoją produkcję 600-krotnie. W roku 1969 wartość produkcji układów hybrydowych wyniosła 3.302 mln.jenów, co stanowiło około 12% ogólnej produkcji układów i elementów mikroelektronicznych. Istnieje wyraźna tendencja dalszego rozwoju tych układów w latach przyszłych.

W japońskiej technologii stosuje się obecnie zarówno techniki grubo- jak i cienkowarstwowe. W technice grubowarstwowej są stosowane substraty alundowe. Oporniki wykonuje się na bazie Ag-Pd, ścieżki przewodzące na bazie past Ag-Pd lub dużo droższych past Au-Pt. Kondensatory wykonuje się metodami nadruku lub dołączenia kondensatorów w postaci ceramicznych czipów.

W technice cienkowarstwowej są stosowane substraty szkła Corninga 7059 i ceramiki szkliwione, a jako materiały oporowe: NiCr, Ta i cermety Cr-SiO. Warstwy dielektryczne wytwarza się metodą sputerowania $SiO_2$. Ścieżki przewodzące wytwarza się w oparciu o warstwy Cr-Au, Mn-Ag i Ni, Cr-Cu.

Elementy czynne dołącza się w postaci obudowanej lub w postaci czipów zarówno o strukturze face-down jak i strukturze face-up.

O celowości rozwijania produkcji układów hybrydowych mówił w swoim referacie A.Lewicki /NRF/ pod znamiennym tytułem „Czy realizować hybrydowe układy scalone?" Koncentrując się na technice grubowarstwowej, autor stwierdził, że rozwijanie własnej bazy wytwórczej jest opłacalne tylko w wypadku bardzo dużych firm podejmujących prace kompleksowe. Małe firmy powinny korzystać z usług firm wyspecjalizowanych. Dla orientacji podano, że podjęcie prac prototypowych wymaga około 0,6 mln. DM /marek niemieckich/ inwestycji, podjęcie średniej produkcji 2 mln.DM i dużej produkcji 5 mln.DM.

Sporo uwagi na Elektronice 70 poświęcono aparaturze i narzędziom, materiałom pomocniczym służącym do mikromontażu układów hybrydowych oraz aparaturze próżniowej. Wyróżniły się zwłaszcza firmy: Bendix, Edwards, Belzers, Metox, Textool. RFT, Herens, NGK Insulators Ltd,

Degusa, Kyoto Ceramic Co Ltd., Telefunken, Siemens, Kulicke and Soffa, KEV Electronics Corp., EFCO Limited, Hugle Industries Inc., Warker-Chemie GMBH, Motorola, Mickro-Tech MFG Inc., Bonding Tool, Karl Suss, Microelectronic, Dipl. Ing.Andreas Lewicki.

W stosisku firmy Balzers uzyskano interesujące informacje dotyczące metod i aparatury stosowanej do wytwarzania warstw oporowych z Ni-Cr. Jako najefektywniejszą zalecono metodę rozpylania wybuchowego proszku o składzie 50% Ni i 50% Cr. Firma Karl Suss /NRF/ przedstawiła bardzo nowoczesne rozwiązanie bonderów ultradźwiękowych, z których jeden służył do wykonywania precyzyjnych połączeń drutowych, drugi do łączenia czipów krzemowych z polami montażowymi na substratach ceramicznych.

Bardzo ciekawe pod względem różnorodności eksponowanego asortymentu układów hybrydowych było stoisko firmy A.Lewicki. Eksponowane tutaj hybrydy dawały przegląd możliwości jakie daje mikromontaż elementów czynnych na odpowiednio przygotowanych substratach ceramicznych. Firma podaje, że możliwy jest montaż do 80 elementów czynnych na jednym substracie o wymiarach 12,5 x 25 mm.

Na stoisku tym eksponowane były również złożone mikroukłady hybrydowe z elementami o wyprowadzeniach typu beam-lead.

## 6. Mikroukłady analogowe i optoelektronika

Duża ilość wygłoszonych na tej sesji referatów świadczy o szybkim rozwoju tej grupy mikroukładów, które w okresie wcześniejszym pozostawały w cieniu układów cyfrowych. Przedstawiono szereg interesujących rozwiązań z różnych dziedzin.

Do ciekawszych należał wzmacniacz operacyjny o paśmie 50 MHz, nadajnik telemetryczny EKG zaszywany pod skórę pacjenta oraz generator relaksacyjny o bardzo dużej stałości częstotliwości. W przypadku nadajnika całość zrealizowana została na płytce krzemowej o wymiarach 1 $mm^2$. Do zasilania zastosowano dwa miniaturowe ogniwa 1,35 V.

Układ generatora wykonano techniką hybrydową. Składa się on z dwu wzmacniaczy operacyjnych oraz elementów określających częstotliwość. Z przeprowadzonej analizy wynika, że zmiany parametrów tranzystorów nie wpływają na częstotliwość drgań, że zmianie ulegają jedynie czasy narastania.

Nie pominięto również układów optoelektronicznych. Tam np.przedstawiono możliwość stosowania diod luminescencyjnych w ekranach telewizyjnych oraz displayach komputerów. W systemie adresowym planuje się stosowanie TFT /tranzystorów cienkowarstwowych/, chociaż na ich rozwój należy jeszcze poczekać. Każda dioda świeci przez czas wyświetlania jednego obrazu, dlatego jaskrawość obrazu może być mniejsza niż na ekranie konwencjonalnym. Ekran taki może być zupełnie płaski.

Podano również informacje na temat fotodetektorów MOS oraz diod luminescencyjnych w zakresie światła widzialnego, które mogą pracować również jako diody przełączające.

Duże zainteresowanie wzbudził referat pp.Neale'a i Ovschinsky'ego z Energy Conversion Devices /USA/, w którym przedstawiono element pamięciowy polegający na odwracalnych zmianach strukturalnych w warstwach amorficznych. Po obradach sesji R.G. Neale dokonał w gronie zainteresowanych pokazu urządzenia z płatem pamięciowym, którego praca opiera się na tej zasadzie.

## 7. Technologia montażu

Sporo czasu poświęcono niezawodności zespołów mikroelektronicznych w technologii montażu. Tak np. omówiono problemy napylania wielowarstwowych połączeń z izolacją dielektryczną między warstwami, metody wykonywania połączeń lutowanych elementów wrażliwych na przegrzanie oraz metody realizacji struktur hybrydowych o bardzo dużej gęstości upakowania około 100 elementów na 1 $cm^2$.

W jednym z referatów omówiono łączenie układów LSI na płytce ceramicznej o napylanych kontaktach, które łączy się do łączówek po-

dobnych do tych, które są stosowane w układach drukowanych. Brak połączeń lutowanych zwiększa tutaj niezawodność.

Omówiono ponadto metody wykonywania połączeń w subnanosekundowych układach logicznych typu ECL. Wykazano, że optymalne wyniki osiąga się przy stosowaniu linii transmisyjnych o oporności falowej 100.Ω W ramach tematyki niezawodnościowej analizowano niezawodnościowe parametry plastykowych obwodów do mikroukładów.

8. Aparatura technologiczna i pomiarowa

Targi dały doskonały przegląd aktualnego poziomu urządzeń stosowanych w technologii układów mikroelektronicznych. Generalnie można stwierdzić, że przemysł elektroniczny wkroczył na drogę intensywnej automatyzacji. Większość prezentowanych urządzeń należy do grupy automatów lub półautomatów z reguły sterowanych cyfrowo.

Szybki postęp automatyzacji daje się zauważyć nawet w takich dziedzinach jak mikromontaż, gdzie szereg urządzeń ma automatyczne pozycjonowanie obudów i czipów, a nawet zdarzają się rozwiązania o pełnym cyklu automatycznym. Szczególną uwagę zwrócono na aparaturę do wykonywania obwodów drukowanych.

W dziedzinie urządzeń do produkcji płytek drukowanych wystawiono przede wszystkim urządzenia do wytwarzania matryc fotograficznych i wiertarki. Dominowały urządzenia automatyczne ze sterowaniem cyfrowym. Były również uniwersalne jednostki sterujące. Reprezentowane były firmy: Contraves /Szwajcaria/, AEG-Telefunken, CYREX PRODUCTS, VARC, NIC. /urządzenia automatyczne do matryc/ oraz firmy Excellon, DACIDRILL, SCHMOLL i RETAB /wiertarki/. Programy z reguły były przygotowywane na papierowych taśmach dziurkowanych.

Należy stwierdzić, że istnieje bardzo silne nastawienie na automatyczne wykonywanie programów. Osiąga się to na drodze obliczeniowej za pomocą maszyny cyfrowej /Micro Design Incorporated - Computer Aided Design for MOS/LSI/ lub za pomocą specjalnych urządzeń do kodowania współrzędnych /Codimat firmy Centraves/.

Spośród specjalnych urządzeń precyzyjnych prezentowano urządzenie do pomiarów fotomasek firmy SIP /Szwajcaria/ oraz zestaw urządzeń pomiarowych i technologicznych firmy Leitz dla mikroelektroniki. Wiele miejsca zajmowała aparatura kontrolno-pomiarowa do układów scalonych i zestawów zbudowanych z tych układów.

Najszerszy zestaw tego typu urządzeń został zaprezentowany przez amerykańską firmę Theradyne. Wcześniej opracowane systemy uległy rozbudowaniu, a ich moc przerobowa wzrosła przez powiązanie procesu kontrolnego ze sterowaniem maszyną cyfrową /tzw. computer oriented systems/.

Firma ta oferuje również urządzenia do badania pojedynczych układów cyfrowych i liniowych, np. przy pomocy tzw. Analogical Tester, a także całych zestawów funkcjonalnych. Do generacji testów wykorzystuje się EMC, dla których opracowano specjalny język programowania.

Oprócz bardzo złożonych urządzeń wystawiano również proste testery. Tak np. Electrodata Components Inc. przedstawiła prosty tester za $ 1400, co w związku z wysokimi kosztami wymiany złych elementów na płytkach drukowanych jest ceną nadzwyczaj niską.

Duży zestaw do kontroli układów LSI i pakietów z układami scalonymi został opracowany przez firmę specjalizującą się w aparaturze pomiarowej Rhode-Schwartz. Również Philips wystawił prototyp urządzenia do kontroli mikroukładów. Włączenie się firm europejskich w tę dziedzinę świadczy o rosnącym zapotrzebowaniu na tego typu aparaturę.

Proste urządzenie testujące do pakietów przedstawiła firma Detronic /USA/ mająca przedstawicielstwo w NRF. Urządzenie to zostało oparte na ręcznym programowaniu ciągu testów kontrolnych na specjalnych złączach krosujących. Firma ta oferuje również urządzenie do kontroli płytek z obwodami drukowanymi. W tym celu opracowano specjalne elastyczne szpilki kontaktowe.

Bardzo poważnie do zagadnienia kontroli płytek drukowanych podeszła firma Siemens. Prezentowany automat /cena 25000 DM/ współpracujący z EMC pozwala na wszechstronne sprawdzenie obwodów wielowarstwowych o kilku tysięcach otworów metalizowanych. Testy są tutaj generowane automatycznie, ponadto urządzenie mierzy rezystancję połączeń, napięcia przebicia oraz rezystancję izolacji.

## 9. Podsumowanie

Zarówno Targi jak i Kongres mikroelektroniczny świadczą o dużym postępie jaki dokonał się w przemyśle elektronicznym w ostatnich latach. Na podstawie ekspozycji można stwierdzić, że dominacja Stanów Zjednoczonych w tej dziedzinie jest nadal na rynku europejskim bezdyskusyjna.

Na podkreślenie zasługuje duża dynamika rozwoju elektroniki w NRF, oparta zresztą głównie o pomoc licencyjną. Szczególnie duże wrażenie robi wielka ilość zakładów specjalizujących się w aparaturze technologicznej.

Konferencja dała obszerny przegląd aktualnych zagadnień mikroelektroniki, na podstawie którego można stwierdzić, że najbardziej perspektywiczne kierunki rozwoju dotyczą takich kwestii jak:

- Wzrost znaczenia struktur MOS.
- Oparcie systemów pamięciowych o układy półprzewodnikowe.
- Stały postęp w dziedzinie integracji oraz docelowe przejście na struktury LSI.
- Dalszy rozwój technologii elektronowej w kierunku usprawnienia metod wytwarzania, pojawienie się nowych struktur przyrządów półprzewodnikowych.
- Zarysowanie się tendencji prowadzących do integracji różnych technik realizacyjnych.

ETO NOWOŚCI Nr 1/1971

Mgr inż.Jan RELUGA
Instytut Maszyn Matematycznych

621.3.049.75.002

# NOWOCZESNA APARATURA TECHNOLOGICZNA DO PRODUKCJI DWU I WIELOWARSTWOWYCH PŁYTEK Z OBWODAMI DRUKOWANYMI

Zadaniem niniejszego artykułu jest krótka charakterystyka wyrobów, podstawowych operacji technologicznych oraz aparatury technologicznej stosowanej w produkcji wielkoseryjnej i masowej dwustronnych i wielowarstwowych płytek drukowanych z otworami metalizowanymi. Starano się szczególnie o uwzględnienie ogólnych cech konstrukcyjnych, charakterystyk eksploatacyjnych, podstawowych danych technicznych oraz cen orientacyjnych. Oparto się przy tym na materiałach źródłowych w postaci katalogów i prospektów najbardziej znanych producentów oraz opisów technicznych podawanych w literaturze.

Z uwagi na duży zakres materiałów ograniczono się w opisach do szczegółowego omówienia podstawowej aparatury z pobieżnym uwzględnieniem pozostałej. Aparatura pomiarowo-kontrolna stosowana przy produkcji płytek drukowanych zostanie omówiona w oddzielnym opracowaniu.

## 1. Charakterystyka wyrobu

Płytki z obwodami drukowanymi, nazywane dalej w skrócie płytkami drukowanymi, są podstawowymi elementami występującymi w konstrukcjach współczesnych urządzeń elektronicznych, a szczególnie w elektronicznych maszynach cyfrowych. Występują one na drugim i trzecim poziomie montażowym EMC.

Na drugim poziomie mamy do czynienia z płytkami pakietów służącymi do montażu układów scalonych i elementów dyskretnych oraz tworzącymi za pomocą przewodów drukowanych i otworów metalizowanych sieć połączeń elektrycznych dla wyprowadzeń tych elementów. Sieć ta zakończona jest drukowanymi polami kontaktów /w przypadku stosowania złącz bezpośrednich/ lub otworami metalizowanymi, w które wlutowywuje się wyprowadzenia kontaktów części wtykowej złącza pośredniego. Sieć połączeń drukowanych może być wykonana na obu stronach płytki dwustronnie - względnie na wielu warstwach, gdy w grę wchodzą wielowarstwowe płytki drukowane /WPD/. W obu przypadkach połączenia międzywarstwowe realizowane są poprzez otwory metalizowane służące zarówno do wlutowywania wyprowadzeń elementów, jak i do połączeń logicznych.

Na trzecim poziomie stosowane są płyty połączeń paneli tworzące za pomocą przewodów drukowanych i otworów metalizowanych sieć połączeń elektrycznych dla wyprowadzeń kontaktów złącz, w które wetknięte są płytki pakietów. Wyprowadzenia te wlutowane są w część otworów metalizowanych płyty połączeń panelu. Istnieją konstrukcje, w których tylko część wyprowadzeń połączona jest z otworami metalizowanymi. Pozostałe wyprowadzenia przechodzą przez otwory niemetalizowane płyty drukowanej. Wyprowadzenia te łączone są innymi metodami /np. za pomocą połączeń owijanych/. Sieć połączeń drukowanych płyty panelu może być zakończona, tak jak w płytkach pakietów drukowanymi polami kontaktów lub otworów metalizowanych, względnie może posiadać inne zakończenia np. tulejki gwintowane do doprowadzenia napięć zasilających, uziemienia itp.

## 2. Niektóre charakterystyki konstrukcyjne płytek drukowanych

Płytki drukowane wykonywane są z laminatów na podłożu szklano-epoksydowym lub innym pokrytym jedno lub dwustronnie folią z reguły miedzianą, na której trawione są przewody drukowane /pola kontaktowe złącz, pola lutownicze lub inne. Przewody drukowane wykonane w folii

miedzianej są z reguły pokrywane dodatkowo warstwą miedzi, a następnie stopu cynowo-ołowiowego lub innego, ewentualnie cienką warstwą złota.

Minimalne szerokości przewodów drukowanych wynoszą 0,25 mm. Dla większości obwodów drukowanych stosuje się szerokości 0,4 do 0,8 mm. Liczba przewodów na poszczególnych warstwach wynosi w niektórych konstrukcjach pakietów do 500, w panelach dochodzi do kilku tysięcy.

Minimalne średnice otworów metalizowanych wynoszą 0,8 mm w płytkach dwustronnych i 0,4 mm w WPD. Płytki pakietów posiadają w niektórych konstrukcjach do 1500 otworów metalizowanych, płyty paneli nawet do 6000 otworów.

Grubość laminatów na płytki dwustronne wynosi od 0,8 do 3 mm, w większości przypadków stosuje się grubość 1,5 mm. Grubości folii miedzianej wynoszą przeważnie 17 $\mu$m, 35 $\mu$m lub 70 $\mu$m. Stosuje się również grubości 105 $\mu$m. Laminaty na wielowarstwowe płytki drukowane posiadają grubości od 0,05 mm do 0,7 mm i pokryte są jedno lub dwustronnie folią o grubościach 17 $\mu$m, 35 $\mu$m lub 70 $\mu$m, zależnie od założonej grubości ostatecznej WPD oraz od konstrukcji płytki. Grubości gotowych WPD wynoszą 1,5 do 3 mm. Płytki drukowane osiągają we współczesnych konstrukcjach wymiary 400 x 500 mm i więcej.

## 3. Podstawowe operacje technologiczne

Skomplikowana konstrukcja płytek drukowanych, szczególnie wielowarstwowych, wymaga stosowania bardzo złożonego i trudnego procesu technologicznego oraz skomplikowanej aparatury technologicznej i pomiarowo-kontrolnej.

Do podstawowych operacji typowego procesu technologicznego należą:

- wykonywanie matryc i oryginałów fotograficznych z rysunkiem obwodu drukowanego każdej z warstw,

- przygotowanie półfabrykatów: obcinanie i wykonywanie otworów bazowych, oczyszczanie powierzchni folii,
- wykonywanie płatów z jednostronnym ew. dwustronnym obwodem drukowanym,
- laminowanie warstw poprzez prasowanie w podwyższonej temperaturze,
- wiercenie otworów pod metalizację,
- metalizacja chemiczna i elektrolityczna otworów i przewodów drukowanych,
- nanoszenie /kopiowanie/ rysunku obwodu na półfabrykacie:
    - nakładanie emulsji światłoczułej lub ochronnej,
    - ekspozycja - naświetlanie,
    - wywoływanie emulsji światłoczułej,
    - usuwanie emulsji,
    - retusz rysunku,
- trawienie obwodu drukowanego w folii /retusz obwodu/,
- obcinanie płytek na wymiar,
- kontrola gotowych płytek:
    - połączeń obwodu drukowanego,
    - oporności izolacji,
    - pojemności i indukcyjności elementów obwodu,
    - otworów metalizowanych itp.
- czynności pomocnicze: płukanie, oczyszczanie, suszenie itd.

## 4. Aparatura produkcyjna

### 4.1. U r z ą d z e n i a  d o  w y t w a r z a n i a  m a t r y c  f o t o g r a f i c z n y c h

Do najbardziej nowoczesnych i najczęściej stosowanych urządzeń wytwarzających matryce fotograficzne z rysunkami obwodów drukowanych

należą automatyczne, sterowane cyfrowo fotokoordynatografy. Dzięki tym urządzeniom otrzymujemy rysunki na materiale światłoczułym w drodze kolejnego naświetlania ich ruchomą wiązką światła lub za pomocą projekcji wzorcowych znaków oświetlanych lampą błyskową, ewentualnie obiema metodami razem. Z reguły pierwszą metodą są rysowane przewody drukowane, drugą - pola pod punkty lutownicze i inne znaki o bardziej lub mniej skomplikowanych kształtach. Urządzenia te składają się z automatycznego stołu koordynatowego z ustawioną na nim kasetą fotograficzną, głowic projekcyjnych fotograficznych, jednostki sterującej oraz z czytnika taśmy dziurkowanej, względnie magnetycznej i pulpitu operacyjnego. Zapisany na taśmie program zawiera informacje wykorzystywane do sterowania położeniem stołu koordynatowego, otwieraniem i zamykaniem migawki, ustawieniem odpowiedniej szczeliny, względnie znaków wzorcowych oraz zapłonem lampy błyskowej itp.

Urządzenia te wykonują matryce fotograficzne obwodu drukowanego zazwyczaj w podziałce 1:1 z dokładnością bezwzględną położenia znaków $\pm$ 0,05 mm.

Do wykonywania programów na taśmie stosuje się obecnie dodatkowe wyposażenie w postaci stołu cyfrowego do zdejmowania współrzędnych punktów charakterystycznych rysunku obwodu. Stół taki jest wyposażony we wskaźniki cyfrowe oraz pulpit lub przyciski do wprowadzania dodatkowych informacji na taśmę z programem /sterowanie stołem, otwieranie i zamykanie migawki, zmiana znaków wzorcowych itp./.

Na stole umieszcza się powiększony w skali 2:1 rysunek obwodu drukowanego zaprojektowanego ręcznie z małą dokładnością na stosunkowo dokładnej siatce rastru wykonanego na przezroczystej folii np.astralonowej. Za pomocą rysika znajdujemy kolejno wszystkie charakterystyczne punkty obwodu, których współrzędne mają być zapisane na taśmie.

Do wspomnianego wyżej wyposażenia należą również dalekopisy taśmy dziurkowanej, sprzężone ze stołem cyfrowym i pulpitem operacyjnym

służące do dziurkowania taśmy oraz wykonywania tabulogramów kontrolnych.

Osobny problem stanowi automatyzacja samego projektowania obwodu drukowanego ze schematów logicznych i tabeli połączeń. Przy rozwiązywaniu tego problemu wykorzystuje się coraz częściej elektroniczne maszyny cyfrowe. Jednakże opracowanie programów do rozwiązywania tak skomplikowanych problemów jest bardzo złożone i stosowane jedynie przez bardzo zaawansowane firmy światowe.

Dobrym sposobem stosowanym coraz częściej przez producentów obwodów drukowanych jest projektowanie rysunku matryc obwodu drukowanego na maszynie cyfrowej w systemie otwartym przy użyciu specjalnych urządzeń do szybkiego wprowadzania i wyprowadzania informacji z maszyny /tzw.display'e/. W systemie tym możliwość powzięcia przez obsługującego niektórych decyzji znacznie ułatwia rozwiązanie problemu.

Typową część składową zestawu urządzeń do produkcji matryc stanowi system 70 amerykańskiej firmy Bendix, przeznaczony do sporządzania programów na taśmie dziurkowanej i połączony z fotogeneratorem matryc typu Slo-Syn P.S. Koszt całego zestawu wynosi ok.60 tys.dolarów, w tym koszt systemu 70 do sporządzania taśmy dziurkowanej ok.20 tys. dolarów.

Jednym z zestawów o większych możliwościach technicznych jest zestaw urządzeń firmy Moderne NRF. W skład takiego zestawu wchodzą:

- fotokoordynatograf automatyczny Moprogramer 70 o dokładności $\pm$ 0,01 mm, powierzchni roboczej stołu 450 x 600 mm, wydajności ok.4000 pozycji na godzinę i cenie ok.90 tys.DM,
- współpracująca elektroniczna maszyna licząca, cena ok.90 tys.DM,
- urządzenie do sporządzania programów i pomiaru rysunków typu OPIC-I o powierzchni roboczej stołu 320 x 480 mm, dokładności $\pm$ 0,013 mm i wydajności ok.1000 pozycji na godzinę.

Elektroniczna maszyna licząca wchodzi w skład zestawu w przypadku stosowania automatycznego projektowania rysunku obwodów drukowanych.

W najnowszych rozwiązaniach urządzeń do wytwarzania matryc fotograficznych obwodów drukowanych stosuje się metodę wykonywania rysunku obwodu w zmniejszeniu np.1:4 lub 1:6, a następnie, tak wykonaną matrycę powiększa do wymiarów 1:1 na specjalnym precyzyjnym powiększalniku. Zaletą tego rodzaju urządzeń są małe wymiary koordynatografu automatycznego, a tym samym osiągalna wyższa dokładność, większa wydajność itp.

Metodę tą zastosowano z powodzeniem w zbudowanym w Instytucie Maszyn Matematycznych koordynatografie automatycznym typu KA-70, uzyskując dla stołu roboczego o wymiarach 70 x 60 mm dokładność wykonania zmniejszonej matrycy rzędu $\pm$ 0,003 mm przy wydajności ok.1000 rysowanych znaków na godzinę.

Zastosowany powiększalnik precyzyjny pozwolił osiągnąć powiększenie 6,35 i żądaną dla WPD dokładność $\pm$ 0,05 mm w polu o wymiarach 150 x 150 mm i $\pm$ 0,15 mm w polu o wymiarach 350 x 350 mm.

Potwierdzeniem rozwoju tej metody jest amerykański superprecyzyjny zestaw do wytwarzania matryc fotograficznych Unigraph 22, składający się z trzech zamkniętych w jednej obudowie zespołów:

- fotokoordynatografu automatycznego o dokładności $\pm$ 0,001 mm rysującego obiema metodami podanymi wyżej w polu o wymiarach 150 x 150 mm,
- zestawu do wywoływania klisz fotograficznych,
- precyzyjnego powiększalnika o powiększeniu 4 i małej dystorsji rzędu 0,01% oraz maksymalnej powierzchni roboczej około 500 x 500 mm; rysunek po powiększeniu wykonany na kliszy może być natychmiast powielony na błonie fotograficznej /o podłożu mylarowym/.

Rysowanie lampą błyskową odbywa się poprzez rzutowanie na powierzchnię kliszy jednego z 300 rysunków wzorcowych umieszczonych na powierzchni tarczy, rysowanie lampą żarową przez rzutowanie jednej z pięciu szczelin wzorcowych. Wszystko to jest sterowane za pomocą małej maszyny cyfrowej z czytnikiem kart dziurkowanych i dalekopisem służącym do wydruku kontrolnego.

Urządzenie to produkuje f-ma USA Universal Graphies Inc. w Kalifornii.

Urządzenia do wytwarzania matryc są produkowane przez szereg światowej sławy firm jak Corradi, Gerber Scientific /cena zestawu ok. 65 tys. $/, Photon Inc. /urządzenie pod nazwą Emma o dokładności 12,5 m/, DS America Inc. /pod nazwą Contourama IV, o dokładności powtarzania współrzędnych rysunku do 5$\mu$m/ i inne.

Ze znanych, produkowanych w krajach socjalistycznych urządzeń do wytwarzania matrys fotograficznych obwodów drukowanych można wymienić urządzenie Kartdimat III R firmy Zeiss Jena.

## 4.2. Urządzenia do wiercenia otworów. Wiertarki

Wiercenie otworów w płytkach z obwodami drukowanymi w produkcji seryjnej i masowej odbywa się przeważnie na specjalnych wiertarkach automatycznych sterowanych cyfrowo programem zapisanym na taśmie dziurkowanej bądź magnetycznej.

