

Nyomatott huzalozású lemezek előállításának néhány galvántechnológiai kérdése

ETO 621.3.049.75 : 621.357

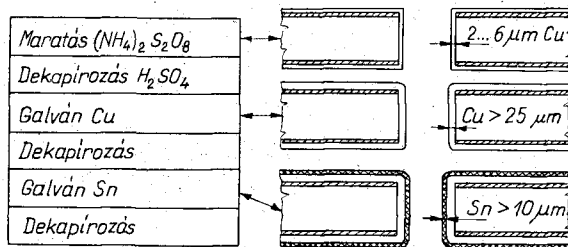
A már hagyományosnak nevezhető egyoldalas, maratással előállított nyomtatott huzalozású lemez is részben galvanizálási technológiával készül. A rézfóliát ugyanis galvanikus úton állítják elő. A hengerelt rézfólia nem megfelelő, mivel a hengerlés folyamán a felületbe idegen anyagok kerülhetnek, s a lemezek előállításakor ezeken a helyeken szakadások keletkezhetnek.

A nyomtatott huzalozású lemezek választéka egyre inkább bővül, s ennek következtében az előállításukkor alkalmazott kémiai és elektrokémiai technológiák száma is nő.

A hazai igényeket tekintve jelenleg a kétoldalas lyukgalvanizált lemezek iránt a legnagyobb a kereslet, a következő években várható a több rétegű és flexibilis huzalozások iránti igény is.

A lyukgalvanizált lemezek előállítására két alapvető eljárás van: a szubtraktív és az additív módszer. Jelenleg még világviszonylatban is a szubtraktív eljárás az elterjedtebb, itt is több változatot alkalmaznak. A leggyakoribb módszer, hogy a kifűrt lemezekre úgynevezett áramnélküli rézbevonatot választanak le, melynek vastagsága kb. $0,5 \dots 1,0 \mu\text{m}$, majd ezt $5 \dots 10 \mu\text{m}$ vastag galvanikus rézbevonattal erősítik meg. Ezután következik a negatív védőbevonat-készítés, majd a vezetékserreg és a furatfalon levő rézbevonat megvastagítása galvanikus úton, s

végül az ún. fémmaszk készítése, amely egyrészt a maratószer ellen védi meg a rezet, másrészt a lemez jó forrasztathóságát biztosítja. Fémmaszkként általában Sn, Sn/Pb, Au stb. bevonatot használnak. A technológiában tehát egy kémiai és három elektrokémiai fémbevonó eljárás van. A művelet sorrendjét és a bevonat készítését az 1. és 2. ábra szemlélteti.



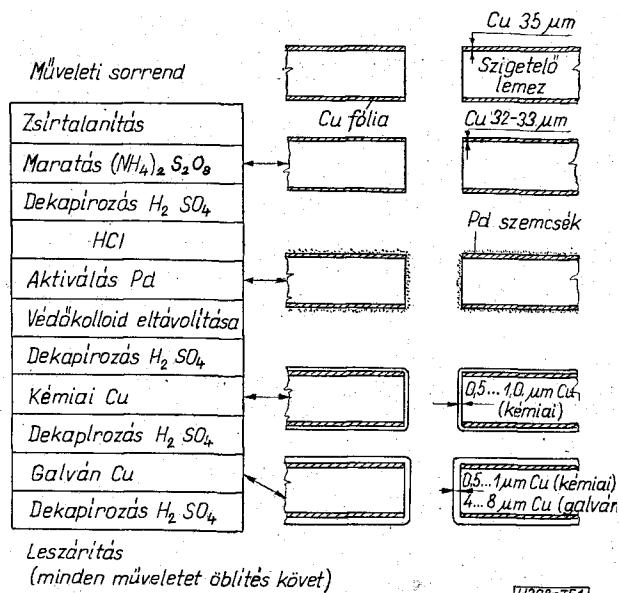
(Kivéve a második dekapírozást, minden műveletet öblítés követ)

H308-TE2

2. ábra

A galvanizálási folyamatok áramkihasználása sohasem 100%-os. Kis mennyiségű hidrogénkiválás mindig előfordul, mely aztán a fémbevonatban keletkező lyukak formájában jelentkezhet. Ez szükségessé teszi, hogy a lyukgalvanizált lemezek gyártásának kérdését az alaplemez előállításánál kezdjük.

