



TECHNIKAI ZSEBKÖNYVTÁR.

Szerkeszti: Grész Leó.

47—50. szám.

GALVANOPLASZTIKA ÉS GALVANOSZTÉGIA

ÖSSZEÁLLITOTTA:
MILAKOVSKY LÁSZLÓ
TANÍTÓKÉPZŐINTÉZETI TANÁR.

NYOLC ÁBRÁVAL.

KIADJA NÉMETH JÓZSEF TECHNIKAI KÖNYVKERESKEDÉSE
BUDAPEST, I., HORTHY MIKLÓS-ÚT 15.



TECHNIKAI ZSEBKÖNYVTÁR.

Szerkeszti: Grész Leó.

47—50. szám.

GALVANOPLASZTIKA ÉS GALVANOSZTÉGIA

ÖSSZEÁLLITOTTA:
MILAKOVSKY LÁSZLÓ
TANÍTÓKÉPZŐINTÉZETI TANÁR.

NYOLC ÁBRÁVAL.

KIADJA NÉMETH JÓZSEF TECHNIKAI KÖNYVKERESKEDÉSE
BUDAPEST, I., HORTHY MIKLÓS-ÚT 15.

BEVEZETÉS.

Az elektromos áram különféle hatásai között kémiai hatás is szerepel, azaz olyan hatás, amelynek következtében kémiai egyesülések és bomlások jönnek létre. Az ilyen jelenségekkel foglalkozó tudománynak, az elektrokémiának, ma már számos iparág köszöni létrejövetelét.

Az elektromos áram kémiai hatását használják fel, amikor fémeknek magas hőmérsékleten megolvasztott vegyületeiből az elektromos áram energiájának segítségével az illető fémot kiválasztják. Így állítjuk elő az alumíniumot, a magnéziumot és a nátriumot. Egyes fémek vegyületei vízben oldhatók s így hozhatók folyékony halmazállapotba. Az elektromos áram hatására ily vizes oldatokból is kiválik a fém, ha a kiváló fémot az oldat meg nem támadja, vagyis újra fel nem oldja. Így lehet például rézgálic oldatból rézet kiválasztani. S mivel az elektromos áram hatására kivált fém igen tiszta s ezért igen becses tulajdonságokkal rendelkezik, azért ezt az eljárást nagy méretekben használják az érckohókból kikerülő különféle tisztátalan fémeknek, főleg a réznek tisztítására.

Bizonyos esetekben az elektromos áram következtében létrejövő bomlást rögtön valami más irányú egyesülés követi s így közvetve, az elektromos áram segítségével, bizonyos vegyületeket is előállíthatunk. Így készítik ma a marónátront és marókálit, stb.

Némelykor viszont az elektromos árammal létre-

hozható igen magas hőmérséklet is szerepet játszik a kémiai egyesülésnél. Így van ez a karbidgyártásnál, s ezen alapszik a levegő nitrogénjének oxidálása is, mely úton viszont igen fontos kémiai termékekhez juthatunk.

Ma már igen sok helyen a víznek elektromos árammal való szétbontását használják fel az oxigénnek és hidrogénnek előállítására, különösen oly esetekben, amikor az említett két gázt az ú. n. autogénhegesztés és -vágás esetén alkalmazzák. Sőt még az elektromos szikra kémiai hatását is felhasználják a levegő oxigénjének ózonná való átalakítására amelyet viszont az ivóvízben levő bacillusok elpusztítására alkalmaznak egyes modern vízvezetékeknel.

A fémsóknak vizes oldataiból az elektromos áram hatására keletkező tiszta fémlecsapódásokat a fémek tisztításán kívül főleg két irányban szokták felhasználni: az egyik eljárást *galvanoplasztikának*, a másikat *galvanosztégiának* nevezik.

A *galvanoplasztika* az az eljárás, amelynek segítségével az elektromos áram alkalmazása mellett domborművű tárgyakról fémből, rendszeren vörösrézről, olyan másolatokat készíthetünk, melyek az eredetivel a legapróbb részletekben is teljesen megegyeznek.

A *galvanosztégia* pedig — a galvanoplasztikával éppen ellentétben — az elektromos áram kémiai hatásának igénybevételevel olyan fémes lecsapódásokat igyekszik előállítani, amelyek a tárgyról, amelyen a lecsapódást létrehozuk, le nem választhatók.

Legelterjedtebb alkalmazást nyer a galvanoplasztika a nyomdaiparban, ahol a nagy gonddal s fáradtsággal készült klisékről, amelyekkel a könyv ábráit nyomják, galvanoplasztika útján készítenek másolatokat, s ezeket használják fel nyomásra. A fametszet pl már egy-két ezer példány nyomása után annyira elkopik, hogy teljesen használhatatlanná válik, míg a

róla készült galvanoplasztikai másolattal jóval több példányt nyomtathatunk, s ezenfelül az eredetiről számtalan ily másolatot is készíthetünk.

A galvanosztégia segítségével nyert bevonatokkal vagy azt akarjuk elérni, hogy a nem nemes fémből készült tárgyak külsőleg a nemes fémek tulajdonságait vegyék fel, vagy pedig azt, hogy a nedves levegő hatásának kitett tárgyakat a rozsdásodástól megóvjuk.

Mint annyi sok találmánynál, a galvanoplasztika feltalálásánál is nagy szerepe volt a véletlennek. 1836-ban *de la Rive* észrevette, hogy a Dániel-féle elektromos elemben a vörösrézre lecsapódott réz erről a lemezről összefüggő rétegben lehúzható. Erre a véletlenül fedezett jelenségre támaszkodva gondolta ki 1837-ben *Jacobi*, s vele csaknem egyidőben *Spencer*, az elektromos áram kémiai hatásának gyakorlati alkalmazását. S alig vált ez ismeretessé, *Elkington* már három évre rá megalapította Birminghamban az első gyárat, mely főleg evőeszközök ezüstözésével foglalkozott. Az érdekesnek mutatkozó jelenség sok kísérletezőt csábított a vele való foglalkozásra s ennek az eredménye, hogy igen rövid idő alatt találták fel azokat a módokat, amelyeknek segítségével a legkülönbözőbb fémek lecsapódásait állíthatjuk elő. Mikor pedig *Murray* 1840-ben kitalálta, hogy nemvezető testeket hogyan lehet grafitral vezető felületűekké tenni, akkor már mi sem állt útjában a galvanoplasztika igen sok téren való alkalmazásának. S mivel az elért eredményekkel soha meg nem elégedett ember mindig nagyobb és nagyobb célt tűzött ki maga elé: csakhamar létrejött a galvanoplasztika egyik legnagyobb szerűbb alkotása: a frankfurti Gutenberg-szobor, mely hatalmas arányaival méltóképen hirdeti annak a dicsőségét, akinek találmánya a könyvnyomtatás, talán a legnagyobb hasznát látja a galvanoplasztika feltalálásának.

Ma már lépten-nyomon találkozunk olyan használati tárgyakkal, amelyek vagy a maguk egészében galvanoplasztikai úton készülnek, vagy a felületük van csak más fémme bevonva. A már említett kliséktől a pusztán díszítés céljait szolgáló domborművű tárgyakig, vagy az ezüstözött evőeszközöktől a nikkelezett korcsolyákig, az ily tárgyak egész sorát lehetne már elszámlálni. S mivel nagyon gyakran találkozunk igen kicsiny mechanikus műhelyekkel is, amelyek ily tárgyakat vagy ily bevonatokat tudnak előállítani, bizonyára nem lehet az ehhez szükséges berendezkedés oly körülményes, hogy mi is elő ne állíthassuk azt, részint saját, mindennél nemesebb szórakozásunkra, részint pedig azért, hogy e szórakozásból előállított tárgyaknak gyakorlati hasznát is lássuk. Kinek ne telnék öröme abban, ha valami szép domborműről, éremről, vagy plakettől sajátkezűleg készített másolattal díszítheti szobája falát, vagy ha a szépen nikkelezett korcsolyája fényében gyönyörködhetik?

Ismerkedjünk meg tehát mindenekelőtt az elektromos áram kémiai hatásával, illetőleg e hatás törvényeivel, hogy azután e törvények ismeretével felszerelten összeállíthassuk kicsiny berendezésünket. Ezen törvények s a berendezés megismerése után pedig foglalkozzunk elsősorban a galvanoplasztikával, vagyis a domborművű másolatok készítésével, másodszorban a galvanosztégiával, vagyis a más fémekkel való bevonatok előállításával.

* * *

1. Az elektromos áram kémiai hatása.

Az elektromos áramnak kémiai hatását, amelyen a galvanoplasztika és a galvanosztégia alapszik, a következőképen képzelhetjük el. Bizonyos vegyületek folyékony állapotban, mint pl. a fémek vízben oldva, már a folyékony állapotba való jutás következtében kis mértékben bomlást szenvednek, vagyis a molekuláik közül néhány százalék két részre szakad, amely részek egyike pozitív, másika meg negatív elektromos töltést nyer. Így pl. a rézgálic = CuSO_4 a vízben oldva Cu -ra és SO_4 -re bomlik, amelyek közül az első pozitív, a második negatív elektromossággal van megtöltve. Azokat a vegyületeket, amelyeknek oldott vagy folyékony halmazállapotban ilyen tulajdonságuk van, *elektrolitoknak* szokás nevezni, míg a vegyületeknek szétvált részeit *iónoknak* hívjuk.

Vezessünk ilyen elektroliten keresztül elektromos áramot oly módon, hogy a folyadékot alkalmas edénybe öntve, abba egymástól bizonyos távolságban két jó-vezető lapot helyezünk el, s e lapokat, amelyeket *elektródoknak* nevezünk, valamely áramforrás — pl. egy Bunsen-elem — sarkáival kötjük össze. Ekkor az elektrolitban az egyik elektródtól a másik felé vándorolnak az iónok. Ennek okát könnyen beláthatjuk, ha meggondoljuk, hogy amikor a vezető lapokat az áramforrás két sarkával összekötöttük, e lapok is elektromos töltést nyertek, s így az ugyanolyan elektromossággal megtöltött iónokat taszítják, az ellenkező elektromossággal megtöltötteket pedig

magukhoz vonzzák. A fém sók oldatából kiváló fém-ion mindig pozitív elektromossággal van megtöltve, ez tehát mindig azon az elektródon válik ki, amelyik az elektromos áramforrás negatív sarkával van összekötve, s amelyet *katódnak* szokás nevezni. A másik, a negatív elektromossággal megtöltött ion, pedig az áramforrás pozitív sarkával összekötött elektródon, az ú. n. *anódon* elvesztvén elektromos töltését, esetleg másodlagos kémiai jelenségeket hoz létre. Így, ha az anód ugyanolyan fémből való, mint amelynek sójából áll az elektrolit, akkor ez az ion annyit választ el az anódból, amennyivel kémiailag egyesülve éppen az illető fém sóát alkothatja. Ha pl. rézgálic-oldatban rézlap az anód, akkor, amíg az elektromos áram hatására a rézgálic-oldatból a Cu a katódon kiválik s rá le is csapódik, addig a másik ion, a SO_4 az anódhoz érve, ebből egy atom Cu -t választ le s vele $CuSO_4$ -gyé egyesül, amely a folyadékban feloldódik.

A fém són kívül néha az elektrolitben más anyagok is vannak feloldva, amelyeknek molekulái szintén ionokra vannak szétválva. Ezek az ionok szintén vándorolnak az elektromos áram kémiai hatására s a kémiai változásokban is részt vesznek. Legjobban akkor van kihasználva az elektromos áram energiája, ha ezek a másodlagos kémiai folyamatok eredményei az elektromos áram közvetlen hatásának eredményeivel megegyeznek. Így pl. ha a rézgálicon kívül még kénsav is szerepel az elektrolitben, akkor a kénsav szétvált ionjai közül a H_2 , mely pozitív elektromossággal van megtöltve, egy molekula rézsulfát savmaradékával ismét kénsavvá egyesül, míg a rézgálic molekulájában szereplő Cu az anódra rakódik. Ebben az esetben tehát ezen másodlagos kémiai folyamat következtében is válik ki réz az anódon.

Ha több vegyület van az elektrolitban, ezek ha-

sonló módon vehetnek részt az elektromos áram kémiai hatása alapján létrejövő eredmények előidézésében. Így esetleg eléggé komplikált jelenségek léphetnek fel, de mindezen jelenségek mindenkor bizonyos meghatározott törvények szerint folynak le, úgyhogy e változásokat — szétbomlásokat és egyesüléseket — e törvények segítségével nemcsak minőségileg, hanem mennyiségileg is előre meg tudjuk határozni. Éppen ez magyarázza meg az elektrokémiaiban az utóbbi évtizedek alatt elért igen nagy haladást, mert ma már az elektrokémia nem tapogatózik, hanem a legtöbb esetben mennyiségtani pontossággal mondja meg a vegyületnek az elektromos áram hatására történő megváltozását.

2. Az elektrolízis törvényei.

Az elektromos áram hatása alatt történő kémiai változást *elektrolízisnek* nevezzük. Mint minden kémiai változás, az elektrolízis is bizonyos törvények szerint megy végbe, amely törvények a keletkező testeknek nemcsak minőségét, hanem mennyiségét is pontosan meghatározzák. Ezek a törvények *Faraday*-tól származnak s a legegyszerűbben a következőképpen fejezhetők ki:

A tapasztalat szerint bármilyen vegyületből válik is ki az elektromos áram hatására hidrogén, a kiváló hidrogén mennyisége mindig egyenlő, ha ugyanolyan erősségű áram ugyanannyi ideig hatott az elektrolitra. Kísérletileg meg lehet határozni, hogy egy gramm hidrogénnek a kiválasztásához, bármilyen vegyületből történjék is az, 96,540 coulombnyi elektromosság átáramlására van szükség. Mivel pedig, — amint az elektrotechnikából ismeretes — ha az áramvezető keresztmetszetén egy másodperc alatt egy

coulombnyi elektromosság halad át, akkor azt mondjuk, hogy az elektromos áram intenzitása a , erőssége egy ampère, azért ezen mértékegységgel mérve egy gramm hidrogén kiválasztásához minden esetben egy ampère-nyi áramnak 96,540 másodpercig, vagyis 26,8 óráig kell hatni az elektrolitra. Egy ampère-nyi áramnak egy óráig való hatását rendszeren ampère-órának szokás nevezni, s így mondhatjuk, hogy egy gramm kiválasztásához 26,8 ampère-óra szükséges.