Wiertarka składa się ze stołu, wrzeciennika z jednym lub wieloma wrzecionami i jednostki sterującej. W nowoczesnych wiertarkach stół posiada jeden kierunek ruchu, wrzeciennik z wrzecionami - drugi. Ustawienie zarówno stołu jak i wrzeciennika odbywa się za pomocą silnika krokowego lub innego napędu elektrycznego, rzadziej hydraulicznego, pomiar - za pomocą analogowo-cyfrowych przetworników kątowych lub liniowych. Jednostki sterujące są budowane jako elektroniczne urządzenia cyfrowe zaopatrzone we własne czytniki taśmy

dziurkowanej. Wiertarki bywają jedno lub wielowrzecionowe. Często stosuje się wiertarki wielowrzecionowe sterowane z kopiału uprzednio wykonanego na wiertarce jednowrzecionowej. Kopiał taki stanowi płytkę metalową z wywierconymi otworami, np.stożkowymi, które wyznaczają położenia wiercenia.

Wiercenie otworów odbywa się przy prędkościach obrotowych rzędu 20 do 80 tys./obr/min a nawet i więcej przy czym posuwy wrzeciona dochodzą do 100 mm/s. Stosuje się głównie wiertła z węglików spiekanych o wysokiej trwałości rzędu 10 tys. otworów wierconych. Istnieją też wiertła o trwałości do 100 tys. otworów.

Jednostki sterujące są z reguły budowane tak, aby mogły sterować kilkoma wiertarkami równocześnie. Nie różnią się one w zasadzie od jednostek sterujących urządzenia do wytwarzania matryc fotograficznych obwodów drukowanych, lecz stanowią ich uproszczoną wersję.

Sporządzanie programu odbywa się za pomocą takich samych urządzeń, co sporządzanie programów do matryc /np.urządzenie OPIC-I/.

Wiercenie otworów odbywa się w stosach płytek o 2 - 4 płytkach i w bardzo krótkim czasie rzędu kilkudziesięciu milisekund. Cykl jednego wiercenia w automatycznych wiertarkach osiąga minimalną wartość ok. 0,5 ÷ 0,6 s. W przypadku stosowania wiertarek wielowrzecionowych, np. o 4, 9, 12, a nawet 20 wrzecionach wydajność ich jest olbrzymia i wynosi dla wiertarek 4-wrzecionowych, przy stosie o 3 - 4 płytkach drukowanych ok. 80 ÷ 120 tys.otworów na godzinę i więcej.

Wiertarki jednowrzecionowe stosuje się w produkcji w dwóch przypadkach, do wykonywania matryc metalowych w postaci szablonów przeznaczonych do wiertarek pracujących z kopiałem oraz do wiercenia otworów w płytkach drukowanych, wówczas gdy liczba jednostkowych płytek jest mała, a asortyment zbyt szeroki. Jako przykład tego rodzaju płytek można wymienić płytki drukowane połączeń międzypakietowych - paneli. Do tych celów stosowane są zarówno wiertarki sterowa-

ne cyfrowo, jak i wiertarki z projektorami optycznymi. Projektor o powiększeniu rzędu 10 i 20 służy do ułatwienia precyzyjnego ustawiania płytki w położeniach wyznaczonych przez specjalną matrycę. Rysunek matrycy wykonany jest z matrycy fotograficznej bezpośrednio na płytce laminatu foliowanego metodą fotochemigraficzną. W przypadku, gdy liczba płytek dochodzi do kilkudziesięciu /produkcja doświadczalna, ewentualnie średnioseryjna/, opłacalne jest wiercenie otworów na jednowrzecionowych wiertarkach ręcznych, w których pozycjonowanie płytki drukowanej odbywa się za pomocą matrycy metalowej z otworami stożkowymi do automatycznego wprowadzania trzpienia fiksującego położenie. Wiertarki takie mają głowice wymienne z trzpieniem fiksującym lub projektorem.

Dokładność pozycjonowania płytki przy wierceniu wynosi od 0,05 ÷ 0,1 mm, średnice otworów wierconych od 0,4 ÷ 4 mm. Płytka jest dociskana automatycznie w momencie wiercenia, wióry odprowadzane do specjalnych zbiorników za pomocą urządzeń odsysających powietrze.

### 4.2.1. WIERTARKI JEDNOWRZECIONOWE

Spośród wiertarek znanych firm światowych wymienimy następujące:

- Copyfor S firmy Posalux - NRF o prędkościach obrotowych wrzeciona do 48.000 obr/min. Cena z wyposażeniem ok.6.000 dolarów.
- Precise Super 65 firmy James White - Anglia o prędkościach obrotowych 15 ÷ 45 tys. obr/min. lub 60 ÷ 110 tys. obr/min. Cena ok. 1.900 funtów angielskich.
- Rapida oraz FK 253 firmy Oswald E.BOLL - Szwajcaria.
- Uni-Drill, wiertarki jednej z najlepszych firm światowych Excellon - USA. Powierzchnia robocza stołu 750 x 750 mm, prędkość obrotowa wrzeciona regulowana do 45 tys. obr/min. Dokładność ustawiania za pomocą trzpienia centrującego $\pm$ 0,025 mm, za pomocą projektora $\pm$ 0,015 mm. Wydajność wiercenia odpowiednio 4000 i 1500 otworów na godzinę. Cena ok.5.000 dolarów.

## 4.2.2. WIERTARKI JEDNOWRZECIONOWE STEROWANE CYFROWO

Należy tutaj wymienić:

- System Posalux Guettinger składający się z 4 wiertarek i jednostki sterującej. Każda z wiertarek zaopatrzona jest w cyfrowy stół krzyżowy o zakresie roboczym 250 x 350 mm i dokładności ustawiania 0,0025 mm. Prędkość obrotowa wrzeciona wynosi 20 i 40 tys.obr/min. Przy pracy automatycznej wrzeciono wykonuje 50 ÷ 70 wierceń na minutę. Jednostka sterująca jest zbudowana z 13 podzespołów standardowych systemu „Normrack" na elementach tranzystorowych. Przyjęty kod standardowy EIA 8 B. Wiertarki mogą być również wykorzystywane jako półautomatyczne. W tym celu są zaopatrzone w projektory do centowania o powiększeniu 20.

- Wiertarki automatyczne firmy Excellon np. Unimatic, podobne do wiertarki Uni-Drill, wymienionej wyżej, wyposażone są w koordynatowy stół sterowany cyfrowo oraz cyfrową jednostkę sterującą z czytnikiem taśmy dziurkowanej. Wydajność około 15 tys.otworów na godzinę.
  Buduje się różne odmiany tej wiertarki w zależności od roboczej powierzchni stołu. W większych modelach o pow.roboczej stołu 800 x 1150 mm wiertarka zbudowana jest w oparciu o stół granitowy gwarantujący wysoką dokładność wiercenia. Stół sterowany nałożony jest na stół nieruchomy i przesuwa po nim płytkę drukowaną umocowaną w specjalnym uchwycie. Cena wiertarki Unimatic wraz z jednostką sterującą ok.16 ÷ 20 tys. dolarów.

## 4.2.3. WIERTARKI WIELOWRZECIONOWE STEROWANE CYFROWO

Spośród wiertarek wielowrzecionowych sterowanych cyfrowo wymienimy następujące:

- Wiertarki firmy Excellon, w większości przypadków są budowane jako 4-wrzecionowe. Wiertarka 1231 o powierzchni roboczej stołu 315 x 788 mm i wiertarka 1255 o powierzchni 315 x 1410 mm. Konstrukcja oparta na podstawie granitowej. Wrzeciennik 4-wrzecionowy przesuwany na prowadnicach w obu kierunkach x i y za pomocą silników prądu stałego i ustawiany w żądanym położeniu za pomocą specjalnego systemu sprzęgieł i hamulców z dokładnością do ± 0,013 mm. Maksymalna prędkość robocza stołu wynosi ok.38 m/min., liczba wierceń - 90/min. Wydajność ok.100 tys. otworów na godzinę /przy założeniu wiercenia 3 płytek równocześnie/. Koszt wiercenia 1 otworu wynosi ok.0,1 centa. Cyfrowa jednostka sterująca firmy General Electric Mark Century 120. Ceny jednostkowe obu wiertarek odpowiednio 35 tys.dolarów i 45 tys.dolarów. Wiertarki takie są wykonywane również bez sterowania cyfrowego do pracy według matryc-szablonów. Ceny ich wynoszą odpowiednio: Quaddrill 1012 - 11 tys.dolarów, Quaddrill 1218 - 15 tys.dolarów.

- Model 404 firmy Digital Systems Inc. - USA , jest to wiertarka 4-wrzecionowa o bardzo oryginalnej konstrukcji i wyglądzie tokarki. Stół z płytkami jest przesuwany w kierunku osi Y, wrzeciennik z 4 wrzecionami - w kierunku osi X. Jednostka sterująca w jednej obudowie z wiertarką z zastosowaniem układów scalonych. Wydajność 72 tys.otworów/godzinę.

- Model BG S 4030 firmy Kressilk Products - USA jest zaopatrzony w system hydrauliczno-pneumatyczny ustawiania oraz cyfrową jednostkę sterującą. Dokładność ustawienia stołu ± 0,025 mm. Istnieją odmiany 2, 4, 6 i 8-wrzecionowa. Liczba obrotów wrzeciona 45 tys.obr/min. Wiertarka może być również sprzedawana bez sterowania cyfrowego.

## 4.3. Urządzenia do laminowania warstw. Prasy

Łączenie poszczególnych warstw z obwodami drukowanymi przy produk-

cji wielowarstwowych płytek drukowanych /WPD/ odbywa się w podwyższonej temperaturze poprzez prasowanie stosu utworzonego z tych warstw i przekładek laminatu w stanie półutwardzonym /pre-preg/. W czasie laminowania zachodzi najpierw wypełnienie podgrzaną, a tym samym płynną żywicą wszystkich wolnych od przewodów drukowanych przestrzeni pomiędzy warstwami, a później następnie stopniowe utwardzanie jej pod wpływem temperatury, ciśnienia i czasu. Takie parametry laminowania jak ciśnienie /nacisk/ i temperatura podczas prasowania są ściśle uzależnione od własności materiałów podstawowych i powinny być utrzymywane w stosunkowo wąskich granicach. Chociaż cały proces jest procesem trudnym, po odpowiednim opanowaniu daje się całkowicie zautomatyzować.

Proces laminowania w przypadku laminatów szklano-epoksydowych odbywa się przy naciskach ok. 20 ÷ 30 $kG/cm^2$ powierzchni i w temperaturze ok. 175°C w czasie około 25 ÷ 40 min. Parametry te ulegają znacznym zmianom przy prasowaniu innych materiałów, a ponadto zależą od całkowitej grubości stosu.

Proces laminowania za pomocą prasy składa się z takich faz jak:

- załadowanie stosu,
- wstępne ogrzewanie przy niewielkim ciśnieniu,
- prasowanie do określonej wartości ciśnienia,
- podgrzewanie do określonej temperatury,
- chłodzenie płyt grzejnych i stosu,
- przedmuchanie powietrzem komór chłodzących,
- otwarcie prasy,
- wyjęcie stosu i oczyszczenie prasy.

Nowoczesne prasy do laminowania umożliwiają automatyczne wykonanie tego procesu, z tym że udział człowieka ogranicza się jedynie do fazy

załadowania stosu, wyjęcia i oczyszczenia prasy. Z uwagi na konieczność doboru odpowiednich parametrów laminowania, zależnie od własności materiału i częściowo od konstrukcji WPD, przystosowuje się do sterowania ręcznego lub do sterowania półautomatycznego.

O wymaganiach, jakie stawia się prasom do laminowania WPD świadczyć mogą następujące dane liczbowe dla prasy o wadze około 100 ton:

- równoległość powierzchni płyt dla wymiarów roboczych 520-x480 mm $< \pm$ 0,05 mm /w czasie prasowania/,
- równomierność rozkładu temperatury na powierzchni roboczej płyt $< \pm 5^{\circ}C$,
- dokładność pomiaru temperatury $\pm$ 0,25°C,
- dokładność regulacji ciśnienia $\pm$ 0,08 $kG/cm^2$.

W celu zwiększenia wydajności pras, których bardzo wysokie ceny osiągają wartości 10 ÷ 20 tys.dolarów, buduje się je jako wielopółkowe /1, 2, 3, 4-półkowe/. Ponadto przy prasowaniu płytek mniejszych wymiarów stosuje się jednocześnie prasowanie np.4 płytek z jednego arkusza WPD.

Prasy wykonywane są ponadto w dwóch odmianach: z ogrzewaniem elektrycznym i parowym. Pierwsze są mniej kłopotliwe zarówno przy instalowaniu jak i podczas eksploatacji. Drugie umożliwiają znaczne skrócenie czasu podgrzewania, a więc i całego cyklu prasowania.

Prasy do wielowarstwowych obwodów drukowanych produkują jedynie bardzo wyspecjalizowane firmy światowe, szczególnie te, które od wielu lat zajmują się budową pras do innych zastosowań.

Z bardziej znanych i obecnie szeroko stosowanych w produkcji pras do płytek drukowanych należy wymienić:

- Prasy firmy USA Wabash Metal Production Inc. /Hydraulic Press Division/, budowane jako 30, 50, 75, 100, 125 i 150-tonowe, w odmianach 2 i 4-półkowej.
  Wszystkie prasy są zautomatyzowane, sterowane taktowo, ręcznie lub automatycznie, podgrzewane przeważnie elektrycznie. Regulacja temperatury w zakresie 38 ÷ 205°C z dokładnością ±2°C. Prasy tej firmy charakteryzują się dużą niezawodnością działania dzięki zastosowaniu pierwszorzędnych elementów automatyki, przyrządów kontrolnych i elementów grzejnych.

  Prasy znanej firmy USA Pasadena Hydraulics Inc., uznawane za jedne z najlepszych na świecie. Firma posiada liczne przedstawicielstwa, między innymi i w Europie /Oswald E.Boll - Szwajcaria/. Prasy dwupółkowe budowane jako 20, 30, 50, 75, 100, 125 i 150-tonowe. Najmniejsze o powierzchni użytecznej płyt 260 x 260 mm, największe o powierzchni 820 x 820 mm. Płyty podgrzewane elektrycznie lub parą, izolowane cieplnie, osiągają krótkie czasy podgrzewania od temperatury 38°C do 170°C odpowiednio 17 min. i 5 min. Równomierność rozkładu temperatury na powierzchni roboczej płyt wynosi dla mniejszych rozmiarów ± 1,6°C, dla największych ±5°C. Dokładność pomiaru temperatury ± 0,25°C, dokładność regulacji ciśnienia ± 0,14 kG/cm$^2$. Prasy charakteryzują się sztywną budową i dobrym prowadzeniem płyt. Osiągalna równoległość powierzchni płyt ± 0,05 mm.
  Należy zaznaczyć, że firma buduje prasy do obwodów drukowanych od wielu lat, posiada duże doświadczenie zdobyte na podstawie eksploatacji tych urządzeń u wielu producentów płytek w USA.

- Prasy jednej z największych firm USA Republic Kard specjalizującej się w budowie pras do różnych zastosowań w przemyśle elektronicznym. Firma ta należy do stowarzyszenia Republic Corporation, Electronic Packaging and Components Group /REPAC/ i specjalizuje się w budowie pras ciężkich, wielopółkowych /np. 6-półkowa prasa Kard 1572M/. Są to prasy wysoce zautomatyzowane. Dzięki zastosowaniu najlepszych materiałów i elementów oraz właściwej konstrukcji zachowują, zdaniem producenta, wysoką dokładność i sprawność jeszcze po 4 - 5 latach eksploatacji.

Z pras produkowanych przez firmy europejskie należy wymienić:

- Prasy firmy angielskiej Bradley and Turton Ltd. specjalizującej się od wielu lat w budowie pras do różnych zastosowań, a od kilku lat również i w budowie pras do wielowarstwowych płytek drukowanych i obwodów drukowanych elastycznych. Prasy budowane są jako 50, 100, 175 i 250-tonowe z podgrzewaniem zarówno elektrycznym jak i parą, w odmianie 1, 2 i 3-półkowej. Prasy są zautomatyzowane, sterowane taktowo, ręcznie i automatycznie. Powierzchnie robocze płyt dla modeli: L.50 - 382 x 306 mm; L.100 - 534 x 458 mm L.175 - 661 x 534 mm; L.250 - 813 x 661 mm. Nierównoległość powierzchni płyt w granicach $\pm$ 0,025 mm. Nierównomierność rozkładu temperatury $\pm 3,5^{\circ}C$.

  Prasy wielopółkowe posiadają specjalne elementy wyrównujące naciski na poszczególnych płytach. Wysoka jakość użytych do budowy elementów automatyki i przyrządów kontrolnych gwarantuje dużą niezawodność działania i właściwe funkcjonowanie prasy. Na specjalne żądanie prasa może być zaopatrzona w przyrząd rejestrujący przebieg wzrostu ciśnienia i temperatury w czasie cyklu laminowania. Łączny czas 1 cyklu laminowania wynosi ok.50 - 80 min. Cena prasy np.100-tonowej wraz z wyposażeniem około 5.500 funtów.

- Prasy firmy angielskiej Daniels of Stround Ltd. budowane jako 1 i 2-półkowe o naciskach 30, 75, 100 ton z podgrzewaniem elektrycznym i parowym. Pracują w cyklu zarówno ręcznym jak i automatycznym. Charakteryzują się prostotą obsługi. Nierównoległość powierzchni płyt $\pm$ 0,035 mm, niedokładność rozkładu temperatury $\pm 3,5^{\circ}C$.

Obie wymienione firmy angielskie zaopatrują w swoje wyroby szereg firm europejskich produkujących obwody drukowane. Cena prasy zbliżona do poprzedniej.

## 4.4. Urządzenia do przygotowania półfabrykatu i obróbki ostatecznej płytek

Obcinanie półfabrykatu na wymiar odbywa się na specjalnych nożycach względnie szybkoobrotowych piłach, rzadziej na prasach.

Obróbka ostateczna płytek najczęściej wykonywana jest na szybkoobrotowych piłach /wykorzystywanych również do obcinania półfabrykatu/, względnie specjalnych frezarkach szybkoobrotowych. Obróbka ostateczna np. krawędzi płytki wtykowej wykonywana jest na szybkoobrotowych frezarkach z uwagi na wysokie szybkości obrotowe narzędzi.

Nowoczesne nożyce posiadają wysoką dokładność obcinania do $\pm$0,1 mm i wykonują około 2000 ÷ 3000 obcięć na godzinę. Ceny takich nożyc wahają się w granicach 4 ÷ 8 tys.dolarów. Cena nożyc w pełni zautomatyzowanych wynosi około 15 tys.dolarów

Urządzenia takie produkują m.in.następujące firmy:

- Firma szwajcarska FAG SA proponuje zestawy składające się ze specjalnej piły typ FAG Junior-380 i urządzenia GEL 525 do obróbki krawędzi o długości do 525 mm.

- Firma Jack z NRF. Firma ta oferuje uniwersalne piły tarczowe do cięcia laminatów foliowanych i innych podobnych materiałów. Szerokość cięcia takich pił wynosi od 1,9 do 3,8 mm, średnica freza od 100 do 400 mm.

- Firma OTT Georg, NRF. Firma ta produkuje specjalne piły np. typu ULMIA 1612 SP przeznaczone do cięcia dużych formatów materiału podstawowego - laminatu. Na urządzeniu tym obcina się również na wymiar gotowe płytki drukowane.

## 4.5. Urządzenia do wykonywania otworów bazowych

Wykonywanie otworów bazowych w półfabrykatach płytek drukowanych jest bardzo ważną operacją technologiczną, od której zależy dokładność przeprowadzenia szeregu operacji technologicznych takich jak: naświetlanie rysunku obwodu drukowanego na poszczególnych warstwach płytek, składanie stosu do operacji laminowania, kontrola wymiarów itp.

Otwory bazowe wykonuje się przeważnie na specjalnych wiertarkach kilkuwrzecionowych o ustawialnym rozstawieniu wrzecion, ewentualnie na prasach do przebijania otworów. Wiercenie otworów bazowych można również wykonywać na normalnych wiertarkach z zastosowaniem płyt wiertarskich oraz na wiertarkach do obwodów drukowanych wyposażonych w mikroskopy projekcyjne ustawcze. Otwory bazowe wierci się wówczas wg rysunku wykonanego na powierzchni płytki drukowanej używanej jako szablon przy wierceniu stosu.

Firma Moderne - NRF oferuje zestaw dwóch obrabiarek:

- Pneumatyczna wiertarka specjalna nr katalogowy 829 A-A - przeznaczona do wiercenia otworów bazowych lub łączących po dwa otwory jednocześnie, powierzchnia stołu 600 x 600 mm, wydajność 800 otworów na godzinę, dokładność rozstawienia otworów $\pm$ 0,05 mm, cena ok.5,5 tys.DM.

- Prasa do wprasowywania kołków ustawczych nr katalogowy 827 A-N o wydajności ok.250 kołków/godz., cena ok.800 DM. Zestaw tej samej firmy, nr katalogowy 829 A-B będący urządzeniem kombinowanym do wiercenia, wprasowywania kołków ustawczych z jednoczesnym usunięciem zadziorów, o wymiarach stołu 600 x 600 mm, wydajności 300 otworów/godz. i dokładności rozstawienia $\pm$ 0,02 mm, kosztuje około 14 tys.DM.

## 4.6. Aparatura pomocnicza i urządzenia do obróbki chemicznej

Aparaturę tego rodzaju można podzielić na następujące grupy:

- urządzenia do operacji pomocniczych,
- urządzenia do metalizacji chemicznej i galwanicznej,
- aparatura do nanoszenia rysunku obwodu drukowanego,
- urządzenia do trawienia.

Aparatura taka zarówno pod względem charakteru wykonywanych operacji, jak i swojej budowy różni się zasadniczo od dotychczas omawianej. Charakter wykonywanych na niej operacji ew. zabiegów w procesach metalizacji chemicznej czy galwanicznej lub trawienia wymaga stosowania różnych czynników, często szkodliwych dla zdrowia człowieka i wywołujących zjawiska korozji materiałów używanych do budowy urządzeń. Niektóre procesy przebiegają w podwyższonej temperaturze, przy bardzo intensywnym świetle, inne w ciemni. Czynniki te wymagają zastosowania zarówno odpowiednio odpornych materiałów, jak i specjalnych wyciągów powietrznych, a także szczelnych obwodów, ciemni itp.

Specyfika procesu metalizacji chemicznej i galwanicznej, a także procesu trawienia, z uwagi na dużą liczbę koniecznych zabiegów dokonywanych w różnym czasie w wielu roztworach chemicznych i cieczach, wymaga stosowania dużej liczby wanien względnie komór wyposażonych w aparaturę do ciągłej kontroli składu chemicznego roztworów lub cieczy trawiących oraz wartości ustalonych parametrów. Automatyzacja tych procesów stwarza konieczność zwielokrotnienia niektórych stanowisk w celu uzyskania jednakowego taktu dla wszystkich dokonywanych zabiegów, stosowania specjalnych transporterów do przenoszenia płyt oraz mechanizmów do przesuwania i poruszania płytek w roztworach itp.

Wszelkie operacje chemiczne i fotochemiczne podejmowane w toku

produkcji płytek drukowanych wymagają wielokrotnego stosowania wielu takich operacji pomocniczych jak:

- usuwania emulsji światłoczułych lub ochronnych z powierzchni półfabrykatu płytki,
- oczyszczania powierzchni przewodów drukowanych i otworów metalizowanych,
- wybłyszczania chemicznego,
- wypłukiwania i płukania,
- suszenia itp.

Usuwanie emulsji wymaga bądź to urządzeń, w których zachodzi zmiękczanie jej, a następnie wypłukanie pod silnym strumieniem cieczy np. wody, bądź urządzeń zeskrobujących emulsję np. za pomocą specjalnych szczotek nylonowych. Następnie zachodzi rozpuszczanie pozostałości i wypłukiwanie.

Suszenia dokonuje się w suszarkach z podgrzewaniem elektrycznym i silnym przedmuchem powietrza.

Do najbardziej znanych w Europie producentów aparatury do procesów chemicznych związanych z produkcją płytek drukowanych należy wymienić firmę Chemcut - NRF, Resco - Włochy, Euroelectron - Holandia, Europrim- Francja, Moderne - NRF. Spośród firm amerykańskich wymienimy Western Technology Associates, Baron Blakeslee Inc.

Poniżej podano krótki przegląd wybranych urządzeń lub systemów produkcyjnych do obróbki chemicznej oferowanych przez te firmy. Ponadto należy zaznaczyć, że niektóre z tych firm oferują, w przypadku zakupu pełnego zestawu aparatury produkcyjnej, szczegółowe instrukcje technologiczne oraz materiały umożliwiające optymalne wykorzystanie urządzeń przy zapewnieniu dobrej jakości płytek.

4.6.1. URZĄDZENIA DO OPERACJI POMOCNICZYCH

Urządzenie do dwustronnego usuwania emulsji światłoczułych produkowane przez firmę Resco posiada transporter rolkowy i prostopadle do niego ustawione szczotki, które usuwają na bok resztki lakieru. Urządzenie takie pracuje z dowolną cieczą rozpuszczającą względnie z TRI.

Kombinowana linia do oczyszczania Model N/63 tej samej firmy stosowana jest w procesie wytwarzania obwodów z otworami metalizowanymi i służy do wygładzania i oczyszczania przewodów drukowanych i otworów metalizowanych pokrytych stopem oraz polepszania lutowności powierzchni obwodu. Jednostka szczotkująca 63 służy ponadto do usuwania i dezoksydacji folii miedzianej przed operacją kopiowania i galwanicznego pokrywania.

Podobne urządzenie produkuje firma Euroelectron pod nazwą Somaca. Posiada ono stół o prędkości roboczej 3 m/min. i przeznaczone jest do czyszczenia płytek drukowanych o szerokości od 5 do 61 cm, długości 152 cm i grubości 1 - 6 mm.

Automat do czyszczenia Resco 63 ADF przeznaczony jest do dwustronnego usuwania emulsji i lakierów, dezoksydacji, szlifowania i oczyszczania pokrytych miedzią materiałów. Składa się on z jednostki szlifującej, jednostki szczotkująco-płuczącej i jednostki osuszającej z wbudowanym wysokociśnieniowym wentylatorem.

Z urządzeń pomocniczych firmy Chemcut wymienimy:

- Zestaw do usuwania natryskowego emulsji, który składa się z serii komór natryskowych do zmiękczania i usuwania emulsji po procesie trawienia. Drugą częścią tego urządzenia jest komora służąca do wypłukiwania resztek emulsji na drodze chemicznej. Użyte do konstrukcji urządzenia i materiały pozwalają na pracę w podwyższonej temperaturze, co przyspiesza proces oczyszczania.

- Zestaw do specjalnie czystego płukania natryskowego, który składa się z trzech komór natryskowych oraz pompy. Zadaniem tej pompy jest wysysanie zdejonizowanej wody przez specjalne wysysacze i wtłaczanie jej do komory przez dysze rozpylaczy. Komory przeznaczone do pracy w temperaturze do 130°CF wykonuje się z materiału PVC, a przeznaczone do pracy w wyższych temperaturach ze stali nierdzewnej.