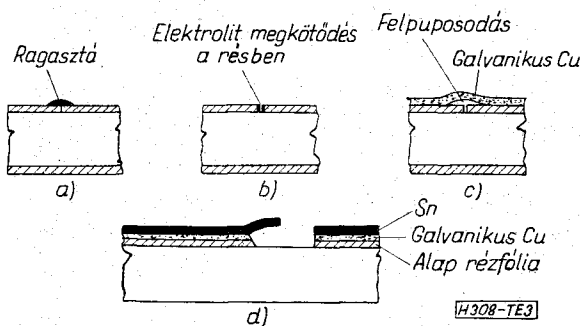
Rézfóliával borított szigetelő lemezhez csak olyan rázfólia használható fel, melyben az átmenő vagy túl mély lyukak száma csekély. Átmenő lyukak esetén ugyanis előfordul, hogy a galvanizálási művelet során a fémfóliában levő lyukban elektrolit zárvány marad vissza, melyet a később leválasztott fémbevonat át-hidal. Ha ilyen lemezt később hőhatásnak teszünk ki, pl. szitanyomó festék beégetése vagy forrasztás, akkor a bezárt nedvesség gőzzé alakul, ami a bevonatot felfeszegeti, s ez fóliaszakadáshoz vezethet (3. ábra).



Leszáritás
(minden műveletet öblítés követ)

H308-TE1

1. ábra



3. ábra

H308-TE3

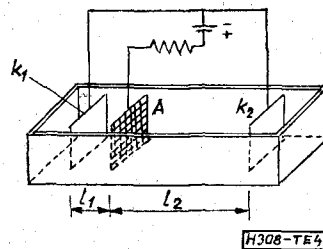
A lemez e típusú hibáját nagyon nehéz észrevenni. A gyártásban nagyszámú selejtet okozhat, ezért a rézfóliával borított lemezek vizsgálatai közé célszerű ezt a vizsgálatot beiktatni. A lemezmintát a panelgalvanizálási művelet után 120...130 °C-on kell tartani. Ha felhólyagosodás nem jelentkezik, a lemez megfelelő.

Az alaplemez hibájából adódó hiba, hogy az alamaródás néha látszólag minden ok nélkül megnövekszik. Sokszor az is előfordul, hogy közvetlen a maratás után végzett vizsgálat eredménye jó vagy megfelelő, de a néhány nap után elvégzett vizsgálat nagyobb mértékű alamaródást mutat. A rézfóliát egyik oldalán elektrokémiai módszerrel oxidálják, hogy jobban tapadjon a szigetelő lemezhez. Ha az elektrokémiai oxidáció nem megfelelő, akkor a képződött oxidréteg erősen pórusos szerkezetű, melyet a ragasztóréteg nem tud jól kitölteni, szabad kapillárisok képződnek a ragasztórétegben, melyekbe az elektrolitok és a maratószer beszivárog, a műveletet követő öblítéssel nem távozik el, és a hatás később alamaródás formájában jelentkezik.

A különböző szabványok a tapadószilárdság vizsgálatára lefejtő vizsgálati módszert adnak meg. A kereskedelemről beszerezhető lemezek rézfóliájának tapadó szilárdsága általában jobb a szabványban megadott értékeknél, ezért az ilyen hibákat nehéz kiszűrni. Az ilyen hiba kiszűrésére megfelelő módszer az, hogy a rézfóliával borított lemezt lehetőleg egy gyártótól szerezzük be. Ez esetben a rázfólia lefejtési szilárdsága a szokásosnál kisebb, akkor mind a rézfólia, mind a szigetelő lemez felületét mikroszkópiai vizsgálatnak kell alávetni, amellyel a kapillárisok jelenléte kimutatható. Másik módszer e hiba kimutatására, hogy a lefejtési szilárdság meghatározásához használt mintalemezek egy részét 3...5-szörös maratási idővel maratjuk, ezután a maratószer szűrőpapírral itatjuk le a felületről, s ezeknél a lemezeknél a fólialefejtést 24 óra múlva hajtjuk végre. Ha a tapadószilárdság ezeken a mintákon 10...20%-kal kisebb, mint a többi lemezeken, akkor ilyen problémával lehet számolni. Az ilyen lemezek egyszerű, normál rajzolatok előállítására még alkalmasak lehetnek, de lyukgalvanizált lemezek céljára nem.