Ezen adatnak kísérleti megállapítása után nem lesz nehéz a többi anyagra vonatkozó törvényt sem megállapítani. Mivel a hidrogén atómsúlya az egység, minden más testből annyi gramm tömeg lesz a hidrogénnel egyenlő értékű, amennyi az atómsúlya, feltéve, hogy az illető elemnek az értékessége a hidrogén értékességével, az egységgel, megegyezik. Vagyis az egy vegyértékű elemek közül bármelyiknek egy grammnyi tömege annyszor kevesebb ampère-óra hatására válik ki, ahányszor nagyobb az illető elemnek atómsúlya a hidrogén atómsúlyánál. Ha azonban az elektromos áramnak hatására kiváló elemnek értékessége a hidrogén értékességénél kétszer, háromszor, négyszer, stb. nagyobb, akkor természetesen a kiválasztásra szükséges ampère-órák száma is kétszer, háromszor, négyszer, stb. nagyobb lesz. Vagyis *bármely elem egy grammnyi tömegének a kiválasztásához szükséges ampère-órák számát megkapjuk, ha az egy grammnyi hidrogénnek kiválasztásához szükséges ampère-órák számát, a 26,8-et megszorozzuk az illető elem értékességével s a nyert szorzatot az elem atómsúlyával elosztjuk.*

A galvanoplasztikában s a galvanosztégiában azonban ennél a számadatnál jobban érdekel minket azon időnek a meghatározása, amely szükséges arra, hogy bizonyos vastagságú lecsapódás keletkezzék. Mert hiszen valamely elektrokémiai műveletnél használt

elektromos áram erőssége rendszeren meg van határozva avval, hogy az áramerősségnek van egy bizonyos meghatározott legnagyobb értéke, amelynél nagyobb áramerősségű áramot alkalmaznunk nem lehet, mert különben a lecsapódás nem lenne egyenletes, sima s kellő szilárdságú. Annak a felületnek a nagyságát is könnyen meghatározhatjuk, amelyre a lecsapódásnak történnie kell; úgyhogy csakis az az idő érdekelhet bennünket, amely alatt egy bizonyos vastagságú lecsapódást kaphatunk.

Legyen valamely lecsapódott fémréteg felülete f cm², vastagsága v cm s a lecsapódott fém fajsúlya s gramm, akkor a lecsapódott réteg súlya

$$S = f \times v \times s \text{ gramm.}$$

Legyen továbbá a kivált fém kémiai értékessége e , atómsúlya a , akkor, amint már láttuk, az egy grammnyi tömeg kiválasztásához szükséges ampère-órák száma

$$A \times o = \frac{26,8 \times e}{a}.$$

Az S grammnyi tömeg kiválasztásához természetesen S -szer több ampère-óra szükséges, vagyis

$$A \times o = \frac{S \times 26,8 \times e}{a}.$$

Helyettesítsük ide az S értékét, akkor az

$$A \times o = \frac{f \times v \times s \times 26,8 \times e}{a}$$

képlet a v vastagságú, f felületű, a atómsúlyú, e értékességű és s fajsúlyú réteg lecsapódásához szükséges ampère-órák számát adja.

Így pl. mivel a réz atómsúlya 63,6, értékessége 2, fajsúlya 8,8 g, azért az 1 dm² = 100 cm² felületre 1 mm = 0,1 cm vastagságú réteg lecsapódásához szükséges ampère-órák száma

$$A \times \delta = \frac{100 \times 0.1 \times 8.8 \times 26.8 \times 2}{63.6} = 74.1.$$

Vagyis mivel pl. a galvanoplasztikánál, amint majd látni fogjuk, négyzetdeciméterenként csak egy ampère erősségű áramot szabad használnunk, azért az ily erősségű áramnak 74.1 óra hosszáig kell hatni, hogy 1 mm vastag réteg keletkezzék.

Ha bizonyos áramerősség mellett bizonyos idő alatt lecsapódott réteg vastagságát keressük, akkor a fentebbi képletből

$$v = \frac{A \times \delta \times a}{f \times s \times 26.8 \times e}.$$

Így például 0.3 ampère erősségű áram alkalmazása mellett 100 cm² felületre egy óra alatt kiváló ezüst-réteg vastagsága, mivel az ezüst atomsúlya $a = 107.9$, értékessége $e = 1$, fajsúlya $s = 10.5$,

$$v = \frac{0.3 \times 1 \times 107.9}{100 \times 10.5 \times 26.8 \times 1} = 0.00115 \text{ cm} = 0.0115 \text{ mm}.$$

Pontos mérésekből kitűnt, hogy a gyakorlatban ugyan ilyen feltételek mellett lecsapódó ezüstréteg csak 0.0114 mm vastag, vagyis az előbbi értéknél annak 1%-ával kisebb. Azt kell tehát feltennünk, hogy az elektromos áramnak csak 99%-a fordítódott az ezüst kiválasztására, míg 1%-a más kémiai változásokat hozott létre, tehát célunkat tekintve, elveszett.

3. Az elektrokémiai műveleteknél használt elektromos áramforrások.

A galvanoplasztikához s a galvanosztégiához elektromos áramra van szükségünk. Csak nagyon kivételes esetben nyerhetjük ezt a szükséges elektromos áramot magából a galvanoplasztikai, illetőleg galva-

nosztégiai berendezésből, a legtöbb esetben valamely külső áramforrást kell használnunk.

1. Nyerhetjük az elektromos áramot a világítási vezetékből is, ha az *egyenáramot* szolgáltató. Mivel azonban ez a világítási áram rendszeren 100 vagy még ennél is több volt feszültségű, s mivel továbbá, amint majd látni fogjuk, az elektrokémiai műveletekhez csak igen kicsiny feszültségű elektromos áramot használhatunk, azért a felesleges feszültséget az ismert módon ellenállások közbeiktatásával meg kell semmisítenünk. De már kevés megfontolás is meggyőz bennünket arról, hogy ez az eljárás mennyire nem gazdaságos. Ha a 100 voltnyi feszültségből pl. csak 6 voltot használunk fel s 94-et ellenállásokban, mint fel nem használt feszültségesést megsemmisítünk, akkor tulajdonképpen a rendelkezésünkre álló s meg is fizetett elektromos energiának csak a 6%-át használtuk fel, míg 94%-a felhasználatlanul elveszett.

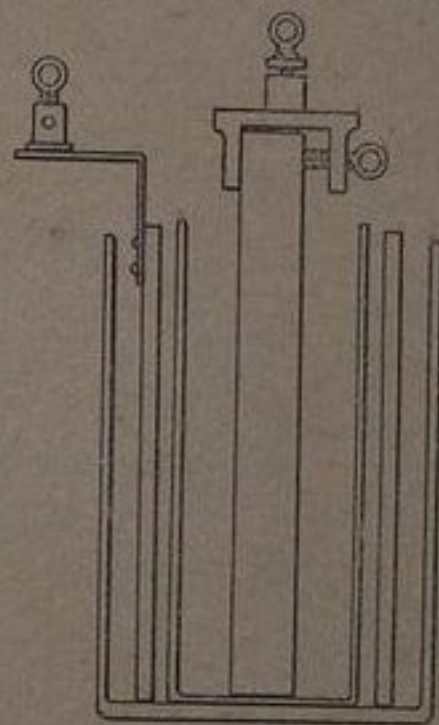
2. Éppen ezért, különösen nagy üzemekben, az elektromos áramot külön e célra készült dinamógépekkel állítják elő, melyeket természetesen a világítási árammal táplált elektromotorokkal hoznak mozgásba. Ebben az esetben a felhasznált világítási áramnak nem kell okvetlenül egyenáramnak lennie, mert csak a megfelelő elektromótort kell alkalmazni. Az ilyen dinamók feszültsége rendszeren nagyon kicsiny; csak oly nagy, amekkorá az illető munkálatok elvégzéséhez szükséges. Ha pl. csak galvanoplasztikai munkák elvégzéséhez használjuk fel az áramot, akkor a dinamó feszültsége mindössze 2 volt. Az energiának egy része természetesen itt is elvész, mikor a nagyobb feszültségű elektromos áramot a motor és dinamó segítségével alacsony feszültségű elektromos árammá alakítjuk át, de ez a veszteség nem olyan nagy, mint az előbbi esetben, amikor az elektromos áram legnagyobb részét meg kellett semmisítenünk, hogy a

megfelelő feszültségű elektromos áramot kapjuk. Ily alacsony feszültségű dinamók alkalmazása mellett sem lesz a lehető leggazdaságosabb az üzem, ha ugyanazon dinamót kell felhasználnunk a galvanoplasztikai és galvanosztégiai munkákra. Mert míg pl. a nikkelezésnél körülbelül 4 volt feszültségű áramra van szükségünk s így a dinamó feszültségét is ekkorának kell választanunk, addig a galvanoplasztikánál ezen áramfeszültség harmadrészére van legfeljebb szükségünk, itt tehát a feszültség kétharmadrészét s így az energiának is a kétharmadrészét ismét meg kell semmisítenünk. Néha úgy is szoktak segíteni a bajon, hogy több, a jelen esetben három galvanoplasztikai készüléket kapcsolnak egymásután, hogy így a dinamógép nagyobb feszültségét jobban kihasználhassák. Ezt az eljárást azonban csak akkor lehet követni, ha mind a három elektrolitbe körülbelül egyenlő felületű tárgyat függeszthetünk be, hogy a három elektrolit ellenállása legalább megközelítőleg egyenlő legyen, s így azok mindegyikére tényleg az egész feszültségese egyharmad része essék.

3. Olyan kicsi üzemeknél, mint a milyennel mi akarunk dolgozni, jó szolgálatot tesznek az elektromos elemek is*, amelyekkel előállított elektromos áram ugyan nem a legolcsóbb, de viszont ezzel szemben az egész berendezés nem kerül nagyon sokba. A ma ismert számtalan fajtájú elektromos elem közül természetesen csak olyanok jöhetnek számításba, amelyek bizonyos ideig állandó feszültségű áramot szolgáltatnak. Ilyen célokra a leggyakrabban használt elem a *Bunsen*-féle, amelyet a következőképen állíthatunk össze. Üvegedénybe 1:10 arányban hígított kénsavat öntünk s ebbe helyezzük el a hen-

* Lásd Grész Leó: „A galvánelemek összeállítása” című, 3–5. terjedő számainkat.

gőralakúra meghajlított cinklemez, mely az elem negatív sarkát alkotja. A cinkhenger belsejébe mázatlan agyagedényt állítunk, amelyet tömény salétromsavval öntünk tele s e folyadékba állítjuk a pozitív sarkot szolgáltató szénlemez (1. ábra.) Az így összeállított Bunsen-elemnek feszültsége 1,8 volt, s mivel belső ellenállása igen kicsiny, azért elég erős áramot kaphatunk, vagyis elég nagy felületeknek a bevonására is elégséges. Kár, hogy csak a szabadban tanácsos összeállítani és tartani, mivel a benne fejlődő alsalétromsavas gőzök nemcsak az egészségre ártalmasak rendkívül nagy mértékben, hanem a zárt helyiségben minden fémből levő tárgyat is használhatatlanná tesznek. A legokosabb tehát ezen Bunsen-elemeket a szabadban felállítani s az elektromos áramot vastag vezetők segítségével vezetni be a műhelybe. Az alsalétromsavas gőzök fejlődését úgy is elkerülhetjük, hogy salétromsav helyett az agyaghen-



1. ábra.

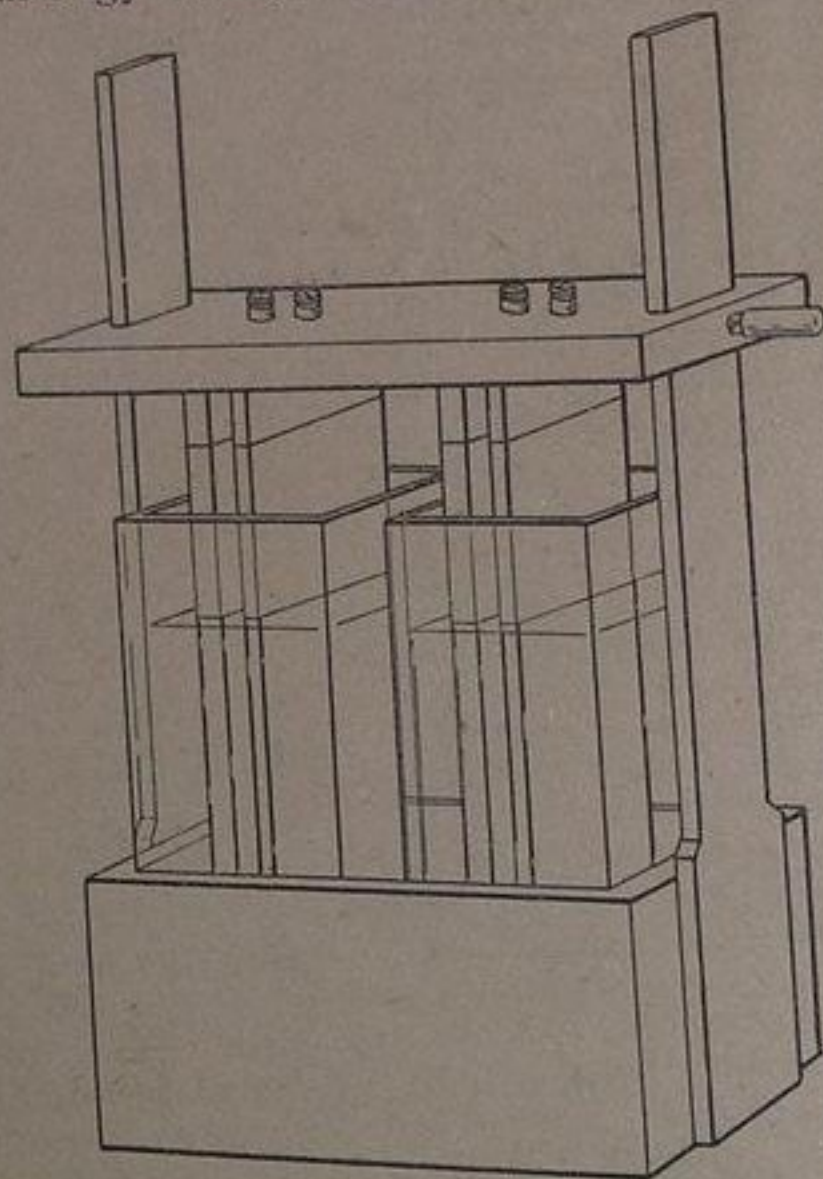
1000 g vízben

150 g krómsavat oldunk fel s az oldathoz

600 g kénsavat öntünk.