- Zestaw do wybłyszczania chemicznego, który składa się z jednej komory natryskowej z obiegiem recyrkulacyjnym oraz dwóch sekcji komór do płukania wodą.

Wszystkie omawiane tutaj urządzenia firmy Chemcut, za wyjątkiem modelu 1200, posiadają prowadnice i transportery umożliwiające ich łączenie w linie specjalizowane.

Bardzo pomocniczym urządzeniem jest oferowany przez firmę Moderne kalkulator powierzchni przeznaczonej do obróbki galwanicznej.

Spośród pomocniczych urządzeń w technologii WPD należy też wymienić aparaturę do sitodruku, która ze względu na jej dużą różnorodność oraz popularność nie będzie tu opisywana.

4.6.2. URZĄDZENIA DO CHEMICZNEJ I GALWANICZNEJ METALIZACJI

Urządzenia te wykonuje się przeważnie w postaci zestawów lub linii przeznaczonych do:

- metalizacji chemicznej i elektrolitycznej otworów połączonej z podtrawieniem dielektryka w otworach,

- elektrolitycznego pokrywania miedzią, niklem itp.,

- elektrolitycznego pokrywania złotem,

- pokrywania innymi metalami np. rodem itp.

Ceny zestawów do obróbki chemicznej i galwanicznej uzależnione są od gabarytów wanien, stopnia zautomatyzowania, wyposażenia pomocniczego i jakości.

Dla przykładu firma Moderne - NRF oferuje dwa zestawy aparatury do metalizacji otworów, złocenia i niklowania składające się z 19 stanowisk każdy o wymiarach wanien:

- 700 x 600 x 700 mm umożliwiający wykonywanie płytek o wymiarach 300 x 400 mm oraz
- 1000 x 600 x 700 mm umożliwiający wykonywanie płytek o wymiarach 650 x 650 mm.

Koszt pierwszego zestawu wynosi około 45 tys.DM, drugiego około 75 tys.DM. Koszt zestawu drugiego, zautomatyzowanego, z regulacją, wynosi około 110 tys.DM. Dodatkowe wyposażenie:

- Kalkulator powierzchni /maksymalna powierzchnia 900 cm, wydajność 120 płytek/godz./ kosztuje około 5000 DM.
- Urządzenie wyciągowe wraz z podgrzewaniem o wydajności około 480 płytek/godz. kosztuje około 10 tys.DM.

Zestawy firmy Moderne są zestawami produkcyjnymi. Firma oferuje urządzenia producentów z różnych krajów, głównie jednak z USA i ich filii europejskich.

Ceny podobnych zestawów laboratoryjnych firmy Europrim - Francja wynoszą:

- zestaw do metalizacji otworów, ok. 25 tys.Fr.fr.,
- zestaw do obróbki galwanicznej, ok.40 tys.Fr.fr.

4.6.3. APARATURA DO NANOSZENIA RYSUNKU OBWODU DRUKOWANEGO

Aparatura ta składa się głównie z urządzeń do nakładania emulsji światłoczułych i ochronnych na powierzchnie półfabrykatu płytki, z urządzeń do kopiowania rysunku obwodu drukowanego z matryc fotograficznych na powierzchnie światłoczułe, oraz z urządzeń do wywoływania. Urządzeniem pomocniczym jest w tym przypadku urządzenie do suszenia emulsji po wywołaniu.

N a k ł a d a n i e może odbywać się poprzez rozlewanie emulsji /zresztą coraz rzadziej stosowane/ na wirówkach lub za pomocą natryskiwania oraz za pomocą nawalcowywania. Najnowsze tego rodzaju urządzenia produkcyjne spełniają w zasadzie wszystkie wymagania jakie narzuca technologia płytek. Posiadają one wysoką wydajność - około 150 do kilkuset płytek na godzinę, nakładają cienkie i równomierne emulsje /0,005 mm/ z zachowaniem wysokiej czystości.

Firma Moderne oferuje urządzenia oparte na dwu następujących metodach:

- natryskowej, o wydajności 150 płytek dwustronnie pokrywanych emulsją na godzinę, grubości warstwy ok.0,010 mm, przy wymiarach maksymalnych płytek 650 x 650 mm i cenie około 4 tys.DM oraz

- za pomocą walców o wydajności 600 płytek/godz., grubości warstwy 0,005 mm, przy wymiarach płytek 600 x 600 mm i cenie ok. 18 tys.DM.
  To samo urządzenie w połączeniu z suszarką kosztuje ok.26 tys. DM.

Podobne urządzenia buduje firma Resco dla nakładania emulsji fotograficznych i warstw ochronnych jednocześnie na obu powierzchniach płytki.

U r z ą d z e n i a  d o  n a ś w i e t l a n i a  s k ł a d a j ą  s i ę z pompy wytwarzającej podciśnienie, kopioramy próżniowej i odpowiednio rozmieszczonych źródeł światła zapewniających równomierne naświetlenie powierzchni płytki oraz wysoką zdolność rozdzielczą. Urządzenia tego rodzaju budowane są od najprostszych do bardzo złożonych, w pełni zautomatyzowanych i wysoce wydajnych jak np.:

- Dwustronna kopiarka przemysłowa Model D-7 firmy Chemcut, o zdolności rozdzielczej do 0,05 mm grubości linii, wymiarach maksymalnych płytki ok.620 x 620 mm i czasie ekspozycji ustawianym ręcznie w granicach 0-10 minut, co 10 sek.

- Skomplikowane, wysokoprecyzyjne urządzenie naświetlające Chemcut E-700, posiadające wysokociśnieniowe lampy rtęciowe o wysokiej intensywności świecenia, a tym samym krótkim czasie naświetlania, wysokowydajną pompę próżniową, agregat chłodzący materiał naświetlany, automatyczny transporter, wbudowany stół próżniowy do kopiowania, przyrządy do kontroli natężenia światła i czasu naświetlania itp.

- Bardziej skomplikowane urządzenie naświetlające Chemcut E-50/E-80, do formatów 550 x 450 mm, ze specjalnym zestawem lamp i wbudowaną siatką kolimacyjną, pompą próżniową itp.

- Specjalne agregaty do kopiowania o dwu wysoce zautomatyzowanych stanowiskach roboczych, agregaty do ładowania oraz naświetlania, dzięki czemu znacznie skrócono czas operacji. Agregaty takie produkuje np.firma europejska - Hans Sixt KG-NRF i amerykańska Colight Inc. System do naświetlania Scanex II firmy Colight ma czas naświetlania od 15 - 50 sek.

Urządzenia do wywoływania składają się przeważnie z komory wykonanej z materiału odpornego na działanie czynnika chemicznego, zespołu dysz rozpylających oraz pompy. Urządzenia takie często mają charakter automatyczny, np. Model Resco 62, są zaopatrzone w transportery z prowadnicami, pomocniczy zestaw do czyszczenia powierzchni po wywołaniu, w zestaw do płukania, suszenia itp., a często również i w specjalny układ regene-

neracji składu przepływającej cieczy.

Z urządzeń półautomatycznych, nie posiadających transportera można wymienić np. urządzenie do wywoływania dwustronnego Chemcut Model 1100 dla płytek drukowanych o wymiarach 25 x 26 cala, zaopatrzone w dysze rozpylające ciecz z regulacją ciśnienia i czasu.

### 4.6.4. URZĄDZENIA DO TRAWIENIA OBWODU DRUKOWANEGO

Trawienie obwodu drukowanego jest jedną z podstawowych operacji technologicznych przy produkcji płytek drukowanych. Od wydajności aparatury do trawienia zależy w dużej mierze ogólna wydajność produkcji, a od jakości aparatury - jakość wyrobu. Proces trawienia daje się łatwo zautomatyzować w przypadku ciągłego ruchu płytek przez komory trawiarek. Ruch ten odbywa się na specjalnym transporterze przechodzącym przez kolejne komory robocze.

Nowoczesna trawiarka składa się z komory natryskowej, w którą wbudowano specjalne dysze rozpylające o ruchu oscylacyjnym, pompę tłoczącą ciecz trawiącą z regulowanym ciśnieniem i temperaturą, transportera z regulowaną prędkością przesuwu oraz pulpit sterowania i regulacji automatycznej. Jednostka taka posiada co najmniej jedną komorę natryskową do mycia płytek. Całość stanowi segment, który można włączyć w linię wraz z niezbędnym, omówionym poprzednio, oprzyrządowaniem pomocniczym do czyszczenia, płukania, suszenia itp.

Z wyrobów firmy Chemcut można wymienić automatyczną trawiarkę natryskową do dwustronnego trawienia Model 502 i Model 1000, które składają się z 1 komory natryskowej i jednej do trzech komór mycia. Nowszą odmianą trawiarki o większym stopniu zautomatyzowania i lepszych parametrach stanowi Model 568 stosowany przy produkcji wielowarstwowych płytek drukowanych. Model ten ma dwie komory natryskowe do trawienia, każda z 6 rurkami po 40 dysz rozpylających, oraz transporter o kontrolowanej elektronicznie prędkości przesuwu. Urządzenie posiada na wyjściu dwusekcyjną komorę mycia. Innym rozwiązaniem jest system składający się z dwóch sekcji komór trawiących Model 568 i trzech sekcji komór oczyszczających. Jeszcze inny zestaw

tej firmy zbudowany jest z trawiarki Model 502, dwóch komór oczyszczających, urządzenia do usuwania natryskowego emulsji, komory do wybłyszczania i dwóch komór mycia.

Wydajność takiego zestawu sięga 200 $m^2$ płytek drukowanych na zmianę. Jednym z najnowszych rozwiązań tej firmy jest Model Super 502-G o jeszcze lepszych własnościach. Dostarczana jest ona z 2, 3 i 4 komorami do czyszczenia i płukania.

Podobne zestawy urządzeń do trawienia produkuje firma Resco. Firma ta dostarcza automatyczne linie produkcyjne do trawienia, oczyszczenia, dezoksydacji, pasywacji i płukania dużej liczby płytek drukowanych o formatach do 120 x 120 cm. Linie takie są sterowane i kontrolowane z pulpitu operacyjnego, proces przebiega w sposób automatyczny.

Firma Europrim oferuje do sprzedaży trawiarki o nieco innej konstrukcji, przeznaczone również do zestawiania w linie technologiczne o pracy ciągłej. Są to modele serii 4500, 6000, 8000 różniące się szerokością transportera. Są one budowane w wielu odmianach np.6200, 8002 itp. różniących się wyposażeniem i stosowanymi do budowy materiałami /zastosowaniem/. Trawiarki te produkuje firma DEE Electric Co.

Z trawiarek lub zestawów do trawienia firm USA należy wymienić ponadto następujące urządzenia znanej firmy Pemco dostarczane na rynek europejski przez wymienioną już firmę Moderne:

- Model V12 o parametrach: szerokość materiału płytek do 300 mm, układ poziomy, przesuw płytek ciągły, wydajność ok.6 $m^2$ płytek na godzinę. Minimalna szerokość przewodu drukowanego 0,22 mm. Cena tego urządzenia wynosi ok.28 tys.DM.

- Model V20 - dla płytek o szerokości max.500 mm, wydajność 13 $m^2$/godz., cena ok.40 tys.DM.

Ponadto należałoby wymienić trawiarki firmy Western Technology Associates np. Dynamil VRP50 i VRP70 przeznaczone zarówno do labora-

toriów, jak i do produkcji, a także trawiarkę Dynamil 300 /cena ok.5000 dolarów/ wysoce zautomatyzowaną, przeznaczoną do produkcji masowej i wiele innych.

## 5. Zakończenie

Na skutek wciąż rosnących na świecie potrzeb przemysłu elektronicznego, a szczególnie przemysłu budowy elektronicznych maszyn cyfrowych oraz przemysłu zbrojeniowego stawiających coraz większe wymagania pod adresem parametrów dwustronnych i wielowarstwowych płytek drukowanych, a także postulujących zwiększenie wydajności i liczby wyrobów staje się koniecznością budowa aparatury technologicznej o coraz to większym stopniu automatyzacji, lepszych parametrach technicznych i większej wydajności. Zwyciężają na rynku światowym tylko te firmy, które przewidziały ten rozwój i oparły swoje konstrukcje na wysokim stopniu normalizacji i typizacji poszczególnych urządzeń produkcyjnych, jak również bloków, elementów i materiałów zastosowanych do ich budowy. W rezultacie prowadzi to do masowej produkcji modułów podstawowych, z których w zależności od potrzeb zestawia się całe linie automatyczne, a nawet oddziały produkcyjne o wysokim stopniu zautomatyzowania.

Przykładem mogą być systemy modułowe do automatycznej produkcji płytek drukowanych firmy Baron-Blakeslee Inc. - USA, jak również firm europejskich Chemcut, Resco i innych.

## Literatura

[1] Electronic Packaging and Production. 1970, February, vol.10, N° 2.
[2] Tamże, 1970, May, vol.10, N° 5.
[3] Tamże, 1970, June, vol.10, N° 6.
[4] Tamże 1970, July, vol.10, N° 7.
[5] Tamże, 1970, August, vol.10, N° 8.
[6] Tamże, 1970, October, vol.10, N° 10.
[7] Technische Daten. Electronica 70. München, 1970, November.
[8] Katalogi i prospekty firmowe

ETO NOWOŚCI Nr 1/1971

Mgr inż. Jerzy EKNER
Mgr inż. Mirosław MIKA
Instytut Maszyn Matematycznych

621.3.049.75.002

# WIELOWARSTWOWE PŁYTKI DRUKOWANE

## C z ę ś ć II
## Uwagi o technologii

### 1. Wstęp

Pod pojęciem technologii rozumie się obecnie coraz częściej zbiór informacji dotyczących:

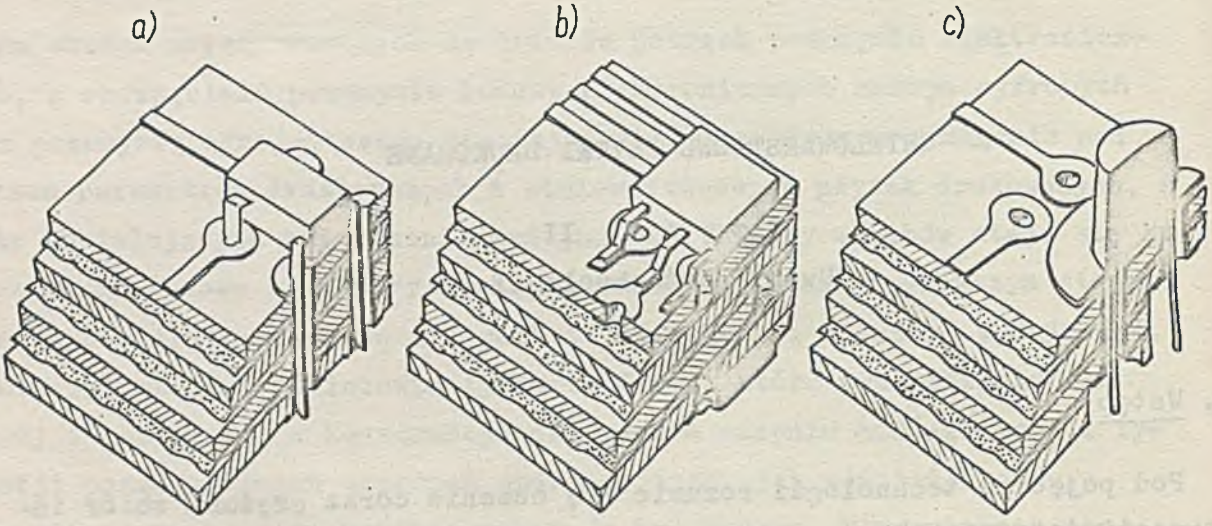
- wybranych zagadnień konstrukcji wyrobu wpływających na jego wykonanie,
- podstawowych materiałów do wytwarzania wyrobu,
- procesu wytwarzania wyrobu,
- maszyn i narzędzi potrzebnych do realizacji procesu.

### 2. Typowe konstrukcje wielowarstwowych płytek drukowanych

Celem uporządkowania opisu typowych konstrukcji przyjęto jako kryterium, wg którego sklasyfikowano płytki wielowarstwowe, otwory metalizowane realizujące połączenia między warstwami. W wyniku tego rozróżnia się następujące wielowarstwowe płytki drukowane:

- z otworami przelotowymi /rys. 1a/ o stosunkowo małej gęstości upakowania i niezbyt skomplikowanej technologii,
- z otworami realizującymi połączenia tylko między najbliższymi warstwami /rys. 1b/, dzięki czemu płytki charakteryzują się dużą gęstością upakowania i skomplikowaną technologią,

. o konstrukcji mieszanej /rys. 1c/, dla której uzyskano uproszczenie technologii przez odpowiednią konstrukcję warstw zewnętrznych płytki umożliwiającą dostęp do pól lutowniczych otworów służących do połączeń między najbliższymi warstwami wewnętrznymi.



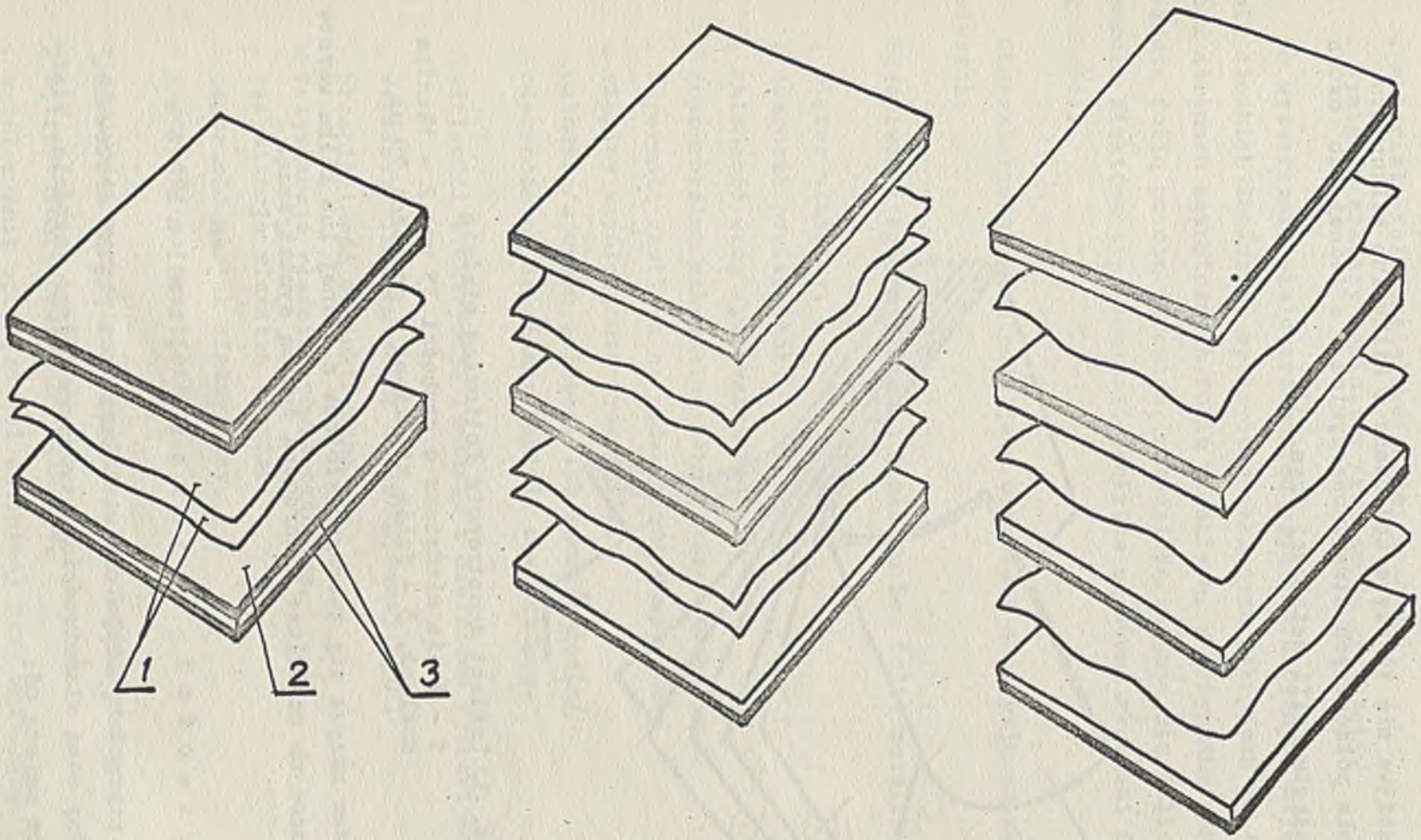

Rys. 1. Wielowarstwowa płytka drukowana:

a. płytka z otworami przelotowymi, b. płytka z otworami realizującymi tylko połączenia między najbliższymi warstwami, c. płytka o konstrukcji mieszanej z otworami w warstwach zewnętrznych umożliwiających dostęp do pól lutowniczych położonych na warstwach wewnętrznych

Wielowarstwowe płytki drukowane mogą być składane z kilku cieńszych dwuwarstwowych płytek, szczególnie gdy wielowarstwowa płytka drukowana składa się z parzystej liczby warstw lub z kilku cienkich płytek jednowarstwowych /rys. 2/. W pierwszym przypadku proces technologiczny jest prostszy. W drugim przypadku kosztem trudniejszego procesu można uzyskać tańsze wielowarstwowe płytki, ponieważ laminat jednostronnie foliowany jest tańszy.

## 3. Materiały podstawowe do wytwarzania wielowarstwowych płytek drukowanych

Podstawowymi materiałami do produkcji wielowarstwowych płytek drukowanych są:




Rys. 2. Czterowarstwowa płytka drukowana składana z:

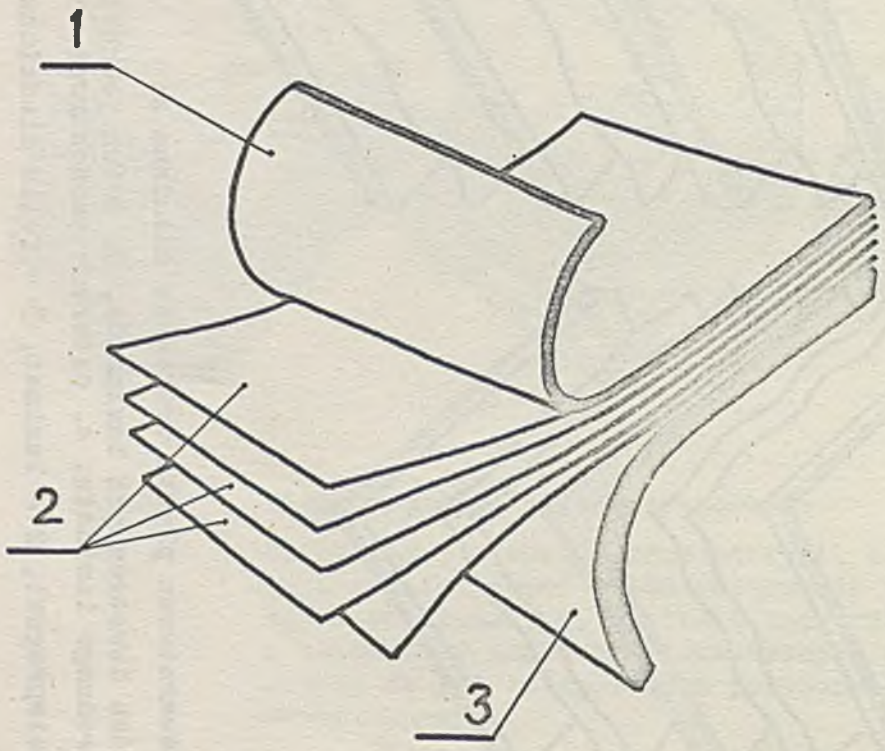
a. dwóch dwustronnych laminatów, b. dwóch jednostronnych i jednego dwustronnego laminatu, c. czterech jednostronnych laminatów

1. preimpregnat, 2 - laminat, 3 - folia miedziana

. laminat pokryty jednostronnie lub dwustronnie folią metalową,

. preimpregnat.

Laminatem nazywa się tworzywo zbudowane z kilku lub kilkunastu warstw zbrojenia połączonych utwardzoną żywicą i z jednej lub dwóch zewnętrznych warstw folii metalowej /rys. 3/.




Rys. 3. Laminat dwustronnie foliowany miedzią

1 - folia miedziana o grubości 35 µm, 2 - tkanina szklana, 3 - folia miedziana o grubości 70 µm

Preimpregnatem nazywa się tworzywo złożone z jednej lub kilku warstw zbrojenia połączonych częściowo utwardzoną żywicą syntetyczną.

## 3.1. W ł a ś c i w o ś c i  i  j a k o ś ć  l a m i n a t ó w

Laminaty, z których wykonuje się wielowarstwowe płytki drukowane, różnią się między sobą właściwościami tworzywa i jego jakością. Właściwości laminatu zależą od:

. rodzaju żywicy,
. materiału i budowy zbrojenia /jak np. typ tkaniny szklanej/,
. materiału folii metalowej i jej grubości,
. wymiarów arkuszy laminatów /zwłaszcza grubości/,

Do wytwarzania wielowarstwowych płytek drukowanych używa się obecnie cienkich laminatów epoksydowo-szklanych pokrytych po jednej lub obu stronach zewnętrznych folią miedzianą. W przypadku pokrywania laminatu folią po obu stronach, zasadniczo stosuje się folie jednej grubości. Niektóre typy laminatów pokryte są dwoma arkuszami folii o różnej grubości.

Charakterystyka laminatu jest określona następującym zbiorem właściwości:

Właściwości ogólno-fizyczne laminatu bez folii metalowej:

. ciężar właściwy,
. twardość powierzchni,
. chłonność wody /porowatość/,
. dopuszczalna maksymalna temperatura otoczenia,
. odporność chwilowa na podwyższoną temperaturę,
. cieplny współczynnik wydłużenia,
. palność /stopień palności lub samogaśnięcia/,
. odporność na działanie kąpieli chemicznych.

Właściwości elektryczne laminatu z częściowo wytrawioną folią:

. współczynnik stratności dielektrycznej $tg\delta$,
. przenikalność dielektryczna $\varepsilon$,
. rezystancja właściwa powierzchniowa,
. rezystancja właściwa skrośna,
. odporność na łuk elektryczny,
. odporność na przebicie.

Właściwości mechaniczne laminatu bez folii metalowej:

. wytrzymałość doraźna na zginanie,
. współczynnik sprężystości wzdłużnej przy zginaniu,
. wytrzymałość doraźna na rozciąganie,

. wytrzymałość doraźna na ściskanie,
. udarność /próbki z karbem/.

Właściwości folii metalowej:

. siła potrzebna do oderwania folii od podłoża[1],
. odporność na powstawanie pęcherzy podczas lutowania.

Właściwości technologiczne:

. skrawalność laminatu podczas wiercenia,
. skrawalność laminatu przy frezowaniu oraz wykrawaniu.

Powyższe właściwości zdefiniowane są przez metody przeprowadzania prób i pomiarów, których z uwagi na brak miejsca nie podano w niniejszym opracowaniu. Dla orientacji w tabeli 1 podano wartości liczbowe niektórych właściwości laminatów przeznaczonych na wielowarstwowe płytki drukowane.