A panelgalvanizálásnál a kémiai rézbevonat megerősítésének egyik célja, hogy azon a negatív bevonat, szitanyomat vagy fotoreziszt bevonat jól tapadjon. A másik cél pedig az, hogy a rajzolatgalvanizálásnál 1...3 μm vastag rézbevonatot vissza lehessen oldani, annak veszélye nélkül, hogy a furatokból a rézbevonatot kioldanánk. E két igényt figyelembe véve korábban a normál kénsavas rézelektrolitokat használták, amelyek különböző alkoholokat tartalmaztak szemcsefinomító adalékként. Ezeknek az elektrolitoknak nagy hátránya, hogy a makroszórásuk rossz.

A makroszórás mértékének meghatározására általában a Haring-cellás vizsgálat szolgál (4. ábra). Alapvetően ez a módszer alkalmatlan annak meghatározására, hogy milyen a bevonat rétegvastagságának aránya a nyomtatott huzalozású lemez felületén, ill. a furatban. Kutatási szempontból, elektrolitok makroszórásának javítását célzó mérésekhez jól használható.



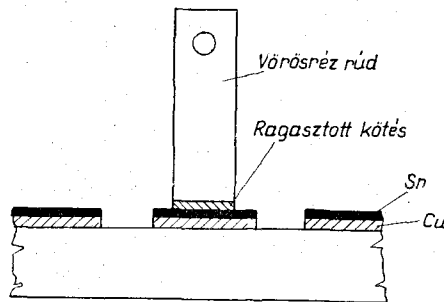
4. ábra

Az elektrolitok makroszórása általában annál jobb, minél nagyobb az elektrolit katódos polarizációja, ill. minél kisebb az elektrolit ellenállása. Ezeknek az elveknek az alapján végzett kutatások vezetnek el a kis réz-, és nagy kénsavtartalmú elektrolitokhoz. Ezek az elektrolitok azonban a fő alkotókon kívül még különböző adalékanyagokat is tartalmaznak. Az ilyen elektrolitok fejlesztése igen hosszadalmas kutatómunkát igényel. Az egyes elektrolitok fejlesztésével az iparilag fejlett országokban is csak néhány helyen foglalkoznak. A legtöbb felhasználó csupán arra képes, hogy megvizsgálja a bevonat vastagságának arányát, a lemez felületén, ill. a furatban.

Kutatásaink először arra irányultak, hogy a kereskedelemről beszerezhető elektrolitok használhatóságát, illetve felcserélhetőségét meghatározzuk, ez alapvetően szükséges a lyukgalvanizált lemezek technológiájának kidolgozásához. A kutatás e fázisában megmutatkozott, hogy az általunk először feltételezettől sokkal szélesebb körű vizsgálatra van szükség. A technológiai paramétereiktől, az elektrolit összetételétől jelentős mértékben függnek a leválasztott rézbevonat mechanikai tulajdonságai és a villamos vezetőképessége.

Az iparilag fejlett országokban a lyukgalvanizált lemezek tömeggyártása 10...15 éves múltra tekint vissza. Ennek megfelelően az irodalomban most jelennek meg közlemények a lemezek előállításakor alkalmazott technológiából adódó hibákról. Több szerző is foglalkozik azzal a kérdéssel, hogy a galvanikus rézbevonat tapadóképességét a szerves fényesítő adalékanyagok károsan befolyásolják.

A galvánbevonatok tapadószilárdságának meghatározása körülményes. Abszolút mérőszámot adó mérési eljárás nincs. A nyomtatott huzalozások vizsgálatával foglalkozó szabványok tapadószalagos vizsgálatot írnak elő. Műanyag öntapadó szalagot kell a kész lemez fólia seregének felületére rányomni,



