

# Nyomtatott huzalozású áramkörök és ezekből felépülő alrendszerek számítógépes tervező-gyártó-ellenőrző (TGE) rendszere a Telefongyárban III. rész

VALLÓ PÉTER —  
SASS SÁNDOR —  
FRIDRIK MÁRTA —  
PÁL IMRE  
TERTA

## 4. Nyomtatott huzalozású lapgyártás

### 4.1. Létesítése, feladata, felépítése

Vállalatunk nyomtatott huzalozású lapgyártó üzeme a TGE rendszer többi eleméhez illeszkedve fejlesztési feladatok meggyorsítása, átfutási idők csökkentése, kis gyártási sorozatú különleges feladatok teljesítése, valamint biztonságos saját kapacitás biztosítása céljából 1980. év során átfogó technológiai rekonstrukció keretében létesült. A tervezés és kivitelezés során a Kogépterv működött közre, a berendezések és a technológia szállítója az ITC Intercircuit (NSZK) cég volt.

Az üzem  $360 \times 460$  mm-es technológiai lapméret feldolgozására alkalmas egyoldalas, kétoldalas lyukfémezett és többrétegű lapok előállításával. Lehetőség van finomrajzolatú kártyák gyártására, aranyozott direkt csatlakoztatás kialakítására, valamint indirekt csatlakoztatás megvalósítására speciális mechanikus műveletek biztosításával. Az alkalmazott technika szubtraktív, de fejlesztéssel lehetőség nyílik additív technika bevezetésére is.

Az üzem alapterülete 1100 m<sup>2</sup>. A technológiai fázisok jól elkülönítve települtek.

Alapvető technológiai fázisok:

- Mechanikai megmunkálás: (darabolás, sajtolás, fűrészelés, marás, fúrás, precíziós fúrás).
- Rajzolat felvitel: (szitakészítés, szitanyomtatás, fotoreziszt).
- Vegyi és kapcsolódó technológiák: (csiszolás, kémiai rezezés, galvanizálás, leoldás, maratás, aranyozás, megömlasztés).
- Laborálás (vegyi labor, labor galván, többrétegű labor).
- Minőségellenőrzés.

A méretek, a gyártásbiztonsági és korszerű technológiákból adódó követelmények együttesen egy olyan gyártósor telepítését tették szükségessé, mely fokozott automatizálás mellett alacsony élőmunka-felhasználással, tűzvédelmi és munkavédelmi szempontok betartása mellett korszerű lapgyártást eredményezett.

### 4.2. Mechanikai megmunkálás és eszközei

A mechanikai megmunkálást két nagy műveleti csoportba soroljuk:

#### Mechanikai előkészítés

- darabolás,
- sorszámozás,
- pakettálás,
- fúrás,
- pakett bontás.

#### Mechanikai végmegmunkálás

- sajtolás (kivágás, lyukasztatás stb.),
- kontúrmarás,
- leélezés, érintkező fészekmarás.

### 4.2.1. Mechanikai előkészítés

#### Darabolás

A vezető fóliával borított szigetelőlemezeket a gyártó cégek kb.  $900 \times 1200$  mm-es táblaméretben hozzák forgalomba. (A táblák méretei gyártónként változnak, ezért egy átlagos táblaméretet adtunk meg.) A darabolási művelet során a rétegelt lemezek technológiai méretű lapokra történő darabolását végezzük el. A technológiai méret tényleges értékeit a NYÁK üzemünkben alkalmazott fűrési, galvanizálási és maszkkészítési technológiák sajátosságainak figyelembevételével határoztuk meg. A technológiai méretnek a lapok kész méreténél oldalanként min. 20–20 mm-rel nagyobbak kell lennie.

Vállalatunknál felmérés alapján kialakult, hogy a fenti technológiai sajátosságok figyelembe vétele mellett a lapok optimális mérete  $300 \times 400$  mm. Ezen méretű technológiai lapokra — jelentősebb hulladék növekedése nélkül — elhelyezhetők a (vállalatunknál alkalmazott) nyomtatott huzalozású lapjaink 90–95%-a.

#### Sorszámozás

A technológiai dokumentációkban megadott méretűre (általában  $300 \times 400$  mm) darabolt technológiai lapokat sorszámmal látjuk el. Ezáltal a lapok mű-

veleti fázisai, készütségi foka, valamint a gyártás befejezése utáni selejtanalitikai elemzéseket lényegesen könnyebben lehet elvégezni.

### Pakettálás

A fúradó technológiai méretű lapokat a fúrógép asztalán levő helyező furatok segítségével mozgásmentesen kell rögzíteni, hogy a kialakítandó furatkép minden orsó alatt és minden lapon azonos pozíciójú és pontosságú legyen a helyező furatokhoz, illetve a rajzon megadott kontúrmérethez képest.

A lapokkal szemben megkövetelt pontosság határozza meg, a pakettben elhelyezhető lapok számát. Vállalatunknál 3 db foliózott lemez és egy darab — a fúrókifutáshoz szükséges — 1,5 mm vastag RPB IV anyagú lap kerül pakettálásra.

A pakettálási művelethez az erre a célra kifejlesztett SCHMOLL ABS 2 berendezést alkalmazzuk, amely páros fúrófejjel, önbeálló ütközővel és páros pneumatikus csap benyomóval rendelkezik. A szükséges furat  $\varnothing 3$  mm-es, amely a későbbi műveletek során (pl. szitanyomtatás) is felhasználunk.

Az  $\varnothing 3$  mm-es furatba pneumatikusan benyomott csapok szorosan, elmozdulásmentesen rögzítik egymáshoz a pakettben levő lapokat és egyben a SCHMOLL ABL 24 MS típusú NC vezérlésű négyorsós fúrógép asztalára való helyezést és rögzítést is elvégzik.

### Fúrás

A pakettált lemezek fúrását két egymástól eltérő rendszerű fúrógépen végezzük az alábbiak szerint:

- SCHMOLL ABL 24 MS NC négyorsós fúrógép.
- Quadrill négyorsós, mesterminta lekövetős, manuális vezérlésű fúrógép.

A fenti berendezéseinket figyelembe véve a fúrási műveletet két nagy csoportra oszthatjuk.

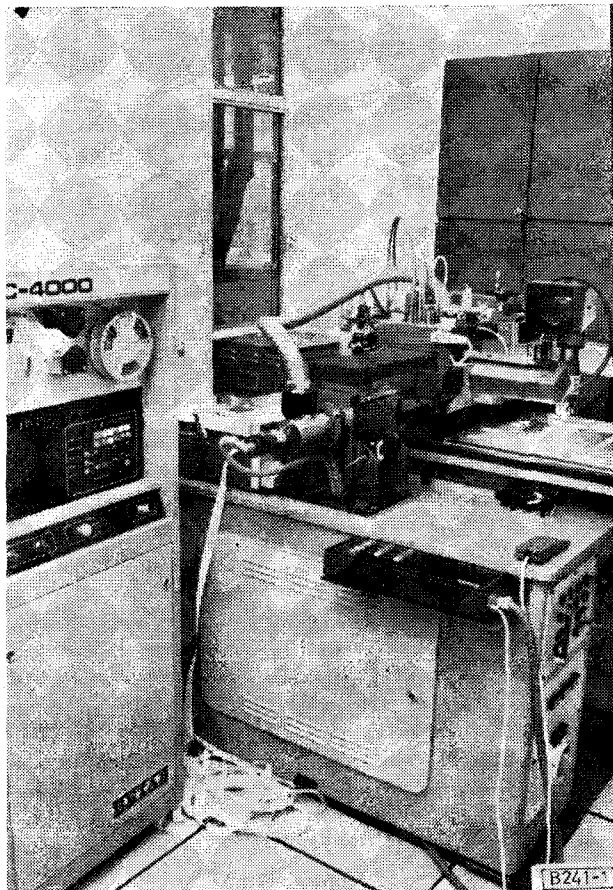
#### a) Lyukszalag és/vagy mesterminta készítés

A lyukszalagot, ha azt nem a tervezőrendszer biztosítja, valamint a mestermintát egy erre a célra üzembe helyezett SCHMOLL ABL 12 P típusú programozható fúrógépen készítjük úgy, hogy az egyik fúrófej helyére egy optikai rendszert szereltünk fel, amely a gép asztalára rögzített gyártófilm vagy kimarotott rajzolatú nyomtatott huzalozású lap rajzolatát 10–20-szoros nagyításban vetíti ki. A furatok helyzetének pontos meghatározását az optikai rendszeren levő szálkereszt segítségével tudjuk elvégezni.