Jakość cienkich laminatów określają następujące cechy:

. tolerancja grubości arkusza laminatu bez folii,
. liczba i wielkość obcych wtrąceń i uszkodzeń powierzchni folii miedzianej,
. liczba i wielkość widocznych plam utlenionej folii miedzianej,
. liczba i wielkość plam utlenionej folii odkrytych podczas próby /po poddaniu próbki laminatu trawieniu/,
. stabilność zachowania wymiarów laminatu podczas operacji chemicznych,
. siła potrzebna do oderwania folii od podłoża.

W zależności od przeznaczenia, wymaganej jakości i kosztu produkcji płytek drukowanych, producenci cienkich laminatów definiują 3 klasy jego jakości. W I klasie jakości produkowane są laminaty potrzebne do wy-

---

[1] W tym miejscu należy wyjaśnić, że podczas produkcji laminatów, na stos arkuszy zbrojenia impregnowanego żywicą układa się arkusz folii, którego jedna strona pokryta jest klejem. Tak więc siła potrzebna do oderwania folii od podłoża zależy od sił adhezji występujących między warstwą kleju a podłożem i folią oraz od sił kohezji występujących w warstwie kleju.

twarzania wielowarstwowych płytek drukowanych do urządzeń, którym stawia się wymagania najwyższej jakości. II klasa laminatów przewidywana jest na płytki do urządzeń dobrej jakości, laminaty III klasy do produkowanych masowo urządzeń o zadowalającej jakości /3/.

## 3.2. P r e i m p r e g n a t

W wielowarstwowej płytce drukowanej preimpregnaty są tworzywem wiążącym poszczególne warstwy obwodu elektrycznego w jedną płytkę. Jak już powiedziano preimpregnat /nazywany również krótko pre-preg/ jest tworzywem zbudowanym z dwóch składników: szklanej tkaniny impregnowanej żywicą utwardzoną do stanu B. Określenie "utwardzoną do stanu B" wynika z oznaczenia literą B punktu na krzywej zależności pomiędzy stopniem utwardzania a ilością energii cieplnej lub chemicznej dostarczonej w jednostce czasu. Ponieważ dalsze utwardzenie żywicy następuje nawet przy małych porcjach energii doprowadzanych przez dłuższy okres czasu, preimpregnaty muszą być przechowywane w specjalnych magazynach[1] i powinny być zużytkowane w określonym czasie.

Właściwości i jakość preimpregnatów są określone przez następujące cechy:

- typ tkaniny szklanej,
- zawartość żywicy w preimpregnacie,
- stopień utwardzenia określony przez czas żelowania i wielkość płynięcia żywicy,
- stopień wysuszenia określony zawartością składników lotnych w preimpregnacie,
- palność,
- czystość,

Podobnie jak dla laminatów, cechy określające właściwości i jakość preimpregnatu, oprócz typu tkaniny, są definiowane przez metody badań.

---

[1] Warunki magazynowania są określone przez producenta preimpregnatów. Np. Nelco [3] poleca następujące warunki: temperatura nie wyższa niż 39°C, wilgotność względna 50%, zabezpieczenie przed światłem ultrafioletowym i promieniowaniem radioaktywnym. Przy zachowaniu powyższych warunków okres magazynowania nie dłuższy niż 3 miesiące.

Tabela 1. Niektóre własności laminatów dla płytek wielowarstwowych produkowanych przez firmę Micaply Corp.

| Typ wg oznaczeń ameryk. | Charakterystyka ogólna | Grubość materiału podstawowego /bez folii miedzianej/, mm | Tolerancje grubości ±mm | Siła potrzebna do oderwania od podłoża folii o grubości w kG/cm | | Rezystancja właściwa skrośna MΩ- cm | Rezystancja właściwa powierzchniowa MΩ | Chłonność wody % | Przenikalność dielektryczna | Współczynnik stratności dielektrycznej |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 35 µm | 70 um | | | | | |
| G-10 | Cienki - ogólnego przeznaczenia | 0,10<br>0,20<br>0,30 | 0,025<br>0,038<br>0,050 | 1,7 | 2,2 | $6,6 \times 10^8$ | $1,9 \times 10^6$ | 1,2<br>1,0<br>0,8 | 4,3 | 0,033 |
| G-10 | Bardzo cienki - ogólnego przeznaczenia | 0,063<br>0,127 | 0,012<br>0,025 | 1,7 | 2,2 | $4,1 \times 10^8$ | $1,2 \times 10^8$ | 1,3<br>1,2 | 4,4 | 0,035 |
| FR-4 | Cienki - samogasnący | 0,10<br>0,20<br>0,30 | 0,025<br>0,038<br>0,050 | 1,5 | 2,0 | $4,2 \times 10^8$ | $3,8 \times 10^5$ | 1,1<br>0,9<br>0,7 | 4,3 | 0,032 |
| FR-4 | Bardzo cienki - samogasnący | 0,063<br>0,127 | 0,012<br>0,025 | 1,5 | 2,0 | $1,7 \times 10^8$ | $2,5 \times 10^5$ | 1,2<br>1,1 | 4,4 | 0,034 |

Typ tkaniny określony jest głównie przez rodzaj użytej przędzy, typ splotu tekstylnego i gęstość tkania. Przędza /potocznie nazywana nicią/ używana do wykonywania tkanin przeznaczonych na zbrojenia laminatów i preimpregnatów jest rodzaju "roving" lub "spun roving". Nazwą "roving" określa się pasma elementarnych włókien szklanych, ciągłych, łączonych bez skrętu. Tworzywem łączącym jest preparacja włókien. Z rovingu wykonywane są tkaniny o różnej gęstości. Tkaniny stanowiące zbrojenia omawianych laminatów mają przeważnie splot płócienny.

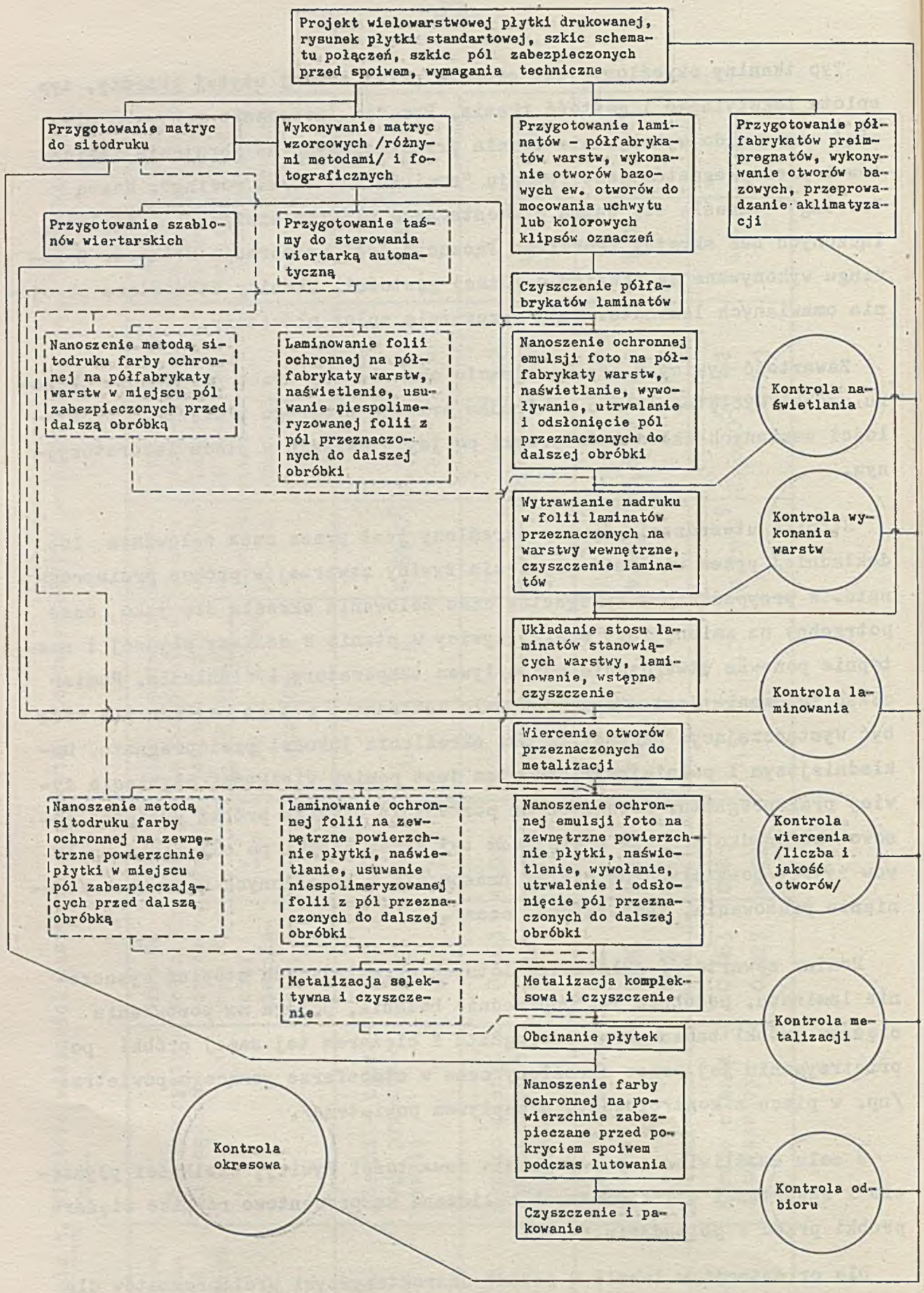
Zawartość żywicy w preimpregnacie określa się przez porównanie ciężaru próbki wyciętej losowo ze środka arkusza prepregu i ciężaru pozostałości szklanych składników próbki po jej wypaleniu w piecu laboratoryjnym.

Stopień utwardzenia żywicy określony jest przez czas żelowania lub dokładniej przez wielkość płynięcia żywicy zawartej w próbce preimpregnatu. W przypadku preimpregnatów czas żelowania określa się jako czas potrzebny na zmianę fazy stałej żywicy w stanie B do fazy płynnej i następnie ponowne utwardzenie pod wpływem temperatury i ciśnienia. Pomiar czasu żelowania jest stosunkowo mało dokładny i z tego względu nie może być wystarczającym parametrem dla określenia jakości preimpregnatu. Dokładniejszym i pełniejszym badaniem jest pomiar wielkości płynięcia żywicy preimpregnatu. Polega on na porównaniu ciężaru próbki wyciętej losowo ze środka arkusza z ciężarem tej samej próbki po odłamaniu wypływów żywicy powstałych na skutek prasowania w określonych warunkach /ciśnienie prasowania, temperatura, czas/.

Pomiar zawartości składników lotnych określających stopień wysuszenia laminatu, podobnie jak poprzednie badania, polega na porównaniu ciężaru próbki badanego preimpregnatu z ciężarem tej samej próbki po przetrzymaniu jej przez określony czas w atmosferze gorącego powietrza /np. w piecu z kontrolowanym przepływem powietrza/.

W celu umożliwienia porównywania zawartości żywicy, wielkości płynięcia i zawartości części lotnych obliczane są procentowe różnice ciężaru próbki przed i po badaniu.

Dla orientacji w tabeli 2 podano charakterystyki preimpregnatów dla wielowarstwowych płytek drukowanych.




Rys. 4. Plan operacji technologicznych

## 4. Ogólny proces wytwarzania wielowarstwowych płytek drukowanych

Ponieważ stosunkowo najliczniejszą grupę wielowarstwowych płytek drukowanych stanowią płytki z przelotowymi otworami metalizowanymi, na rys. 4 pokazano plan operacji technologicznych dla tych płytek.

Na planie oznaczono operacje technologiczne prostokątami, a czynności kontroli technicznej kołami. Liniami przerywanymi zaznaczono prostokąty równoważnych, możliwych, innych rozwiązań operacji technologicznych np.: sitodruk zamiast nanoszenia emulsji foto na płytkę. Kolejność wykonywanych operacji i występujące między nimi zależności pokazano za pomocą linii łączących poszczególne prostokąty i koła.

## 5. Operacje technologiczne procesu wytwarzania wielowarstwowych płytek drukowanych

Podstawowymi dokumentami przy opracowywaniu procesu technologicznego są:

- rysunek płytki określający: kształt i wymiary płytki ze szczególnym uwzględnieniem części współpracującej ze złączem, otwory bazowe technologiczne, otwory wykonywane pod nity uchwytu i otwory pod elementy odróżniające zmontowany pakiet, jak np. kolorowe grzybki,
- rysunek półfabrykatu płytki określający konieczne naddatki technologiczne laminatu i preimpregnatu,
- szkic obwodu drukowanego,
- szkic pól zabezpieczanych przed pokryciem spoiwem lub przed narażeniami środowiskowymi,
- wymagania techniczne.

W przypadku skomplikowanych wielowarstwowych płytek drukowanych wyżej podany zestaw dokumentów może być uzupełniony przez dodatkowe opracowania, jak np. rysunek płytki ze wszystkimi otworami. Istnieje również możliwość zastąpienia wymienionych dokumentów innymi zawierającymi te same informacje.

Tabela 2. Charakterystyka preimpregnatów dla wielowarstwowych płytek drukowanych

| Typ tkaniny szklanej Nr wg odrębnego katalogu | Grubość tkaniny mm | Nominalna grubość przekładek mm | Średnia grubość jednej lub dwu warstw po laminowaniu mm | Zawartość żywicy % | Wielkość płynięcia żywicy % | Czas żelowania s | Zawartość składników lotnych max. % | Palność preimpregnatu s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 104 | 0,025 ±0,005 | 0,038 | 0,025–0,038 | 75 ± 5 | 35 ± 5 | 95 ± 10 | 0,5 | 2 max |
| 108 | 0,050 ±0,005 | 0,088–0,10 | 0,069–0,076 | 60 ± 5 | 30 ± 5 | 95 ± 10 | 0,5 | 2 max |
| 112 | 0,076 ±0,007 | 0,10 | 0,088–0,101 | 54 ± 5 | 26 ± 5 | 95 ± 10 | 0,5 | 2 max |
| 113 | 0,076 ±0,007 | 0,11–0,12 | 0,101–0,114 | 53 ± 5 | 25 ± 5 | 95 ± 10 | 0,5 | 2 max |
| 116 | 0,10 ±0,010 | 0,15 | 0,127–0,139 | 50 ± 5 | 25 ± 5 | 95 ± 10 | 0,5 | 2 max |

W przypadku znormalizowania kształtu i wymiarów produkowanych płytek wykonuje się jeden rysunek płytki i jeden rysunek półfabrykatu dla całej serii wyrobów.

Szkic obwodu drukowanego wykonywany jest dla każdej płytki realizującej określony wielowarstwowy obwód drukowany. Szkic obwodu składa się ze schematów połączeń na poszczególnych warstwach płytki. Schemat połączeń wykonywany jest na specjalnym transparencie. Jest to arkusz kalki technicznej lub innej przezroczystej folii, na której za pomocą niebieskiej lub zielonej farby wydrukowano zarys płytki z polem montażowym[1] oraz wszystkie niezmienne elementy obwodu drukowanego i znaki nanoszone na matrycę wzorcową. Wewnątrz pola montażowego wydrukowana jest znormalizowana siatka podstawowa. Konstruktor rysujący odręcznie na transparencie obwód drukowany, używa miękkich ołówków o różnych kolorach pozwalających rysować na kalce lub folii.

Schemat połączeń pierwszej warstwy rysuje się np. kolorem czerwonym, warstwy drugiej kolorem niebieskim, warstwy trzeciej zielonym itd. W ten sposób po nałożeniu na siebie transparentów ze szkicami połączeń odpowiadających poszczególnym warstwom, uzyskuje się przejrzysty "wielowarstwowy" szkic obwodu drukowanego, który można sprawdzić.

Szkic pól zabezpieczanych warstwami specjalnych lakierów przed pokryciem spoiwem lub przed narażeniami środowiska pracy wykonywany jest również na transparencie wyżej opisanym. Podobnie jak przy rysowaniu schematu połączeń konstruktor miękkim czarnym ołówkiem nanosi granice pól zabezpieczanych.

Wymagania techniczne zawierają zbiór informacji określających właściwości i jakość wyrobu. Są one podstawą przy podejmowaniu decyzji wyboru jednej z kilku możliwych operacji technologicznych oraz podstawą instrukcji dla kontroli technicznej.

---

[1] Polem montażowym nazywa się powierzchnię płytki drukowanej przeznaczoną do upakowywania elementów obwodu drukowanego i mikroukładów, kondensatorów itp.

## 5.1. Wykonywanie matryc wzorcowych i fotograficznych

Matryca wzorcowa jest to widok obwodu drukowanego wykonany za pomocą:

- kreślenia tuszem,
- naklejenia pasków i kształtek na przezroczystym arkuszu folii poliestrowej,
- wycinania w kolorowym arkuszu folii poliestrowej,
- kreślenia skupioną wiązką światła na fotoczułej płycie graficznej.

Matryca fotograficzna jest to widok w podziałce 1:1 obwodu drukowanego wykonany na błonie graficznej przez sfotografowanie lub reprodukcję fotograficzną matrycy wzorcowej. Do wykonania elementów obwodu wielowarstwowej płytki drukowanej potrzeba tyle matryc, ile jest warstw.

Istnieją dwie główne technologie przygotowania matryc fotograficznych:

- wykonanie w powiększeniu matrycy wzorcowej technologią kreślenia, naklejania lub wycinania i następnie przefotografowanie jej przy jednoczesnym zmniejszaniu do żądanych wymiarów,
- wykonanie bardzo dokładnie małej matrycy wzorcowej przez rysowanie skupioną wiązką światła na fotoczułej płytce graficznej i następnie powiększenie do żądanych wymiarów.

Odmianą ostatniej technologii jest wykonywanie matrycy wzorcowej w podziałce 1:1 i następnie przez reprodukcję fotograficzną uzyskanie matrycy fotograficznej.

Tolerancje wykonania matryc wzorcowych zależą od dwóch czynników:

- stabilności wymiarowej materiałów w określonym zakresie temperatury i wilgotności,
- dokładności wykonania wzoru połączeń drukowanych.

W zasadzie materiały do wykonania matryc wzorcowych są foliami lub płytami fotograficznymi. Ich parametry, tzn. współczynnik cieplny i wilgotnościowy rozszerzalności są podawane przez producenta /tabela 3/.

Do wykonania matryc wzorcowych na folii najczęściej poliestrowej lub płytach szklanych stosuje się konwencjonalne metody naklejania lub wycinania wzoru połączeń drukowanych. Dokładność ręcznego naklejania kształtek i przewodów drukowanych wynosi 0,3 mm /przy naklejaniu okiem nieuzbrojonym/. Takie tolerancje są raczej duże i mogą być zmniejszone przy użyciu odpowiedniej siatki pomocniczej wstępnie wydrukowanej na samej matrycy wzorcowej lub też na podkładanym arkuszu folii poliestrowej. Opis technologii wykonywania matryc wzorcowych za pomocą naklejania kształtek i pasków podano w [2].

Specjalne urządzenia kreślarskie są zdolne do wykonania wzoru połączeń z dokładnością od 0,007 do 0,06 mm uzyskiwaną na powierzchni 1500 x 3600 mm. Podobne tolerancje uzyskuje się przy pomocy automatów kreślarskich wykonujących linie proste, równoległe, łuki i linie ukośne.

Matryce wzorcowe kreślone skupioną wiązką światła na fotoczułej płycie graficznej wykonuje się na specjalnych fotokoordynatografach sterowanych ręcznie lub automatycznie według założonego programu.

W tym przypadku program może być sporządzony na podstawie listy połączeń lub szkicu obwodu drukowanego. Program zapisywany jest najczęściej na taśmie dziurkowanej.

Istnieją urządzenia pozwalające na dziurkowanie taśmy na podstawie szkicu obwodu drukowanego co bardzo przyśpiesza wykonywanie taśmy. Tego typu urządzenia posiadają stół krzyżowy, którego śruby są zaopatrzone w przetworniki analogowo-cyfrowe. Nad stołem umieszczony jest stały projektor optyczny.

Na stole przymocowywany jest szkic obwodu drukowanego. Za pomocą śrub operator przesuwa stół w ten sposób, żeby wybrany punkt szkicu znalazł się w środku krzyża zaznaczonego na ekranie projektora. Przy takim ustawieniu stołu jego pozycja jest dokładnie określona przez pozycje przetworników na końcach śrub.

Tabela 3. Zmiany wymiarowe materiałów /folii/ stosowanych do wykonania matryc wzorcowych i fotograficznych

| Materiał, NAZWY HANDLOWE grubość mm | Współczynnik rozszerzalności cieplnej cm/cm/°C | Współczynnik rozszerzalności wilgotnościowej cm/cm/% | Rozszerzalność liniowa arkusza folii o długości 760 mm przy wzroście temperatury o 5°C lub wilgotności względnej o 20% mm |
|---|---|---|---|
| CRONAFLEX, folia kreślarska 0,10 | $2,7 \cdot 10^{-5}$ | $1,15 \cdot 10^{-5}$ | 0,27 |
| ASTRALON, folia kreślarska 0,10 | $7 \cdot 10^{-5}$ | - | - |
| CRONAFLEX, błona na odbitki stykowe 0,10 | $2,7 \cdot 10^{-5}$ | $1,4 \cdot 10^{-5}$ | 0,30 |
| CRONAFLEX, błona na odbitki stykowe 0,17 | $2,7 \cdot 10^{-5}$ | $1,2 \cdot 10^{-5}$ | 0,27 |
| CRONAR, błona graficzna, ortochromatyczna typ A 0,10 | $2,7 \cdot 10^{-5}$ | $1,7 \cdot 10^{-5}$ | 0,35 |
| CRONAR, błona graficzna, ortochromatyczna typ A 0,17 | $2,7 \cdot 10^{-5}$ | $1,3 \cdot 10^{-5}$ | 0,30 |
| CRONAR, błona graficzna, ortochromatyczna typ S 0,10 | $2,7 \cdot 10^{-5}$ | $1,4 \cdot 10^{-5}$ | 0,30 |
| CRONAR, błona graficzna, ortochromatyczna typ S 0,17 | $2,7 \cdot 10^{-5}$ | $1,04 \cdot 10^{-5}$ | 0,25 |
| Płyty szklane | $0,81 \cdot 10^{-5}$ | 0 | 0,025 |
| KODAK, błony graficzne na folii poliestrowej | $2,7 \cdot 10^{-5}$ | $1,3 \cdot 10^{-5}$ | 0,30 |
| Aluminium | $2,16 \cdot 10^{-5}$ | 0 | 0,091 |
| Blachy stalowe | $2,08 \cdot 10^{-5}$ | 0 | 0,045 |

Po naciśnięciu przycisku przez operatora, sygnały od przetworników po przejściu przez jednostkę kodującą uruchamiają dziurkarkę taśmy papierowej. Następnie operator obracając śruby przesuwa stół do położenia, w którym następny punkt szkicu widać w środku ekranu projektora, i wykonuje dalsze czynności. Podobnie można wykonywać taśmę dziurkowaną do sterowania automatyczną wiertarką wykonującą otwory pod metalizację.

Matryce fotograficzne stosowane do kopiowania wzoru połączeń drukowanych na powierzchni laminatu foliowanego miedzią można wykonać z dokładnością, która jest wynikiem:

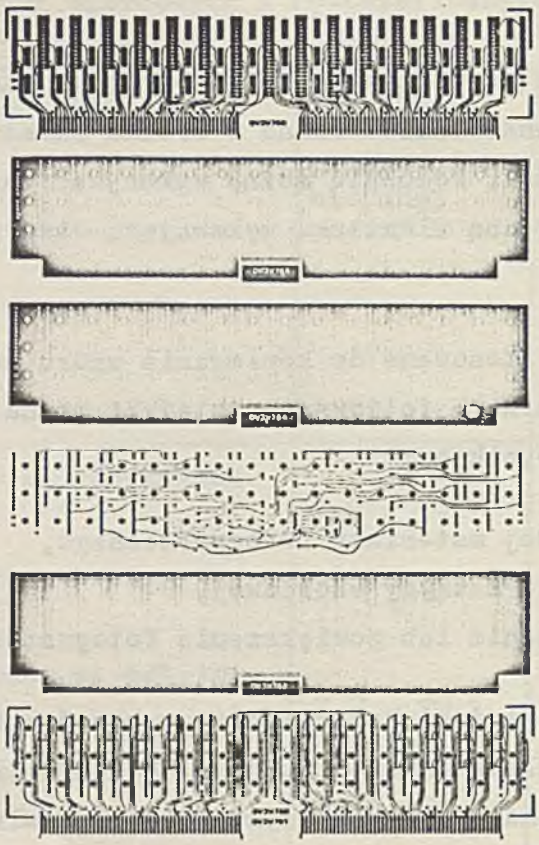
- stabilności wymiarowej materiału fotograficznego,
- dokładności wykonania matrycy wzorcowej,
- dokładności zmniejszenia lub powiększenia fotograficznego.

Przy pomocy dobrej, dokładnej kamery można wykonać zmniejszoną matrycę fotograficzną z dokładnością $\pm$ 0,025 mm. Dokładne wykonanie negatywów zależy także od skali w jakiej wykonano oryginalne matryce. Niedokładności rzędu 0,3 mm przy wykonaniu matryc w skali 4:1 będą powodować niedokładności wykonania negatywu rzędu 0,07 mm.

Za pomocą kamer fotograficznych można wykonywać zmniejszenie matryc o wymiarach początkowych 760 x 1000 mm lub 900 x 1060 mm. Na skutek tego, jeżeli płytka jest większa niż 200 x 200 mm nie ma wówczas możności wykonania matrycy w skali 4:1 /4 x 200 = 800 > 760 mm/. Jest to jedną z głównych przyczyn nie pozwalających na wykonanie dużych płytek drukowanych z małymi niedokładnościami na matrycy fotograficznej. Duże płytki będą zawsze wykonywane z dużymi odchyłkami.

Na rys. 5 pokazano matryce fotograficzne 6-warstwowej płytki drukowanej.

Wszelkie prace przy obróbce światłoczułych folii lub płyt graficznych muszą być wykonywane w bezpyłowych klimatyzowanych pomieszczeniach opisanych w [1].