Igaz ugyan, hogy az így módon összeállított elem kevesebb ideig ad egyenlő feszültségű áramot, tehát a folyadékokat gyakrabban ki kell benne cserélni, de viszont minden további káros következmény nélkül

állíthatjuk fel abban a zárt helyiségben is, ahol dolgozunk, s így esetleg elég hosszú vezetéket takarít-



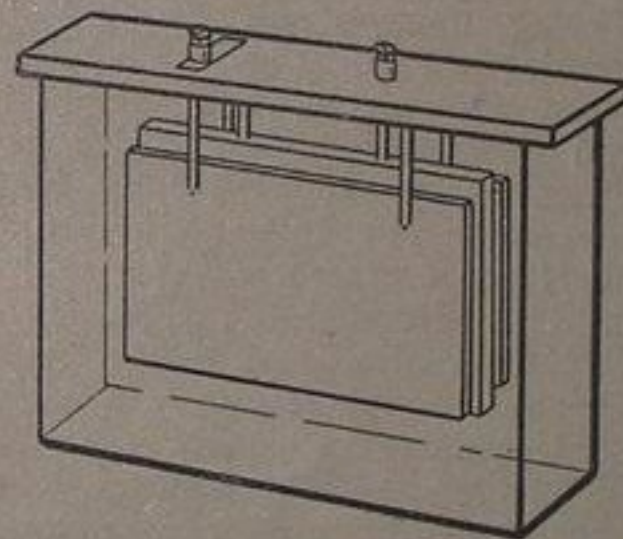
2. ábra.

hatunk meg. Ezeknek az elemeknek cinkhengereit közös emelő szerkezetre is szerelhetjük, amelynek segítségével minden elemben egyszerre lehet

a cinkhengereket tetszésszerű mélységig bemártani. Így az elem belső ellenállását, tehát az áram erősségét is szabályozhatjuk anélkül, hogy e szabályozás által az energiának bármily csekély része is elvesznék (2. ábra).

A Bunsen-elemeknél kívül nagyon alkalmasak még galvanoplasztikai célokra az ú. n. *kupron-elemek* is, amelyeknél az

elem negatív sarka cinklemez, pozitív sarka pedig rézoxidból készült lemez, s mindkét lemez kálilúgba merül (3. ábra). Ez az elem semmiféle ártalmas kigőzölgést sem létesít s így zárt helyiségben is felállítható. Ezen kívül az elemben



3. ábra.

felhasznált cink mennyisége is alig múlja felül az elméletileg megállapított mértéket, tehát igen gazdaságos áramforrás. Egy baja, hogy feszültsége kicsiny, mindössze $0.7-0.8$ volt, tehát a legtöbb esetben csak úgy használható, ha megfelelő számú elemet feszültségre kapcsolunk.

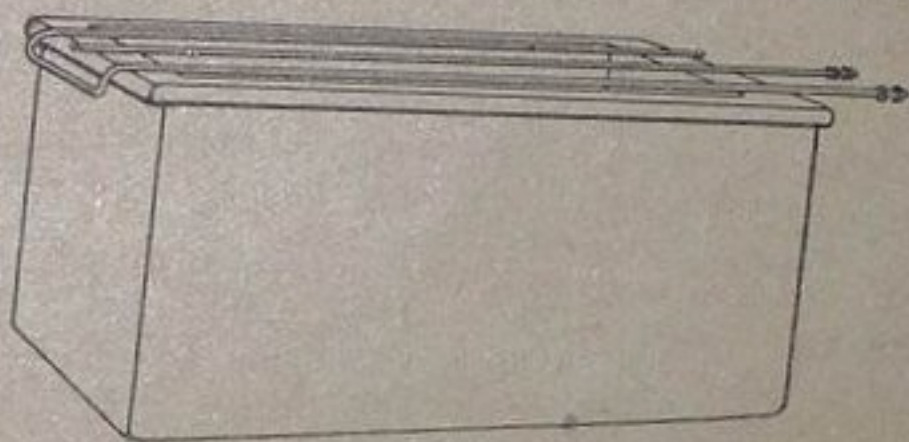
4. Az elektromos áramvezető, az áram szabályozása, mérőeszközök.

Az elektromos áramforrást jóvezetők kötik össze az elektrolitba függesztett elektródokkal. Természetes, hogy ennek a vezetőknek lehetőleg kicsiny ellen-

állásúnak kell lennie, mivel különben az elektrokémiai műveleteknél használt amúgy is kicsiny feszültségű áramból a vezetékre aránylag nagy feszültségesés jutna, amely veszteségszámba menne. Vezető gyanánt itt is, mint majdnem mindenütt az elektrotechnikában, tiszta vörösrézről készült drótokat vagy rudakat alkalmaznak. A különbség mindössze annyi, hogy itt a vezetők keresztmetszetét aránylag nagyobbak veszik, mint pl. a világítási berendezéseknél. Míg ott minden négy ampère-nyi áramra szoktak egy négyzetmilliméter keresztmetszetű vezetőt számítani, addig itt a vezetők keresztmetszetét úgy állapítják meg, hogy annak minden négyzetmilliméterére legfeljebb csak két ampère jusson. Hogy a vezetők ellenállását lehetőleg csökkentjük, de a berendezést a lehető legolcsóbbá is tegyük, az áramforrást az elektrolitot tartalmazó edény, kád közelében állítjuk fel, hogy a vezetők rövidek legyenek. Ugyancsak a kicsiny ellenállás kedvező voltának figyelembevételére miatt kell ügyelnünk arra is, hogy mindenütt, ahol a vezetők egymással érintkeznek, az érintkező felület lehetőleg nagy és tiszta fémes legyen.

Az elektródokat gyakran ki kell emelni az elektrolitból, a katódot főleg azért, hogy az elektrolízis folyamata közben a lecsapódás minőségét megvizsgálhassuk. Ennek kényelmes véghezvitele céljából az elektrolitot tartalmazó kádon egy-egy 8–10 mm átmérőjű vörösréz rúdat fektetünk keresztül, amelyek egyike az áramforrás pozitív, másika az áramforrás negatív sarkával van összeköttetésben. E rúdakra függesztjük azután az elektródokat rézszalagok vagy rézdrótok segítségével. E drótokat, amelyek a rézrúdakra csak rá vannak csavarva, könnyen eltávolíthatjuk s így az elektródokat az elektrolitból egyenként is könnyen kiemelhetjük. E berendezésnek na-

gyon jó tulajdonsága az is, hogy a rúdakat a kád szélén egymáshoz közelebb vagy távolabb helyezhetjük s ezáltal az elektródoknak egymástól való távolságát a szükséghez képest szabályozhatjuk. Ha a katódot alkotó tárgy mindkét felén szükséges lecsapódást létrehozni, amint a galvanosztégiánál a legtöbb esetben, akkor az illető tárgy mindkét felére kell anódokat helyezni. Ebben az esetben tehát az anódok befüggesztésére két, egymással összekötte-



4. ábra.

tésben levő rúdra van szükségünk. Legjobb ekkor az anódok befüggesztésére U alakú rudat használni, amint pl. ez a 4. ábránkon látható.

Talán említünk sem kell, hogy ilyen berendezés mellett a kád szélének szigetelő anyagból kell lennie. Sőt arra is kell jól ügyelnünk, hogy az elektródoknak az elektrolitból való kiemelése alkalmával az esetleg lecsöpögő folyadék be ne nedvesítse a kádnak a szélét, mivel ebben az esetben az elektromos áram egy része erre venné az útját s az ezen részben rejlő energia-mennyiség természetesen elvesznék számunkra.

Ne sajnáljuk a fáradságot s készülékünk össze-

állításánál számítsuk ki, mily vastagságúnak kell lennie azon vezetőknek, amely az elektromos áramforrást a kádra fektetett s az anód, illetőleg a katód felfüggesztésére szánt rézrudakkal összeköti. E számításoknál akkora felületet veszünk alapul, amekkorát a kádban a bevonás céljaira el lehet helyezni, továbbá azon előbbi megállapításunkat, hogy minden két ampère-nyi áramerősségre a vezetónél egy négyzetmilliméter keresztmetszetnek kell jutnia. Így pl. ha nikkelezésről van szó, s a kádban elhelyezhető tárgyak együttes felülete pl. 20 négyzetdeciméter, akkor, mivel a nikkelezésnél négyzetdeciméterenkint 0,5 ampère-nyi áramot használunk, a legteljesebb kihasználásnál 10 ampère-nyi áramra van szükségünk. A vezető keresztmetszetének tehát legalább is 5 négyzetmilliméternek kell lennie.

Ez a keresztmetszet természetesen az áramvezető minden részén betartandó. Hiba volna tehát, ha az anódokat vékony drótok segítségével függesztenők be az elektrolitba. Még ha ezek a drótok elég vastagok is, akkor sem alkalmasak erre a célra, mivel a kör-keresztmetszetű drót a befüggesztésre szolgáló rézrudakat csak néhány pontban érinti s az érintkezés felülete a legtöbb esetben nem elég nagy a szükséges áramerősséghez képest. Mivel az érintkezésnél a vezető ellenállása amúgy is nagyobb, legalább két négyzetmilliméternyi érintkező felületet kell minden ampère-nyi áramerősségre számításba vennünk. Éppen ezért az anódokat semmi esetre se függesztjük be drótok segítségével az elektrolitba, hanem erre a célra mindig megfelelő szélességű s az anódokkal azonos fémből készült szalagokat használjunk. A fém szalagokat szintén ugyanolyan fémből készült szegekkel erősítjük az anódhoz. A katódokat már vékony drótok segítségével függeszthetjük be az elektrolitba, mivel ezen drótok mindegyike az egész áramerős-

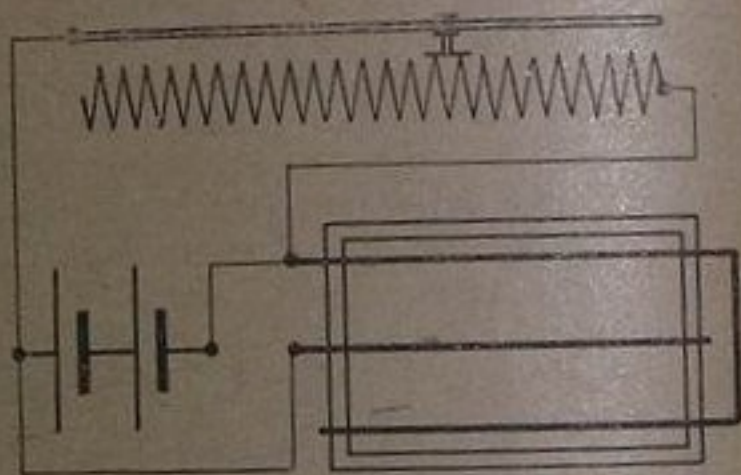
ségnek csak egy részét veszi fel. E drótokat azonban a kádra fektetett rúdon legalább 4—5-ször körül kell csavarnunk, hogy az érintkező felület lehetőleg nagy legyen.

Az elektródoknak az elektrolitba való függesztése előtt a kádon keresztülfektetett rudakat csiszoló vászon segítségével meg kell jól tisztítani, éppen így a felfüggesztő szalagokat s drótokat is, hogy az érintkezésnél tiszta fémek kerüljenek egymásra, mert különben nagy lenne az ellenállás.

Nem mindegy az, hogy az elektroliten milyen feszültségű s milyen erősségű áram megy keresztül. Az áramforrást ugyan úgy is megválaszthatjuk, hogy a szükséges feszültséget az áramforrás feszültsége legalább megközelítse, de ha az előírt feszültséget pontosabban akarjuk betartani, akkor gondoskodnunk kell olyan berendezésekről, amelyek segítségével az elektromos áram feszültségét s az áram erősségét szabályozni lehet. Ez az egész berendezés tulajdonképpen egy darab vezető, amelynek hosszúságát, tehát ellenállását változtathatjuk. Közös névvel *ellenállásnak*, *reosztátnak* szokás nevezni. Ha ily ellenállás segítségével az elektromos áram *feszültségét* akarjuk szabályozni, akkor az ellenállást és az elektrolitot egymásután kapcsoljuk az áramkörbe, s így a feszültségesés egy része az ellenállásra, másik része pedig az elektrolitra esik. Minél nagyobb ellenállást iktatunk be a szabályozható ellenállásból, annál kisebb lesz a feszültségesés az elektrolitba merülő elektródok között. Ha csak az *áramerősséget* akarjuk szabályozhatóvá tenni, anélkül, hogy a feszültségesés megváltoznék, akkor úgy járunk el célszerűen, hogy az elektrolitot és az ellenállást egymásmellé, párhuzamosan kapcsoljuk. Ekkor ugyanis az áram erőssége megszlik a két úton, s minél kevesebb ellenállást kapcsolunk be, annál nagyobb lesz ebben az ágba az elektromos

áram erőssége, tehát annál kisebb lesz az áramerősség az elektrolitban. (5. ábra.)