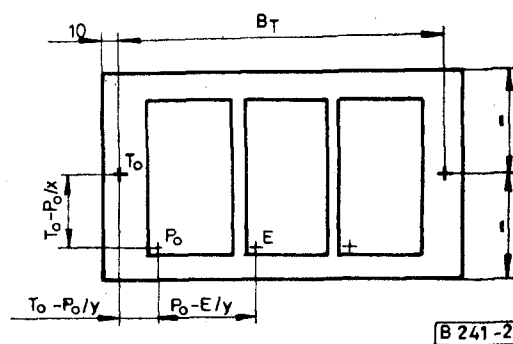
A másik fúrófejjel konkrét fúrási műveletet végzünk — a lyukszalag készítésével egyidőben, amelyek végeredményeként kapjuk meg az úgynevezett mestermintát. E mestermintát alkalmazzuk a Quadrill fúrógép vezérléséhez, a maszkoláshoz alkalmazandó gyártó-film és az NC gép lyukszalag ellenőrzéséhez.

A lyukszalag készítésénél úgynevezett útvonaltervet készítünk az alábbi szempontok alapján:

- furatátmérőként az azonos méretű furatokat összekötő legrövidebb utat jelöljük ki:



1. ábra. SCHMOLL ABL 24 MS típusú négyorsós NC fúrógép



2. ábra. Programozási ábra

Az ábrán használt jelölések értelmezése:

- $P_0$  a rajzolat „0” pontja
- $E$  montírozott lapok esetén „X” vagy „Y” irányban ismételt lapok programozási „0” pontja
- $P_0 - E$  montírozáskor a „0” pont eltolás értéke
- $T_0$  a programozó asztal bázisúrata és a fúradó lap pakettáló furata
- $B_T$  a fúradó lapok bázisfuratai közötti távolság

- az egyes útvonalak kiindulási pontja a lapra jellemző  $P_0$  pont;
- montírozott filmek esetén a  $P_0$  pont az első lap kiindulási pontja, minden további rajzolat montírozás esetén „0” pont eltolást kell végezni. Az új kiindulási pont az „E” pont. Az eltolás mértéke megegyezik a  $P_0 - E$  értékkel.

A manuális vezérlésű Quadrill fúrógépen történő fúrásakor is kijelöljük a leggazdaságosabb útvonalat, amelyet a mestermintán fúróátmérőnként más-más színnel jelölünk.

#### b) Nyomatott huzalozású lapok fúrása

Vállalatunknál kétféle alapanyagú rétegelt lemezből készült nyomatott huzalozású lapok kerülnek alkalmazásra. A hagyományos papírvázás fenolgyanta alapú rétegelt lemezekből bér munkában készítettjük a régi nem perspektivikus gyártmányainkhoz szükséges lapokat, ezek a legkritikább esetben kerülnek gépi szerelésre és így a furatok helyzetpontossági előírásai is enyhébbek. Ezért e lapok fúrását a manuális vezérlésű Quadrill fúrógépen végezzük a mestermintán levő furatok és a kijelölt útvonalterv segítségével.

A gépi szerelésre és forrasztásra kerülő lapjainkat minden esetben üvegvázás epoxigyantás alapú rétegelt lemezből készítjük. Ezek a furatpontossági előírások szigorúsága miatt csak a nagy pontosságú NC vezérlésű fúrógépen fúrhatók.

Az NC vezérlésű négyorsós fúrógépen — a gépkönyvi előírásoktól függetlenül, a gép kímélése érdekében — max.  $\varnothing 2$  mm-es furatnagyságig fúrunk. Ez alól kivételt képeznek a gépi szereléshez szükséges  $\varnothing 1/8''$ -os méretű, valamint a különlegesen nagy darabszámú furatok esetében, külön elbírálás alapján az  $\varnothing 3,2$  mm-ig terjedő furatok.

Minden olyan furat, mely nem az NC fúrógépen készül, utólagos felfúrással kerül kialakításra. Ezen furatokat  $\varnothing 1$  mm-es fúróval fúrjuk elő. A furatfémezett furatokat az alapértéknél 0,1 mm-rel nagyobb méretűre fúrjuk, a furatfémezés furatszűkítő hatása miatt.

Az üvegvázás alapanyagú nyomatott huzalozású lapok fúrásához — az üvegszálerősítés miatt — speciális kialakítású az NSZK-beli Kemmer cég által készített keményfém fúrókat alkalmazunk, amelyek kopásállósági és ennél fogva a fokozottabb él- és mérettartósági tulajdonsággal rendelkeznek. A fúróperselyek kiküszöbölése, valamint a fúró befogó-patronok méretválasztékának csökkentése érdekében egységesen  $\varnothing 3$  mm-es szárú (vastagított, illetve  $\varnothing 3$  mm felett vékonyított szárú) fúrókat alkalmazunk.

#### 4.2.2. Mechanikai végmegmunkálás

A kész, maratott lapokon a szükséges mechanikai alakításokat ebben a műveleti csoportban végezzük el.

#### Sajtolás

E műveleti fázisban a kész lapok végleges méretkialakítása azaz kontúrvágás, lyukasztás és az esetlegesen szükséges kicsipés, valamint a lenyírás készül. Ezeket a műveleteket viszonylagosan nagy darabszám vagy speciális alakzatok kialakításánál alkalmazzuk.

#### Kontúrmarás

A fentiekből adódóan másodrendű szerepe van e műveletnek, mivel csak kis darabszámú sorozatoknál,

labormintáknál, és a többretegű lapok kontúrkialakításánál alkalmazható gazdaságosan. A kontúrmaráshoz az NSZK gyártmányú SCHMOLL ACROBEVELER típusú speciálisan e célra kifejlesztett gépet használjuk.

#### Leélezés, kontaktusfészek marása

A Telefongyárban kétféle NYÁK-lap csatlakoztatási módszer honos, és ezek alkalmazása határozza meg, hogy mikor melyik művelet elvégzésére kerüljön sor. *Direkt csatlakozós* — aranyozott — nyomatott huzalozású lapoknál a csatlakozó aljzatba való könnyebb betolthatóság érdekében leélezést alkalmazunk, ennek során a lapok csatlakozó részein mindkét oldalon  $0,6 \times 30^\circ$ -os élettörést végzünk.

*Indirekt csatlakoztatás*, ahol aranyozott érintkező papucskok kerülnek felszerelésre, a nyomatott huzalozású lapok csatlakozó részén az érintkező papucskok részére férőhelyet alakítunk ki. Mindkét marási művelet elvégzéséhez saját tervezésű és kivitelezésű célgépet használunk.

#### 4.3. Nyomatástechnika és eljárásai

A nyomatott huzalozású lapok gyártásának egyik legkritikusabb műveleti fázisa a fűrt lapokra történő rajzolatfelvitel. E művelet döntően befolyásolja a későbbiek során elkészülő lapok minőségét és ezért már a művelet elkezdése előtt az előkészületi tevékenységeknél is nagyon komoly figyelmet kell fordítani a technológiai fegyelem maximális betartására.

A készítenő NYÁK lapok minőségét döntően befolyásoló tényezők:

- a legmegfelelőbb szitafesték kiválasztása,
- a legmegfelelőbb szitaszövetek kiválasztása,
- a szitaszövet keretre történő feszítése,
- a szitaszöveten levő rajzolat kialakítási módja,
- a nyomatás technikája és eszközei.

Továbbiakban ismertetni kívánjuk a vállalatunknál alkalmazott szitanyomatási technológiát a szitaelőkészítéstől a szükséges rajzolatfelvitelig.