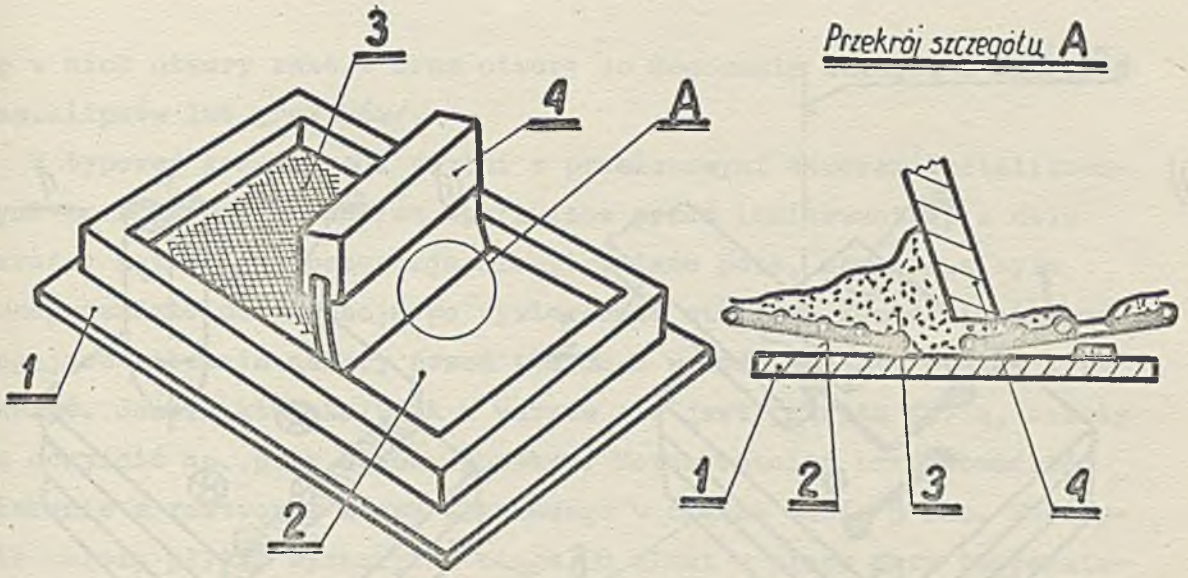


Rys. 5. Matryce fotograficzne 6-warstwowej płytki drukowanej

## 5.2. P r z y g o t o w a n i e  m a t r y c  d o  s i t o d r u k u

Matrycę sitodruku stanowi siatka o bardzo małych oczkach rozpięta na ramce. Siatka pokryta jest specjalną emulsją fotograficzną, która zasklepia oczka w określonych miejscach. Podczas drukowania ramka z matrycą sitodruku jest ustawiona na płytce /rys. 6/. Narzucając farbę na siatkę pokrywa się płytkę warstwą farby w miejscach, w których oczka siatki są niezasklepione.

Matrycę sitodruku wykonuje się przez przykrycie jej matrycą fotograficzną i naświetlenie. Następnie siatkę poddaje się obróbce chemicznej. W miejscach naświetlanych emulsja zostaje wypłukana z oczek siatki.



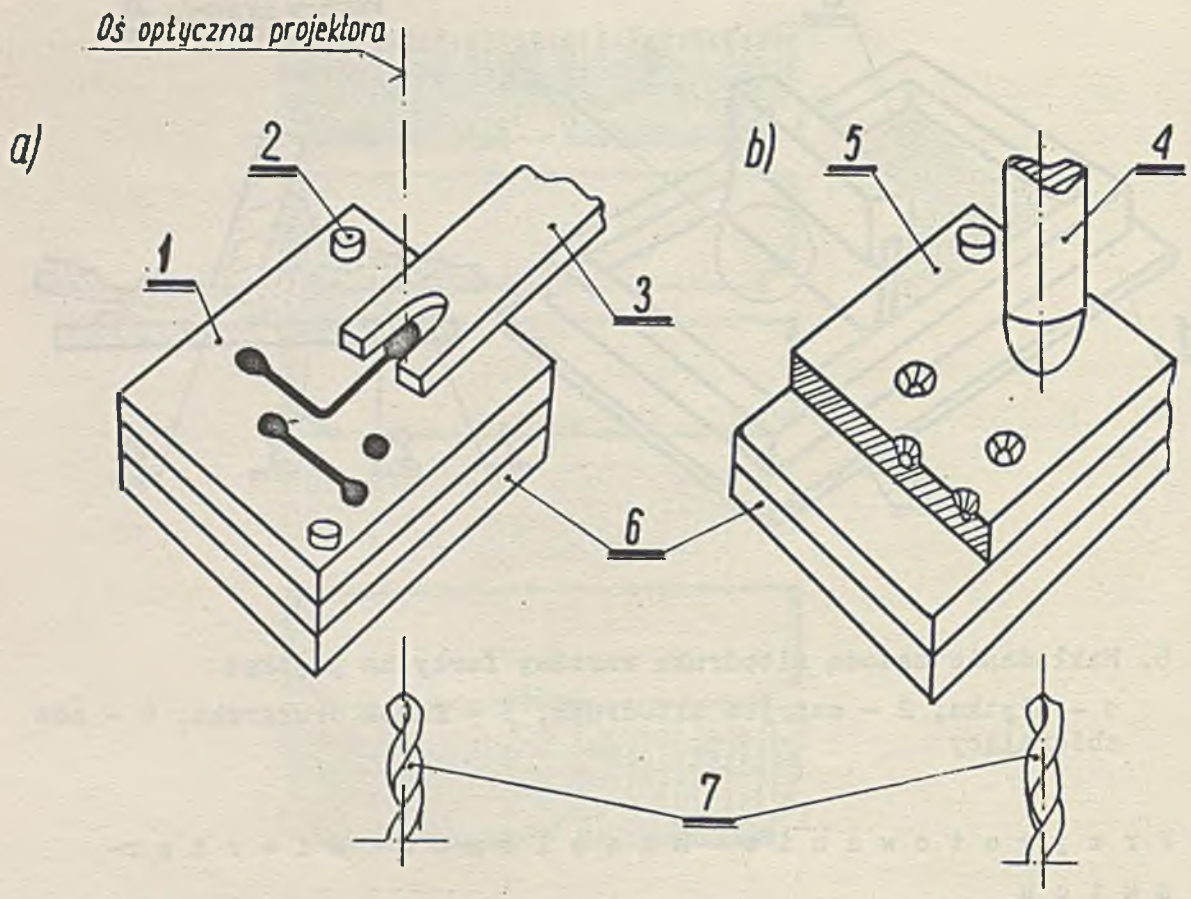

Rys. 6. Nakładanie metodą sitodruku warstwy farby na płytkę:
1 - płytka, 2 - matryca sitodruku, 3 - farba drukarska, 4 - nóż zbierający

## 5.3. Przygotowanie szablonów wiertarskich

Wiercenie, dokładniej opisane w pkt. 5.8, wykonuje się za pomocą szablonów. Szablon /rys. 7/ jest to płytka laminatu z widokiem obwodu drukowanego w skali 1:1. Wykonuje się również dobre szablony z blachy mosiężnej.

Szablon przygotowuje się podobnie jak matryce sitodruku. Płytkę laminatu z wykonanymi otworami bazowymi takimi samymi jak w wytwarzanych płytkach drukowanych lub blachę pokrywa się emulsją światłoczułą. Następnie przykrywa się ją matrycą fotograficzną i naświetla. Po wywołaniu i utrwaleniu emulsji poddaje się ją barwieniu. Dzięki temu na szablonie jest bardzo dobrze widoczny wzór obwodu drukowanego. Szablon umieszczany jest na wierzchu stosu płytek przeznaczonych do wiercenia. Cały stos łączony jest za pomocą kołków walcowych wciśniętych w otwory bazowe.

Szablony z blachy mosiężnej /rys. 7b/ stosuje się przy wykonywaniu otworów za pomocą wiertarek półautomatycznych. W szablonie metalowym z naniesionym widokiem obwodu drukowanego, wykonuje się stożkowe za-




Rys.7. Szablon wiertarski:

a. szablon wykonany z laminatu przeznaczony do stosowania na wiertarce z projektorem optycznym opisanym w pkt.5.8,

b. szablon wykonany z blachy mosiężnej przeznaczony do stosowania na wiertarce półautomatycznej
1 - matryca z laminatu, 2 - kołek ustalający, 3 - dźwignia dociskowa, 4 - kieł dociskowy, 5 - matryca z blachy mosiężnej, 6 - stos wierconych laminatów, 7 - wiertło

głębienie w miejscach odpowiadających metalizowanym otworom. Szablon z blachy kładzie się na wierzchu stosu płytek przeznaczonych do wiercenia i kołkuje. Stos z szablonem przesuwa się pod czujnikiem mechanicznym wiertarki. Jeśli czujnik wskoczy w zagłębienie, wówczas zwierają się styki w obwodzie zasilania wrzeciona wiertarki.

## 5.4. Przygotowanie i czyszczenie laminatów i preimpregnatów

W toku przygotowywania materiałów arkusze laminatu lub preimpregnatu są cięte na płytki o wymiarach półfabrykatu. Jednocześnie wykonuje

się w nich otwory bazowe oraz otwory do mocowania uchwytu i oznaczeń /np.klipsów lub grzybków/.

W typowej konstrukcji płytki z przelotowymi otworami metalizowanymi warstwy wewnętrzne są wytrawiane przed laminowaniem, a dwie warstwy zewnętrzne pozostają niewytrawiane poto, aby można było przeprowadzić metalizację po wywierceniu otworów. Powierzchnie podlegające łączeniu należy przed tym umyć w wodzie destylowanej i wysuszyć. Jeżeli którakolwiek z warstw nie jest pokryta folią, należy ją oczyścić np. przy pomocy pumeksu. Można również przeprowadzić płukanie w roztworze kwasu siarkowego w czasie około 5 min. Następnie należy płytki wysuszyć w ciągu 20 minut w piecu przy temperaturze 125°C. W trakcie i po suszeniu wszystkie czynności trzeba wykonywać w czystych rękawiczkach ochronnych.

Preimpregnaty przechowywane w magazynie mają tendencję do polimeryzowania się. Jednakże w określonej temperaturze /nie większej niż 20°C/ i wilgotności można je przechowywać w ciągu kilka miesięcy. Zazwyczaj są one przechowywane w zamkniętych torebkach z tworzywa typu polietylenowego. Przed laminowaniem wszystkie materiały powinny być przetrzymywane przez kilka godzin w temperaturze pokojowej i przy wilgotności względnej poniżej 50%.

## 5.5. Nanoszenie ochronnej warstwy emulsji lub farby ochronnej na płytki półfabrykatów

Do najbardziej znanych materiałów zabezpieczających zalicza się światłoczułe emulsje lub folie organiczne oraz farby do sitodruku. Proces nanoszenia ochronnej warstwy w postaci jednego z dwóch wyżej wymienionych materiałów jest taki sam jak w powszechnie stosowanych technikach drukarskich /offset, sitodruk/. Wybór określonego materiału na warstwę ochronną zależy od założeń projektowych. Jeśli na płytce drukowanej odległości między przewodami wynoszą mniej niż 0,38 - 0,50 mm, stosuje się emulsje lub folie światłoczułe oraz proces fotochemiczny. Techniką tą można wykonywać przewody o szerokości nawet 0,025 $\pm$ 0,0025 mm i odległości między nimi równej 0,25 mm. Jednakże należy pamiętać, że retuszowanie płytek jest przy

tych wymiarach przewodów prawie niemożliwe.

Nakładanie emulsji przy pomocy obracających się rolek zanurzonych do połowy w emulsji, okazało się najbardziej odpowiednie zarówno do produkcji małych, precyzyjnych, jak i dużych płytek drukowanych. W ten sposób można wykonać płytki o wymiarach 350 x 500 mm z 3 do 6 tysiącami otworów na jednej płytce. Techniki natryskiwania lub nakładania emulsji w wirówkach okazały się mniej skuteczne.

Obecnie szczególnie zaleca się stosowanie techniki laminowania na płytce półfabrykątu folii światłoczułej /folii o nazwie handlowej RISTON/. Folia ta u łatwia wykonywanie bardzo wąskich przewodów drukowanych bez podtrawień i nawisów. Dalszy proces obróbki folii RISTON jest prawie identyczny z procesem obróbki emulsji światłoczułej.

Pozytywowe emulsje światłoczułe nadają się najbardziej do delikatnych, wąskich przewodów drukowanych. Ponadto emulsje negatywowe mają dobrą odporność chemiczną.

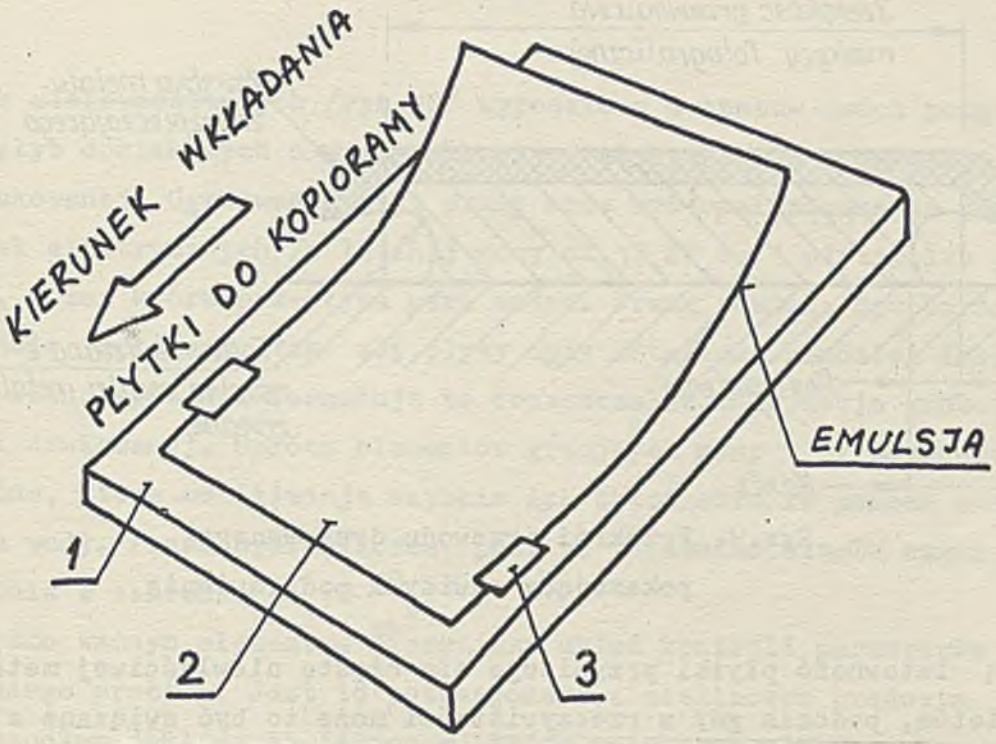
Po pokryciu powierzchni płytki emulsją światłoczułą zabezpieczającą i jej wysuszeniu naświetla się za pomocą matrycy fotograficznej wzory połączeń drukowanych. W wypadku emulsji negatywowej celem operacji kopiowania jest doprowadzenie do polimeryzacji naświetlonej emulsji, która przez to staje się nierozpuszczalna w wywoływaczu.

W czasie produkcji dwuwarstwowych płytek drukowanych najważniejsza jest odpowiednia dokładność położenia nadruków na obie strony płytki. Z tego względu wykonuje się w matrycach fotograficznych takie same otwory bazowe jak w płytkach półfabrykatu. Dzięki temu po przyłożeniu matryc fotograficznych do płytki przez pokrywające się otwory przesuwa się kołki, które zapewniają prawidłowe ustawienie matryc względem płytek.

Przy kładzeniu matrycy fotograficznej na płytce półfabrykatu należy pamiętać o tym, aby powierzchnia z emulsją przylegała do powierzchni płytki /rys.8/.

Nanoszenie i dalsza obróbka światłoczułej emulsji lub folii musi się odbywać w bezpyłowych i klimatyzowanych pomieszczeniach. Warstwy ochronne wykonane z emulsji światłoczułej są ekonomicznie uzasadnione dla małych serii produkcyjnych wyrobu.

Technologia sitodruku, pozwalająca wykonywać przewody drukowane o najmniejszych szerokościach 0,12 ÷ 0,25 mm jest ekonomiczna przy dużych seriach.



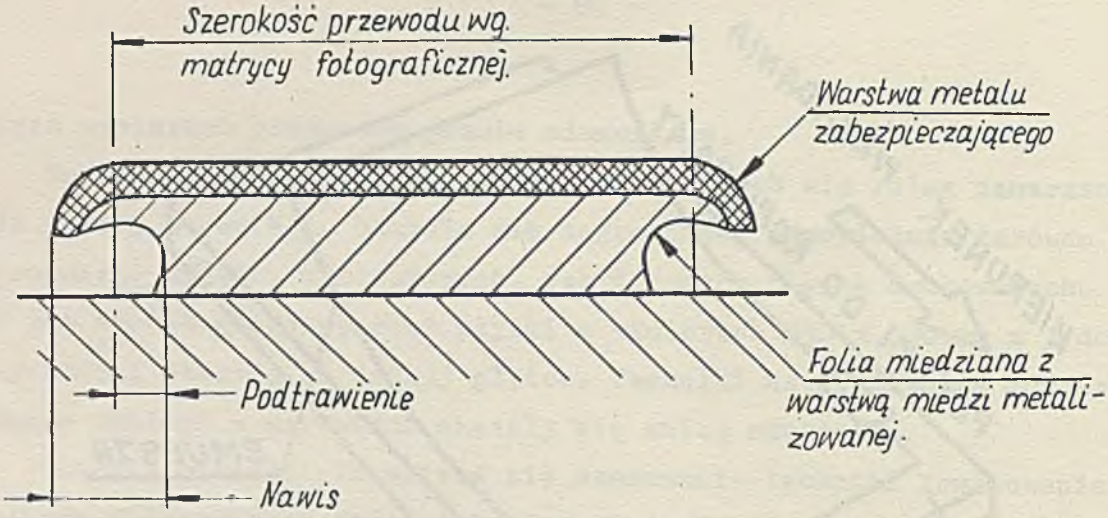

Rys.8. Układanie matryc fotograficznych na płytkach pokrytych emulsją lub folią światłoczułą

1 - płytka drukowana, 2 - matryca fotograficzna, 3 - taśma klejąca

## 5.6. Wytrawianie obwodów drukowanych

Operacja trawienia przy produkcji wielowarstwowych płytek drukowanych nie różni się zasadniczo od typowych metod stosowanych do płytek dwuwarstwowych. W procesie trawienia należy uwzględnić zwłaszcza takie czynniki, które wpływają na jakość krawędzi : ich nawisy i podtrawienia /rys.9/ oraz zanieczyszczenia lub uszkodzenia przewodów i metalizowanych otworów. Szczególnie ważne jest dokładne płukanie płytki po trawieniu.

Podtrawianie powinno być uwzględnione i kompensowane przy wykonywaniu matryc szczególnie w przypadku metalizacji kompleksowej, dla grubych warstw metalizowanych i bardzo wąskich przewodów drukowanych. Nawisy mają duże znaczenie w płytkach wchodzących do elektronicznych urządzeń lotniczych i innych urządzeń narażonych na wibracje i duże przyspieszenia, ponieważ mogą się oderwać i spowodować zwarcie obwodu elektrycznego.




Rys.9. Przekrój przewodu drukowanego pokazujący nawisy i podtrawienia

Słabą lutowność płytki przypisuje się często niewłaściwej metalizacji złotem, podczas gdy w rzeczywistości może to być związane z nieodpowiednim wypłukaniem płytki po trawieniu.

W płytkach pokrywanych stopem lutowniczym przy zbyt dużej zawartości cyny i stosowaniu nadsiarczanu amonowego jako roztworu trawiącego metalizacja przybiera szare, a nawet czarne zabarwienie. Wynika to głównie z tego, że roztwór trawi przede wszystkim cynę, która wydostaje się na zewnątrz i formuje na powierzchni miedzi warstwę zabezpieczającą przed dalszym trawieniem. Podczas trawienia płytek z pokryciem lutowniczym powstaje również warstwa czarnej emulsji siarczanu ołowianego . Obydwa te pokrycia mogą być usunięte w specjalnej kąpieli.

## 5.7. L a m i n o w a n i e

Pojedyncze warstwy płytki wielowarstwowej są sklejane /laminowane/ za pomocą preimpregnatów, którymi są poprzekładane [1] /rys.2/.

Istota procesu laminowania polega na podgrzewaniu, które powinno służyć do stopienia żywicy preimpregnatu, a następnie jej ochłodzenia celem utwardzenia.

Podstawowe wyposażenie produkcyjne stanowi prasa do laminowania

---

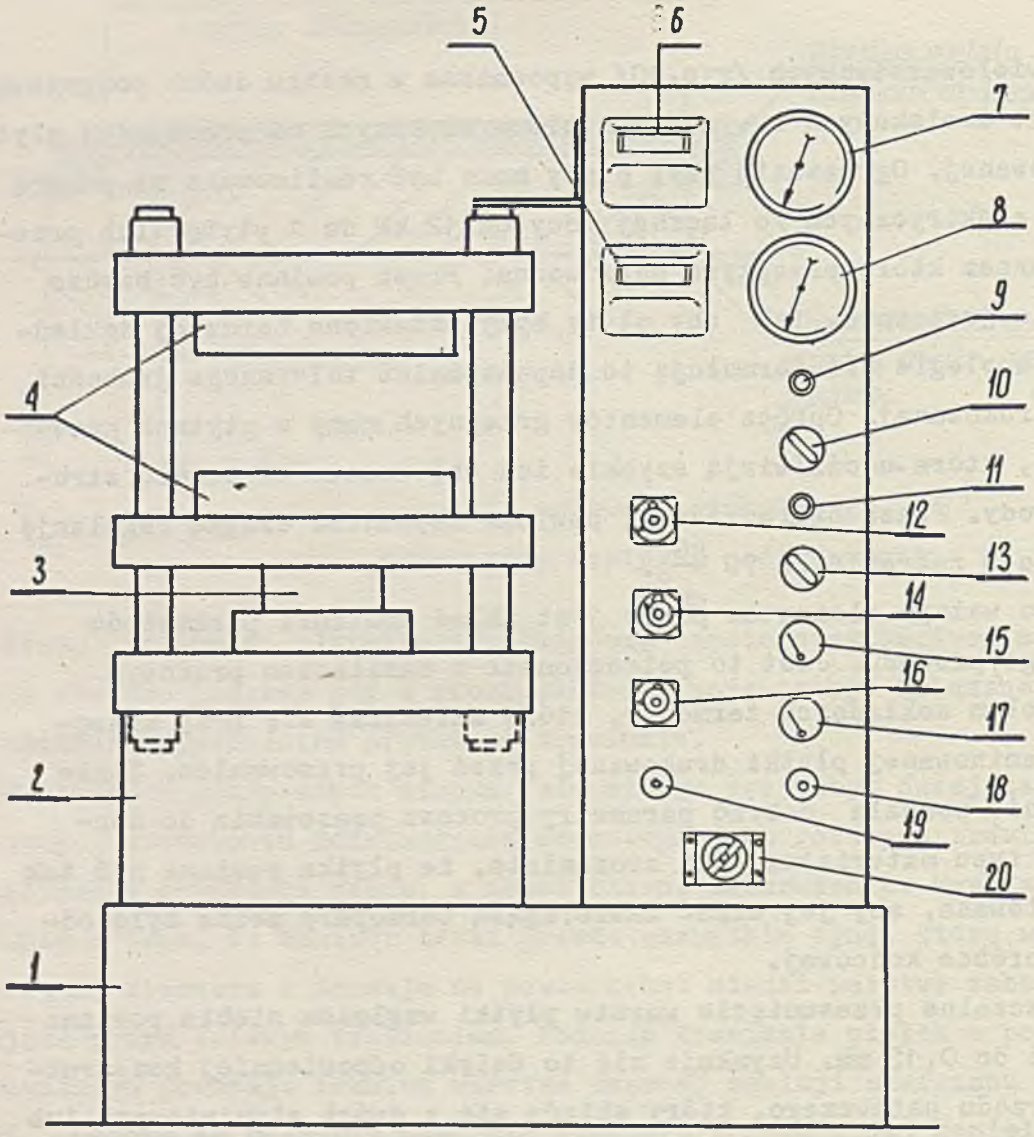
[1] Ponieważ stos płytek laminatów poprzekładanych preimpregnatami podobny jest do kanapki spotyka się w literaturze o wielowarstwowych płytkach drukowanych nazwy sandwich dla określenia stosu przygotowanego do laminowania

płytek wielowarstwowych /rys.10/ wyposażona w zestaw dwóch podgrzewanych płyt dociskowych o wymiarach nieco większych od prasowanej płytki drukowanej. Ogrzewanie płyt prasy może być realizowane za pomocą grzałek elektrycznych /o łącznej mocy ok.12 kW na 1 płytę/ lub przewodów, przez które przepływa para wodna. Prasa powinna być bardzo dokładnie justowana, tak aby płyty były ustawione bardziej dokładnie i równolegle niż formułują to dopuszczalne tolerancje grubości płytki drukowanej. Oprócz elementów grzejnych mamy w płytach przewody wodne, które umożliwiają szybkie ich chłodzenie za pomocą strumienia wody. Prasa hydrauliczna, powinna zapewniać ciągłą regulację ciśnienia w zakresie do 70 $\frac{kG}{cm^2}$.

Bardzo ważnym elementem prasy jest układ kontroli parametrów omawianego procesu. Jest to potencjometr z zasilaczem prądowym i z zespołem dokładnych termopar, które umieszcza się przy krawędziach laminowanej płytki drukowanej przed jej prasowaniem. Takie wyposażenie pozwala dobrać parametry procesu prasowania do konkretnego typu materiału. Jest zrozumiałe, że płytka powinna być tak zaprojektowana, aby jej część zawierającą termopary można było odciąć w obróbce końcowej.

Dopuszczalne przesunięcie warstw płytki względem siebie powinno dochodzić do 0,12 mm. Uzyskuje się to dzięki odpowiedniej konstrukcji przyrządu ustawczego, który składa się z dwóch aluminiowych lub stalowych płyt /rys.11/ z otworami na kołki ustawcze. Wymiary i rozstawienie otworów na kołki ustawcze są takie same jak otworów bazowych w półfabrykatach warstw i preimpregnatach. Kołki powinny być nieco krótsze od przewidywanej grubości obu płyt i laminowanej płytki wielowarstwowej. Powinny one być również dłuższe od łącznej grubości laminowanej płytki oraz jednej z metalowych płyt przyrządu. Otwory pod kołki należy umieszczać na płytce tak, aby odległości między nimi wynosiły około 100 - 125 mm. Jeżeli płytka jest nieco większa należy umieścić dodatkowy kołek w środku płytki.

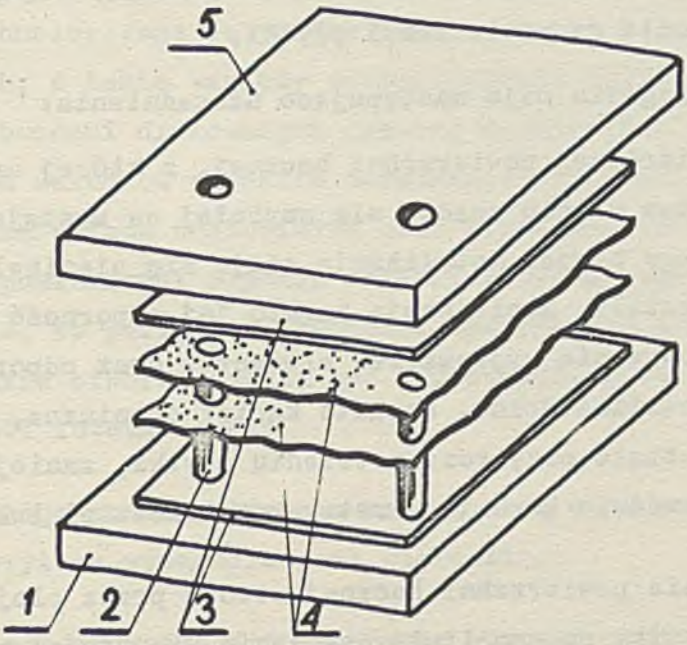
Z uwagi na fakt, że niedopuszczalne jest zaprasowywanie w płytce pyłów, których drobiny o ostrych krawędziach mogą poprzecinać wąskie przewody, laminowanie musi odbywać się w pomieszczeniu bezpyłowym. Również z uwagi na zabezpieczenie przewodów drukowanych przed korozją od śladów brudnych lub spoconych rąk, wszystkie prace po-




Rys.10. Prasa do laminowania:

1 - zbiornik oleju, 2 - cylinder, 3 - tłoki, 4 - płyty z instalacją ogrzewającą i chłodzącą, 5 - wskaźnik temperatury dolnej płyty, 6 - wskaźnik temperatury górnej płyty, 7 - manometr niskiego ciśnienia, 8 - manometr wysokiego ciśnienia, 9 - przycisk uruchamiający tłok w dół, 10 - przełącznik: sterowanie procesu ręczne lub sterowanie procesem automatyczne, 11 - przycisk uruchamiający tłok w górę, 12 - zegar odmierzający czas ogrzewania wstępnego, 13 - przełącznik:niskie lub wysokie ciśnienie, 14 - zegar odmierzający czas utwardzania żywicy preimpregnatów, 15 - wyłącznik ogrzewania górnej płyty, 16 - zegar odmierzający czas chłodzenia płyt, 17 - wyłącznik ogrzewania dolnej płyty, 18 - przycisk włączania niskiego ciśnienia, 19 - przycisk włączania wysokiego ciśnienia, 20 - pokrętło do regulacji przepływu oleju przez zawory

mocnicze jak układanie stosu itp. należy wykonywać w rękawiczkach.