Az ellenállásoknak többféle alakjuk lehet. A leg-egyszerűbbek közé tartoznak azok, amelyeknél egy keretre párhuzamosan olyan vezetődarabok vannak erősítve, amelyek láncolatosan egymásután vannak összekapcsolva, s amelyekből egy körben elhelyezett fémgombokon csúszó, érintkezőrúgó segítségével több vagy kevesebb darabot iktathatunk az áramkörbe. Az ilyen ellenállásnál az áramkör ellenállását oly

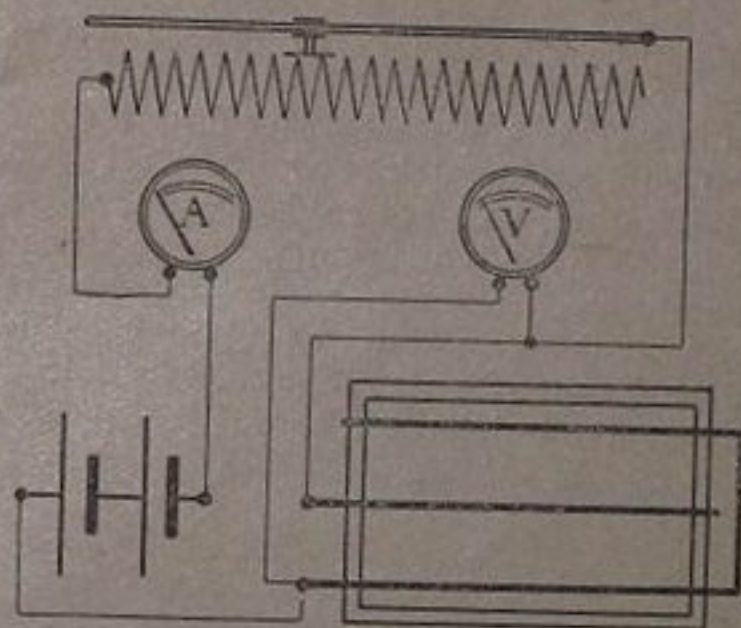


5. ábra.

fokozatokban változtathatjuk, amilyen nagy az egyes egymásután kapcsolt vezetődarabok ellenállása. Ennél jóval finomabb szabályozást enged meg az olyan ellenállás, melynél a vezetődrót szigetelő anyagból készült hengerre van csavarva s e spirálisan csavarodó menetekből alkalmas csúszó-kontaktus segítségével tetszésszerűen számú menetet kapcsolhatunk az áramkörbe. Itt az áramkör ellenállása oly mértékben változtatható, amekkora egy csavarmenet ellenállása.

A tökéletes berendezéshez természetesen olyan műszerek is tartoznak, amelyek segítségével az áram

feszültségét és erősségét minden időben meg lehet állapítani. Ezek a voltméter és az ampèreméter. Az *ampèremétert*, mely az áram erősségét mutatja, úgy kell az áramkörbe kapcsolnunk, hogy az egész meg-mérendő áram keresztülmenjen rajta, tehát sorozatosan az elektrolittel. A *voltméter* viszont az áram feszültségét méri, ezen tehát nem szükséges az egész



6. ábra.

áramnak keresztül mennie, de nem is mehetne át rajta, mivel a voltméternek igen nagy az ellenállása. A voltméter számára tehát egy külön vezetéket ágaztatunk le az áramkör azon pontjairól, amelyeknek feszültségkülönbségét mérni akarjuk, rendesen tehát a két elektródról. Az ampèremérőt, a voltmétert, az ellenállást s a kikapcsolót rendesen egy közös táblára szokták szerelni, amelynek *kapcsolótábla* a neve, s így minden készülék könnyen áttekinthető módon elrendezve van a munkás kezelőgyében. A készülékek

és a vezetékek kapcsolási módját világosan szemlélteti a 6. ábránk.

Ha szerény igényűek vagyunk, akkor berendezésünkönél nemcsak a volt- és ampèremérték, de még az ellenállást is megtakaríthatjuk. Olyan kicsiny üzemeknél, mint amilyenekkel nekünk van szándékunkban dolgozni, az áramforrást ugyanis elemek alkotják, amelyeknek feszültsége ismeretes, s amelyeknek áramerősségét könnyen szabályozhatjuk részint úgy, hogy az elemek cinklemezét különböző mélyen bocsátjuk az elem folyadékába, részint pedig úgy, hogy az elektrolitbe merülő elektródoknak egymástól való távolságát változtatjuk. Az áramerősség durva szabályozása ugyanis önműködően történik, hiszen, ha nagyobb a bevonandó tárgy felülete, tehát nagyobb áramerősségre van szükség, akkor az elektrolit ellenállása ugyanis kisebb, mivel a nagyobb elektródok nagyobb keresztmetszetet is jelentenek.

I.

Galvanoplasztika.

Ha a lecsapódott réteg vastagságának kiszámításánál az alkalmazható elektromos áramerősséget is figyelembe vesszük, azt találjuk, hogy az összes fémek közül, amelyek valamilyen elektrolitból az elektromos áram kémiai hatása alapján kiválhatnak, a vörösréz kiválása igényel legkevesebb időt. Mivel pedig galvanoplasztikai másolatok készítésénél az a célunk, hogy tekintélyes vastagságú réteget állíthassunk elő, hiszen csak bizonyos vastagság mellett lesz a másolatnak olyan szilárdsága, hogy a mintáról lehúзва valamilyen célra használható, azért a *galvanoplasztikai*

másolatok céljaira rendszeren a vörösrézet szokták használni, hiszen még ebből a fémről is elég sok időbe kerül, míg a megfelelő vastagságú réteg lecsapódik. Neha ugyan előfordul, hogy apróbb tárgyakat aranyból vagy ezüstből is előállítanak, sőt bizonyos elszigetelten álló célokra vasból is készítettek már galvanoplasztikai másolatokat, de ezek oly ritka esetek, s a magunk elé tűzött céltól annyira eltérő célt igyekeznek elérni, hogy a következőkben, mikor galvanoplasztikai munkálatokról beszélünk, mindig csak a vörösrézből készült galvanoplasztikai másolatok készítését értjük rajtuk.

1. A negatív formák elkészítése.

Ha valamely tárgyra a galvanoplasztikában használt elektrolit féme az elektromos áram hatása alatt lecsapódik, akkor annak minden részletét a legtökéletesebb pontossággal betölti. Ha a tárgyról a lecsapódott összefüggő fémréteget leemeljük, akkor e lemezen természetesen ott találunk bemélyedést, ahol a tárgyon kiemelkedés volt és viszont. Az ilyen másolatot az eredeti *negatív másának*, vagy röviden *negatívjának* szokás nevezni. Ha valamilyen domborművet a maga valóságában akarunk tehát lemásolni, akkor először ilyen negatív másolatot kell készítenünk, hogy azután ezt függesztve a galvanoplasztikai fürdőbe katódként, az ezen készült másolat az eredetivel mindenben teljesen megegyező legyen.

Az ilyen negatív formákat azonban a gyakorlati életben nem galvanoplasztikai úton állítják elő, hanem rendszeren csak valamilyen viaszszerű anyagot használnak, melyet megolvasztott állapotban öntenek a lemásolandó domborműre. Ez a viaszszerű anyag lehet például a kereskedésekben készen kapható

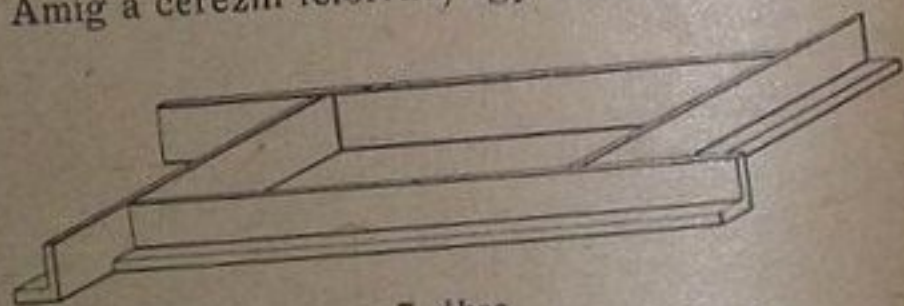
cerezin. De magunk is állíthatunk elő erre a célra alkalmas anyagot a következőképen:

- 400 rész méhviaszt,
- 300 „ ozokeritet,
- 100 „ paraffint és
- 60 „ velenceiterpentint összeolvasztunk
- 150 „ finom, megszárt grafitot keverünk

e megolvasztott tömeghez. Ha meleg, nyári hónapokban dolgozunk, akkor helyesen cselekszünk, ha a viaszból csak 300, az ozokeritből pedig 400 részt veszünk, hogy a nyert tömeg keményebb legyen. Mivel azonban a cerezin céljainknak minden tekintetben tökéletesen megfelel, az ilyen anyag elkészítésével csak akkor vesződünk, ha cerezint valami ok miatt nem tudunk beszerezni.

A cerezin megolvasztására legjobb kiöntővel ellátott zománcozott vasedényt használni.

Amíg a cerezin felolvad, egy sima kölapon, amely-



7. ábra.

nek a felületét beolajoztuk, szintén megolajozott szögletvasak segítségével olyan keretet állítunk elő, amely körülszögletű mintegy 2 cm-rel nagyobb, mint a lemásolandó tárgy (7. ábra). A lemásolandó tárgyat is bekenjük finom táblaolajjal, de ügyelünk arra, hogy az olaj csak nagyon vékony réteget alkosson a tárgy felületén. A negatív formának elkészítése során ez a legnehezebb művelet, mert ha az olajréteg vastagabb a kellénél, akkor a meleg hatása alatt, mikor a fel-

olvadt cerezint a keretbe öntjük, az olaj cseppekké fut össze, s e cseppek miatt apró lyukacsok képződnek a negatív minta felületén. Ha pedig túlságosan takarékosan bántunk az olajjal, akkor egyes helyeken nem válik el a kihűlt cerezin a lemásolandó domborműtől. Bár minden esetben csak a gyakorlat fogja megszerezni ebben az eljárásban a kellő biztonságot, mégis a következőképen juthatunk, a leghamarább kielégítő eredményhez. Finom ecset segítségével olajozzuk be a dombormű egész felületét, különösen ügyelve arra, hogy egyes mélyedések a beolajozástól esetleg mentesek ne maradjanak. Az így beolajozott felületet töröljük végig tiszta vattacsomóval, úgyhogy rajta egy alig észrevehető olajréteg maradjon. Ez a vékony olajréteg elégséges arra, hogy a beöntött s kihűlt cerezin a domborműhöz hozzá ne tapadjon.

A beolajozott tárgyat helyezzük az imént készített keret közepébe s az eközben felolvasztott cerezint öntsük be a keretbe úgy, hogy a minta legjobban kiemelkedő pontja fölött is mintegy 1,5 cm-es réteg keletkezzék. Mivel a megolvasztott viasz vagy cerezin átlátszó, azért az esetleg a mintára tapadó légbuborékokat kicsiny ecset segítségével ekkor még könnyen eltávolíthatjuk.

Rövid idő múlva a cerezin az olvadáspontja alá hűl s megszilárdul. A megszilárdulás legelőször a keret falai közelében fog bekövetkezni, mivel a hideg vaslemez és a kölap hamarabb vonja el a cerezin-tömegtől a meleget, mint a levegő. Megvárjuk, míg a megszilárdult tömeg annyira kihűlt, hogy a kezünkkel megérintve csak langyosnak találjuk. Azután szétszedjük a szögletvasakból alkotott keretet s a cerezin-formát leemeljük a kölapról. Mindenekelőtt az esetleg a minta alá futott cerezint távolítjuk el, azután a még meleg formát kissé meghajlítva először a dombormű széleit, szögleteit emeljük ki a cerezin formából s e

szögletek alá késpengét dugva óvatosan emelgetjük a tárgyat s esetleg a forma meghajlításával segítjük elő a cerezintől való elválasztását. Ha a dombormű jól volt beolajozva, akkor a cerezinről való leemelése nem okoz semmi különös nehézséget. A domborműnek kiemelése után a cerezin-formát ismét a kőlapra helyezzük, hogy eredeti, sík alakját visszanyerje.

Gipszből készült tárgyakról vagy faragványokról is lehet negatív mintát készíteni, de ekkor először a lemásolandó gipsz- vagy fatárgyat forró cerezinbe vagy paraffinba mártjuk, hogy a felület pórusai evvel az anyaggal betömődjenek. Ezután puha kefe segítségével a tárgy egész felületét gondosan bevonjuk finom grafit-porral, amivel elérjük azt, hogy a cerezin nem tapad hozzá a lemásolandó tárgyhöz.

Nem sikerül a negatív formának elkészítése cerezinből, ha a tárgynak túlságosan kiemelkedő s így ún. *alámetszett* részletei vannak. Kissé nyújtható ugyan meleg állapotban a cerezin is, de ilyen nagy mértékben nyújtva rendesen valami hiba esik a negatívra a tárgy kiemelése alkalmával. Ilyen domborművek negatív mintáit *guttaperchából* szoktuk készíteni, úgyhogy a beolajozott tárgyra a meleg vízben átgyúrt guttaperchát kézzel rányomkodjuk. Az ilyen negatív-minta elkészítése igen körülményes s kényes művelet, azért a kezdő jól teszi, ha a cerezinnel való másolat készítésénél marad s csak oly domborművek lemásolását kíséri meg, melyeket cerezinben másolni lehet.

Különösen kicsiny tárgyakról lehet fémből is negatív-mintát készíteni, ha erre a célra olyan ötvözeteket használunk, amelyeknek igen alacsony az olvadási pontjuk.

Az ismeretes *Wood* és *Rose*-féle ötvözeteken kívül a következőképen állíthatunk elő ilyen ötvözetet:

8 rész ólmot,
8 „ bizmutot és
3 „ ónt,

ebben a sorrendben vaskanálban összeolvasztunk, a megolvadt tömeget vékony sugárban hideg kőlapra öntjük s az így keletkezett fémszemecskéket összegyűjtve ismét felolvasztjuk. Ha ezt az eljárást háromszor-négyszer ismételjük, akkor biztosak lehetünk afelől, hogy ötvözetünkben a fémek tökéletesen összekeveredtek. Ha ilyen ötvözetből akarunk negatív mintát készíteni, akkor a lemásolandó tárgy nagyságának megfelelő mennyiségben felolvasztott fém szögletvasakból készített keretbe öntjük s a domborművet a lemásolandó felületével lefelé fordítva csekély magasságból a még folyékony állapotban levő fém-tömegre ejtjük s esetleg egy kissé bele is nyomjuk. Az ilyen ötvözetet nem szabad az olvadás pontján túl, nagyon magas hőfokra felmelegíteni, csak épen annyira, hogy felolvadjon. A hideg tárggyal való érintkezés a tárgy felületén az ilyen épen csak az olvadási hőfokán levő folyékony fém-tömeget hirtelen szilárd halmazállapotba hozza, s így a teljes kihűlés után tökéletes fém-negatívot kaphatunk. Mivel azonban a bizmut eléggé drága, ilyen negatívokat csak kicsiny tárgyakról készíthetünk.