5. ábra

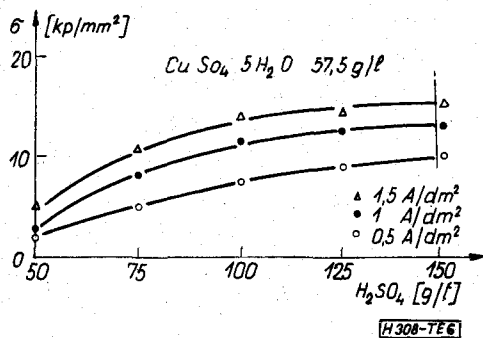
majd hirtelen mozdulattal leszakítani. A műanyag szalag tapadószilárdsága nemcsak a jó galvánbevonat, de a különböző műanyag ragasztóké mellett is elhanyagolható. Ezzel az öntapadó szalagos módszerrel csak az egész durva hibák mutathatók ki. A galvánbevonat tapadószilárdságának meghatározására az 5. ábrán szemléltetett eljárást dolgoztuk ki. A szóba jöhető ragasztószerek tapadószilárdsága 2...5 kp/mm², ez kb. egy nagyságrenddel kisebb a jó galvánbevonatok tapadó erejénél. Ezzel az eljárással a galvánbevonat tapadása már jobban értékelhető, mint a szabványosított módszerrel. A vizsgálat még jobb eredményt ad, ha a vizsgálati mintát a szakítópróba előtt hősokknak vetjük alá.

A kidolgozott tapadószilárdság-vizsgálat tehát alkalmas arra, hogy a bevonatok tapadószilárdságát vizsgálni tudjuk.

A lyukgalvanizált lemezeken rétegtapadási problémák a következő helyeken léphetnek fel: alap rézfólia — kémiai rézbevonat, kémiai rézbevonat — panelgalvanizált rézbevonat és végül a két galvanikusan leválasztott bevonat között. A rétegek közötti tapadás kérdése még tovább bővül, ha az érintkezőkkel ellátott lemezek kérdését vizsgáljuk.

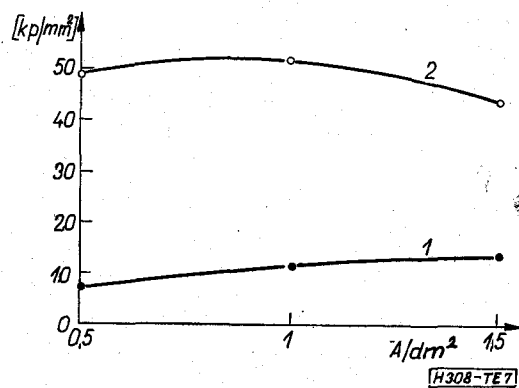
A bevonat tapadására nemcsak az adalékanyag lehet hatással, hanem több más technológiai paraméter is. A bevonatok közötti tapadásra az 1. ábrán szemléltetett munkafázisok majdnem mindegyike hat. A nem megfelelő bevonattapadást általában csak a készterméken észleljük, ill. mód van gyártásközi aktív mérő-ellenőrző eljárások közbeiktatására is. Ilyen eljárás lehet pl. a lemez egyszerű szemrevételezése az egyes munkafázisok után. Zsírtalanítás után a lemezeket az öblítővíznek egyenletesen nedvesítenie kell, ha a nedvesítés hiányos, akkor a művelet meg kell ismételni, ill. a zsírtalanító elektrolitot meg kell vizsgálni.

Már ilyen egyszerű esetben is probléma jelentkezik. Az elektrolitokat márka néven hozzák forgalomba, s az alkotók nem, vagy csak részben ismertek. A lyukgalvanizált lemezek gyártásához használt elektrolitok többsége tőkés import eredetű. A KGST-országok nem, vagy csak egy-két anyagot állítanak elő. A felsoroltak tették szükségsszerűvé az elektrolitok kidolgozására irányuló kutatásokat.



6. ábra

Az elektrolitok alkotóinak aránya és az egyes technológiai paraméterek a bevonat tulajdonságait lényegesen befolyásolják. A 6. ábra kénsavas elektrolitból leválasztott rézbevonat szakítószilárdságát szemlélteti a kénsavtartalom és az alkalmazott áramsűrű-