Rys.11. Stos laminatów poprzekładanych preimpregnatami przygotowany do laminowania w przyrządzie ustawczym:

1 - dolna płyta przyrządu, 2 - kołek ustawczy,
3 - laminaty dwustronnie foliowane miedzią,
4 - preimpregnaty, 5 - górna płyta przyrządu

## 5.8. Wiercenie otworów w płytce wielowarstwowej

Po operacji laminowania metalizowane otwory wykonywane w płytce muszą spełniać następujące wymagania:

- Powierzchnia boczna otworów powinna być gładka, tzn. bez wystających włókien szklanych oraz bez szczelin powstałych przez rozwarstwienie zlaminowanej płytki.
- Powierzchnia boczna otworu nie może być zanieczyszczona olejami lub też pokryta warstewką stopionej żywicy.
- Krawędzie otworów nie powinny posiadać zadziorów folii metalowej.
- Średnica otworu powinna być wykonana zgodnie z założoną tolerancją.

. Otwór powinien być wykonany w miejscu określonym względem układu odniesienia, zgodnie z założoną tolerancją, a jego oś powinna być prostopadła do powierzchni płytki.

Wymienione wymagania mają następujące uzasadnienia:

W przypadku nierównej powierzchni bocznej, z której wystają włókna szklane, warstwa metalu osadza się szybciej na wystających nierównościach. Z tego powodu metalizacja staje się nieciągła. Liczne pory w warstwie metalu zmniejszają bardzo jej odporność na narażenia podczas wlutowywania wyprowadzeń elementów oraz odporność na narażenia mechaniczno-klimatyczne. Ponadto kąpiel chemiczna, która wypełnia szczeliny powstałe przy rozwarstwieniu płytki, zmniejsza rezystancję izolacji i powoduje korozję warstwy metalizowanej lub lutu.

Zanieczyszczenie powierzchni bocznej otworu przez oleje lub warstwę stopionej żywicy uniemożliwia osadzanie się miedzi podczas operacji metalizowania otworu. Doświadczenia produkcyjne wykazują, że oleje, a zwłaszcza pokrywające narzędzia smary stałe, podczas zabiegu wiercenia wnikają tak głęboko w materiał, że nie można ich usunąć przez kąpiel czyszczącą. W niektórych przypadkach nawet ślady od dotykania wiertła brudnymi rękami przenoszą się na ścianki otworu i uniemożliwiają jego metalizację. Również warstwa stopionej żywicy pokrywająca ścianki otworu bardzo utrudnia jego metalizację. Usunięcie tej warstwy, które powstała przez sklejenie się kawałków włókien szklanych za pomocą zmiękczonego pyłu żywicy, jest bardzo kłopotliwe a czasami niemożliwe.

Zadziory folii na krawędzi otworu są przyczyną nierównomiernego osadzania się metalu podczas procesu metalizacji ścianek. Warstwa metalu osadzająca się na zadziorach powoduje zmniejszenie średnicy otworu. Zjawisko to jest szkodliwe, ponieważ ze względów technologicznych /wpływanie lutu/ musi być utrzymany odpowiedni luz pomiędzy wyprowadzeniem elementu elektronicznego a ścianką otworu. Z tego samego powodu stawia się wymaganie, aby otwory były wykonywane zgodnie z założoną tolerancją. Ponadto obecność zadziorów na krawędzi otworu dowodzi, że folia w miejscach dookoła otworu została odwarstwiona od podłoża. Tego typu rozwarstwienie prowadzi do odrywania się pól lu-

towniczych od płytki, szczególnie podczas wylutowywania elementów z otworów metalizowanych.

Względy technologiczne dotyczące zaumatyzowanego montażu elementów elektronicznych, a także względy technologiczne dotyczące wytwarzania płytek z obwodami drukowanymi /zabieg kopiowania/ wymagają postawienia dalszych warunków odnośnie utrzymania tolerancji położenia otworów względem układu odniesienia oraz prostopadłości osi otworu w stosunku do powierzchni płytki. Jeśliby powyższe warunki nie zostały zachowane, to pomijając trudności występujące przy montażu elementów, krawędzie otworu mogłyby być przesunięte poza krawędzie otaczających je pól lutowniczych.

Z ekonomicznego punktu widzenia technologią wykonywania otworów spełniającą powyższe wymagania jest wiercenie.

Wiercenie przeprowadza się za pomocą specjalnych obrabiarek, które charakteryzują się następującymi cechami:

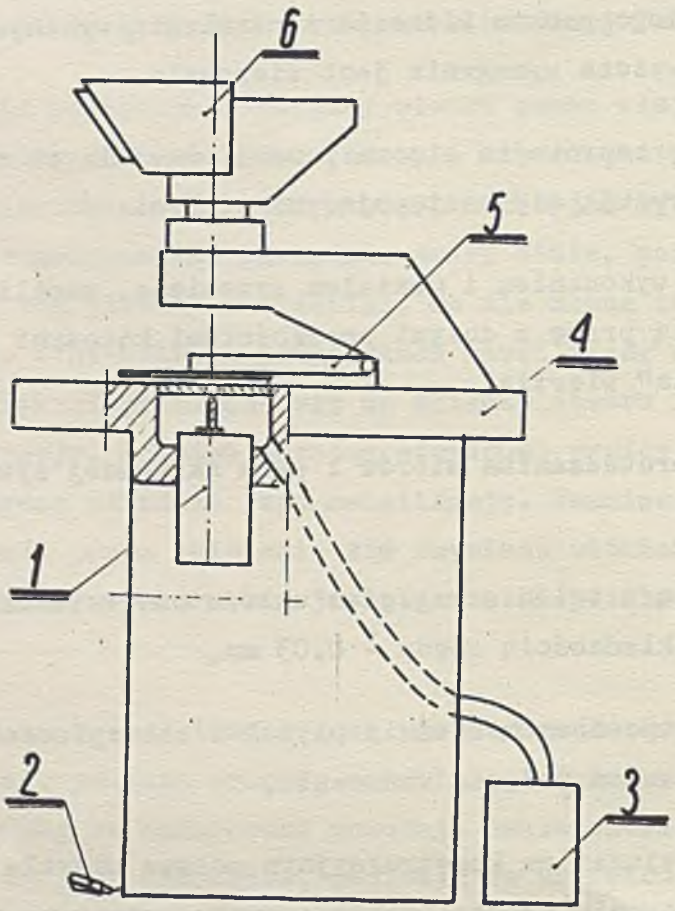
- dokładnym wykonaniem i montażem wrzeciona, umożliwiającym długotrwałą pracę z dużymi prędkościami kątowymi i wyeliminowaniem „bicia" wiertła,
- dobrym odprowadzaniem wiórów i pyłu skrawanej żywicy z miejsca wiercenia,
- możliwością ustalania względem układu odniesienia miejsca wiercenia z dokładnością rzędu $\pm$ 0,03 mm,
- właściwym sposobem mocowania płytek i zabezpieczenia ich przed rozwarstwianiem podczas wiercenia,
- dobrym rozwiązaniem konstrukcyjnym posuwu wiertła polegającym na zrealizowaniu prostoliniowego ruchu wrzeciona na skutek działania stałej siły /np.od siłownika pneumatycznego/.

Wiertarka o wyżej wymienionych cechach umożliwia wykonanie w laminacie otworów spełniających wyżej określone wymagania.

Ponadto, stosowane dzisiaj wiertarki charakteryzuje:

- możliwość wykonywania otworów jednocześnie w kilku płytkach, dla których rozmieszczenie otworów jest jednakowe,
- częściowa lub pełna automatyzacja.

Na rys.12 pokazano wiertarkę tego rodzaju. Działanie tej obrabiarki jest następujące. Zamocowane w uchwycie wrzeciona wiertło, obracając się, pod działaniem siłownika pneumatycznego przesuwa się ku górze. Inaczej mówiąc wiertło zagłębia się w materiał od dołu. Wiercony stos płytek ułożony jest na stole 4 i dociśnięty do niego dźwignią.




Rys.12. Wiertarka:

1 - głowica wiertarska, 2 - włącznik, 3 - wyciąg wiórów, 4 - stół, 5 - dźwignia dociskowa, 6 - projektor

Rys.12 wyjaśnia sposób zamocowania stosu płytek do stołu oraz położenie stosu względem wiertła. Na wierzchu stosu położona jest płytka, na której drogą kopiowania z matrycy wykonano obraz pól lutowniczych i ścieżek. Obserwując za pomocą projektora 6 ustawienie pola lutowniczego względem rys krzyża na matówce projektora, można ustawić stos w taki sposób, aby środek pola lutowniczego pokrywał się z przecięciem krzyża. Przy takim ustawieniu punkt środkowy pola lutowniczego leży na osi obrotu wiertła.

Uruchomienie wiertarki następuje na skutek naciśnięcia nożnego włącznika 2. W momencie tym rozpoczyna się cykl następujących czynności:

- siłownik poprzez dźwignię 5 powoduje dociśnięcie stosu płytek do stołu 4,
- wiertło wykonuje ruchy robocze w postaci ruchu obrotowego oraz posuwu do założonej wysokości,
- wiertło wycofuje się z materiału i przerywa swój ruch obrotowy.

Ponowne uruchomienie wiertarki wymaga ponownego naciśnięcia włącznika 2. Wyciąg 3 odsysa powstałe podczas wiercenia wióry i pył żywicy.

Wiertła używane w omawianym procesie mogą być wykonane:

- ze stali szybkotnących lub
- z węglików spiekanych.

Wiertła ze stali szybkotnących mogą być stosowane do prędkości 7000 obr./min. Z uwagi na bardzo szybkie zużywanie się wierteł przy wykonywaniu otworów w laminatach wzmocnionych tkaninami ze szklanych włókien, nie opłaca się stosowanie większych prędkości kątowych narzędzia niż 12.000 obr/min., gdyż temperatura wiertła wzrasta wtedy do około 500°C.

Niektóre firmy produkujące narzędzia zalecają specjalne ukształtowanie części roboczej wierteł do laminatów. Wiertło takie ma kąt wierzchołkowy $2\alpha = /50 - 70/^{\circ}$ i mały kąt pochylenia linii rowków wiórowych $\lambda$. Powierzchnie rowków wiórowych, jak również zewnętrzne powierzchnie wiertła są polerowane. Cała powierzchnia zewnętrzna wiertła jest powierzchnią prowadzącą, bywa nazywana łysinką prowadzącą /rys.13/.

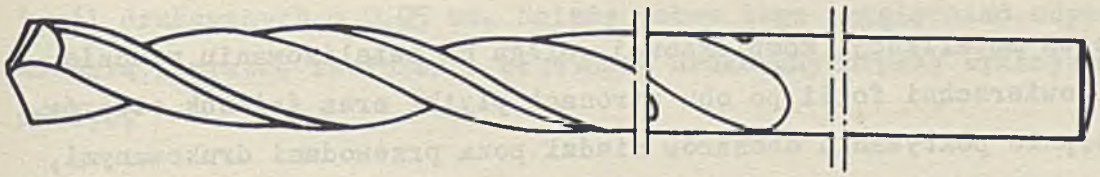
Doświadczenia wykazały, że tego rodzaju wiertła są mało przydatne. Należy natomiast zaznaczyć, że przy odpowiednio dobranej wartości posuwu można uzyskać bardzo dobre wyniki, stosując wiertła o geometrii ostrza przewidzianej dla stali. Wadą wierteł ze stali szybkotnącej jest ich szybkie zużywanie się. Z tego względu ważnym problemem w produkcji płytek drukowanych jest ostrzenie wierteł. Odkształcenie laminatu oraz zużywanie się powierzchni zewnętrznej wiertła prowadzi do tego, że średnica wywierconego otworu jest mniejsza o ok.0,05 mm /przy średnicy 1 mm/ od średnicy zewnętrznej wiertła.

Rys.13. Wiertło zalecane przez firmę Dormer

Wiertła z węglików spiekanych są około 10-krotnie bardziej odporne na zużywanie się niż przeciętne wiertło ze stali szybkotnącej i jednocześnie znacznie droższe. Z uwagi na swoją kruchość są one kłopotliwe w produkcji i wymagają zatrudnienia wykwalifikowanych pracowników z dużym doświadczeniem.

Geometria ostrza w przypadku wiertła z węglików spiekanych różni się od geometrii wiertła ze stali. Do wierteł z węglików stosuje się kąty wierzchołkowe $2\alpha = /118 - 122/^{\circ}$ oraz średni kąt pochylenia linii rowków wiórowych $\lambda$ /rys.14/. Powierzchnia zewnętrzna wiertła ma

zbieżność ku części uchwytowej. Ponieważ dopuszczalne posuwy przy wiertłach z węglików są bardzo małe /ok.0,05 mm na 1 obrót/, korzystając z dużej odporności wierteł na przyrost temperatury, stosuje się prędkości kątowe od 10.000 do 120.000 obr/min. Jakość otworów wykonywanych za pomocą wierteł z węglików jest bardzo dobra.



Rys.14. Wiertło z węglika spiekanego

## 5.9. Nanoszenie ochronnej warstwy emulsji, folii lub farby na zewnętrzne powierzchnie wielowarstwowej płytki

Metody nanoszenia ochronnej warstwy na zewnętrzne powierzchnie zlaminowanej płytki są takie same jak opisane w pkt.5.5 metody pokrywania powierzchni półfabrykatów warstw.

## 5.10. Metalizacja kompleksowa i selektywna

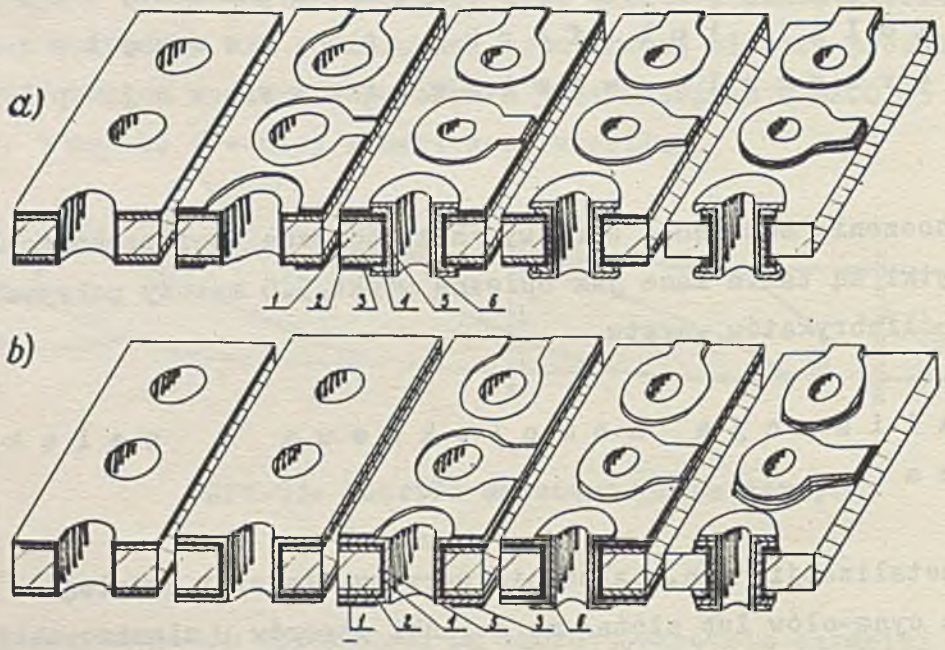
Operacja metalizacji, tzn. nałożenie warstwy miedzi i drugiego metalu /stopu cyna-ołów lub złota/ na ścianki otworów w zlaminowanej płytce i na powierzchniach folii miedzianej pokrywającej zewnętrzne strony płytki, składa się z następujących zabiegów:

- podtrawianie ścianek otworów i czyszczenie płytki,
- chemiczne osadzanie miedzi na ściankach otworów i zewnętrznych powierzchniach płytki,
- galwaniczne osadzanie miedzi na płytce w celu zwiększenia grubości warstwy miedzi osadzonej chemicznie,

. galwaniczne osadzanie drugiego metalu na ściankach otworów i na powierzchniach zewnętrznych płytki.

Rozróżnia się dwie techniki wykonywania warstw galwanicznie osadzanych metali: miedzi, stopu cyna-ołów lub złota. Są to tzw.metalizacja kompleksowa i selektywna.

Proces metalizacji kompleksowej polega na metalizowaniu miedzią całej powierzchni folii po obu stronach płytki oraz ścianek otworów, a następnie pokrywanie obszarów miedzi poza przewodami drukowanymi, przy pomocy warstwy emulsji zabezpieczającej. Potem następuje metalizacja odkrytych przewodów drukowanych i ścianek otworów metalem odpornym na kąpiele trawiące miedź /rys.15/.




Rys.15. Przekroje płytek pokazujące osadzanie warstw metalu i ochronnych warstw emulsji światłoczułej podczas procesu metalizacji:
a. metalizacja selektywna, b.metalizacja kompleksowa
1 - żywica wzmocniona warstwami tkanin z włókna szklanego, 2 - folia miedziana, 3 - ochronna warstwa emulsji lub folii światłoczułej, 4 warstwa miedzi osadzonej w kąpieli chemicznej, 5 - warstwa miedzi osadzonej w kąpieli galwanicznej, 6 - warstwa stopu Sn-Pb osadzona w kąpieli galwanicznej

W procesie metalizacji selektywnej osadzanie miedzi i metalu zabezpieczającego przed wytrawieniem następuje tylko na powierzchniach przewodów drukowanych i w otworach. W procesie metalizacji selektywnej wzrasta szerokość przewodów drukowanych przy obu krawędziach przewodu odpowiednio do grubości warstwy metalizowanej. Przy wzroście grubości warstwy o 0,025 mm wzrasta szerokość przewodów i pól drukowanych o 0,05 mm. Należy wobec tego uwzględniać odpowiednią poprawkę szerokości przewodów drukowanych przy wykonywaniu matryc.

Porównując obie metody należy stwierdzić, że:

a. W procesie metalizacji kompleksowej przeprowadza się metalizację przed nałożeniem warstwy emulsji zabezpieczającej, dlatego możliwe jest użycie zarówno substancji światłoczułych jak i farb do sitodruku. W procesie metalizacji selektywnej stosowanie sitodruku jest bardziej wskazane i częściej stosowane.

b. Metalizacja selektywna może się okazać nieco lepsza ze względu na mniejszą ilość operacji, mniejsze zużycie materiałów /kąpieli/ i wygodną konserwację wyposażenia. Metalizacja kompleksowa umożliwia wykorzystanie prądów o większej gęstości ponieważ izolowane przewody i pola drukowane, które normalnie są obszarami koncentrującymi prądy, w tym wypadku nie występują. Ponadto roztwory miedzi nie są zanieczyszczane przez emulsje zabezpieczającą pochodzenia organicznego.

c. W procesie metalizacji kompleksowej czas trawienia jest stosunkowo długi i uwydatnia rysy, przerwy i inne niedociągnięcia wynikające z niedokładnego przygotowania płytki do tej operacji. Szerokość przewodów będzie znacznie zmniejszona, a roztwór trawiący zużyje się dużo szybciej, co w rezultacie osłabi akcję trawienia. Należałoby w związku z tym zwiększyć grubość warstwy złota lub stopu lutowniczego zabezpieczającą przed trawieniem.

W procesie metalizacji selektywnej, metalizacja występuje tylko na powierzchni przewodów drukowanych i otworów, co zmniejsza czas

trawienia i możliwość przerwania się przewodów drukowanych. Roztwór trawiący nadaje się do użycia dla dużej liczby produkowanych płytek. Na rys.15 pokazano zmianę szerokości przewodów, nawisów i podtrawień występujących w obu procesach produkcji płytek drukowanych.

d. Każdy z procesów zapewnia doskonałe charakterystyki lutowania. Opinia, jakoby metalizacja selektywna była pod tym względem lepsza ma na względzie błyszczący wygląd powierzchni przewodów i pól drukowanych. Jednakże płytki metalizowane w czystych kąpielach przy zachowaniu odpowiednich parametrów mają równie błyszczącą powierzchnię po każdym z procesów.

## 5.11. O b c i n a n i e  p ł y t e k

Obcinanie naddatków technologicznych na płytkach może być realizowane za pomocą gilotyny lub frezarki.

Cięcie za pomocą gilotyny stosuje się przy obcinaniu zgrubnym. Spęczanie i częściowe pękanie materiału powoduje powstawanie nierównych, rozwarstwionych krawędzi laminatu. Z tego względu cięcie dokładne np. obcinanie gotowych płytek wykonuje się za pomocą frezarek. Z uwagi na bardzo szybkie zużywanie się narzędzi przy obróbce laminatów wzmocnionych włóknami szklanymi stosuje się frezy z węglików spiekanych pozwalające na pracę z dużymi prędkościami. Np. prędkość kątowa frezów walcowych wynosi 27.000 obr/min.

Przy obcinaniu płytek należy bardzo starannie chronić powierzchnie folii przed porysowaniem i zabrudzeniem. Drobne rysy na folii są przyczyną wad przewodów drukowanych. Należy podkreślić, że rysy pogłębiają się podczas trawienia. Również korozja występująca w miejscach śladów dotykania płytek brudnymi rękami powoduje powstawanie przerw w przewodach.

5.12. N a n o s z e n i e  f a r b y  o c h r o n n e j

Nanoszenie farby na zewnętrzne powierzchnie płytki w miejscach zabezpieczanych przed pokryciem spoiwem podczas lutowania odbywa się metodą sitodruku opisaną w pkt.5.2 lub metodą druku offsetowego, stosowanego powszechnie w poligrafii.

6. Zakończenie

Po wykonaniu powyższych operacji płytki myje się w alkoholu, pokrywa się warstwą topnika i pakuje najlepiej w szczelnie zamykane worki z tworzywa typu polietylenowego. Opakowanie takie jest ekonomicznie uzasadnione z uwagi na bardzo wysoki koszt wykonania wielowarstwowej płytki drukowanej. Orientacyjnie cena 6 warstwowej płytki o wymiarach 150 x 150 mm, o średniej gęstości opakowania obwodu /35 mikroukładów/ wynosi około 150 dolarów ameryk. Cena 12 warstwowej płytki połączeń bloku /plater/ o wymiarach 400 x 400 mm wynosi około 1500 dolarów amerykańskich /wg kalkulacji firmy OREGA oraz firmy TECHNOGRAPH AND TELEGRAPH/.

Przy tak wysokich cenach wyrobu nie wolno dokonywać oszczędności rzędu dziesiątków złotych, stosując w produkcji gorsze materiały podstawowe i pomocnicze jak np.stosowanie bibułek do pakowania zamiast szczelnych torebek z tworzywa polietylenowego.

Zagadnienie kontroli prawidłowości procesu technologicznego oraz jakości i niezawodności gotowych wielowarstwowych płytek drukowanych stanowią odrębny problem, który w niniejszym opracowaniu został pominięty.

Należy podkreślić, że koszt kontroli wielowarstwowej płytki drukowanej jest bardzo wysoki. Według danych firmy Bakelite, która zebrała dane liczbowe na temat kosztów produkcji wielowarstwowych płytek drukowanych wytwarzanych w oparciu o ich laminaty, udział poszczególnych kosztów materiału, wierceń, prac ogólnych, kontroli ostatecznej a także prac dodatkowych w sumarycznym koszcie 12-warstwowej płytki

drukowanej o średniej gęstości upakowania jest następujący:

| Rodzaj kosztów | % kosztów gotowego wyrobu |
|---|---|
| • materiały | 11 |
| • wiercenie otworów pod metalizacją | 7 |
| • prace ogólne | 30 |
| • kontrola ostateczna | 20 |
| • prace dodatkowe wynikające ze zwiększenia trudności wykonawczych przy 12-warstwowej płytce | 32 |

Literatura

[1] BILLING A., DZIECHCIARZ T.: Zwalczanie zapylenia powietrza w pomieszczeniach technologicznych. ETO Nowości, 2/1970.

[2] EKNER J.: Technologia wykonywania matryc do wytwarzania dwustronnych płytek drukowanych. Pomiary Automatyka Kontrola. Nr 10/1970.

[3] New England Laminates Co., Inc., Stamford, Conn /USA/: Preimpregnated B-staged Epoxy Glass Cloth for Multilayer Printed Wiring Boards.

Pozostałe pozycje literaturowe podano w części I.

# KRÓTKIE INFORMACJE

## Z KRAJU

### PROGRAMOWY SYSTEM MODELOWANIA PROCESÓW CIĄGŁYCH - CEMMA 2

Charakterystyka systemu

System CEMMA 2 jest przeznaczony do rozwiązywania zadań symulacji procesów ciągłych i impulsowo-ciągłych opisywanych liniowymi i nieliniowymi równaniami różniczkowymi zwyczajnymi. Programowanie modeli tych procesów opiera się na ich opisie blokowym, zbliżonym do tego, jaki stosuje się przy modelowaniu analogowym. Język wejściowy systemu CEMMA 2 zawiera 39 zdań podstawowych, które pozwalają na zwięzły opis następujących typów bloków funkcjonalnych:

- bloków całkujących,
- bloków działań arytmetycznych na wartościach zmiennych modelu,
- bloków nieliniowych,
- bloków operacji logicznych,
- bloków specjalnych /np.impulsator, opóźnienie/.

System pozwala również na automatyczną optymalizację do sześciu parametrów modelu zgodnie z zadanym w programie kryterium optymalności i ograniczeniem wartości parametrów optymalizowanych.

Język wejściowy systemu CEMMA 2 jest prosty i łatwy do opanowania, szczególnie przez te osoby, które znają technikę modelowania analogowego.

Dostępność systemu

System został już włączony do oprogramowania ZAM 41 i może być wykorzystywany na wszystkich egzemplarzach maszyny z pamięcią ope-

racyjną 20k słów.