A leírt ötvözetnek olvadáspontja 108°C . Ha a lemásolandó tárgy még ezt a hőmérsékletet sem bírja ki, lehet alacsonyabb hőfokon olvadó ötvözetet is készíteni, csak a bizmut tartalmát kell növelni. Így pl. ha

5 rész ólmot,
8 „ bizmutot és
3 „ ónt

olvasztunk a fentebb leírt módon össze, akkor 80°C -nál olvadó ötvözetet nyerünk. *Wood* ötvénye, amely

2 rész kadmiumból,
8 „ bizmutból,
4 „ ólomból és
2 „ ónból

áll, már $76\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál megolvad de jóval drágább is,
mint az előbbie. A *Rose-féle ötvény*

2 rész bizmutból,
1 „ ólomból és
1 „ ónból

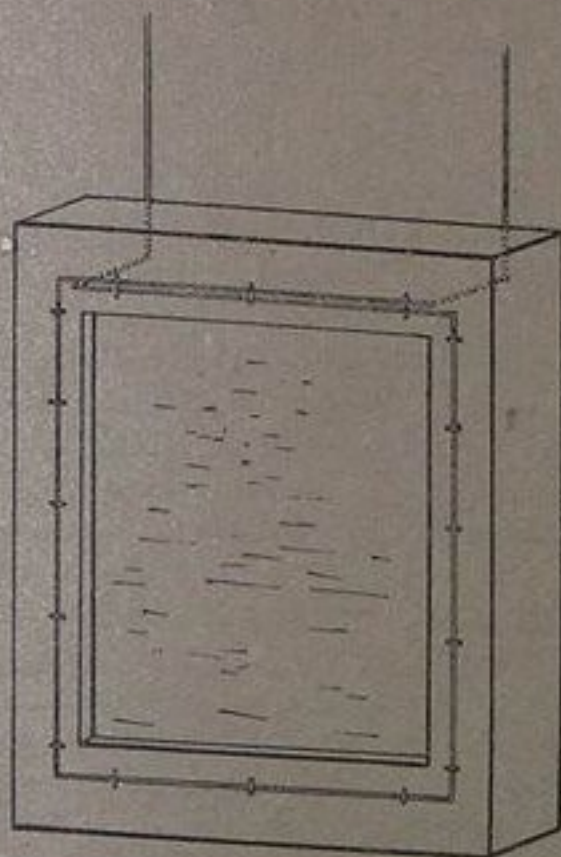
áll, tehát olcsóbb a Wood-félénél, de csak $94\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on
olvad.

2. A negatív formák vezetővé tétele.

Ha a negatív forma fémről készült, akkor ez már
magában véve is jó vezető. Ha azonban viaszból
vagy guttaperchából állítottuk elő, akkor a felületét
az elektrolitba való függesztés előtt jó-vezetővé kell
tennünk, mert különben nem csapódik le rá az elektro-
litból kiváló fém.

A viaszból vagy guttaperchából készült negatív
forma vezetővé tétele a legegyszerűbben úgy történ-
hetik, hogy a felületet *grafittal* vonjuk be. Hogy
azonban az így vezetővé tett felülethez az elektro-
mos áramot hozzá is vezethessük, mindenekelőtt a
lemásolandó tárgy által hagyott bemélyedés szélétől
köröskörül mintegy 15 cm távolságban körülkerítjük
vékony vörösréz dróttal, amelyet ugyanilyen drótból
készített U alakú kampókkal erősítünk a viasztáblá-
hoz (8. ábra). A drótnak az elhelyezése a legalkal-
masabban akkor történhetik, amikor a viasz még
meleg, mert ekkor könnyen lehet a drótot is, a kam-
pókat is a viaszba belenyomni. A kampókat külö-
nösen könnyen szúrhatjuk a viaszba, ha meggyömbített

részüken lapos fogóval fogjuk meg. A körülkerítésre
használt drótszál két végét a viaszlapra átszúrjuk, s
ezeknél az átszúrt végeknél fogva függesztjük majd
fel a negatív mintát az elektrolitot tartalmazó kádon



8. ábra.

átfektetett s az elektromos áram-forrással összekötte-
tésben levő rézrúdra.

A dróttal való bekerítés után következik a minta
felületének ú. n. aranygrafittal való bevonása. A ne-
gativ formát a bevonandó felületével felfelé fordítva
az asztalra helyezzük s a finom grafitport, amelyet
a kereskedésben *aranygrafit* néven árúsítanak, sűrű
szövésű vászonzacskóba téve, ezt a negatív minta

fölött addig rázogatjuk, míg a grafitpor egyenletesen el nem borítja az egész felületet. Ezután puha kefével vagy ecsettel az egész mintát lekeféljük, hogy szép fényes legyen. Ügyeljünk arra, hogy a grafit a bevonandó felület minden részletét beborítsa. Hogy a bevonandó felület a szükségesnél nagyobb ne legyen, s hogy az elektromos áramot s a lecsapódó fémet ne pazaroljuk: a drótkeret külső feléről körskörül lekaparjuk a grafitport.

A grafitpor helyett a negatív formák felületének vezetővé tételére a kereskedésben kapható bronzport is felhasználhatjuk, sőt az így bevont felület még jobb vezető mint a grafitral átvont. Azonban mégis ajánlatosabb a grafitpor használata, mivel bronzporral vezetővé tett mintákon a lecsapódás felülete sohasem lesz olyan síma, mint a grafitral bevont felületen.

Mivel a viasz vagy guttapercha könnyebb az elektrolitnál, ezért, hogy a minták a befüggesztés után a folyadékban függőlegesen álljanak, alsó szélüket meg kell terhelni, pl. vas vagy ólomdarabkával. Ha a gyengén megmelegített ólomdarabot a viaszlap hátsó felületén, közel az alsó széléhez a viaszlapra fektetjük, akkor ennek a melege megolvasztja a viasznak egy részét, úgyhogy a kihülés után jól hozzátapadnak egymáshoz.

A vezetővé tett negatív formákat közvetlenül az elektrolitba való helyezés előtt tiszta alkohollal végig is szokták önteni, hogy a felületen légbuborékok ne képződhessenek. Általában igyekezni kell arra, hogy a bevonandó felület minden pontja vezető összeköttetésben legyen a felület többi részével s így a vezető dróttal is, mivel az ellenkező esetben azokon a részekben, amelyeknél ez a vezető összeköttetés akár légbuborékok odatapadása, akár a hiányos grafitozás következtében nincs meg, a fém nem rakódik le, ha-

nem itt a másolat lyukas marad, s ezeket a lyukakat csak igen nehezen lehet eltüntetni, kijavítani.

A fémből készült negatív-formákat természetesen nem kell vezetővé tenni, csak arra kell törekedni, hogy a lecsapódott réteg tőle elválasztható legyen. Erre a célra a nagyon vékony grafitral bevont olajréteg is megfelel. Gyakran szokták a fém-minta felületét arzénal is bevonni. Ennek az eljárásnak a leírását később a galvanosztégia tárgyalásánál adjuk.

3. Az elektrolit összeállítása.

A negatív mintáknak vezetővé tételével befejeztük azokat a munkákat, amelyeknek a galvanoplasztikai fémlecsapódást meg kell előzniük. Ezután az így elkészített mintákat az elektromos árammal megfelelő módon összekötve már csak az elektrolitba kell helyoznunk, hogy az elektromos áram hatására a fémnek lecsapódása megkezdődjék. Mivel, amint már említettük, a galvanoplasztikánál leginkább a vörösréz lecsapódását szokták felhasználni a másolatok elkészítésére, azért oly elektrolit összeállításával kell foglalkoznunk, amely a vörösréz kiválását teszi lehetővé.

Az elektrolitot befogadó edényt aszerint kell megválasztanunk, hogy mily nagy tárgyakat akarunk készíteni. Az edénynek legalább akkorának kell lennie, hogy a legnagyobb tárgy, amelyet még elkészíteni akarunk, teljesen elmerüljön a folyadékban, sőt jó, ha az edény fenekétől is 5–10 cm távolságban marad. Az edény hosszát megadja az elkészítendő tárgy hosszúsága, az edény szélessége pedig legalább akkora legyen, hogy a mintát az anódtól 15 cm távolságban lehessen felfüggeszteni. Az edény anyagának természetesen olyannak kell lennie, hogy a bele-

öntött savas folyadék maró hatásának ellenálljon. Kisebb tárgyak készítésénél jó szolgálatot tesz tehát a kémiai célokra használni szokott üvegkád, míg nagyobb üzemekben külön e célra készített köedényeket használnak.

Hogy az elektrolitot összeállíthassuk, mindenekelőtt ismernünk kell az edény nagyságát, azaz ürtartalmát literekben. Mivel a következőkben mindenféle elektrolit számára 1000 g, azaz egy liter vízre számítva adjuk meg a többi vegyi anyagok mennyiségét, azért, hogy az elektrolitunkhoz szükséges minden anyag mennyiségét megkaphassuk, csak ezen adatokat kell annyiszor vennünk, ahány liter a kád ürtartalma.

A vörösréz-galvanoplasztika számára a leggyakrabban a következőképen szoktuk az elektrolitot összeállítani:

- 1000 g átszűrt esővízbe
- 30 g kénsavat öntünk s az így nyert folyadékban
- 200 g rézszulfátot oldunk fel.

Először is a megfelelő mennyiségű vizet öntjük a kádba, azután vékony sugárban, esetleg, — ha szükséges, — megszakitásokkal, öntjük hozzá a megfelelő mennyiségű kénsavat, ügyelve nagyon arra, hogy a kénsav hozzáöntésekor fejlődött meleg a folyadékot nagyon fel ne melegítse, mert esetleg az üveg- vagy kőkádk könnyen elreped. A rézszulfátot, vagy amint közönségesen nevezik, rézgálicot, nem lehet egyszerűen a kád fenekére önteni, mivel a rézgálic-oldatnak nagy lévén a fajsúlya, ez is az edény fenekén fog elhelyezkedni, s így a rézgálic kristályok csakhamar telített oldattal lesznek körülvéve, s az oldás folyamata teljesen megakad. Épen ezért a rézgálic-kristályokat erre a célra alkalmas köedény

szűrőkben szokták a folyadék felszínén elhelyezni; ekkor a keletkezett oldat alászáll s a rézgálic-kristályokat mindig olyan folyadék veszi körül, amelyben még kevés van feloldva. Ugyanezt a célt elérhetjük úgy is, hogy a rézgálicot tiszta vászonzacskóba kötve függesztjük be a folyadékba, s hogy időnkint ezt a zacskót megrázogatjuk, mert így elég hamar megy végbe az oldás folyamata.

Az elektrolit készítéséhez használt vegyi szereknek tisztáknak kell lenniök, mert a hozzákeveredett anyagok esetleg nagy mértékben károsan hatnának az elektrolízis folyamatára. Azért legjobb az ilyen anyagokat oly üzletekben vásárolni, ahol ezeket a szereket egyenesen a galvanotechnika számára tartják raktáron. Kénsavat elég könnyen lehet vegytiszta állapotban kapni, de bizonyosaknak kell lennünk, hogy a felhasznált kénsav arzént semmiesetre sem tartalmaz. A rézgálic már csak kivételes esetben kapható teljesen tiszta állapotban. Így pl. a szőlő permetezéséhez használt rézgálic ritkán kapható oly tiszta állapotban, hogy a galvanoplasztika elektrolitjának készítéséhez használható lenne. Leggyakrabban elég nagy mennyiségben tartalmaz arzént, cinket és vasat. Még a diák rendelkezésére álló kicsiny kémiai laboratóriumban is meg lehet vizsgálni a rézgálicot, vajjon tartalmaz e nagyobb mértékben idegen anyagokat, amelyeknek jelenléte miatt használata nem tanácsos. A megvizsgálandó rézgálic-oldaton vezessünk keresztül kénhidrogént, ha ekkor lecsapódás keletkezik, akkor ez az arzén és cink jelenlétére mutat. Készítsünk lehetőleg tömény oldatot a rézgálicból, úgyhogy 50 g vízben 25 g-ot oldjunk fel s öntsünk ehhez 100 g szalmiákszeszt. Szűrjük át e folyadékot szűrőpapirosra, fehér itatáspapirosra, s ha ekkor a szűrőn rozsdavörös lecsapódást látunk, ez annak a jele, hogy a rézgálicban

vas van. Ha csak nagyon kevés vasat tartalmazna a rézgálic, akkor még fel lehet használni.

Az elektrolitot csak akkor lehet használatba venni, ha már teljesen kihűlt.

Mivel az egyszer összeállított elektrolit igen sok ideig használható állapotban marad, ha azt megfelelő módon kezeljük, azért óvjuk is elektrolitunkat, hogy semmiféle idegen anyag bele ne kerüljön. Használaton kívül fedjük be valamivel, hogy a felületére por ne szállhasson.

Anód gyanánt öntött vagy hengerelt, tiszta, ú. n. *elektrolit-vörösrézből* készült lemezeket szoktak használni, amelyek a galvanotechnikai cikkek árusításával foglalkozó üzletekben erre a célra készen vásárolhatók. Az anód nagysága körülbelül akkora legyen, mint az előállítandó másolat felülete. Az anódra 0,5 mm vastag vörösrézlemezről kivágott mintegy 15 mm széles szalagot szegeccselünk, természetesen szintén vörösrézből készült szegeccsel s e rézszalagokat kiálló végükön kissé meghajlítva, *ezeknél fogva függesztjük fel* az anódot arra a rúdra, amely az elektromos áramforrás pozitív sarkával van összekötve. Az anód akkor is az elektrolitban maradhat, ha nem dolgozunk vele.