#### 4.3.1. Ultraibolya sugárzásra keményedő szitafesték

Az UV festékek mind technológiai, mind környezetvédelmi és egészségügyi szempontból lényegesen kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a hasonló rendeltetésű oldószeres festékek. Próbauzem során a szóba jöhető festékek viszonylag széles skálájával végeztünk kísérleteket, amely eredményeként eldöntésre került, hogy az NSZK-beli PANGOLIN és az angol DYNACHEM cégek festékei elégitik ki a legjobban igényeinket. Megállapítottuk, hogy a DYNACHEM cég festékei egyes paramétereiben jobb tulajdonságúak a PANGOLIN cég festékeinél, ezt azonban a PANGOLIN cég árai, valamint a szitanyomatáshoz szükséges segédanyagok széles termékcsalája (szitaerdesítőtől a kézmósoszerig) kiegyenlítik.

Így elsődlegesen a Pangolin cég festékeit részesí-

tettük előnyben, míg a DYNACHEM cég festékeiből kisebb mennyiséget — különleges esetekhez — tartalékként alkalmazunk.

Az általunk alkalmazott festékek:

- PANGOLIN UV Galvanoresist GA 30 Extra. Kék színű gépi nyomtatásra alkalmas, nagyon szép, tiszta, éles kontúrú lenyomatot lehet vele előállítani. Nyomatáskor a szitába nem szárad be, fátolyképződésre nem hajlamos. Jó galvanálló tulajdonságú.  
*Hátránya:* nyomtatás után max. 20 percen belül UV sugárzás segítségével ki kell keményíteni, mert ellenkező esetben a festékben levő oldószer a szabadon maradó Cu felületre kúszik és a felületet elzárja a galvanizálás elől.
- PANGOLIN UV Lötstopplack LS 30 Extra. Zöld színű, kézi és gépi nyomtatásra egyaránt alkalmas, nagyon szép kontúrú lenyomatot adó festék, gépi forrasztás okozta hősokknak jól ellenáll, a forrasztanyag nem tapad hozzá.
- PANGOLIN UV Signierfarbe SF 50 Weiss Extra. Fehér színű, kézi és gépi nyomtatásra alkalmas jelölő festék. A gépi forrasztás okozta hősokknak jól ellenáll.

Másodlagos (tartalék) festékek:

- DYNACHEM UV Etching resist SR 31 Blue,
- DYNACHEM UV Lötstopplack SM 119 Grün,
- DYNACHEM UV Signierfarbe weiss.

A PANGOLIN festékeknél az „Extra” megjelölés a vállalatunk részére gyárilag előállított különleges sűrűséget jelent.

#### 4.3.2. A szitanyomtatáshoz alkalmazott szitaszövetek

A rajzolatok szitanyomtatással való felviteléhez kétféle technikát alkalmazunk: kézit és gépit.

A szitaszövetek kiválasztásánál minden esetben figyelembe kell venni a felviendő rajzolat milyenségét és a hozzá alkalmazandó technikát.

A fentiek alapján az alábbi szitaszöveteket alkalmazzuk:

- Acél szilaszövet Nr 425 ( $d=0,026$  mm 400 mesh). Finom rajzolatú és kétoldalas lyukfémezett kártyák sűrű rajzolatának gépi úton való nyomtatásához.
- Acél mintaszövet Nr 350 ( $d=0,028$ ; 325 mesh). Kétoldalas, lyukfémezett lapok nem sűrű és egyoldalas lapok sűrű rajzolatának gépi úton való nyomtatásához.
- Acél szitaszövet Nr 270 ( $d=0,35$ ; 250 mesh). Egyoldalas lapok rajzolatának gépi úton való felviteléhez.

Az acél szitaszövetek gyártója az NSZK-beli Haver és Böcker cég, forgalmazója a PANGOLIN cég.

- Monofiles poliészter szitaszövet. MONO—LEN 120 T. Egyoldalas lapok rajzolatának, valamint a feliratok és pozíciójelek kézzel történő felviteléhez.
- Monofiles poliészter szitaszövet. MONO—LEN

48 T. Forrasztást gátló lakk kézi és gépi úton való felviteléhez.

A MONO—LEN szitaszöveteket az NSZK-beli ZBF cég gyártja.

#### 4.3.3. Szitaszövetek feszítése és rögzítése a szitakerethez

A készitendő rajzolat minőségét jelentősen befolyásolja a szitaszövet feszessége.

- Tülfeszítés problematikája:  
a tülfeszített szitaszövet — rákel nyomás következtében — már viszonylag kevés lenyomat készítése után maradandó torzulást szenved, fellazul, a behasadásra való hajlama is nagymértékben megnő.
- Laza feszítés problematikája:  
Nyomatás közben a rajzolat kisebb-nagyobb méretű torzulást szenved, nagyobb a szitaszövet rajzolatra való tapadásának és így a lenyomat festékrétegének rétegegyenetlensége, amely galvanizálásnál és a festékréteg automata gépsoron való eltávolításánál okoz jelentős problémát.

A szitaszövet feszítésének és rögzítésének kétféle technológiája alakult ki:

- a mechanikus feszítés-rögzítés, ezt minden NYÁK lapot előállító cég egyedi kialakítású, saját tervezésű mechanikus feszítésű szitakerettel oldja meg.

*Előnye:* a fellazult szitaszövetet ismételt felhasználás esetén újra lehet feszíteni vigyázva a tülfeszítés veszélyére.

*Hátránya:* az előnyéből származik, nagy a veszélye annak, hogy a már rajzollal ellátott szitaszövet nyomtatás közben fellazul, valamint a feszítés mértéke viszonylag mindig szubjektív tényezőkön múlik. Nehezen lehet a szita-feszesség mértékét stabilizálni. Ez csak külön műszeres ellenőrzéssel lenne lehetséges (tenzométeres mérés).

Pneumatikus feszítés és 2 komponensű ragasztóval történő szitaszövet rögzítése a leggyakrabban alkalmazott szitakészítési eljárásunk, amelyet egy e célra kialakított, SVECIA típusú pneumatikus működésű feszítő készülékkel ellátott munkaasztalon végzünk. A szitakeretre feszített szitaszövetet 2 komponensű PANGOLIN sablon ragasztó ZSK-val rögzítjük.

*Alkalmazás:* A ragasztót használat előtt 10:1 arányban keverjük a ZSK edzővel és egy kemény eszet segítségével hordjuk fel a kifeszített szitaszövetre „átkenési eljárással”. 10—20 perc teltével a szitakeret kivehető a feszítőből. További 30—40 perc elteltével a sablonnal tovább dolgozhatunk. 3—5 óra elteltével a kikeményedés olyannyira előrehaladt, hogy a szitakereteket a normál nyomtatási igénybevételnek alávetjük. 8—24 órai száradás után a megragasztott felület oldószerálló, valamint a tapadószilárdsága tovább növekszik. 6—8 óra elteltével a megragasztott felületeket a PANGOLIN 2K—Isolierlack-kal átkenhetjük, miután ezek kiváló kopás- és vegyszerállósággal rendelkeznek.

A pneumatikus feszítésű ragasztott szitasablon készítése.

**Előnye:** a feszítő pneumatika egy állandó értékre beállítható és így elérhető, hogy minden azonos rendeltetésű és kialakítású szitasablon azonos feszességű legyen. Lényegesen kisebb a fellazulás veszélye.

**Hátránya:** Fellazulás, illetve torzulás után a szitaszövet feszessége már nem javítható.

#### 4.3.4. Feszített szitaszövetre történő rajzolatfelvitel

A rajzolatfelvitelhez előkészített sablonokat minden esetben gondosan zsirtalanítani kell. Erre a célra nagyon jól megfelel a PANGOLIN cég e célra kifejlesztett szitazsirtalanítója a PANGOLIN Sieb-Neutral-Entfetter, amelyet 1:4 arányban vízzel hígítva kell a tisztítandó felületre felvinni, majd a felületbe kell dörzsölni, addig míg a zsiros szennyeződésre utaló nyomok teljes mértékben el nem tűnnek. Zsirtalanítás után a szitaszövetet bő vízzel ki kell mosni.

Zsirtalanítás után a szitaszövetet fel kell durvítani, hogy a felviendő fotoemulziós anyag jobb tapadását elősegítsük.

Erre a célra a szintén PANGOLIN gyártmányú szövetérsítőt alkalmazzuk (Siebgewebe-Aufrauhs-Paste), amelyet a zsirtalanítóhoz hasonlóan gondosan be kell dörzsölni a szitaszövetbe, majd a bő vizsgárral kell kimosni.