Dostępność opisu systemu

Roboczy opis formalny języka wejściowego systemu został udostępniony wszystkim ośrodkom wyposażonym w m.c. ZAM 41 w końcu marca 1971. W późniejszym terminie opis języka zostanie wydany w ramach zbiorczego opisu oprogramowania ZAM 41.

/wmr/

## PROGRAMOWY SYSTEM MODELOWANIA PROCESÓW DYSKRETNYCH - ZAM GPSS

Charakterystyka systemu

System ZAM - GPSS jest przeznaczony do symulacji zachowania się procesów dyskretnych poddanych działaniu przypadkowych lub zdeterminowanych ciągów zdarzeń zewnętrznych /zadań/. Procesami takimi są np. praca central telefonicznych, ruch drogowy i powietrzny, system przetwarzania informacji, praca linii produkcyjnej, organizacja obsługi klientów.

Program w języku ZAM - GPSS tworzy się w prosty sposób na podstawie blokowego opisu procesu, przy czym każdy z bloków stanowi operator, który pod wpływem przechodzenia zadań, powoduje zmianę stanu jednej z 12 zdefiniowanych w języku wielkości. Wielkości te mogą np. reprezentować stan zapasu materiałowego, zajętość elementu /urządzenia/ procesu, wielkość kolejki oczekujących zadań itp.

Drogi przepływu zadań w symulowanym procesie mogą być zmieniane w oparciu o zależności zdeterminowane, stochastyczne lub logiczne.

W trakcie symulacji jest zapewniona wygodna komunikacja człowieka z systemem. W wyniku działania systemu uzyskuje się różnorodne dane statystyczne o zachowaniu się procesu przy założonych charakterystykach ciągu zdarzeń i wartościach parametrów procesu.

Język wejściowy ZAM - GPSS jest łatwy do opanowania nawet przy niewielkiej znajomości problemów programowania emc. Język wzorcowy /GPSS/ w różnych wersjach jest szeroko stosowany na świecie, szczególnie w USA.

Dostępność systemu

System ZAM - GPSS będzie dostępny od lipca 1971 na wszystkich maszynach ZAM 41 o pamięci operacyjnej 20k słów.

Dostępność opisu systemu

Roboczy opis języka wejściowego ZAM - GPSS będzie dostępny od maja 1971 we wszystkich ośrodkach wyposażonych w maszynę ZAM 41. Opis języka zostanie w późniejszym terminie wydany w ramach zbiorczego opisu oprogramowania ZAM 41.

/wmr/

## PROGRAMOWY SYSTEM ANALIZY STATYSTYCZNEJ DANYCH EKSPERYMENTALNYCH ASTEK

Charakterystyka systemu

System ASTEK jest przeznaczony do obliczania różnych charakterystyk i zależności statystycznych między zbiorami danych uzyskiwanych z różnego rodzaju eksperymentów laboratoryjnych i przemysłowych. Jest on zorientowany na potrzeby związane ze wstępną obróbką tych danych i pozwala rozwiązywać m.in. następujące zadania:

- testowanie statystyczne zbiorów danych,
- wyznaczanie średniej, wariancji i dystrybuanty zbiorów,
- analizę regresyjną i korelacyjną,
- wyznaczanie gęstości widmowej.

Język wejściowy systemu jest prosty i łatwy do opanowania.

Uwaga: bliższe dane charakteryzujące język ASTEK podano w publikacji: P.Bielkowicz, P.Perkowski „ASTEK I - język do statystycznej analizy danych eksperymentalnych", Prace IMM, Nr 2/1970.

Dostępność systemu

System ASTEK będzie dostępny od lipca 1971 r. na wszystkich maszynach ZAM 41 z pamięcią operacyjną 20k słów.

Dostępność opisu systemu

Roboczy opis języka wejściowego systemu będzie dostępny w końcu czerwca 1971 r. we wszystkich ośrodkach wyposażonych w emc ZAM 41. Opis ten zostanie w późniejszym terminie wydany w ramach zbiorczego opisu oprogramowania ZAM 41.

/wmr/

## PAMIĘĆ OPERACYJNA TYPU PAO-625

W ramach projektu maszyny cyfrowej ODRA 1305 została opracowana w Zakładzie Pamięci Wewnętrznych IMM pamięć operacyjna do tej maszyny. Moduł pamięci, którego parametry funkcjonalne posiadają następujące wartości: czas cyklu: 2,0 $\mu$s, czas dostępu: 0,7 $\mu$s, pojemność informacyjna: 32 768 słów 25 bitowych, zajmuje jedną tzw.ramę standartową. Takie moduły są, w sensie struktury funkcjonalnej, członami głównej pamięci operacyjnej. Dzięki temu pojemność pamięci głównej popularnego zestawu ODRA 1305 wynosi 98 304 słów, a więc około 2,5 miliona bitów.

Pamięć PAO-625 posiada ten sam typ organizacji logicznej co pamięć PA06.* Jest to pamięć koincydencyjna, czteroprzewodowa /ilość przewodów przechodzących przez rdzeń/.

Niektóre istotne podzespoły elektroniczne pochodzą z pamięci PA06. Należy do nich płat pamięciowy. Wykorzystano też wiele układów ele-

* W przygotowaniu do druku: Wybrane problemy pamięci ferrytowej PA06. Prace IMM, 1971.

ktronicznych takich jak:

- generatory wzbudzania współrzędnych X, Y,
- klucze wybierania adresów,
- wzmacniacze odczytu,
- układy sterowania.

Pozostałe układy uległy nieznacznej modyfikacji ze względu na wprowadzenie do nich mikroukładów scalonych. Są to:

- generatory wzbudzania zakazu,
- rejestry adresu informacji,
- układy kontroli parzystości.

Układy elektroniczne są zwykle grupowane w konstrukcyjne podzespoły, tzw.pakiety lub płyty. Pakiety elektroniczne do PAO-625 przyjęły nową formę, zgodną ze standardami wymiarów, materiałów i technologii przyjętych do maszyny ODRA 1305. Dotyczy to również zespołu zasilającego, który składa się z oddzielnych dla każdego napięcia modułów zawierających układ prostownika i stabilizatora.

Nowa pamięć posiada różny od rozwiązania poprzedniego schemat funkcjonalny. Zasadnicze różnice mieszczą się

- w schemacie wybierania adresów, współrzędne X, Y są wybierane w wymiarze 128 x 128,
- tor odczytu jest jeden dla dwóch bloków nośnika informacji, każdy o pojemności 16 384 słów 25 bitowych.

Główna różnica w walorach konstrukcji PA06 i PAO-625 leży w gęstoś-

ci upakowania. Tak zwany współczynnik $\varkappa_M$ określający jakościową stronę rozwiązywania uległ znacznemu zwiększeniu. Jeśli przyjąć, że w typowej szafie maszyny ODRA 1305 można wypełnić dwie wychylne ramy pozostawiając ramę środkową do innego wykorzystania, to współczynnik jakości osiąga wartość

$$\varkappa_M = 800 \left[\frac{ns}{bit}\right].$$

Jest to więc istotny wzrost jakości konstrukcji.

Opracowana uprzednio w naszym Instytucie pamięć PA06, stanowiła zasadniczy krok w dziedzinie konstrukcji pamięci w Polsce. Dzięki temu opracowaniu zmagazynowano znaczny dorobek w takich dziedzinach jak:

- układy pamięciowe /wzmacniacze odczytu, generatory, klucze itp./,
- podzespoły /płaty pamięciowe, pakiety elektron./,
- elementy konstrukcyjne /rdzenie pamięciowe, transformat. itp./,
- aparatura kontrolno-pomiarowa,
- metody badania elementów, podzespołów i całych pamięci.

Ponadto zyskano szereg cennych doświadczeń. Ten bogaty materiał może być wykorzystany do tworzenia konstrukcji pamięci o różnym przeznaczeniu.

Opracowanie PAO-625 rozszerza te możliwości ze względu na zastosowanie standardów maszyny ODRA 1305. Maszyna ta wraz z pamięcią wejdą wkrótce do produkcji krajowej

/ZW/

## NOWY MODEL DRUKARKI WIERSZOWEJ - DRUKARKA DW-21

W 1970 r. opracowano w IMM nowy model drukarki wierszowej - drukarkę DW-21. Wykonywana jest ona w dwóch wariantach. W wariancie pierwszym przeznaczona jest do pracy w zestawach maszyn produkcji radzieckiej Mińsk 32 i Mińsk 23 za pośrednictwem jednostki sterującej УУПЧ -23A. W wariancie drugim drukarka DW-21 jest pełnym analogiem drukarki wierszowej АЦПУ 128-2M i może pracować ze wszystkimi maszynami, z którymi pracuje АЦПУ 128-2M.

W drukarce DW-21 zastosowano mechanizm drukujący typu 666/V3 produkcji ZMP „Błonie" /licencja ICT-Anglia/, który w pełni zdał egzamin we wcześniej opracowanych drukarkach DW-2 /prod.ZD IMM/ i DW-304-1 /prod. WZE „ELWRO"/.

Konstrukcyjnie drukarka DW-21 jest oparta o rozwiązanie drukarki DW-2, z tym że ze względu na mniejszą niż w DW-2 elektronikę /brak pamięci buforowej/ całą elektronikę zmieszczono w jednej ramie wychylnej. Z nowych rozwiązań należy wymienić skręcany z poszczególnych elementów szkielet /a nie jak dotychczas spawany/, wprowadzenie bardzo lekkich a równocześnie sztywnych osłon zewnętrznych klejonych z wypełniaczem ulowym oraz możliwość regulacji poziomego ustawienia drukarki /nóżki o regulowanej długości/.

W strukturze zastosowano układy scalone S-400 zmodyfikowane /w sensie zastosowanych podzespołów/ w celu spełnienia wysokich wymagań odnośnie zakresu temperatur pracy i transportu oraz niezawodności. Układy nietypowe drukarki wzięto /jeśli chodzi o rozwiązania układowe/ częściowo z drukarki DW-2, częściowo natomiast opracowano nowe. Dodatkowo opracowano również układy nadajników i odbiorników interface'u. Jako podstawowy tranzystor zastosowano w elektronice drukarki tranzystor ASY 37S.

Drukarka DW-21 wyposażona jest w wewnętrzny pulpit inżyniera umożliwiający pełne sprawdzanie drukarki oraz przeprowadzanie konserwacji i regulacji bez udziału maszyny cyfrowej.

Podstawowe parametry techniczne drukarki DW-21 są następujące:

- szybkość drukowania z pojedynczym odstępem między wierszami:
  - wariant I 600/1100 wierszy/min.,
  - wariant II 400/800 "
- ilość znaków w wierszu: 128,
- repertuar znaków: 78 wg GOST-10859-64 /za wyjątkiem pozycji 64/,
- ilość egzemplarzy wydruku: 1 oryginał i 4 kopie,
- warunki klimatyczne pracy:
  - temperatura: $+5^{\circ} \div +35^{\circ}C$,
  - wilgotność względna przy $30^{\circ}C$ do 80%,
  - ciśnienie atmosferyczne: 720 ÷ 790 mmHg,
- warunki transportu w opakowaniu:
  - temperatura: $-40^{\circ} \div +50^{\circ}C$,
  - wilgotność względna przy $30^{\circ}C$ do 85%,
  - ciśnienie: 720 ÷ 790 mmHg,
- zasilanie z sieci prądu zmiennego 3 x 380 V $^{+10\%}_{-15\%}$, moc pobierana ok. 2,5 kVA,
- wymiary: wysokość: 1200 mm,
  głębokość: bez odbiornika papieru 790 mm,
  z odbiornikiem papieru 1430 mm,
  szerokość: 1900 mm.

Prototyp drukarki wierszowej DW-21 przeszedł we wrześniu i listopadzie 1970 r. badanie międzypaństwowe z bardzo dobrymi wynikami. Producentem drukarki są Zakłady Mechaniki Precyzyjnej „Błonie".

/jl/

ZE ŚWIATA

## PRODUKCJA SYSTEMÓW KOMPUTEROWYCH RUTA 110

Zakłady Zjednoczenia „SIGMA" w Litewskiej SRR produkują systemy komputerowe typu RUTA 110, przeznaczone głównie do elektronicznego przetwarzania danych w przedsiębiorstwach.

System RUTA 110 zawiera obok procesora typu RUTA 111 dość duży zestaw różnych urządzeń do zbierania, rejestrowania, wprowadzania i wyprowadzania informacji oraz do przesyłania ich na odległość.

Procesor RUTA 111 o budowie modułowej zbudowany na technice półprzewodnikowej, wyposażony jest w pamięć operacyjną o pojemności 8 lub 16 tysięcy znaków 8-bitowych i o czasie cyklu 9 $\mu$s. Możliwa jest jednoczesna praca dwóch procesorów z dowolną liczbą urządzeń zewnętrznych.

Do zestawu urządzeń zewnętrznych systemu RUTA 110 należą:

- Stolik operacyjny R201 z dalekopisem.
- Pamięć taśmowa R301 z przewijaczem taśmy U 445, o prędkości zapisu i odczytu 18 tys. znaków na sekundę.
- Pamięć dyskowa R401 z wymiennymi pakietami dysków magnetycznych. Pojemność jednego pakietu wynosi $1{,}3 \cdot 10^6$ znaków, szybkość wymiany informacji do 32 tys. znaków na sekundę. Do procesora RUTA 111 można przyłączyć do dwóch jednostek R401A i za ich pośrednictwem po cztery jednostki R401B zwiększające pojemność pamięci dyskowej.
- Urządzenie we/wy R503 na 5 i 8 kanałową taśmę perforowaną.
- Urządzenie we/wy R601 na standardowe karty 80 kolumnowe. Do procesora można przyłączyć do dwóch urządzeń R601 umożliwiających czytanie, perforowanie i sortowanie kart.

Czytnik znaków RUTA 701 umożliwia odczytywanie cyfrowych znaków maszynowych oraz ręcznych znormalizowanych /10 cyfr i 5 znaków specjalnych/ bezpośrednio z wielowierszowych formularzy dokumentów pierwotnych o formatach 210 x 148 ÷ 297 mm, z prędkością do 200 znaków na sekundę i 12-20 dokumentów na minutę. Czytnik taki może być przyłączony do procesora lub pracować w autonomicznych systemach przygotowania danych.

- Urządzenie do zbierania i wydawania danych R801 zapewnia odbiór, rejestrację, przekazywanie informacji oraz wymianę informacji z dwoma procesorami RUTA 111, z trzydziestoma dalekopisami i z trzema urządzeniami R903 do telefonicznego przesyłania danych. Dane przesyła się telegraficznie do perforatora taśmy R503B, informacje odbiera się z 14 rejestratorów danych na taśmie perforowanej R902.

- Urządzenie końcowe do zbierania danych R901 wykorzystujące klawiatury, karty perforowane oraz specjalne żetony. Dane przekazuje się do rejestratora danych R902 na maksymalną odległość 500 m.

- Rejestrator danych R902 na taśmie perforowanej pobiera informacje z R901 i przesyła do R801 na maksymalną odległość 5 km. Do rejestratora R902 można przyłączyć do 12 urządzeń R901.

- Urządzenie do telefonicznego przesyłania informacji alfanumerycznych R903 z pomocą zwykłej sieci telefonicznej. Informacje odczytywane z taśmy perforowanej 5-, 6-, 7- lub 8- kanałowej przesyła się do R801.

- Dalekopis użyty jako urządzenie końcowe przekazuje informacje alfanumeryczne z klawiatury lub taśmy do urządzenia R801 na odległość do 5 km.

- Drukarka ACPU-128 drukuje z prędkością 380-440 wierszy na minutę. Długość wiersza wynosi 128 znaków, repertuar zawiera 78 znaków alfanumerycznych i specjalnych.

System oprogramowania RUTA 110 jest uniwersalny, nadaje się do

wszystkich konfiguracji i jest wyposażony w dużą bibliotekę podprogramów. Zawiera translator COBOL'u opracowany wg zaleceń GAJaPEI /grupa języków algorytmicznych do przetwarzania informacji ekonomicznych działająca w ramach RWPG/.

/dp/

Pribory i sistemy upravlenija, 1971, nr 2

## WYSTAWA „CZECHOSŁOWACJA - 70"

Na jubileuszowej wystawie Czechosłowacja - 70 w Moskwie, w czerwcu 1970 r. prezentowane były następujące urządzenia czechosłowackie z dziedziny techniki obliczeniowej:

- komputery serii TESLA-200,
- pamięć taśmowa B-GE TESLA 200 /MPM-40/,
- elektromechaniczny czytnik kart dziurkowanych 80-kolumnowych oraz 90-kolumnowych. Prędkość wczytywania 600 kart/min., pojemność zasobników wejściowego i wyjściowego 3500 kart,
- perforator kart 80-kolumnowych P-85, prędkość 60-200 kart/min.,
- fotoelektryczny czytnik taśmy perforowanej FS-1500 5-, 6-, 7- i 8 kanałowej,
- stolik operacyjny z elektryczną maszyną do pisania dla EMC TESLA-200,
- tranzystorowy automat organizacyjny KONSUL-253,
- KONSUL 331.3, aparat przepisujący dane z taśmy na 80-kolumnowe karty dziurkowane z prędkością 20 znaków na sekundę,
- analizatory różniczkowe nieliniowe MEDA ZIT i MEDA-41 TW,
- rejestrator WAK-4T,

licząca maszyna analityczna ARITMA 1014 dla kart 80 i 90-kolumnowych, prędkość 60000 kart na godz.,

- sorter ARITMA 230 kart 80-kolumnowych, prędkość 100 000 lub 60 000 przejść na godzinę,
- sprawdzarka ARITMA 630 kart 80-kolumnowych, prędkość 290 kolumn na sekundę, porównywanie do 66 różnych znaków,
- dziurkarka kart 80-kolumnowych ARITMA 130, prędkość 60 kolumn na sekundę,
- szybka drukarka wierszowa ACETT-E.

/dp/

Mechanizacija i avtomatizacija upravlenija 1970, nr 9

## INFORMATYKA NA WĘGRZECH

W 1967 r. na Węgrzech pracowało 18 komputerów, w 1970 r. - 80. Nakłady inwestycyjne na komputery wyniosły w ostatnich latach 800 mln. forintów, co stanowi około 0,4% dochodu narodowego. W przyszłości ma nastąpić 10-krotny wzrost tych nakładów. Planuje się, że w 1975 r. liczba komputerów na Węgrzech osiągnie rząd 800-1000.

/dp/

Mechanizace-Automatizace-Administrativy 1970, nr 9

## INFORMATYKA WE FRANCJI

W raporcie komisji pn. „Elektronika, informatyka i przemysł telekomunikacyjny" przygotowującej projekt planu na lata 1971-75 poinformowano, że sektor informatyki we Francji ma potroić wartość obrotów do 1975 r. W 1970 r. wartość ta wynosiła 4 miliardy franków, na 1975 r. przewiduje się 12 miliardów franków.

Liczba zainstalowanych komputerów ma wzrosnąć z 6000 jednostek wg stanu na 1 stycznia 1971 r. do 16 000 w końcu 1975 r. Wartość zainstalowanego parku komputerowego wzrośnie z 9,7 miliardów franków do 23,9 miliarda franków. Przewiduje się trzykrotny wzrost zainstalowanych komputerów małej i dużej wielkości, zaś dwukrotny - komputerów średnich wielkości.

W ostatnich latach miał miejsce poważny rozwój komputeryzacji w wielkich przedsiębiorstwach. W latach 1971-75 charakterystyczne będzie wdrażanie zastosowań komputerów w przedsiębiorstwach małych i średnich, co właśnie stwarza korzystną perspektywę dla rozwoju małych komputerów.

Rozwój zdalnego przetwarzania danych będzie się charakteryzował wzrostem stacji abonenckich /terminali/ od 5000 w 1970 r. do 50 000 w 1975 r. Najwięcej komputerów /około 70%, bez uwzględnienia komputerów do sterowania/ będzie w dalszym ciągu zainstalowanych w Paryżu i jego rejonie.

/dp/

Informatique et Gestion, luty 1971 r., nr 25

## VARIAN DATA 620/i

Maszyna VARIAN DATA 620/i należy do klasy bardzo małych maszyn cyfrowych /mini-komputerów/. Pierwsza maszyna tego typu zainstalowana została w lipcu 1967 r. W chwili obecnej zainstalowane jest około 1200 takich maszyn.

Maszyna 620/i wyposażona jest w pamięć operacyjną o pojemności od 4 096 do 32 768 słów i cyklu 1,8 $\mu$s. Długość słowa w pamięci operacyjnej wynosi 16 bitów /na żądanie 18 bitów/.

Procesor wyposażony jest w licznik rozkazów P, rejestr akumulatora A, pomocniczy rejestr akumulatora /mnożnik/ B i rejestr indeksu X. Rejestry te mają długość jednego słowa /16 lub 18 bitów/.

W maszynie stosuje się arytmetykę stałoprzecinkową uzupełnioną. Rozkaz zajmuje jedno lub dwa słowa. W obu przypadkach pierwsze słowo rozkazu zawiera 4-bitowy kod rozkazu, 3-bitowe pole określające sposób modyfikacji adresu i 9-bitowe pole, które określa adres miejsca pamięci, bądź stanowi rozszerzenie kodu rozkazu. Adres może być modyfikowany licznikiem rozkazów, rejestrem indeksu, pomocniczym rejestrem akumulatora lub może być adresem pośrednim. Drugie słowo rozkazu zawiera adres miejsca pamięci bądź argument bezpośredni rozkazu.

Urządzenia zewnętrzne podłączone są do maszyny za pośrednictwem standardowego złącza /Party Line/. Komunikacja z nimi odbywa się przez rejestry A i B lub przez kanał bezpośredniego dostępu do pamięci. W tym przypadku maksymalna prędkość transmisji wynosi 200 tys.słów/s.

W skład systemu we/wy może wchodzić również:

- do 512 niezależnie adresowanych linii, których stan może być programowo badany przy pomocy rozkazu „przeskocz" /Sense Lines/,
- do 512 niezależnie adresowanych linii sterujących, po których przy pomocy rozkazów we/wy wysyłać można 450 nanosekundowe impulsy sterujące /External Control Lines/,
- zegar czasu rzeczywistego.

System może zawierać do 64 „przyczyn przerwań", z których każda może być niezależnie dozwolona lub zabroniona. Z każdą „przyczyną przerwania" związane są na stałe dwa miejsca pamięci. Obsługa przerwania polega na wykonaniu rozkazu tam zapisanego, którym może być pojedynczy rozkaz we/wy lub rozkaz „skocz ze śladem".

Maszyna może być wyposażona w następujące urządzenia zewnętrzne:

- pamięci taśmowe 7 lub 9 ścieżkowe o prędkości przesyłania od 9 tys. znaków/s do 96 tys. znaków/s,
- pamięć bębnowa o pojemności 32k lub 262k słów,
- czytnik kart 1000 kart/min.,
- czytnik taśmy 300 znaków/s,

- dziurkarka taśmy 60 lub 120 znaków/s,
- dalekopis ASR33, ASR35 lub KSR35,
- drukarki 300 lub 600 wierszy/min.,
- elektrostatyczne urządzenie rysujące,
- cyfrowe urządzenie rysujące 300 kroków/s,
- urządzenie ekranowe,
- cyfrowe urządzenia pomiarowe i przetworniki cyfrowo/analogowe.

Maszyna skonstruowana jest z układów scalonych typu DTL i TTL. Pamięć, arytmometr, sterowanie, układy zasilania oraz pulpit operatora tworzą jeden moduł o wymiarach 26 cm x 48 cm x 56 cm.

Koszt minimalnego zestawu /procesor + pamięć operacyjna 4k + dalekopis ASR33/ wynosi 13 900 $.

/wz/

Varian Data 620/i Computer Manual, 1968.

## IBM SYSTEM 370 MODEL 145

Firma IBM w połowie roku 1970 zapowiedziała pojawienie się nowej serii komputerów 370. Pierwszą garść informacji o nowej serii przedstawiliśmy w ETO , NOWOŚCI Nr 3-4, 1970 r.

Model 145 IBM Systemu 370 jest trzecią maszyną /do tej pory najmniejszą/ z serii 370. Jest odpowiednikiem modeli 30 i 40 serii 360. Pierwszą instalację przewidziano na koniec 3 kwartału 1971 r. Najważniejszą cechą wyróżniającą model 145 spośród pozostałych maszyn serii 370 jest to, że pamięć operacyjna nie została zbudowana na rdzeniach magnetycznych, lecz w bipolarnej technice monolitycznej. Ponadto maszyna posiada wymienną monolityczną pamięć mikroprogramów.

Cykl odczytu pamięci operacyjnej wynosi 540 ns, a cykl zapisu 607,5 ns. Jednocześnie odczytuje się 8 bajtów instrukcji lub 4 bajty danych, a zapisuje 4 bajty. Pojemność pamięci operacyjnej wynosi do 512k bajtów.

Pamięć mikroprogramów /RCS/ ma pojemność 32k bajtów. Mikroprogramy są wczytywane z pomocniczej pamięci dyskowej. Każdy użytkownik wykorzystuje takie mikroprogramy, które nadają się najlepiej do jego zastosowań. Istnieje możliwość zwiększenia pamięci mikroprogramów po 2k bajtów do 64k bajtów. Pamięć ta jest ładowana z dostarczonych przez firmę wymiennych dysków zawierających również programy diagnostyczne.

Maszyna wyposażona jest w następujące kanały:

- kanał multipleksorowy,
- blokowy kanał multipleksorowy lub 1-4 kanały selektorowe.

Blokowy kanał multipleksorowy umożliwia współpracę z szybkimi urządzeniami we/wy. Nowa pamięć dyskowa IMM 2319 dołączona bezpośrednio do procesora ma pojemność 87 M bajtów i można ją zwiększyć do 233 M bajtów. Średni czas dostępu wynosi 60 ms.

Zarówno ze względu na programy jak i urządzenia we/wy istnieje wymienność między modelami serii 370 i 360, oprócz takich urządzeń we/wy jak drukarka 3211-1, dalekopisy 3210-1, 3210-2, 3215-1, pamięci dyskowe 3330-1, 2319, 2305-2, które ukazały się wraz z nową serią.

W stosunku do modelu 30 i 40 Systemu/360 model 145 Systemu/370 ma następujące zalety:

- 4-krotnie większą szybkość w stosunku do modelu 40 i 7-krotnie w stosunku do modelu 30,
- 6 nowych instrukcji,
- 315 ns czas dodawania 4 bajtów w stosunku do 625 ns dla modelu 40 dla 2 bajtów,

- dwukrotnie zwiększoną pojemność pamięci operacyjnej,
- zmniejszony cykl pamięci: odczyt 540 ns dla 4 bajtów danych lub 8 bajtów instrukcji, zapis 607,5 ns dla 4 bajtów w stosunku do 2,5 $\mu$s dla 2 bajtów modelu 40,
- dwukrotnie większą liczbę kanałów selektorowych,
- większą szybkość przesyłania informacji.

Pod względem ceny model ten jest porównywalny z modelem 40 serii 360, ale przewyższa go pod wieloma innymi względami. Cena maszyny waha się od 1,8 do 7 milionów marek zachodnio-niemieckich. Najtańszy zestaw zawiera:

- pamięć dyskową 2319,
- drukarkę 1403N1,
- czytnik kart 2540,
- drukarkę konsolową 3210 /15 znaków/sek./,

Natomiast dobrze wyposażony zestaw zawiera:

- pamięć dyskową 3330,
- drukarkę wierszową 3211,
- drukarkę wierszową 1403N1,
- czytnik kart 2540,
- sześć jednostek taśmy 2420/5,
- drukarkę konsolową 3215 /15 znaków/sek./.