4. A galvanoplasztikai másolat.

A negatív mintát a rajta megerősített vörösréz-drót vagy keskeny szalag segítségével függesztjük fel arra a rúdra, amelyik az elektromos áramforrás negatív sarkával van összekötve. A drótszalakat csavarjuk néhányszor körül a rúdon, hogy a drót és a rúd között az érintkező felület minél nagyobb legyen. Egyébként ugyanezért szoktak erre a célra drót helyett vékony vörösrézlemezről kivágott, keskeny szalagot is használni.

Hogy a rúdnak s a függesztésre használt drótnak vagy szalagnak teljesen tisztának kell lennie, vagyis hogy a függesztés előtt mindkettőt csiszoló vászonnal jól le kell dörzsölnünk, ezt talán említenünk is fölösleges.

A befüggesztés után figyeljük meg a negatív mintát, nem tapadt-e valahol rá levegőbuborék, amelyet egy kis ecset segítségével azonnal el kell távolítanunk. Néhány perc múlva a rúddal együtt felemelhetjük a negatív mintát, hogy megláthassuk, vajjon egyenletesen fődte-e már be a csapadék a minta egész felületét. A hiányos grafitozás következtében előálló hibák ekkor már jelentkeznek. Ha a teljes fődés még negyedóra múlva sem történik meg, akkor a mintát ki kell emelni az elektrolitból, tiszta vízzel le kell öblíteni, megszáritani s újra gondosan grafitozni.

Amíg a lecsapódás tart, addig se szünjék meg figyelmes gondoskodásunk a készülék körül. Rövid időközökben keverjük meg az elektrolitot, mert az elektrolízis következtében különböző sűrűségű rétegek keletkeznek a folyadékban, amelyek egymással nem keverednek. Mivel pedig a különböző sűrűségű rétegekből különböző mennyiségű réz válik ki, másolatunk, ha e rétegek keveréséről nem gondoskodunk, nem lesz egyenletes felületű. Nagy üzemeknél mechanikai készülékek tartják állandóan mozgásban az elektrolitot s ezek szüntetik illetőleg akadályozzák meg a különböző sűrűségű rétegek keletkezését.

A rézszulfát-oldat elektrolíziséhez csekély feszültségű elektromos áramra van szükségünk. Ha a negatív minta s a rézanód egymástól 15 cm-nyi távolságban állanak, — ily nagy távolságot kell vennünk azért, hogy a dombormű különbözőképpen kiemelkedő részei egyenletesen vonódjanak be, — akkor legfeljebb 1,4 volt feszültségű legyen az áram. Termé-

szetesen a feszültségesést az elektródokon kell mérni. Mivel a vezetődrótokra is jut feszültségesés s az érintkezésnél is van feszültségvesztés, azért egy Bunsen-elem feszültsége rendszeren teljesen megfelel ilyen céloknak. Alacsonyabb feszültségnél a lecsapódás finomabb lesz, s épen ezért kezdetben az ezen előirt feszültségnél kisebb feszültséggel dolgozunk, hogy a másolat felülete, lehetőleg apró szemcsészerű legyen. Mikor a negatív minta már az egész felületén be van rézzel vonva, akkor térünk át nagyobb feszültségre. Az elektromos áram feszültségét rendszeren közbeiktatott ellenállással szokták szabályozni, de lehet oly módon is, hogy kezdetben az elektródokat távolabb helyezzük el egymástól, mert ekkor hosszabb utat kell az áramnak az elektrolitban megtennie, s a meglevő feszültségesés hosszabb útra jut.

Az áram erőssége annyi ampère legyen, ahány négyzetdeciméter a bevonandó minta felülete. Ha van volt-, illetőleg ampèremérőnk, akkor nagyon könnyű mindig ellenőrizni, vajjon ezek a mennyiségek megfelelnek-e az előírásnak s esetleges változtatással még mindig elejét lehet venni a bajnak. Ha azonban ily mérőeszközökkel nem rendelkezünk, akkor csak a gyakorlat hozhatja meg azt a biztonságot, amely hibátlan másolatok készítéséhez szükséges.

Ha az anód kisebb volt, mint a mekkorának lennie kellett volna, akkor az elektrolitból lecsapódott vörösréz nem tudja az anódról levált vörösréz teljesen pótolni, s így az elektrolitban mindig kevesebb lesz a fém, ellenben mindig szaporodik annak savtartalma. Ennek pedig az a következménye, hogy a lecsapódás színe sötétvörösbe megy át. Ekkor nagyon kemény a réz s ennek következtében törékeny. Ha az elektrolit kellő összetételű, s az elektromos áram is a megfelelő erősségű, akkor a lecsapódás színe

inkább a rózsaszín felé hajlik, s ekkor biztosak lehetünk arról, hogy a lecsapódott vörösréz olyan puha, hogy ollóval is könnyen vágható.

Bizonyos idő múlva, amely a már említett módon könnyen kiszámítható, a lecsapódás eléri a 0.5 mm vastagságot. Ily vastagságban rendszeren már használható a másolat, hiszen a legtöbb esetben ugyanis keretbe helyezendő domborműről van szó. Ekkor tehát kiemeljük az elektrolitból, tiszta vízzel leöblítjük s leválasztjuk a negatív mintáról. Ha a leválasztásnál nagyon óvatosan járunk el, akkor esetleg sikerül ez anélkül, hogy a minta megsérülne, s így a mintát másodszor is felhasználhatjuk. Az elkészült másolat most természetesen köröskörül mintegy 1.5 cm-rel nagyobb az eredetinel, ezt a nem hozzá tartozó szél egyszerűen le kell vágni.

5. Galvanoplasztikai másolat készítése külső áramforrás nélkül.

Külső áramforrás nélkül is lehet galvanoplasztikai másolatokat készíteni, amint ezt már 1839-ben *Jacobi* is bemutatta. De a másolat készítésének ez a módja ma már teljesen elavult, bár egy kis türelemmel ilyen módon is egészen kielégítő másolatokat kaphatunk. Az egész berendezés *de la Rive*-nek azon megfigyelésére támaszkodik, hogy a Dániell-elemben a rézgálic-oldatból fémes réz rakódik le az elem rézsarkára. Az ezen alapuló galvanoplasztikai berendezés tehát alapjában Dániell-féle elemhez hasonlít.

Az elektrolit befogadására szolgáló edényt töltjük meg az elektrolittal, melyet úgy készítünk, hogy

1000 g vízben

200 g rézsulfátot oldunk fel s ehhez

15 g kénsavat öntünk.

Az így elkészített elektrolitba ugyanolyan mázatlan anyagedényeket állítunk, mint amilyeneket a Dániell- vagy Bunsen-elemeknél szoktak használni. Ezeket az anyagedényeket hígított kénsavval töltjük meg, melyet úgy készítünk, hogy

1000 g vízbe

50 g kénsavat öntünk vékony sugárban s a folyadékot csak a teljes kihűlés után használjuk fel. Az anyagedényekbe öntött hígított kénsavba cinklemezeket állítunk. A már ismert módon elkészített negatív formákat a rézgálicoldatban függesztjük fel, esetleg az anyagedényekre fektetett rövid rézrudakon s vezetőleg összekötjük a hígított kénsavba merülő cinklemezekkel. Ekkor természetesen elektromos áram indul meg s a réz itt is épen úgy rakódik le a negatív formákra, mint a Dániell-elemben a rézlapra.

Mivel az ily összeállítású berendezésben nincsen réz-anód, amelyről leváló réz az elektrolitból lecsapódott rézet pótolná, ezért természetesen az elektrolit mindig kevesebb rézet fog tartalmazni. Hogy ezt a lehetőség határain belül megakadályozzuk, az elektrolitba lyukacsos köedényeket függesztünk s ezeket rézgálickristályokkal rakjuk tele. E kristályok feloldása egy ideig pótolja a lecsapódott rézet, de idővel az elektrolitban mindig több kénsav keletkezik, amely ismét árt a lecsapódás minőségének. Egy ideig még ezt is ki lehet küszöbölni, ha az elektrolithoz megfelelő mennyiségű rézoxidult teszünk. Végre is az anyagedényekből átszivárgó cinkszulfát mindig szaporodó mennyisége eléri azt a határt, amelynél a berendezés működése teljesen megszűnik. Ekkor már nincsen más mentség, mint az egész elektrolitnak megújítása.

Azt az energiát, amely a réz lecsapódását létrehozza, a cinknek a kénsavban való feloldása szolgáltatja. 1-3 kg cinknek cinkszulfáttá való átalakulása

szolgáltató annyi energiát, amennyi 1 kg réznek a lecsapódásához szükséges.

A galvanoplasztikai másolatok készítésének ez a módja túlságosan lassú művelet s épen ezért a gyakorlatban ma már legtöbbszörre külső áramforrást használnak a galvanoplasztikához.

6. A galvanoplasztikai másolat megmunkálása.

Ha a galvanoplasztikai másolat elérte a kívánt vastagságot, vagyis ha a lecsapódott réz mindenütt olyan vastagságban borítja már a negatív formát, amilyen szükséges ahhoz, hogy a tárgy a használatban alakját megtartsa, akkor kiemeljük az elektrolitból s vízzel gondosan leöblítjük, hogy a savas folyadéktól megszabadítsuk. A lecsapódott rézréteg könnyen leemelhető a negatív formáról, már csak azért is, mivel a lecsapódás a széleken rendesen jóval vastagabb. Csak a nagyon kidomborodó tárgyaknál kell vigyázni, mivel a mélyedésekben, az anódtól való nagyobb távolság miatt, kevesebb réz rakódik le, s az itt esetleg túlságosan vékony réteg a leemeléskor elszakadhat.

Ha valamely domborművű kép olyan lemásolásáról van szó, amely másolatot elkészítése után keretbe helyezve a falra függesztünk, tehát a tárgy tulajdonképpen külső hatásoknak nincsen kitéve, akkor vékonyabb réteggel is megelégedhetünk. Ha azonban a másolatnak a következő munkálatok miatt kellő szilárdságot kell adnunk, akkor a másolat hátlapját, különösen a mélyedésekben, ónnal vastagon bevonjuk. Az ónozás úgy történhetik, hogy a másolatot hátsó lapjával felfelé fordítva, borszeszlámpa fölött megmelegítjük, forrasztóvízzel a megfelelő helyeken, esetleg az egész terjedelmében megnedvesítjük s ón-

darabkákat helyezünk rá. Ha a melegítés a kellő hőfokot elérte, az ón megolvad s a forrasztó víz hatása alatt a felületet beborítja. A forrasztó víz úgy készül, hogy sósavba addig rakunk cinkdarabkákat, míg azok benne felolvadnak, vagyis telített cinkklóriddoldatot állítunk elő, amelyet azután vízzel egy kissé felhígítunk. Különösen könnyen megy az ónozás, ha a felületet valamely kész forrasztó anyaggal vonjuk be. Ez rendszeren pép alakban kapható s könnyen borítható be vele a beónozendó tárgy felülete. E bevonás után már csak a kellő hőfokra való hevítés szükséges. Apró óndarabkák hozzáadásával elérhetjük azt is, hogy az ónréteg egyes helyeken vastagabb legyen. Ilyen forrasztóanyag pl. a „*Tinol*” néven forgalomban levő forrasztópép. A nagyon kidomborodó részeknek pl. a fejeknek hátsó üregeit különösen vastagon kell ónnal betöltenünk, nehogy az esetleges külső nyomásra behorpadjanak.

Ha arra is tekintettel akarunk lenni, hogy a másolat hátlapja se legyen az ónozás következtében tarka, akkor gondos megtisztogatás után függesszük be a tárgyat — ismét az áramforrás negatív sarkával összekötve — s ekkor az egész felület, tehát az ónozott helyek is bevonódnak vékony rézréteggel.

Ha a másolatot így megerősítettük, akkor mindezekelőtt a kellő alakra kell körülvágni. A körülvágás a legcélszerűbben lombfűrészszel történhetik, természetesen a lombfűrészkeretbe ekkor olyan fűrészlapot helyezünk, amely a fémek vágására alkalmas. A levágott részeket nem dobjuk el, mivel ez a legtisztább réz, tehát a galvanoplasztikánál anód gyanánt különösen felhasználható. Hogy pedig a legkisebb darabkát is könnyen felhasználhassuk, s az egyes darabkákat ne kelljen külön-külön drótra fűzve az elektrolitbe akasztanunk, készítsünk vékony ebonitlapokból lapos dobozt, lyuggasszuk át sűrűn falait s helyez-

zünk ebbe egy, az áramforrás pozitív sarkával összekötött rézlemezt. Az ezen dobozba rakott hulladék-rézdarabok, mivel az áramforrás pozitív sarkával összeköttetésben levő rézlemezzel érintkeznek, az utolsó darabkáig felhasználódnak.

Művészi hatást a vörösréz színével nem igen lehet elérni, ezért az így nyert domborművi másolatokat még színezní szokták vagy úgy, hogy szintén elektrokémiai úton ezüsttel vonják be, vagy pedig különböző kémiai eljárással színes réteget hoznak létre a másolat felületén. A következőkben néhány ily eljárással ismerkedünk meg, amelyeknek segítségével a galvanoplasztikai másolatainknak ebben a tekintetben is művészi külsőt adhatunk.

7. A másolatok színezése.

A vörösréz általában, az elektrokémiai úton nyert ú. n. elektrolit-réz meg különösen alkalmas arra, hogy a felületén kémiai úton különböző színezéseket állíthassunk elő. Mivel a fémek kémiai úton való színezése nem képezheti e füzet tárgyát, azért csakis olyan színezések leírásával foglalkozunk, amelyek a galvanoplasztikai másolatok további megmunkálásánál szóba jöhetnek.

Hogy valamely galvanoplasztikai másolat elkészítésénél hogyan színezzük annak felületét, azt teljesen az egyéni ízlés határozza meg. Mindenesetre kerülnünk kell az olyan eljárást, amelynek eredménye a jó ízlés kívánalmait nem elégíti ki, vagy ellenkezik az illető tárgy alkalmazásának vagy használatának természetével. Így például apró, finom részletekben bővelkedő tárgyat nem lehet vastag patina-réteggel ellátni, sem az olyan tárgyat, amely mindennapi használatra van szánva. Művészi hatást csak akkor kelt-

hetünk, ha oly színezést választunk, amelyről feltehető, hogy idő folytán, a természet hatása következtében keletkezett.