A fenti előkészületek után a szitasablont max. 10 percen belül fel kell használni, mivel ellenkező esetben a tisztított felületek ismételt szennyeződhetnek.

Miként a szitaszövetek megválasztásánál úgy a szitaszövetre történő rajzolatfelviteli módszerek kiválasztásánál is döntő szerepet játszik a felviendő rajzolatok osztálya, fajtája és a nyomandó darabszám.

Rajzolat finomsága szerinti osztályozás:

A minimális vezeték szélességtől, a vezetékek egymástól való távolságától, a lapon levő furat és forrszem sűrűségétől, valamint a maradék forrszemgyűrű nagyságától és ezek törésétől függően két rajzolatit osztályt különböztetünk meg vállalatunknál:

a) normál rajzolat és jellemzői:

- forrszemek helyezkednek el egymáshoz min. 1 raszter (2,50/2,54 mm) távolságra. A forrszemek között vezeték nem vezethető el;
- forrszemek helyezkednek el egymástól min. 1,5 raszteres távolságban (3,75/3,81 mm), illetve a raszterháló átlós pontjaiban (forrszem távolság 3,52/3,58 mm). A két forrszem között egy vezeték halad át.

b) finom rajzolat és jellemzői:

- forrszemek helyezkednek el egymáshoz képest min. 1 raszter távolságra (2,50/2,54 mm). A két forrszem között egy vezeték halad át;
- a vezeték szélesség max. 0,3 mm;  
a szigetelések szélesség max.: 0,3 mm;  
a forrszem átmérő max.:  $\varnothing$ 1,4 mm;  
a hozzá tartozó furat max.:  $\varnothing$ 0,9 mm.

Rajzolatok fajtája szerinti osztályozás:

a) **Maszkolás:** rajzolatit osztályok szerint kialakított huzalozási rajzolat felvitel. Vállalatunknál minden rajzolatot galvanikus ón—ólom bevonattal alakítunk ki. A készítő lnyomat ez esetben negatív rajzolatú.

b) **Feliratozás:** a nyomtatott huzalozású lap hátoldalára, (szigetelő felület) ritkábban a kétoldalra, lyukfémzett lapok alkatrész-oldalára kerülő feliratok, pozíciójelek, szimbólumok felvitelét szolgálja (pozitív rajzolat).

c) **Forrasztást gátló lakkbevonat:** a nyomtatott huzalozású lapok teljes felületének bevonása forrasztást gátló lakkal úgy, hogy csak a forrszemek és egyéb forrasztásnak kitett felületek maradnak szabadon.

A fentiek ismeretében határozzuk meg a szükséges nyomósablon készítési eljárást.

A nyomósablon készítésére háromféle eljárás terjedt el:

a) **Direkt eljárás:** amikor a kifeszített és előkezelt szitaszövetet folyékony fotoemulziós oldattal vonjuk be, majd száradás után a gyártófilmen keresztül megvilágítjuk. Megvilágítás során fényt kapott részen az emulzió becserződik (oldhatatlanná válik) a többi részen előhívás után az emulzió kioldódik és a szitát a festék számára átjárhatóvá teszi.

**Előnye:** az emulzió közvetlenül a szitaszövet szálait fogja közre és ezért lényegesen jobban kötődik ahhoz. Ezáltal megnövekszik a szitasablon élettartama, és növekszik a nyomható darabszám.

**Hátránya:** a megvilágítás során az egész szitakeretet kell a vákuum — másoló — keretbe helyezni, ami megnehezíti a szitakészítés folyamatát. Legfőbb hátránya azonban az, hogy a szitaszövet szálai mind megvilágítás, mind az előhívás során zavaró tényezőkként jelentkezve rontják a lenyomatok kontúrminőségét.

**Anyaga:** A svájci ULANO cég által készített ULANO DIRECT COATING fotoemulziós oldat, amelynek szitaszövetre történő felvitelét, valamint a rajzolat kialakítását (filmelhelyezés, megvilágítás, előhívás stb.). Az ULANO cég által kidolgozott technológiai előírások szerint kell elvégezni.

**Felhasználási területe:** nagy darabszámú nyomtatás esetén normál rajzolatú nyomtatott huzalozású lapok maszkolásához, valamint a forrasztást gátló lakkréteg szitanyomtatással történő felviteléhez.

b) **Indirekt eljárás:** a rajzolatot a szitaszövettől függetlenül készítjük el egy ún. hordozófilmen levő fotoemulziós rétegben, amelyet megvilágítás és előhívás után hengerléssel viszünk fel a szitaszövetre.

Az így kapott maszkréteg a szövet felületén helyezkedik el a szálak csak kis mértékben nyomódnak be az emulzióba.

**Előnye:** a nyomandó felülettel közvetlenül a fotoemulziós réteg találkozik és így a szitaszövet

szálainak kontúrterítő hatása kiküszöbölődik. Szép lenyomatot kapunk az alkalmazásával.

**Hátránya:** A szitaszöveten levő emulziós réteg lényegesen könnyebben megsérülhet, és ezáltal csökken a nyomható darabszám.

**Anyaga:** az ULANO cég által készített előérzékenyítés nélküli SUPER-POLY-X típusú és az előérzékenyített BLUE-POLY-2 típusú fotoemulziós film. Célszerűbb az előérzékenyített BLUE-POLY-2 típus használata, mert ez esetben száraz filmmel dolgozhatunk és csak az szükséges megvilágítás után kerül sor az érzékenyítésre. Ezáltal lényegesen egyszerűbb a rajzolatfelvitel technikai lebonyolítása.

**Felhasználási területe:** normál és finomrajzolatú kártyák rajzolat, feliratozás, valamint a forrasztást gátló lakk felviteléhez.

Ez a technika miként a fentiekből egyértelműen kitűnik széles körű felhasználást tesz lehetővé.

- c) **Kombinált eljárás:** a fenti két eljárás összekapcsolásával létrehozott sablonkészítési eljárás, amely nagymértékben kiküszöböli a két eljárás negatív tulajdonságait, ugyanakkor egyesíti a két rendszer pozitív tulajdonságait. Szép, tiszta kontúrú lenyomat készíthető viszonylag nagy darabszámban.

**Anyaga:** ULANO DIRECT 200/300 PR, illetve az ULANO DIRECT/INDIRECT típusú fotoemulziós anyagok.

A fotoemulziókon történő rajzolat kialakítása: a negatív filmet (emulziós oldalról olvasható), valamint a fotoemulziós filmet (szitakeretet vákuummásoló keretbe helyezés után vákuum létesítésével buborékmentesen összeszorítjuk majd a fotoemulzióhoz szükséges (előre meghatározott típustól függően 2–6 perces) ideig az ACTICOP 5000 típusú automatikus távkapcsolóval ellátott 5 kW-os fémhalogén lámpával megvilágítjuk.

Megvilágítás és érzékenyítés után az előhívás és fixálás egy saját tervezésű hideg-meleg vizű keverőcsapos „előhívó-kimosó” állványon történik.

Száradás után a rajzollal ellátott szitaszövet keret és rajzolat közötti felületet célszerű jól tapadó, kopásálló és pórusmentes filmréteget képező „szita-töltő sablonokkal” bevonni, hogy nyomtatáskor a festék ne szennyezze a lapot és a berendezést. Ezzel az anyaggal lehet a szitan levő rajzolat esetleges hibáit is kijavítani. E célra fejlesztette ki a PANGOLIN cég a Siebfüller PSF szita-töltő sablonlakkját, amely kb. 15 perccel a felvitel után már száraz és rendelkezik azokkal a tulajdonságokkal, amellyel a rajzolatot alkotó fotoemulziós réteg.

#### 4.3.4. Rajzolatfelvitel szitanyomtatással

A különböző típusú rajzolatokat (huzalozás, feliratozás, forrasztást gátló lakkozás) kétféle szitanyomtatási eljárással lehet a lapokra felvinni.

##### — Kézi szitanyomtatás:

Saját tervezésű és kivitelezésű berendezéssel végezzük. Berendezésünk biztosítja mind a szita-

takeret, mind a fűrt folírozott lemez tranzverzális mozgását, amely segítségével elérhető a rajzolat furatokra történő pontos helyezése.