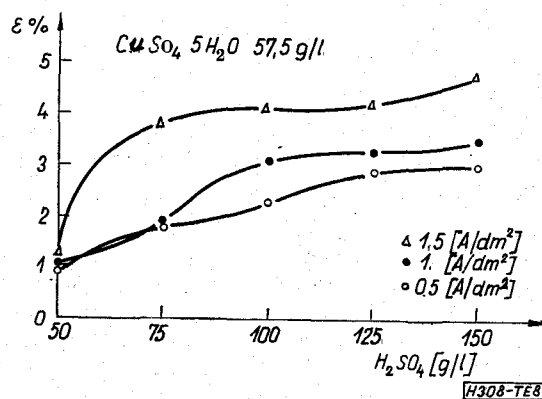


7. ábra

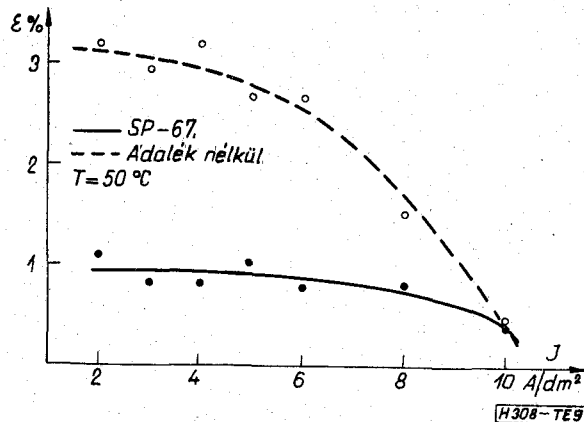
ség függvényében. A 7. ábra 57,5 g/l CuSO₄·5H₂O és 100 g/l H₂SO₄ tartalmú elektrolitból leválasztott bevonat szakítószilárdságát szemlélteti. A 2 jelű görbe jól szemlélteti, hogy az adalékanyag (Surpro márka nevű készítmény) tekintélyes mértékben növeli a bevonat szakítószilárdságát.

Az elektrolitalkotók aránya a bevonat nyúlását is lényegesen befolyásolja (8. ábra). A széleskörűen használt rézpirofoszfátos elektrolitból leválasztott bevonatok mechanikai tulajdonságai is hasonlóan változnak. A 9. ábra egy adott összetételű adalékot tartalmazó és adalékmentes pirofoszfátos elektrolitból leválasztott rézbevonat nyúlását szemlélteti.

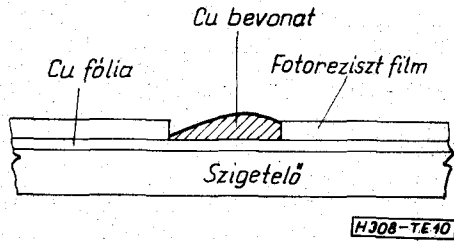
A felhozott néhány példa már eléggé jól szemlélteti, hogy a technológiai paraméterek függvényében a bevonat tulajdonságai lényegesen változnak. A kér-



8. ábra



9. ábra



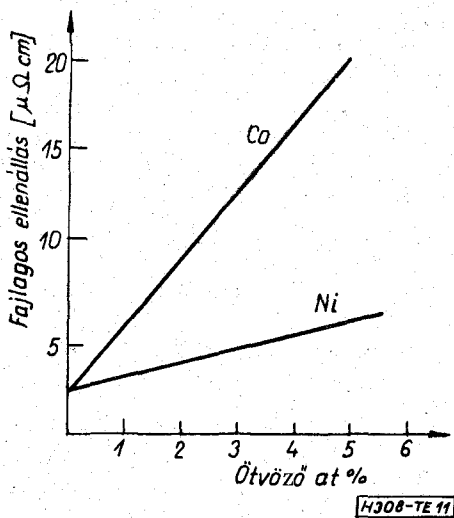
10. ábra

dés ezek után az, hogy az egyes mechanika iparamétereknek milyen határértékek között kell lenniük. Az irodalomban erre vonatkozó adatok nem találhatók. Közlemények jelentek meg a galvanikusan leválasztott rézbevonatok villamos vezetőképességéről. Az adatok jól megegyeznek az általunk nyert eredményekkel, a galvanikusan leválasztott réz vezetőképessége 10...15%-kal kisebb az elméleti értéknél.