Computer Praxis, 1970, nr 10 i in. /wz/

## NOWE MODELE IBM SYSTEM 3

Firma IBM zapowiedziała na 1971 r. i 1972 r. pierwsze dostawy dwóch komputerów stanowiących dalsze modele Systemu 3, który został wprowadzony w 1969 r. Do końca 1970 r. sprzedano około 300 szt. pierwszego modelu Systemu 3, który nazwano modelem 10 i który służy wyłącznie do celów zarządzania.

Dwa nowe modele Systemu 3 noszą nazwę 6 i 7.

Model 6 IBM System 3 demonstrowany w grudniu 1970 r. w Paryżu jest przeznaczony głównie do obliczeń naukowych i technicznych /na przykład w biurach studiów/, ale może również służyć do celów zarządzania w rozbudowanej konfiguracji z jednostkami pamięci dyskowej. Może pracować we wspólnym systemie z innymi maszynami tego typu lub służyć jako urządzenie końcowe dla systemu z maszynami dużymi IBM 360 i 370. Produkcja odbywa się w Vimercate /Włochy/. Sprzedaż od marca 1971 r.

Wprowadzenie danych odbywa się przez urządzenie klawiaturowe typu maszyny do pisania lub liczenia, ewentualnie za pomocą czytnika kart 96 kolumnowych. Każda jednostka pamięci dyskowej /dwa dyski/ ma pojemność 2,4 mil. bajtów, co umożliwia w konfiguracji „do zarządzania" zapamiętania 9,8 mil. znaków z czasem dostępu 153 ms. Półprzewodnikowa pamięć operacyjna na elementach MST może mieć pojemność 8,12 lub 16 k bajtów, czas cyklu 1,5 s. Jako urządzenia do wyprowadzania danych służą drukarki /5 do wyboru/ o szybkości 85 znaków/sekundę.

W wersji „do zarządzania" najmniejszy zestaw kosztuje 216 tys.franków fr. Zestaw rozszerzony 12K, drukarka 2222 z czytnikiem kart, 4 dyski - kosztuje 527 tys.franków fr. W wersji „do celów naukowych", średnio rozbudowany zestaw 12K, ekran, 2 dyski, BASIC kosztuje 369 tys.franków. Ceny nie obejmują oprogramowania.

Model 7 IBM System 3 został określony jako mały komputer przemysłowy /firma IBM nie wypuściła niczego w tej dziedzinie od 1964 r., tj.

od ukazania się modelu 1800/. W stosunku do modelu 1800 będzie miał mniejsze wymiary oraz większą szybkość i niezawodność. Może pracować bez klimatyzacji. Pamięć operacyjna na elementach MST ma pojemność od 2 do 16 K słów 16-bitowych /z bitem parzystości/, czas cyklu 400 ns.

Model 7 może działać autonomicznie lub w układzie satelitarnym. Zestaw zawiera urządzenie klawiaturowe, drukarkę, perforator i czytnik taśmy dziurkowanej.

Cena najmniejszego zestawu wynosi 99 tys.franków fr. Produkcja - Montpellier /Francja/. Sprzedaż od marca 1972 r.

Informatique et Gestion, grudzień 1970, nr 23 oraz styczeń 1971, nr 24.

/dp/

## KOMPUTERY IV GENERACJI

Przewidywano, że firma IBM wystąpi z komputerami IV generacji w 1975 r. Obecnie uważa się, że nastąpi to w latach 1977-78.

Datamation 1970, nr 16

/dp/

## NOWY KOMPUTER CENTURY 300

Firma NCR zapowiedziała w Stanach Zjednoczonych nowy komputer Century 300 - trzeci i największy model serii Century, współwymienny z komputerami IBM 360/40 i 360/50. Pojemność pamięci wewnętrznej od 128K z możliwością rozbudowy do 2048K, czas cyklu - 650 nanosekund.

Computer Praxis, 1970, nr 11

/dp/

## NOWA SERIA BURROUGHS SYSTEM 700

Firma amerykańska Burroughs Corp. zaanonsowała nową rodzinę komputerów wieloprocesorowych System 700 przeznaczoną przede wszystkim dla użytkowników wielkich systemów przetwarzania danych ze zdalnym dostępem do ośrodków obliczeniowych.

Nowa seria nie różni się w radykalny sposób od komputerów wcześniejszych, tj. od Systemu 500. W skład nowej serii wchodzą: model B5 700, zawierający 1 do 2 procesorów /w sprzedaży w USA od grudnia 1970 r./, model B6 700 - do 3 procesorów /w sprzedaży od stycznia 1971 r./ i największy model B7 700 /w sprzedaży od początku 1972 r./.

Na konferencji anonsującej nowe wyroby firmy Burroughs prezes Roy Macdonald poinformował, że firma sprzedała w 1969 r. urządzenia EPD na sumę 400 mil.dolarów, zaś w 1970 r. - na ponad 500 mil.dolarów.

Data Processing Magazine, 1970, nr 11

/dp/

## MASZYNA CYFROWA UNIVAC 1110

Po upływie 6 lat od ukazania się UNIVAC 1108, producent tych maszyn zapowiada następną maszynę z tej serii UNIVAC 1110. Będzie to maszyna o dużej mocy obliczeniowej i wielkiej pojemności pamięci wraz z nowymi urządzeniami towarzyszącymi jak pamięci dyskowe o dużej pojemności czy maszyna specjalizowana sterująca przepływem informacji z i od jednostki podstawowej - CSP /Communications and Symbion Processor/.

UNIVAC 1110 jest to maszyna wieloprocesorowa, której zestaw podstawowy składa się z:

- 2 jednostek arytmetycznych i sterujących /CAU/,

• 1 jednostki współpracy z urządzeniami wejścia-wyjścia /IOAU/.

System ten może być rozszerzony do 4 jednostek CAU i 4 jednostek IOAU. Każda jednostka CAU może wykonywać około 1,7 miliona operacji na sekundę. Każda jednostka IOAU może przesyłać globalnie /między urządzeniami peryferyjnymi i pamięcią główną/ 4 miliony słów /36-bitowych/ na sekundę.

Rozkazy są wykonywane z wyprzedzeniem /overlapping/. Zastosowano również, co jest coraz bardziej powszechne w systemach o dużej mocy obliczeniowej, dwa poziomy pamięci: podstawowy /główny/ i drugorzędny. W odróżnieniu od innych systemów, te dwa poziomy są adresowane w sposób ciągły przez zwyczajne zwiększenie adresów. Pamięć główna na warstwach cienkich cylindrycznych /technologia stosowana już przez UNIVAC w serii 9000/ ma cykl odczytu 320 nsek i cykl zapisu 520 nsek. W zestawie minimalnym pamięć ta składa się z 98 k słów i może być rozbudowana do 262 k słów za pomocą modułów o pojemności 32k. Pamięć drugorzędna na rdzeniach magnetycznych ma cykl podstawowy 1.5 mikrosekundy i pojemność od 262 k do ponad miliona słów zależnie od liczby modułów po 131 k słów.

Każda jednostka CAU może wykonywać około 1.7 miliona rozkazów na sekundę, co umożliwia czas cyklu podstawowego 75 ns i zastosowanie 112 rejestratorów 36-bitowych, które mogą spełniać funkcje akumulatorów, rejestrów, modyfikacji itd. /część z nich jest dostępna dla użytkownika/ oraz dzięki równoległemu wykonywaniu wielu rozkazów.

Każda jednostka IOAU może przesyłać globalnie między urządzeniami peryferyjnymi i pamięcią podstawową 4 miliony słów 36-bitowych na sekundę i zawiera od 8 do 24 kanałów. Wszystkie kanały są identyczne.

/wm/

## UNIVAC - AUTONOMICZNA MASZYNA SPECJALIZOWANA CSP I NOWE URZĄDZENIA PERYFERYJNE

CSP jest autonomiczną maszyną kierującą transmisjami danych i „symbionami" /symbions - termin własny UNIVAC na określenie programów użytkowych obsługujących wolne urządzenia peryferyjne: drukarki, czytniki i perforatory kart i taśmy papierowej/. Maszynę CSP podłącza się do jednego z kanałów jednostki IOAU.

Zestaw urządzeń peryferyjnych zawiera komplet urządzeń stosowanych przy 1108 oraz kilka urządzeń specjalnie zaprojektowanych dla 1110. Wymienić tu można: czytnik kart o szybkości 1000 kart na minutę, drukarkę o szybkości 1000 lub 2000 wierszy na minutę, bębny magnetyczne FH432 i FH1782 o czasach dostępu - odpowiednio 4 i 17 msek oraz nowe jednostki taśm magnetycznych Uniservo 20 o szybkości 320 000 znaków na sekundę. Największą inowacją wśród urządzeń peryferyjnych jest nowa jednostka pamięci dyskowej 8440 o wymiennych dyskach /EDS/. Każdy podsystem może zawierać od 1 do 8 pakietów dysków, przy czym jeden pakiet może przechowywać 114 milionów znaków. Średni czas dostępu wynosi 35 msek, a szybkość przesyłania 320 000 znaków na sekundę.

Oprogramowanie /software/ zawiera system nadzorczy /executive/, który jest całkowicie zgodny z systemem Exec 8. Wszystkie programy, napisane przez UNIVAC lub jego klientów, jakie mogły być wykonywane w systemach 1108, będzie można przenosić na 1110 /z wyjątkiem najstarszych wykonywanych pod kontrolą Exec 2 i wymagających modyfikacji/.

Do pierwszych transakcji ma dojść w początku 1971 roku. Cena wersji podstawowej wynosi około 450 tys.franków fr. miesięcznie /bez podatków, ale z uwzględnieniem konserwacji/.

Wydaje się, że wielu poważnych klientów, szczególnie w dziedzinie stosowania systemów rezerwacji miejsc, zainteresuje się tą nową maszyną.

/wm/

## NOWE WERSJE MASZYNY UNIVAC 1106

Równolegle z doniesieniem o 1110, firma UNIVAC ogłosiła, że od tej chwili proponuje dwie nowe wersje maszyny 1106. Jedna - z „rezydentem na dyskach" pozwala wykorzystywać specjalizowaną wersję systemu nadzorczego Exec 8, co stawia ten wielki system do dyspozycji większej gamy użytkowników. Zestaw podstawowy wykorzystywany w tym systemie składa się z jednostki 1106 o pojemności 131 000 słów, podsystemu dysków 8414 o pojemności 12o milionów znaków, satelitarnej maszyny cyfrowej 9300 i dwóch jednostek taśm magnetycznych. Zestaw taki kosztuje około 5 400 000 franków fr., a miesięczna opłata za wynajęcie go wynosi 118 000 franków fr. Do pierwszych sprzedaży ma dojść w marcu 1971 roku.

Druga z nowych wersji jest wieloprocesorową maszyną 1106 przeznaczoną zasadniczo do tworzenia systemów „wielokrotnie zabezpieczonego działania", to znaczy nie przerywających pracy mimo awarii jednej z jednostek centralnych. Wersja ta wykorzystuje system nadzorczy Exec 8 i kosztuje około 7 800 000 franków fr. w przypadku zakupu i 170 000 franków fr. miesięcznie w przypadku wynajmu. Wymienione tutaj ceny nie uwzględniają podatków.

/wm/

Informatique et Gestion, styczeń 1971, nr 24

## RCA: MODELE 2, 3, 6, 7

Amerykańska firma RCA zapowiedziała sprzedaż począwszy od II półrocza 1971 r. - nowej serii komputerów złożonej z modeli 2, 3, 6 i 7, współwymiennych z maszynami serii Spectra 70, a przede wszystkim z maszynami IBM 360. Podano ceny dwóch modeli: RCA 2 o pojemności pamięci wewnętrznej 131K - cena ok.700 000 dolarów, RCA 7 o pojemności pamięci wewnętrznej 512K - cena około 1,6 miliona dolarów.

/dp/

Informatique et Gestion, 1970, nr 22

## NOWE URZĄDZENIA FIRMY SIEMENS /NRF/

W grudniu 1970 roku firma Siemens w NRF po raz pierwszy zorganizowała konferencję prasową, na której przedstawiono kilka nowych urządzeń. Urządzenia te będą produkowane w NRF i sprzedawane od połowy 1972 roku.

Firma zatrudnia około 300 000 pracowników, w tym 15 000 - w zakresie informatyki. Urządzenia informatyki są produkowane w 10 zakładach /w tym 1 w Portugalii i 1 we Włoszech/. Firmę Siemens łączą silne więzy z amerykańską RCA. Podane niżej cechy nowych urządzeń wskazują, że powiązania obu firm stale rosną.

Firma Siemens zorganizowała biura sprzedaży w 10 krajach Europy oraz w Brazylii i Wenezueli. Otrzymała kilka interesujących zamówień z tzw.rynku wschodniego. Obroty firmy w ostatnim roku wzrosły o 35% w stosunku do roku poprzedniego. Eksport wyniósł około 30% produkcji. Firma zainwestowała 2,4 miliardy franków fr. w badania, rozwój, rozszerzenie akwizycji i szkolenie.

Stale wzrasta udział zainstalowanych urządzeń informatyki firmy Siemens na terenie Niemieckiej Republiki Federalnej; od 1965 do 1970 r. wzrósł on od 5,8% do 13,5% i przewiduje się, że w 1971 r. przewyższy 15% /łącznie z wyrobami firmy ZUSE, która obecnie wchodzi w skład grupy Siemensa/. Nawiasem mówiąc, udział IBM na rynku NRF wynosi 61,9%, UNIVAC - 6,7%, Honeywell-BULL - 7,2%, AEG - Telefunken - 2,9%.

W czasie konferencji pokazano dziennikarzom zakłady w Augsburgu. Zwiedzający zauważyli, że firma importuje wiele elementów z Wielkiej Brytanii, Francji, Włoch, St.Zjednoczonych. Technologia wytwarzania urządzeń jest oparta na nowoczesnych zdobyczach techniki.

Komputer 4004/45

Jest to obecnie model najbardziej poszukiwany. Rozszerzono w nim

pojemność pamięci wewnętrznej do 512K oraz zwiększono możliwości przyłączenia szybkich urządzeń zewnętrznych.

Model 4004/135

Jest to komputer średniej wielkości. Pojemność pamięci operacyjnej wynosi od 64 do 256K bajtów, czas cyklu 1,44 $\mu$s/2 bajty. Wyposażony jest w pamięć buforową na rdzeniach magnetycznych bardzo małych o krótkim czasie przełączania. Pojemność tej pamięci wynosi 128 słów 4 bajtowych, czas dostępu 120 ns. Komputer 4004/135 ma również inne dodatkowe pamięci rozszerzające możliwości pamięci wewnętrznej. Można do niego przyłączyć do 256 urządzeń zewnętrznych.

Model 4004/150

Jest to nowy komputer zaliczany do średnich lub dużych. Główne cechy to duża szybkość przetwarzania /0,5 mil.dodawań na sekundę/, duża pojemność pamięci wewnętrznej wynosząca od 128K do 2 mil.bajtów. Czas cyklu pamięci wewnętrznej wynosi 765 ns/4 bajty. Komputer 150 jest wyposażony w pamięć buforową na układach scalonych o pojemności 128 słów 4 bajtowych, o czasie dostępu 85 ns/słowo. Pamięć stała ma pojemność 3072 słów po 72 bity, a jej czas cyklu wynosi 255 ns. System standartowy jest wyposażony w 1 kanał multipleksorowy z możliwością przyłączania do 248 urządzeń zewnętrznych oraz 2 kanały selektorowe o możliwości adresowania do 256 urządzeń.

Model 4004/150

Model ten odpowiada zaanonsowanemu we wrześniu 1970 r. modelowi 6 firmy amerykańskiej RCA.

Model 4004/151

Jest to nowy duży komputer przeznaczony do pracy w systemie „time-sharing". Pojemność pamięci wewnętrznej wynosi do 2 milionów bajtów. Zastosowanie wirtualnej techniki pamięciowej umożliwia roz-

szerzenie pojemności pamięci wewnętrznej do 8 mil.bajtów /z pomocą pamięci bębnowej/. Model ten odpowiada nowemu modelowi 7 RCA.

System 404

Do systemu tego należą dwa modele: 3 i 6. Model 404/3, skonstruowany w zakładach ZUSE w Bad-Hersfeld ma pamięć wewnętrzną złożoną z bloków o pojemności 8K bajtów z możliwością rozszerzenia do 64K bajtów. Do komputera można przyłączyć do 62 urządzeń zewnętrznych. Model 3 jest przeznaczony do przetworzenia danych w średnich przedsiębiorstwach.

Model 404/6 /dawniej 4004/S/ o pojemności pamięci wewnętrznej od 8K bajtów do 64K bajtów, jest przewidziany do współpracy z dużymi systemami przetwarzania danych.

Ponadto wypuszczono nową pamięć dyskową 4580 /Control Data/ o pojemności 442 mil.bajtów i średnim czasie dostępu 47,5 ms oraz 3 nowe modele szybkich drukarek: 4245, 4241, 4242.

Informatique et Gestion, 1971, nr 25. Computer Praxis, 1971, nr 1

/dp/

## BLOK FOTOCZUJNIKÓW CZYTNIKA KART NAPYLANY NA SZKLE

RCA anonsuje prace nad scalonym cienkowarstwowym blokiem fotoczujników do czytnika kart. Blok ten składa się z prostokątnych fotoczułych pól nałożonych za pomocą techniki napylania na płytkę szklaną. Firma stwierdza, że nowy blok fotoczujników czytnika kart będzie mniejszy, tańszy i bardziej czuły niż obecnie stosowane, konwencjonalne bloki fotoczujników.

Z informacji przekazanych przez dr P.K.Weimer'a, kierownika zespołu badawczego, który opracował czytnik, wynika, że czujniki tego typu w czasie prób mogą reagować na impulsy świetlne o częstotliwości do

4,8 MHz przy bardzo słabym oświetleniu. Dr.Weimar stwierdził, że w RCA prowadzone są próby z zespołem 80 fotoczułych elementów w celu zastosowania go do bardzo szybkich urządzeń.

Technologia ta może znaleźć zastosowanie w elektronicznych czytnikach plastikowych kart kredytowych, papierowych taśm dziurkowanych, matrycach, a nawet w zamkach, w których plastikowa karta dziurkowana mogłaby być kluczem, a pola fotoczułe zespołem zapadek.

/jkk/

Data Processing Magazine, Nov., 1970

## TECHNOLOGIA WYTWARZANIA I ZASADY OBCHODZENIA SIĘ Z TAŚMĄ MAGNETYCZNĄ

W roku 1935 po raz pierwszy została wystawiona na Wystawie Sprzętu Radiowego taśma magnetyczna. Wywołała ona ogromne zainteresowanie, a i dzisiaj trudno wyobrazić sobie maszynę cyfrową bez pamięci taśmowej.

Firmy produkujące taśmy magnetyczne ściśle przestrzegają nieujawniania szczegółów ich wytwarzania, choć zasady produkcji są takie same: warstwa magnetyczna jest nakładana na podłoże /zwykle jest to folia poliestrowa/, które jest odporne na działanie wilgoci i większości powszechnie stosowanych rozpuszczalników. Warstwa magnetyczna jest przygotowywana przez rozpuszczenie spoiwa w odpowiednim rozpuszczalniku i następnie rozproszenie w tym roztworze pigmentu magnetycznego, po czym zawiesina ta jest nakładana na podłoże, a rozpuszczalnik usunięty przez wysuszenie. W ten sposób zostaje uzyskana wysoce elastyczna warstwa magnetyczna. Po nałożeniu i utwardzeniu warstwy magnetycznej taśma poddawana jest obróbce końcowej, tj. dokładnemu wygładzeniu powierzchni i cięciu.

Ze względu na mechaniczną pracę taśmy warstwa magnetyczna musi mieć wysoką odporność na stale działające na nią siły tarcia, naciągu i wibracji.

Ze względu na wydajność rejestracji magnetycznej warstwa magnetyczna musi mieć równomiernie rozmieszczony pigment magnetyczny, być odporna na ścieranie, posiadać niski stopień chropowatości powierzchni, stabilność właściwości przy wysokich temperaturach oraz dużą elastyczność. Ponadto taśma nie powinna gromadzić na swojej powierzchni materiału startego z niej przez głowicę. Powinna ona posiadać wysoki poziom odczytywanego sygnału i niski poziom szumów oraz odpowiednią przewodność elektryczną.

Żeby zapewnić dobrą jakość taśmy cyfrowej całą produkcję prowadzi się w pomieszczeniach niezapylonych, a nakładanie warstwy magnetycznej, suszenie, cięcie, pakowanie w kasety i testowanie są dokonywane w warunkach „klinicznej czystości" i maksymalnej bezpyłowości. Autor[x] w oparciu o dane dotyczące fabryki taśm cyfrowych BASF w Willstatt opisuje usytuowanie budynków fabryki oraz przebieg produkcyjny taśmy.

Aby zapewnić maksymalnie długie wykorzystanie taśmy magnetycznej do rejestracji cyfrowej należy przestrzegać pewnych zasad obchodzenia się z nią.

Zasady obchodzenia się z taśmą magnetyczną:

- Do pracy z taśmą należy używać czystych, niepylących rękawiczek.
- Nakładać „pierścień umożliwiający zapisywanie" /„write enable ring"/ przed zamocowaniem taśmy.
- Przestrzegać, aby taśma nie odwijała się z rolki podczas obsługi lub przechowywania.
- Przechowywać taśmę magnetyczną w zamkniętym, plastikowym pojemniku, gdy nie jest używana, a zwłaszcza przechowywać jej koniec w obudowie ochraniającej przed zapyleniem.

[x] Bentram Peter: Using the Magnetic Drop-outs

- Przewijać zapisaną taśmę co 6 miesięcy w celu przeciwdziałania tworzeniu się naprężeń.

- Czyścić regularnie prowadnice stacji taśmowej, głowice, wyciągi pionowe przy użyciu rozpuszczalników takich jak freon TF lub alkohol izopropylowy.

- Nie pracować na żadnej części taśmy pomiędzy znakami BT i ET.

- W czasie nakładania i zdejmowania rolki taśmy nie pozostawiać uruchomionego serwosystemu w stacji taśmowej.

- Nie sięgać za rolkę w celu uruchomienia wyłącznika, gdyż może to spowodować złamanie kryzy rolki.

- Zapobiegać wystawianiu taśmy na działanie ekstremalnych temperatur lub wilgotności.

- Zapobiegać umieszczaniu rolki taśmy na wierzchu stacji pamięci taśmowej, gdzie może być narażona na działanie ciepła.

- Nie wciskać brzegów rolki i części wystających rolek ustawionych jedna na drugiej.

- Nie należy stosować żadnego rodzaju łączenia taśmy z wyjątkiem przymocowania do prowadnic.

Data Systems, Nov. 1970 /jkk/

# SPIS TREŚCI ETO NOWOŚCI ZA ROK 1970


| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| . BILLING Andrzej DZIECHCIARZ Tadeusz | Zwalczanie zapylenia powietrza w pomieszczeniach technologicznych | Nr 2 | s. | 89-109 |
| . DZIECHCIARZ Tadeusz | patrz: BILLING Andrzej, DZIECHCIARZ Tadeusz: Zwalczanie zapylenia powietrza w pomieszczeniach technologicznych | Nr 2 | s. | 89-109 |
| . EKNER Jerzy | Połączenia zaciskane za pomocą klipsów | Nr 1 | s. | 85- 95 |
| . EKNER Jerzy | Szkielety cyfrowych urządzeń elektronicznych | Część I Nr 2 | s. | 53- 87 |
| | | Część II Nr 3-4 | s. | 41- 68 |
| . GŁOWACKI Bartłomiej | Wielodostępność: sprzęt, oprogramowanie, koszt | Nr 3-4 | s. | 29- 40 |
| . GROSZYŃSKI Jan | Automatyczne wykonywanie matryc fotograficznych obwodów drukowanych | Nr 3-4 | s. | 79- 86 |
| . KLEPACZ Władysław | Nowa seria maszyn IBM 370 | Nr 3-4 | s. | 15- 27 |
| . KLIMOWICZ Jan | Samodiagnoza maszyn cyfrowych | Nr 2 | s. | 3- 22 |
| . MARDAL Włodzimierz | Budowa i zastosowanie bardzo małych maszyn cyfrowych /minikomputerów/ | Nr 3-4 | s. | 3-14 |
| . MIKA Mirosław | O projektowaniu dwustronnych płytek drukowanych | Nr 3-4 | s. | 87-112 |
| . MIKA Mirosław | Wielowarstwowe płytki drukowane. Część I | Nr 3-4 | s. | 113- |
| . NOWAK Eugeniusz SAWICKI Zygmunt | Pamięci półprzewodnikowe | Nr 2 | s. | 23- 51 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| . RUDZKI Janusz<br>ŚWIĄTKOWSKI Zbigniew | Przegląd podzespołów elektronicznych dla EMC III generacji | Nr 1 | s. 3- 24 |
| . RYŻKO Jan | Elektroniczne pamięci na drutach magnetycznych | Nr 1 | s. 51- 83 |
| . SAWICKI Zygmunt | Bloki nośnika informacji na trawionych rdzeniach permalojowych | Nr 3-4 | s. 69- 78 |
| . SAWICKI Zygmunt | patrz: NOWAK Eugeniusz, SAWICKI Zygmunt: Pamięci półprzewodnikowe | Nr 2 | s. 23- 51 |
| . SPIS TREŚCI ETO NOWOŚCI ZA ROK 1969 | | Nr 1 | s. 103-104 |
| . ŚWIĄTKOWSKI Zbigniew | patrz: RUDZKI Janusz, ŚWIĄTKOWSKI Zbigniew: Przegląd podzespołów elektronicznych dla EMC III generacji | Nr 1 | s. 3- 24 |
| . WĘGORZEWSKI Wiesław | Możliwość zastosowania elementów Gunna w maszynach matematycznych | Nr 1 | s. 25- 50 |
| . WYKAZ TEMATYCZNY PRAC zawartych w kwartalniku ETO NOWOŚCI wydawanym przez BOITE IMM | | Nr 1 | s. 97-101 |

Warunki prenumeraty:

Cena prenumeraty krajowej:

rocznie - zł 240.-

Prenumeraty przyjmowane są do dnia 10 grudnia na rok następny.

Prenumeratę na kraj dla czytelników indywidualnych przyjmują urzędy pocztowe oraz listonosze.

Czytelnicy indywidualni mogą dokonywać wpłat również na konto PKO Nr 1-6-100020 - Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw "Ruch" Warszawa, ul. Wronia 23.

Wszystkie instytucje państwowe i społeczne mogą zamawiać prenumeraty wyłącznie za pośrednictwem Oddziałów i Delegatur "Ruch".

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę, która jest o 40% droższa od krajowej, przyjmuje Biuro Kolportażu Wydawnictw Zagranicznych "Ruch" Warszawa, ul. Wronia 23 konto PKO Nr 1-6-100024 tel. 20-46-88.

cena zł 60.-

Druk. W.D.N. — Zam. 888/70. 2800.