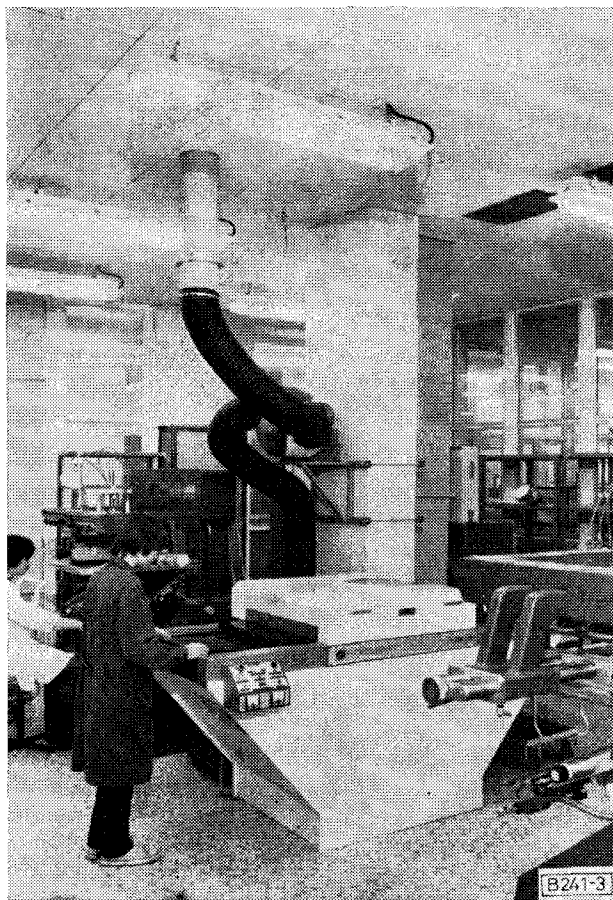
##### — Gépi szitanyomtatás:

A gépi szitanyomtatást AUTOROLL EXACT-RA 27 szitanyomó gépeken végezzük, amelyek lenyíló asztalán az eredeti keresztirányú lap felerősítési lehetőségét az asztal hosszirányú hornyok kialakításával tovább bővítettük. Ezzel elérhetővé vált az a cél, hogy a szitanyomtatás iránya (rákel mozgás) megegyezzen a rajzolon domináló huzalozások irányával.

##### Szitanyomtatás technológiája:

A szitarajzolat fűrt lapra történt nagy vonalú beállítása után egy áttetsző fóliát (ULANO hordozófilm) rögzítünk a szitanyomógép asztalának keretére (függetlenül a fűrtlapot a tartó asztalfelülettől), majd próbanyomást végzünk.

A fólián kapott lenyomatot a fűrt lapot tartó asztalfelület beállító elemeinek segítségével pontosan pozicionáljuk a lapon levő furatokra. Ezután kezdődhet a tényleges szitanyomtatás, ahol az első 3–4 lenyomatot tiszta, szennyeződésmentes papírra kell nyomni, amikor a papíron a lenyomat rajzolata már hibátlan, szabad a nyomtatást a fűrt lapokon elkezdni. 2–3 fűrt lapra történő nyomtatás során meg kell győződni arról, hogy a rajzolat hibátlan-e. Hibátlan lenyomat esetén folytatható csak a sorozatgyártás.



3. ábra. EXATRA 27 félautomata szitanyomó berendezés és UVC 24 ultraibolya beégető kemence



Amennyiben a rajzolat kb. 10 lenyomat után sem tisztul ki, a hiba okát ki kell vizsgálni és meg kell szüntetni.

A szitanyomtatással készített rajzolat minőségét befolyásoló tényezők:

- a szitakeret mérettartóssága,
- a szitaszövet fajtája és feszsége,
- a maszk fajtája és felvitelének technológiája,
- a nyomtatáshoz alkalmazott festék és a nyomtatás technológiája,
- a rajzolat és a szitaszövet szálai által bezárt szög,
- a nyomtatás eszközei és körülményei,
- a szita és a fúrt lap közötti távolság.

Szitanyomtatás után a kész lapok lenyomatait COLIGHT UVC 24 UV alagúton átvezetve beszárítjuk. A teljesen száraz rajzolon levő esetleges hibákat retusálással javítjuk. Már szitanyomtatáskor el kell dönteni azt, hogy a lapokon levő lenyomat esetleges hibája milyen mértékű. Abban az esetben, amennyiben a hiba jelentős, úgy retusálás helyett a felvitt festék leoldásával eltávolítandó és a lapon a (szükséges előkészítések után) szitanyomtatás megismételhető. Abban az esetben, amikor a folyamatos szitanyomtatás valamilyen oknál fogva megszakad (pl. műszak vége) a szita rajzolatából a festéket papírra ki kell nyomni és a szitaszövetet száradásképtető spray-vel kell befújni. Erre a célra a PANGOLIN-Sieböffner-Lösung nevű száradásképtető spray-t alkalmazzuk.

Csak teljesen hibátlan rajzolatú nyomtatott huzalozású lap kerülhet további műveletre, mivel a szitanyomtatáskor bevitt pontatlansági, beszűrődéses stb. hibák a későbbiek során már nem javíthatók.

#### 4.3.5. A szitasablonok tisztítása, rétegtelenítése

Miután a szükséges szitanyomtatási műveleteket elvégeztük célszerű a sablonokat kitisztítani, amíg a rajta maradt festék jelentősen be nem kötődik a szövet szálaiba.

A szitasablonok rétegtelenítéséhez, illetve tisztításához az NSZK-beli Pangolin cég több igen jó minőségű rétegtelenítő és szitatisztítószert fejlesztett ki, amelyek az általuk kiadott technológiai előírások betartása mellett biztosítják a szitasablonok ismételt felhasználásának lehetőségét. Ezek az anyagok a környezetre és a munkát végző dolgozókra teljesen ártalmatlanok. Az általunk használt szitatisztító és rétegtelenítő anyagok az alábbiak:

##### — PANGOLIN Flüssig-Entschichter OPK

Magasan koncentrált, szagmentes, nem gyúlékony, a környezetre ártalmatlan rétegtelenítő anyag, használat előtt 1:5 arányban vízzel hígítandó. A sablonokból pár percen belül eltávolítja az emulziót, nem mérgező, a szennyvízcsatornába közömbösítés nélkül elvezethető. Miután az emulzió feloldódott, a sablonokat erős vízszugárral kimossuk és megszáritjuk.

##### — PANGOLIN Sieb-Cleaner Alfa + Beta

A sablonok rétegtelenítése után az oldhatatlan emulziómaradványt, fátyolképződményt és szellemképet eltávolítja. Így a teljesen elszennyeződött sziták használhatóvá és teljes értékűvé válnak.

A Sieb-Cleaner Alfa+Beta alkalmazása: A rétegtelenítés után a sablonokat vízzel leöblítjük. A még nedves szitaszövetre hordjuk fel a Sieb-Cleaner paszta Alfát, amelyet egy kefe segítségével a szita mindkét oldalán szétoszlatunk. Rövid idő elteltével a Cleaner paszta Beta részét hordjuk fel a már szitán levő Alfa részre és ismét könnyed dörzsöléssel elterítjük. A sablon szennyeződése mértékétől függően, mindkét pasztát 3–5 percig hagyjuk a szita felületen. Ezután a sablonokat vízzel leöblítjük majd végül magas nyomású vízszugárral lemossuk, megszáritjuk szokás szerint tovább megmunkáljuk.

#### 4.3.6. Maszkolás fotoreziszt eljárással

A maszkolás, illetve a rajzolatfelvétel másik leggyakrabban alkalmazott eljárása a Szilárd fotoreziszt eljárás. Üzemünkben elsősorban a tűz- és környezetvédelmi szempontok miatt alkáli (lúgos) fotoreziszt technológiát alkalmazzuk.

**Előnye:** határozott éles kontúrú rajzolat készíthető. A manuálisan végzett filmpozicionálás eredményeként ez a technika alkalmazható a „finom” és „igen finom” rajzolatú, valamint azon kis darabszámú „normál” rajzolatú nyomtatott huzalozású lapok gyártásánál, amelyeknél a kis darabszám miatt a szitanyomtatással való rajzolatfelvitel gazdaságtalan. **Hátránya:** a viszonylag magas élőmunka-ráfordítás, jelentős anyag- és eszközkiadások következtében a nagy darabszámú gyártás nem gazdaságos.