A kémiai úton való színezésnél az illető tárgyaknak teljesen fémes felületűeknek kell lenniök, vagyis felületüket sem pornak, pizsoknak, sem olajnak vagy zsírnak nem szabad borítania. Ezért a színezés előtt a tárgyakat épen olyan tisztogatási és zsírtalanítási eljárásoknak kell alávetni, mintha galvanosztégiai úton akarnánk rajtuk valamilyen fémbevonatot előállítani. Ilyen tisztogatási és zsírtalanítási eljárásokat a galvanosztégiai munkálatok leírásánál találhatunk.

Egyszerű felmelegítéssel is lehet a galvanoplasztikai másolat felületén különböző színeket előállítani épen úgy, mint a finom acéltárgyaknál, amelyeknek igen szép kék vagy sárga színt bizonyára volt már alkalmunk megcsodálni. Ezek a színek úgy jönnek létre, hogy a felmelegített réz a felületén a levegő oxigénjével alacsonyabb hőfokon színes rézoxidullá egyesül, míg magasabb hőfokon barna- vagy feketeszínű rézoxid képződik rajta. Bármennyire érdekes is ezen színes oxidul-, illetőleg oxidrétegek keletkezése, a gyakorlatban eléggé ritkán találunk alkalmazásra.

Igen szép bronzszerű, barna bevonatot kapunk a réztárgyak felületén, ha

1000 g vízben
10 g réznitrátot,
100 g nátriumklorátot és
100 g ammoniumnitrátot oldunk fel s a forró folyadékba a jól megtisztított tárgyakat belemártjuk. Így jutunk a plakettek szép világosbarna színéhez is. Valamivel sötétebb színt ad

1000 g vízben
25 g rézszulfátnak,
25 g nikkel-sulfátnak és

12 g káliumpermanganátnak az oldata, melyet szintén melegen kell alkalmazni.

Ezen folyadékokban olyan oxidálószeresek vannak, amelyek a rézen barnaszínű oxidréteget vagy oxidulréteget alkotnak. Lehet azonban bronzszerű barna bevonatokat *kénvegyületek* segítségével is létrehozni. A legegyszerűbb ilyen folyadékot úgy kapjuk, hogy

1000 g vízben

10 g kénmájat

vagy

1000 g vízben

20 g ammoniumkloridot és

6 g kénmájat oldunk fel.

Mindkét oldatot hidegen is alkalmazhatjuk.

Igen szép barna színt nyerünk, ha a tárgyat puha vörösréz vagy sárgaréz drótkéfével keféljük s kefézés közben olyan folyadékkal nedvesítjük, amelyet

50 g Schlippe-féle sónak

1000 g vízben való feloldásából állítottunk elő.

A japán eredetű bronztárgyakon látható igen szép barna színt a következő folyadékkal nyerjük:

1000 g vízben

20 g rézgálicot,

20 g rézacetátot és

20 g timsót oldunk fel.

Sötétbarna, inkább fekete bevonatot kapunk a galvanoplasztikai másolatunkon, ha

150 g vízben

300 g réznitrátot és

2 g ezüstnitrátot oldunk fel

s ezt a meglehetősen sűrű oldatot ecsettel, vékony rétegben, a tárgy felületére kenjük. Ha ez a réteg megszárad, zöld színű; ekkor óvatosan — esetleg a szénvasaló izzó parazsa fölött — megmelegítjük a tárgyat s az ezáltal fekete színűvé vált felületet erős

kefével dörzsöljük. Az eljárás mindaddig ismételhető, míg a céljainknak megfelelő sötét színt meg nem kaptuk.

A művészi bronztárgyak felületén képződő zöld bevonat, az ún. *patina*, a nedves levegő szénsavtartalmának hatására keletkezik, természetesen igen hosszú idő alatt. Ugyanilyen összetételű malachitöldszíni patinát rövidebb idő alatt is nyerhetünk, ha a természetes patina képződését utánozzuk s elősegítjük. Helyezzük el a tárgyakat olyan helyre, ahol esetleg természetes szénsav képződik, tehát pl. szüretkor oly pincébe, ahol must forr; vagy készítsünk egy ládát s a beléje rakott tárgyak közé helyezett tányéron levő márványkődarabkákat öntsük le hígított sósavval. Időközönként, naponként nedvesítsük meg több ízben a tárgyakat hígított ecetsavval s már egy hét leforgása alatt szép patinaréteget kapunk.

Bár az ún. *patina-utánzatok* színre nézve az igazi patinához nagyon hasonlítanak, mégis más vegyi összetételűek és sohasem oly finom szerkezetűek, mint azok. Igen hű patinautánzatokat kapunk, ha

1000 g vízben

250 g ammóniumkarbonátot és

250 g ammóniumkloridot oldunk fel s e folyadékkal többször bedörzsöljük a tárgyakat. Ha a domborművünket előbb már kénmájjal barnítottuk, akkor e folyadék segítségével előállított patina is sötétebb színű lesz.

A domborműveknek patinával való bevonásánál, valamint fekete színre való színezésénél sohasem az egész felületet hagyjuk ily színűnek. Hiszen a természetben is csak a tárgy mélyedéseiben képződik nagyobb mértékben a patina, s mi is ezt a képződést akarjuk csak utánozni, amikor az ily bevonatokat a domborművű tárgy kiemelkedéseiről ismét eltávolítjuk, ledörzsöljük s csak a mélyedésekben

hagyjuk meg. Különösen a bronzszínű tárgyak mélyedéseiben hagyott sötét színárnyalat emeli ki szépen a dombormű egyes részleteit. Épen ezért különösen alkalmas művészi hatások elérésére.

Szokták a galvanoplasztikai másolatokat galvanosztégiai úton ezüsttel is bevonni, azután ezt az ezüstréteget szürkére vagy feketére színezni s e színezést a kiemelkedő részokről megint eltávolítani, hogy ismét csak a mélyedésekben maradjon meg. Így adják a tárgyaknak az ún. *ó-ezüst* külsőt. Az ilyen eljárásokkal azonban a galvanosztégiánál fogunk majd bővebben megismerkedni, mivel nemcsak az ezüstréteggel való bevonás, hanem az ezüstrétegnek szürkére vagy feketére való színezése is történhetik elektrokémiai úton.

A színezett tárgyak felületét valamilyen lakkal is be szokták vonni, hogy a levegő hatásától megvédjék. A legalkalmasabbak erre az olyan lakkok, amelyek celluloid feloldásából keletkeznek, s amelyeket különböző összeállításokban a legkülönbözőbb célokra, sőt különböző színekben is készen kaphatunk már az ily cikkek eladásával foglalkozó kereskedésekben. Közönségesen *zapon-lakkoknak* hívják ezeket.

II.

Galvanosztégia.

Amíg a galvanoplasztikánál arra törekszünk, hogy az elektrolitba merülő katódon olyan fémbevonatot állítsunk elő, amelyek onnan a maguk egészében leválaszthatók, addig az elektrokémia másik ágának, a *galvanosztégiának* az a feladata, hogy a katódon olyan fémbevonatot állítson elő, amelyek avval szorosan összefüggő réteget alkossanak, hogy így

egyrészt megvédjék az illető tárgyat a levegő hatásától, másrészt szebb, nemesebb külsőt adjanak neki. Hogy a katód fémjével szorosan összefüggő ilyen fémbevonatokat kaphassunk, az illető tárgy felületének mindenekelőtt teljesen tisztának, minden portól, piszoktól, sőt még a láthatatlan zsírrétegtől is mentesnek kell lennie. Ez a követelmény könnyen megmagyarázható, ha meggondoljuk, hogy — s ezt a kísérletek kétségbevonhatatlanul bebizonyították, — a galvanosztégiai bevonásoknál a lecsapódott fém nemcsak egyszerű bevonatot alkot a katódként szereplő tárgy felületén, hanem bizonyos vastagságban vele valósággal ötvöződik is.

Mindenekelőtt tehát a feltétlen tiszta fémes felületek előállításának a módjaival kell megismerkednünk, hogy a bevonandó tárgyait kellőképpen elő tudjuk készíteni az elektromos úton történő lecsapódások felvételére. Azután meg kell ismernünk a lehetőleg összeálló, nem kemény, le nem váló lecsapódások előállításának a módját. S végül foglalkoznunk kell a már kész lecsapódások további megmunkálásával, amint ezt a tárgyak célja, használata megkívánja. Csak ezen általános tudnivalóknak, amelyek mindenféle fémbevonat előállításánál azonosak, a leírás után térhetünk át az egyes fémbevonatokat szolgáltató elektrolitok összeállítására s a bevonás folyamán szükséges különleges eljárások ismertetésére.

1. A tárgyak megtisztítása.

Az elektrolitikus fémbevonással ellátandó tárgyakat mindenekelőtt alapos tisztítási eljárásnak kell alávetnünk, ha azt akarjuk, hogy a további munkánk sikerrel járjon, s a fémlecsapódás tartósan rátapadjon az illető tárgyra. Már itt is meg kell jegyez-

nünk, mert nem lehet eléggé hangsúlyoznunk, hogy minden tárgy felületének olyannak kell lennie, mint amilyennek a bevonás után akarjuk. Nem szabad azt gondolnunk, hogy az elektrolitból lecsapódott fém valamiképpen betölti a tárgyak felületének egyenetlenségeit s így a durva felületű tárgyból talán szép, sima felületű tárgy alakulhat majd ki. Mivel a fémbevonat a milliméternek a legjobb esetben is csak néhány századrésze, ezért a tárgy felületének minden egyenetlensége, minden karcolása, reszelőnyoma meglátszik a bevonás után is a felületen. Sima felületű tárgyat tehát csak úgy nyerhetünk, ha az a bevonás előtt is már sima és esetleg fényes felületű volt. Mivel azonban a tárgyak simára csiszolása, fényesítése minden egyes esetben olajos, zsíros anyagok segítségével történik, azért a bevonandó tárgyak felülete a legtöbbször már ezért is mindig zsíros. De zsíros lesz a tárgy felülete a közösleges megmunkálás, sőt az egészen egyszerű kézzel való megérintés következtében is, ha még annyira tiszta is a munkás keze. Mindenekelőtt tehát ettől a zsírrétegtől kell a tárgyakat megszabadítanunk.

A zsírtalanítás többféleképpen történhetik. Há a zsír, amely a tárgyak felületét borítja, *állati vagy növényi eredetű*, akkor a legegyszerűbben úgy járhatunk el, hogy a tárgyakat forró lúgoldatba tesszük, még pedig olyanba, melyet

100 g marónátronnak

1000 g vízben való feloldásakor kapunk.

A zsírtalanításnál úgy járhatunk el, hogy a tárgyakat rézdrótra erősítve mártjuk a lúgoldatba s néhány percig tartó lóbálás után kiemeljük belőle. Ennyi idő alatt ugyanis a lúg már elszappanosítja a felületen levő zsírréteget. Ezután tiszta vízben leöblítjük, iszapolt krétával behintjük s még nedvesen lekeféljük a tárgyakat. Ez a krétaporról vagy mész-

péppel való lekefélés arra is jó, hogy a forró lúgban esetleg képződött színes oxidréteg is eltávolodjék, aminek okvetlen meg kell történnie, mert csak így lesz a tárgy felülete fémes.

Ha a tárgy felületére tapadó zsírréteg *ásványi eredetű*, akkor, mivel ezeket nem lehet elszappanosítani, oly módszerhez kell fordulnunk, amely e zsírréteget feloldás által távolítja el. Ily oldószerek pl. a benzin, a petróleum, a tetraklórmetán, stb. A benzinbe helyezett tárgyakat jó kefével le is dörzsölni, mert ez a művelet elősegíti a zsírok feloldódását. A benzinnel való kezelés s az ezt követő leöblítés után most is le kell a tárgyakat mészpéppel kefélnünk, mert ez a tárgyon esetleg még rajtmaradó zsirt teljesen eltávolítja. Mészpépet az ú. n. *bécsi-mészből* szoktak készíteni vízzel való összekeverés útján. Ezt a mészpépet nem lehet hosszabb ideig eltenni, mivel a levegőből széndioxidot vesz magához, szénsavas mésszé változik s ennek a zsírra már semmi hatása sincs. Szoktak néha kevés szódát is keverni a mészpéphez, amely szintén elősegíti a zsír eltávolítását.

Minden egyes zsírtalanítási művelet után tiszta vízzel le kell öblíteni a tárgyakat, de ekkor természetesen már nem szabad kézzel megérinteni azokat, mert kezünktől csak ismét zsírosak lennének. Mivel az elektrolitba való befüggesztés úgyis a tárgyra kötött vörösrézdrótok segítségével történik, e drótokat már a zsírtalanítás folyamata alatt erősítjük rá a tárgyakra s a zsírtalanítás után már csak e drótokat fogjuk meg. Az utolsó leöblítés után a tárgyakat azonnal az elektrolitba függesztjük, mivel a levegővel érintkezve oxidréteggel vonódnának be. Tisztaság tekintetében csak a legkörültekintőbb gondosság biztosíthatja munkánk sikerét.

A réztartalmú ötvözetekből, vagyis a vörös- vagy sárgaréz-ből, bronzból, tombakból, Britannia-fém-ből,

stb. álló tárgyak felületének az oxidrétegtől való megtisztítása a gyakorlati életben a legtöbbször az ú. n. *sárgító pácolás* által történik. Erre a célra két folyadékot készítünk alkalmas üveg vagy kőedényekben. Az egyik:

1000 g salétromsavba öntött
10 g sósavból;

a másik:

1000 g salétromsavba öntött
1000 g kénsavból áll, amelyhez még
20 g sósavat és
10 g koromfényt teszünk.