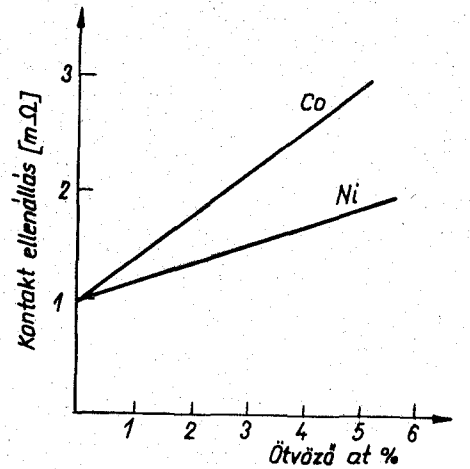
A lyukgalvanizált lemezek technológiája jelenleg ott tart, hogy léteznek többé-kevésbé hasonló eljárások, amelyekkel bizonyos szabványok követelményeit kielégítő lemezeket lehet előállítani.

A lemezek villamos tulajdonságait vizsgálva a helyzet sokkal jobb. Szigetelési ellenállásra, átütési szilárdságára, vezetékek villamos terhelhetőségére stb. található adatok. Ezért a kutatás irányát a mechanikai tulajdonságok vizsgálatára koncentráljuk, természetesen ez a munka szoros kapcsolatban van az elektrolit fejlesztési kísérletekkel is.

A lyukgalvanizált lemezek galvanizálásánál egészen egyszerűnek látszó dolgok is jelentős hibát okozhatnak. A galvanizálásnál a lemezeket, felületükre merőlegesen mozgatni kell. Ha a lemezek mozgatása túl gyors, akkor előfordulhat, hogy száraz fotoreziszt filmmel maszkolt lemez felületére féloldalas bevonat válik le (10. ábra). Ennek oka, hogy a viszonylag magas fotoreziszt falak között örvénylés képződik, ennek következtében időszakosan elektrolitmentes rés alakul ki a lemez és az elektrolit között, e jelenséget több helyen is vizsgálják.



11. ábra



12. ábra

A nyomtatott huzalozású lemezek szempontjából lényeges kérdés az érintkezők védelme. Kísfeszültségen üzemelő lemezek érintkezőire általában kemény aranybevonatot választanak le. Az arany keménységét ötvözőkkel fokozzák, a legáltalánosabban használt ötvöző a nikkelt és a kobalt. Az ötvözők azonban nemcsak a keménységet fokozzák, hanem hatással vannak a fajlagos- és átmeneti ellenállásra (11. és 12. ábra.). A galvanikusan leválasztott ötvözetek összetételét az elektrolit alkotóinak mennyisége és aránya, továbbá a galvanizálási paraméterek (hőmérséklet, áramsűrűség stb.) befolyásolják. Ha az ötvözet összetétele változik, a bevonat tulajdonságai is változnak.

A felhozott néhány példa kellően szemlélteti, hogy a technológiai kutatómunkára nagy szükség van. Természetesen egy kutatóbázis az összes feladat elvégzésére képtelen. A Tanszéken a nagyobb terjedelmű munkákat kutatócsoporttal oldjuk meg. Részfeladatokat az „Önálló tervezés”, „Önálló laboratórium” című tárgyakban adunk ki a hallgatóknak. Évente 4...6 diplomatervet kidolgoztatunk e témakörben. A diplomaterveknél arra törekszünk, hogy a témák egymáshoz kapcsolódjanak, ez ráneveli a hallgatókat a kollektív munkára.

I R O D A L O M

- [1] Tóth E.—Bede I.: Galvánbevonatok tapadásának vizsgálata. Finommechanika 4 (1965) 10. 303—315.
- [2] Tóth E.: Nyomtatott huzalozású lemezek technológiái. Finommechanika 10 (1971) 9. 264—267.
- [3] „Kutatási jelentés lyukgalvanizált nyomtatott huzalozású lemezek tervezési kérdéseiről és vizsgálatáról. Készítette a BME Elektronikai Technológia Tanszék. (Nem publikált közlemény.)
- [4] Polt Lőrinc: Galvanikusan előállított rézbevonatok mechanikai tulajdonságainak vizsgálata. Diplomamunka, készült a BME Elektronikai Technológia Tanszékén, 1973-ban.
- [5] Kápolnás Ferenc: Rajzolatgalvanizálási technológia kidolgozása. Diplomamunka, készült a BME Elektronikai Technológia Tanszékén, 1973-ban.