#### A technológiai folyamat

A fúrt folhozott lemezeket kb. 50–60 °C-ra előmelegítjük, majd az előmelegített lapokat az angol gyártmányú DYNACHEM—250 típusú lamináló berendezés segítségével UV érzékeny fotoreziszt réteggel vonjuk be. A lamináló berendezésben fűtött saruk előmelegítik a fotoreziszt fóliát, majd a nyomóhengerek között engedjük át a lapokat. A nyomóhengerek biztosítják a film megfelelő tapadását.

Laminálás után kb. 20 perces pihentetés szükséges ahhoz, hogy a lapok lehűljenek. A kihűlt, laminált fúrt lapokra manuális úton pozicionáljuk a fekete-fehér vagy a diazopozitív filmet. A pontos pozicionálást biztosítja a saját konstrukciójú átvilágító asztal, amelynek a furatokon áthatoló fénye mutatja meg a pozicionálás pontosságát.

Pozicionálás után a lapokat 2×2,5 kW-os COLIGHT DMVL—A típusú ultraibolya spektrumban sugárzó fényforrásokkal ellátott berendezésbe helyezük, majd az előzetesen meghatározott idejű megvilágításnak vetjük alá őket. A megvilágítási időt a berendezésbe beépített exponáló órán tudjuk beállítani és ellenőrizni.

Megvilágítás után a pozicionált filmet eltávolítjuk, majd ismételten kb. 20 perces pihentetés következik.

Pihentetés után sor kerül a már megvilágított lapok előhívására, amelyet DEA 1200 (USA) előhívó berendezésben végezzük. E berendezés alkalikus hívó, utóhívó, öblítő zónákból áll, amelyben a hívó és öblítő folyadék alsó-felső fúvókasor segítségével jut az előhívandó felületre. A fúvókasor eltömődését beépített szűrőrendszer gátolja meg. E műveleti fázisnál nincs desztilláció és ezért a hívóoldatot rendszeresen pótolni kell. A berendezésbe beépített három léggéssor révén a lapok száraz állapotban hagyják el a berendezést. Egyes munkazónák közötti anyagtovábbítást a berendezésben levő görgősor biztosítja. A görgősor sebességét, azaz a lapoknak az egyes munkazónákon való áthaladási idejét minden esetben a hívóoldat töménységének függvényében változtatjuk.

Az előhívott, száraz nyomtatott huzalozású lapok ellenőrzés és az esetleges hibák kijavítása (retusálás) után további műveletvégzés céljából a galvanizáló műhelybe kerülnek.

#### 4.4. Kémiai és galvanikus kezelések eszközei és eljárásai

A nyomtatott huzalozású lapok gyártása során az alábbi — egymástól elkülönülő — kémiai és galvanikus technológiákat alkalmazunk:

- Furatfémezés,
- Rajzolatgalvanizálás (vezetősáv-erősítés).
- Érintkezősávok aranyozása.

A maszkolási (rajzolat felviteli) műveleteket minden esetben kémiai előkészítő műveletek előzik meg.

##### 4.4.1. Csiszolás

A kifúrt alaplemezeket a fúrési éleken visszamaradó sorja, a furatokban forgács miatt, továbbá a lapok réz felületeinek oxidmentesítés és egyéb szennyeződések eltávolítása, valamint a felületek előérdesítése céljából csiszolásnak kell alávetni. A réz réteg káros mértékű csökkenésének megakadályozása érdekében a lapokat maximálisan 3–4-szer csiszoljuk.

A sorjátlanítást és a felületérdesítést vízzel nedvesített csiszolóhengerek végzik, a furatok és a felület további tisztítása a csiszolást követő nagy nyomású vízpermettel és a lapok leszárítását is szolgáló sűrített levegős lefúvással történik.

A géphez víztartállyal egybeépített szalagszűrő, valamint kis és nagy nyomású szivattyú csatlakozik. A sűrített levegőt a gépbe beépített turbófúvó állítja elő. A „Somaca” SBC 224 F típusú csiszológép a GML cég gyártmánya. A csiszolást legfeljebb 1-2 órával a furatfémezés megkezdése előtt kell elvégezni, mivel nagyobb várakozási idő következtében a csiszolt Cu felület oxidálódása megakadályozza, illetve nagymértékben rontja a további galvanikus műveletek minőségét.

##### 4.4.2. A furatfémezés

Az általunk is alkalmazott „szubtraktív” eljárásnál a furatfémezésre, vagyis a furatfalak vezetővé tételére az alábbi két technológiai változatot alkalmazzuk:

- a) Vékony (0,3–0,5  $\mu\text{m}$  vastag) rézréteg kialakítása kémiai redukcióval, majd közvetlenül utána, mintegy 5  $\mu\text{m}$  vastag rézréteg leválasztása galvanikusan.
- b) A technológiailag szükséges 2,5–3  $\mu\text{m}$  vastag rézréteg kialakítása kémiai redukcióval (galvanikus erősítés nélkül).

Vállalatunk az üzem tervezésekor a b) változat szerinti technológia alkalmazása mellett döntött.

A furatfémezés úgynevezett kosártechnikával történik. A függesztőszerszámban 5 lapsor kerülhet felerősítésre egymástól kb. 20 mm távolságban. Az egy tételben kezelhető lapfelületek nagysága kb. 3 m<sup>2</sup>.

A leghosszabb technológiai művelet a kémiai rezezés.

A kezelési idő 40–45 perc.

##### Műveletei:

- Szerszámra függesztés.
- Zsirtalanítás és öblítés.
- Maratás és öblítés.
- Dekapirózás és öblítés.
- Érzékenyítés és aktiválás, majd öblítés.
- Regenerálás és öblítés.
- Kémiai rezezés és öblítés.
- Szárítás.
- Leszedés és ellenőrzés.

Az ellenőrzés alkalmával hibásnak talált furatfémezésű lapokat újbóli furatfémezéssel lehet és kell is javítani.

A kezelőoldatok speciális vegyszereit az NSZK-beli M u T cég szállítja.

A berendezést a rajzolatgalvanizáló berendezéssel együtt a 4.4.4. pont ismerteti.

##### 4.4.3. R a j z o l a t g a l v a n i z á l á s (vezetősávok erősítése)

A maratásra kerülő rézfelületek letakarása (maszkolás 4.3. szerint) után a furatfalak és vezetősávok rézrétegének erősítése, felfrissítése és a maratóközeggel szembeni védelme (galvánmaszk) céljából galvanikus ón—ólom réteget kell felvinni. A kétoldalas lyukfémezett lapok esetében az ón—ólom galvanizálás előtt galvanikus Cu réteget kell felvinni, egyrészt a már meglévő Cu réteg megerősítése, másrészt annak felfrissítése céljából.

A rajzolatgalvanizálás műveletei:

- Szerszámra függesztés.
- Zsirtalanítás és öblítés.
- Dekapirózás és öblítés.
- Galvanikus rezezés és öblítés.
- Dekapirózás fluorbórsavban és öblítés.
- Ónozás és öblítés.
- Leszáritás és leszedés.

A galvanizáló szerszámokra függeszthető és egy tételben kezelhető lapfelület kb. 0,7 m<sup>2</sup>.

A kezelőoldatok speciális vegyszereit az M u T cég szállítja.



#### 4.4.4. Berendezés a furatfémezéshez (4.4.2.) és rajzolatgalvanizáláshoz (4.4.3.)

A háromféle technológiai vegyi folyamat (kémiai Cu, galván Cu, galván ón—ólom réteg felvitele) végrehajtására szolgáló kezelőkádak egyetlen kádsorba lettek összeépítve. A kádak anyaga a technológiai igénytől függően kemény PVC vagy polipropilén. Az egyes kádakhoz különböző kiegészítő szerelvények (víz, sótalánított víz, sűrített levegő csatlakozás, áramforrások, szűrőszivattyúk stb.) kerültek kiépítésre. A kádsor fölött a teljes hosszt kiszolgáló katódmozgató egység van.

A szerszámra függesztést követően a technológiai méretű lapok továbbítását, bemeletését, kiemelését a műveleti sorrend, és a technológiai idők betartásával a berendezést kiszolgáló automatikus üzemmódú szállítókosci végzi.

A berendezést „Multimat” mikroprocesszor vezérli. A kádsoron egyidőben csak egyféle program (furatfémezés vagy rajzolatgalvanizálás) végezhető.

A kétféle technológiai folyamatnál közös kádakban történik a zsírtalanítás és dekapírozás, az ezeket követő öblítések és a szárítás.

A programok üzemeltetési megoszlása általában a következő:

- minden 5—8 műszaknyi rajzolatgalvanizáláshoz 1—2 műszaknyi furatfémezési időt kell biztosítani azonos gyártandó darabszám mellett.

#### 4.4.5. Érintkezősávok aranyozása

Amennyiben az áramköri lapon direkt csatlakoztatású érintkezősáv kerül kialakításra, akkor a 4.5. pont

szerinti műveletek és az azt követő ellenőrzés után kész lapokon az érintkező kerül kialakításra:

- Védőfólia felragasztása.
- Ón—ólom bevonat leoldása és öblítés.
- Nedves csiszolás és lemosás.
- Maratás és öblítés.
- Nikkelezés és öblítés.
- Dekapírozás és öblítés.
- Aranyozás és öblítés takaréköblítőben.
- Öblítés sótalánított vízben és leszáritás.
- Védőfólia eltávolítása.

A felragasztott védőfóliát kézi működtetésű — gumizott felületű hengerlő készülékkel „vasalják” fel a lapokra.

A nedves csiszolás kézi művelet, amelyhez csiszolóanyagként „Scotch Brite Hand Pad No 7448” kézi csiszolólapot használnak.

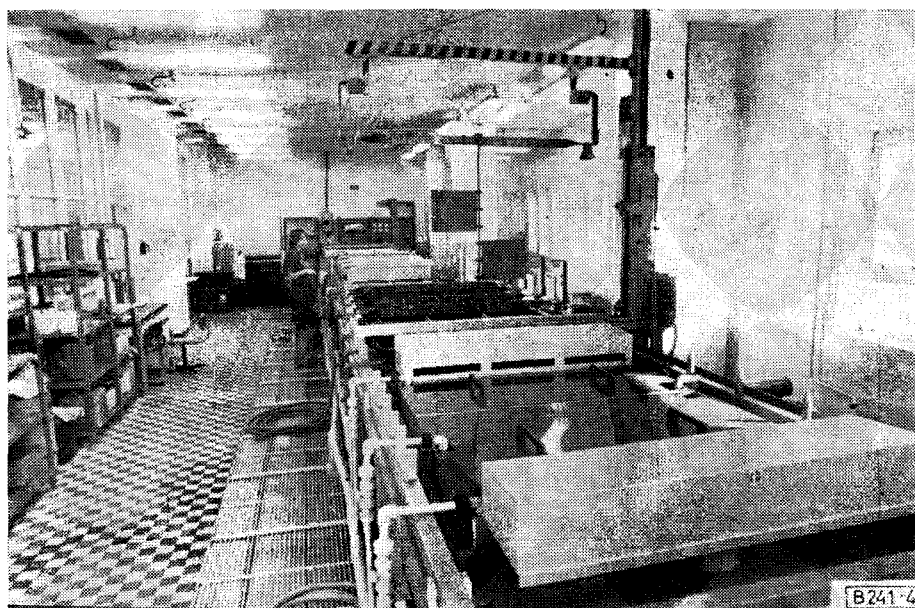
Az aranyozás galván technológiája manuális kiszolgálású kádsorban kerül lebonyolításra. A nemesfém-felhasználás ellenőrzésére az aranyozókád áramkörébe amperperc számláló került beépítésre.

A kádsort a csatlakozó szerelvényekkel együtt (katódmozgató, szűrők, áramforrások stb.) az M u T cég szállította.

A nemesfém-sót az Állami Pénzverő Vállalat, az elektrolitokhoz szükséges speciális vegyszereket az M u T cég szállítja.

#### 4.4.6. Sótalanított víz előállítás

Az elektrolitok és kezelőoldatok készítéséhez, valamint egyéb technológiai műveletek után az öblítéshez sótalánított vizet (ionmentes víz, vezetőképessége max. 30  $\mu$ S) kell használni. Az áramköri lap gyártás



4. ábra. M und T galvánautomata

átlagos sótelanított vízigénye 1–1,5 m<sup>3</sup>/óra. A csúcsfogyasztás azonban elérheti a 2,5 m<sup>3</sup>/óra értéket is.

A sótelanított víz termelése 1 db „DH 280–HOH–K iker” típusú teljes sótelanító berendezésben történik. A berendezést az Április 4. Gépgyár Nagykanizsai Gyára szállította és szerelte.

#### 4.5. Leoldás és maratás eszközei és eljárásai

##### 4.5.1. A védőfesték (4.3. szerinti maszk) leoldása

A rajzolatgalvanizálás (4.4.3.) után a kimaratandó részfelületekről el kell távolítani a védőfestéket (maszkot). A leoldást célberendezésben permetezéssel végzik az alábbi műveletsorral:

- Leoldás 5%-os meleg (40 °C) nátronlúgoldattal.
- Öblítés hideg vízzel.
- Szárítás sűrített levegővel.

A berendezésben görgős konvejsor továbbítja a lapokat az egyes kezelősávokon keresztül.

A „6100 A” típusú strippelő (leoldó) berendezés a DEA cég gyártmánya.

##### 4.5.2. Az áramköri lapok maratása

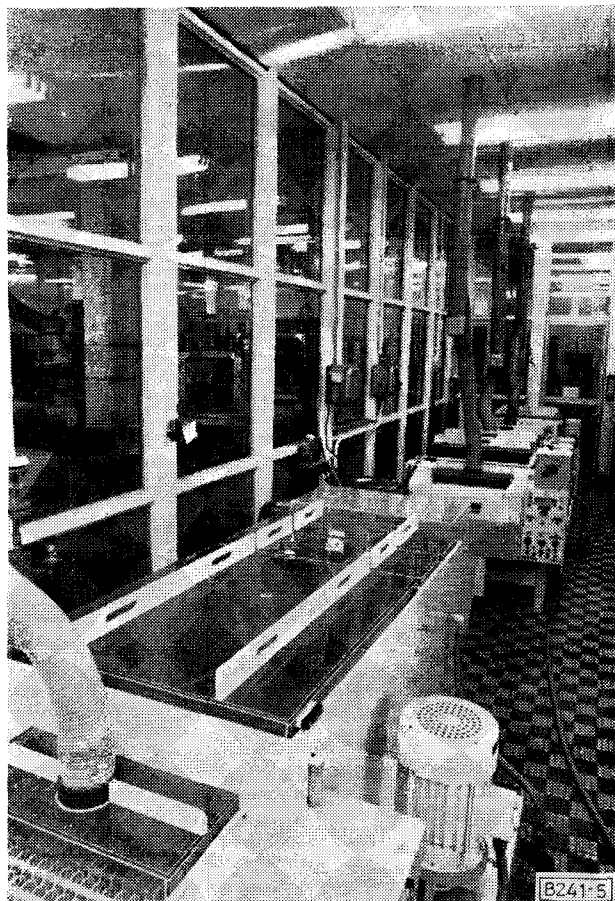
A védőfesték eltávolításával szabadá tett részfelületeket réz II kloridot, ammóniumkloridot és ammóniumhidroxidot tartalmazó oldattal kell lemaratni az áramköri lapok szigetelő anyagáról. A rajzolatot (vezetősávok, forrszemek, furatfalak stb.), az ón–ólom bevonat védi meg az elmaródástól. A maratás permetezéssel végzik az alábbi műveletsorral:

- Maratás meleg (40 °C-os) maratóoldattal.
- Öblítés hideg vízzel.
- Leszárítás sűrített levegővel.
- Ón–ólom bevonat fehérítése fluorbórsavas oldattal.
- Öblítés hideg vízzel.
- Szárítás sűrített levegővel.

A berendezésben görgősor továbbítja a lapokat az egyes kezelőzónákon keresztül. A görgők mozgatására szolgáló lánc titán, ami tökéletesen ellenáll a maratóoldatnak. A lánc végighalad valamennyi kezelőzónán (marató, öblítő stb.) és az öblítőzónákban megtisztul az előző kezelőzónában felrakódott szennyezésektől. A görgősor sebességének változtatásával lehet a maratás minőségét befolyásolni (túlmaradás, alámaradás, rézfolt maradék kialakulásának megakadályozása). A „180 B” típusú maratóberendezés a DEA cég gyártmánya.

#### 4.6. Megömlészkés eszközei és eljárásai

A galvanizálás után az ón–ólom bevonat nem homogén, hanem porózus, azaz mikroszkopikus légzárva-



5. ábra. DEA–180 B marató és DEA 6100 leoldó berendezések

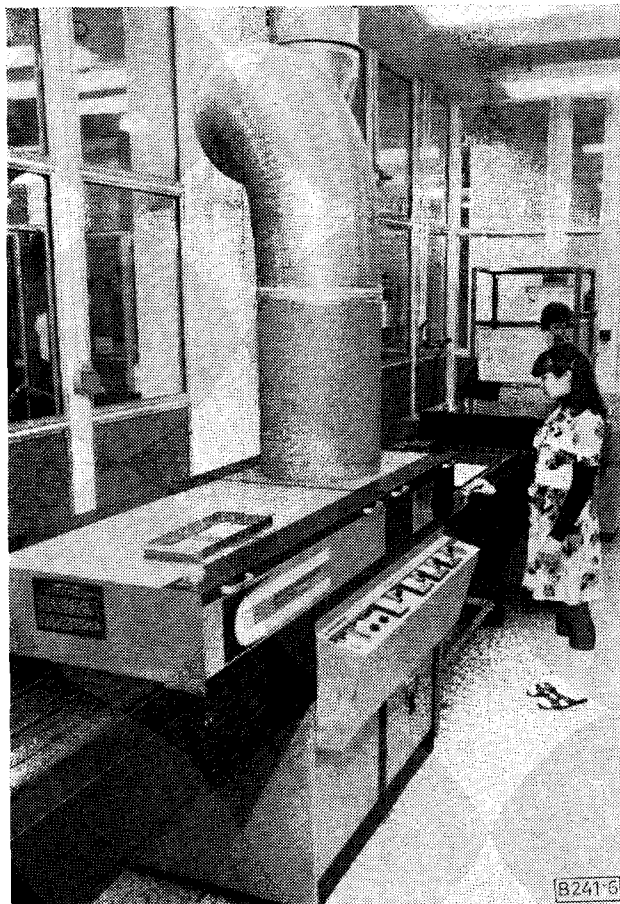
nyokat, lyukakat tartalmaz. Maratás után a rajzolat oldalán szabadon maradó Cu felület található, amely korróziós veszélyt jelent a lapokra. A felületi porózuság, valamint a szabad Cu felület megszüntetése tehát a rajzolat ón–ólom bevonatának homogenizálása érdekében a lapokat egy ún. megömlésztő infra-alagúton kell átvezettetni. Itt az ón–ólom réteg megömlésztése következtében az eredetileg szemcsés, sötét színű és matt ón–ólom felületen csillogó fényes homogén felület alakít ki.

Ez a technológiai lépés közvetlenül a maratás (4.4.5.) után következhet vagy – amennyiben az áramköri ábrán direkt csatlakozó érintkező sávok vannak – szétvágás és az érintkezősávok aranyozása után végezhető el.

Az ón–ólom bevonat megömlésztésének műveletsora:

- Folyasztószer felhordása a lapfelületekre.
- Szárítás (oldószer elpárologtatása).
- Megömlésztés infravörös alagútkemencében.
- Hűtés.
- Folyasztószer lemosása és szárítás.

A lapokat a folyasztószer felhordására szolgáló hengerek közé kell vezetni, és a berendezés szállítószalagja, illetve görgősora vándoroltatja tovább az egyes műveleti zónákon keresztül. A szárító, megömlésztő és hűtő zónákon áthaladó szalag láncszemei



6. ábra. RESEARCH—2814 infravörös megömlasztő berendezés

titánból vannak. A bevonat megömlasztése a lapok mindkét oldalán egyidőben történik. Megömlasztés után bő vízsugaras mosás, majd sűrített levegős szárítás következik.

A „Model 4384” típusú berendezés a Research cég gyártmánya.

#### 4.7. Minőségellenőrzés és eszközei

Az előzőekben már néhány helyen elmondtuk a gyártásközi ellenőrzés szükségességét és jelentőségét. Megállapítottuk, hogy nagyon gondos munkával, önmeózással, illetve gyártásközi ellenőrzéssel a gyártás különböző fázisaiban a selejtet ki lehet szűrni és többségében javítani is lehet. Megállapítottuk azt is, hogy egy kártyára vetítve a legtöbb élőmunka-ráfordítást az ellenőrzés, illetve hibás nyomtatott huzalozású lapok javítása igényli. (Utánfűrés, maszkolás, illetve maratás utáni retusálás stb.)

A nyomtatott huzalozású lapjaink vizsgálatához kétféle eljárást alkalmazunk:

##### 4.7.1. Roncsolásmentes vizsgálat

- a) Furatfémzés ellenőrzése során mikroszkóppal (PROJEKTINA) szűrőpróbaszerűen ellenőrzük:

- a furatok falának minőségét,
- a furatfémzés minőségét (kémiai Cu),
- a rajzolat galvanizált lapok furatában levő bevonatok minőségét,
- az elkészült lapok furatainak minőségét.

- b) Felület (bevonat) minőségének ellenőrzését binokuláris mikroszkóppal végezzük, amely térhatású képen mutatja meg az általunk vizsgált nyomtatott huzalozású lapok felületének minőségét. E vizsgálat segítségével ki tudjuk szűrni

- a légzárványos,
  - az alámardott,
  - a porózus,
- felületi hibákat.

- c) Furatszám-ellenőrzést összehasonlító eljárással végezzük úgy, hogy az OPTIC—AIDE (NSZK) márkájú furatszám-ellenőrző berendezésbe helyezzük a mestermintát és a fűrt lapot, fedésbe hozás után a furathelyességet fehér, a többlet, illetve hiányzó furatok helyzetét más-más színű fénypont jelzi.

- d) Zárlat- és szakadásvizsgálatát 10-szeres nagyítású optikával végezzük. Ezzel az eszközzel végezzük a maszkolás és maratás utáni ellenőrzést is.



7. ábra. BETASCOPE CC 910 rétegvastagság vizsgáló berendezés

#### 4.7.2. Roncsolásos vizsgálat

A rétegvastagság-vizsgálat során a furatokba és a rajzolatra kémiai és galvanikus úton felvitt anyagok rétegvastagságát ellenőrizzük.

A rétegvastagság ellenőrzéséhez az elkészült technológiai méretű lapokon a hasznos felületen kívüleső helyre elhelyezett ún. vizsgálóábránkat kivágjuk, majd csiszolatot készítünk és a szükséges vizsgálatokat ezen a csiszolaton végezzük el. A nyomtatott huzalozású lapon kívül elhelyezett vizsgálóábra rendelkezik mindazon tulajdonságokkal, amelyek a technológiai méretű lap minden pontjára jellemzők. Ezáltal anélkül, hogy a hasznos felületet, illetve a nyomtatott huzalozású lapot roncsolnunk kellene, indirekt úton kapunk információt a lapjaink minőségéről.

A rétegvastagság-méréshez használatos eszközeink:  
Csiszolatkészítő berendezés (NDK Zeiss).

Csiszolatvizsgáló mikroszkóp (NDK Zeiss).

Rétegvastagság-mérő Betascope (NSZK).

Vizsgálóábra kivágó (saját konstrukció).

A minőségellenőrzés során kapott információkat minden esetben kiértékeljük és a kapott eredményeket visszacsatoljuk a gyártáshoz. Selejt analízisa segítségével meghatározzuk a gyártás, a technológia kritikus pontjait és azok felülvizsgálatával, esetleges korszerűsítésével az előforduló meghibásodások számát és mértékét csökkenthetjük.

A nyomtatott huzalozású lapokat gyártó üzemünkben és az ott alkalmazott technológiai folyamatban kiemelt szerepet kapott a minőségellenőrzés.

Csak teljesen hibátlan és minőségileg kifogástalan nyomtatott huzalozású lapok hagyhatják el az üzem területét, mivel csak ilyen kártyákkal tudjuk biztosítani az automatikus elembeültetést, forrasztás zavartalan folyamatát.