E folyadékok számára a legalkalmasabbak a kőedények, mivel ezekre a savaknak semmi hatásuk sincs. Tekintettel a salétromsav s a kénsav tulajdonságaira, e folyadékok összeállításánál különös gondot kell fordítanunk arra, hogy mindig a kénsavat öntsük a salétromsavba, vagy ha esetleg a folyadékokat hígítva akarjuk felhasználni, ami kicsiny tárgyak pácolásánál ajánlatos is, akkor az így összeállított folyadékokat öntsük a vízbe. Mindkét esetben az összeöntéskor nagy meleg fejlődik, ezért a kénsavat csak vékony sugárban s ne is egyszerre öntsük a salétromsavhoz. Ha bizonyos mennyiség hozzáadása folytán a folyadék már nagyon meleg lett, akkor a többi kénsav hozzáadásával várjunk, míg a folyadék ismét kihűlt, hogy a nagy melegfejlődés az edényt el ne repesse.

A tárgyakat drótra akasztva először az első folyadékba mártjuk, de csak néhány másodpercig tartjuk benne folytonos rázogatós, mozgatás mellett, s azután sok tiszta vízzel leöblítjük. E leöblítés után teszük csak a tárgyakat a második folyadékba, a tulajdonképeni sárgító pácba. Itt is csak egy-két másodpercig tartjuk, azután vízzel nagyon gondosan leöblítjük,

hogy a tárgyakon semmi sav se maradjon. Az így sárgára pácolt tárgyakat még azon nedvesen akasztjuk e művelet után rögtön az elektrolitba. Ez a sárgító pác onnan kapta a nevét, hogy a rézötvözetekből a felületen a vörösréz kioldja s így az sárgább színt nyer.

A sárgító pác csak akkor távolítja el a tárgy felületén képződött oxidréteget, ha a felület nem zsíros. Tehát a zsírtalanításnak mindig meg kell előznie a sárgító pácolást.

A pácolás alkalmával a salétromsavból az egészségre ártalmas gőzök fejlődnek, tehát az egész műveletet a szabadban kell végezni, vagy olyan jó léghezamú kémény alatt, ahol biztosak lehetünk arról, hogy a keletkező gőzök azonnal a szabadba jutnak.

Nem réztartalmú fémeket természetesen nem lehet ezen sárgító páccal tisztítani. Vasból, acélból vagy cinkből készült tárgyaknak az oxidrétegtől való megszabadítása mindig mechanikai úton, vagyis lecsiszolással és fényesítéssel történik.

A tárgyak felületének alapos megtisztítására igen nagy gondot fordítsunk s tartsuk mindig szem előtt, hogy a galvanosztégiai műveletek során tulajdonképpen ez a legfontosabb művelet. Az összes hibák, amelyek a különböző fém-bevonásoknál előfordulnak, 99%-ban abból származnak, hogy a tárgyak felülete nem volt tökéletesen tiszta s fémes.

Előfordulhat az az eset is, hogy valamely tárgy felületének csak egy részét akarjuk bevonni, például valamely ezüsttárgyon csak bizonyos részeket akarunk bearanyozni, hogy így a kétféle színnel bizonyos művészi hatást érjünk el. Ebben az esetben a felületnek azt a részét, amelyet bevonni nem akarunk, oly réteggel kell ellátnunk, amely megakadályozza, hogy a felületnek ez a része elektrolittal

jöjjön érintkezésbe. Másrészt meg ennek az anyagnak olyannak kell lennie, amelyet az elektrolit meg nem támad, tehát nem old, mert különben az egyes oldott részek az elektrolitot könnyen használhatatlanná tennék.

Ilyen anyag lehet pl. az aszfaltlakk, amelyet úgy készítünk, hogy tiszta szíriai aszfaltot terpentinszesszel leöntünk s állni hagyunk addig, míg az aszfalt legnagyobb részben feloldódott. Mérsékelt meleg helyen való állás elősegíti az oldást. Napra azonban ne tegyük ki, mivel a világosság hatással van az oldhatóságra. Az így elkészített lakkot az üveg fenekeén levő leülepedett rétegről leöntjük s terpentinszesszel tetszésszerint felhigíthatjuk.

Nagyobb felületeket paraffinnal is be lehet vonni, amely szintén jól ellenáll a galvanosztégiában használt elektrolitok hatásának.

Ha a lecsapódás be van fejezve, akkor a lakkot az oldószerével való leáztatás által kell a felületről eltávolítani. Az aszfaltlakkot tehát pl. terpentinszesszel kell lemosni. A paraffint legkönnyebben úgy távolíthatjuk el, hogy az illető tárgyat forró vízbe mártjuk.

A lakkal vagy paraffinnal való befedést természetesen többször egymásután is alkalmazhatjuk s így a tárgy felületén a legkülönbözőbb bevonatokat helyezhetjük egymásmellé. Ugyanezt az eljárást alkalmazzuk akkor is, ha a tárgy felületét különbözőképpen akarjuk színezni a már eddig is megismert kémiai eljárások egyikének segítségével.

2. A tárgyaknak az elektrolitba való függesztése.

A bevonandó tárgyakat a megtisztítás művelete alkalmával már rendszeren olyan drótokkal látjuk el, amelyek segítségével azokat a már megismert módon

az elektrolitba függeszthetjük. Az elektrolitot tartalmazó kád peremén itt is 8—10 mm vastag rézrudak vannak végigfektetve. Ezek egyike az elektromos áramforrás pozitív sarkával, tehát pl. a Bunsen-elemnél a szénnel van összekötve, s erre a megfelelő fémből készült anódok vannak függesztve. A másik ily rézrúdra, amelyik az elektromos áramforrás negatív sarkával, vagyis elemeknél mindig a cinkkel van vezető-összeköttetésben, függesztjük fel a bevonandó tárgyakat. Ezen rézrudakat az elektromos áramforrás sarkaival már előzetesen összekötjük, s így az áram azonnal megindul, mielőtt a tárgy az elektrolitba ér. Ez a legtöbb esetben szükséges is, mivel az elektrolit a tárgyat megtámadhatja, ha csak az elektromos áramlás hatására rögtön be nem vonódik a megfelelő fémmel.

Amint a galvanoplasztikai eljárásnál is láttuk, az elektrokémiai műveleteknél igen nagy fontosságú, hogy a használatba vett áram megfelelő feszültségű s erősségű legyen. A következőkben, amikor a különböző fémbevonásoknál használatos elektrolitok összeállítását tárgyaljuk, minden egyes esetben pontos adatokat nyújtunk az alkalmazásba veendő áram feszültségére s a felület négyzetdeciméterére számított áramerősségre nézve. Természetesen, ha a bevonandó tárgy felülete nagyobb vagy kisebb, akkor ezt az erősséget a megfelelő mértékben kell megváltoztatnunk.

A galvanosztégiai munkálatoknál a meghatározott áramerősséget minden esetben be kell tartanunk. A kezdők rendszeren nem figyelnek erre az első kísérletükénél, s az nem is sikerül, dacára a helyesen összeállított elektrolitnak. Első kísérletképen ugyanis csak kicsiny tárgyon akarják kipróbálni az elektrolit összeállítását, s ekkor természetesen e kicsiny tárgyon oly nagy lesz a felület négyzetdeciméterére eső áramerősség, hogy az előírtat sokszorosán felülmúlja, s

így a lecsapódás hibás lesz. Pontosan be kell tartanunk az áram feszültségét is, amely természetesen nemcsak az elektrolit milyenségétől, hanem az elektródok egymástól való távolságától is függ. Az egyes elektrolitoknál közölt adatok arra az esetre vonatkoznak, mikor az anód és katód között levő távolság 15 cm. Ennél közelebb nem tanácsos az elektródokat egymáshoz helyezni, mivel ekkor a tárgy felületének különböző mértékben kiemelkedő részei nem vonódnak be egyenletesen. Ha az elektródokat nagyobb távolságra helyezzük el egymástól, mint 15 cm, akkor az áram feszültségét is nagyobbra vehetjük, mivel ekkor az elektródok között levő elektrolit ellenállása is nagyobb.

Ha a tárgyat az elektrolitba függesztettük, akkor már a tulajdonképeni lecsapódás művelete alatt nem sok dolgunk van vele. Itt is jó a tárgyat az elektrolitban gyakrabban megmozgatni, hogy az elektrolitban keletkező különböző sűrűségű folyadékrétegek összekeveredjenek. Ügyeljünk arra is, hogy nem tapadt-e a tárgy felületére a bemártás alkalmával egy-egy légbuborék, amelyet természetesen el kell távolítanunk. Ha az illető tárgyat vastagabb rétegben akarjuk más fémmel bevonni, akkor a bevonás művelete alatt többször ki kell emelni az elektrolitból s felületét acél- vagy rézdrótból készült kefével meg kell karcolni. Ez az eljárás azért is jó, mert megmutatja, hogy a lecsapódás jól tapad-e a tárgyhoz, vagyis a felület teljesen tiszta volt-e. Hogy a kefe ne hasson nagyon energikusan a tárgy felületére, e karcolásnál a keféket szappangyökér főzetével szokták megnedvesíteni. A karcolás után a tárgyat, mielőtt az elektrolitba visszahelyeznők, ismét tiszta vízzel kell leöblíteni.

3. A fémlecsapódások szárítása és fényezése.

Ha a lecsapódott réteg a kellő vastagságot elérte, az elektrolitból kiemelt tárgyat ismételt gondosan lemoszuk s utoljára még forró vízben is leöblítjük, hogy az elektrolitnak minden nyomát annál biztonságosan eltávolítsuk a tárgy felületéről. A meleg vízzel való leöblítés azért is jó, mert ezáltal a tárgy sokkal gyorsabban szárad meg. A teljes megszáritás céljából általánosan elfogadott gyakorlat szerint a meleg vízből kiemelt tárgyakat fűrészporda rakjuk. Erre a célra a portól s a nagyobb fadaraboktól megtisztított s megszitált, fenyőfa- vagy hársfa-fűrészpordot használjuk, mivel ezek nem tartalmazznak olyan anyagokat, amelyek a fémeken esetleg nyomokat hagynak, s mivel jóval nagyobb nedvszívóképességük van, mint más keményebb fák fűrészpordjának. A megszáritás úgy történik, hogy a nedves tárgyat a fűrészpordos ládába dobjuk s fűrészporddal minden oldalról addig dörzsöljük, míg teljesen száraz lesz. A fűrészpordos ládát olyan helyen kell tartani, ahol a felszívódott víz belőle könnyen elpárologhat, tehát pl. télen a meleg kályha mellett.

A tárgyakat a bevonás után igen gyakran még további megmunkálásnak is alávetjük. Ez a legtöbbször abban áll, hogy a tárgyak felületét fényesre csiszoljuk. A nem nemes fémekből való bevonatokat rendszeren finom csiszolópor segítségével szokták fényesíteni, amelyet bőrrel bevont fadarabra enyveznek. A fényesítésre azt a szappanszerű anyagot is lehet alkalmazni, amelyet egyébként sárgarézkilincsek tisztítására s fényesítésére szoktak használni. A nemes fémekből álló bevonatokat fényes és kemény acéllal szokták fényesre csiszolni. Acél helyett még fanyélbe foglalt s szintén a megfelelő alakúra csiszolt hámait kristálydarabot is szoktak használni, melyet az ezen

iparral foglalkozó munkások *vérkőnek* neveznek. A csiszolás mindkét szerszámmal úgy történik, hogy a tárgy felületén mérsékelt nyomás mellett egymásmellé vonásokat húzunk, amely vonások mentén a felület természetesen kifényesedik.

4. Vörösréz-zel való bevonás.

A fémtárgyaknak vörösréz-zel való bevonása a legtöbb esetben ott van használatban, ahol a vörösréz-réteg arra szolgál, hogy a tárgy szebb külsőt nyerjen. Így pl. igen gyakran láthatunk vörösréz-színű esőcsatornákat vagy háztetőablakokat, pedig ezek a legtöbb esetben nem rézből, hanem cinkből készültek s csak a szebb külső céljából nyertek réz-bevonatot. Sokszor arra is szolgál a vörösréz-bevonat, hogy közbeeső-réteg legyen valamely fémbevonat és oly fémből készült tárgy között, amelyre az illető fém vagy egyáltalában nem, vagy csak rosszul tapad. Igen gyakran szokták pl. a vas- vagy acéltárgyakat nikkelezés előtt vörösréz-zel bevonni. Ellenben a vas- vagy acéltárgyakat a rozsdá ellen nem védi meg, sőt, ha csak a legcsekélyebb repedés keletkezik a vörösréz-bevonaton, akkor az egyenesen káros hatású is, mert a repedés helyén a vas és a vörösréz között a levegő nedvességének közvetítésével elektromos elem képződik, amelynél a vas a pozitív sarok, aminek folytán a levegő nedvességéből épen rajta válik ki az oxigén. Így tehát a vörösrézbevonat ebben a többnyire meg nem akadályozható esetben a rozsdásodást csak elősegíti.

A galvanoplasztikánál használatos elektrolitnak savtartalma a beakasztott tárgyakat nagy mértékben megtámadhatná, mielőtt még rézbevonat képződne rajta. Ezért a gyakorlatban a galvanosztégiai vörös-

rézbevonatoknál használatos elektrolit nem tartalmaz savat, hanem helyette ciankáliumot. Ilyen elektrolitot a következőképpen készíthetünk. Mindenekelőtt megmérjük az elektrolit befogadására szolgáló kád űrtartalmát, hogy meg tudjuk hány liter vízre lesz szükségünk. A szükséges vízmennyiségnek a felét a kádba öntjük, a másik felét pedig arra használjuk fel, hogy az elektrolit összeállítására szükséges vegyszereket benne feloldjuk. A következőkben a vegyszereknek és a feloldásukra szükséges víznek a mennyisége úgy van megválasztva, mintha a kád 1 liter űrtartalmú volna. Ezeket a mennyiségeket tehát a vegyszerek és a feloldásukra szükséges víz mennyiségének megállapításánál annyi kell megszoroznunk, ahány liter űrtartalmú a kád. Mindenekelőtt

20 g szénsavas nátront oldunk fel

140 g 50 C°-os vízben

s az oldatot a kádba öntjük. Azután

20 g savanyú kénessavas nátront oldunk fel

160 g 50 C°-os vízben,

és folytonos keverés közben ezt is a kádba öntjük s még a hozzáöntés után is addig keverjük, míg a gázképződés megszűnik. A még literenkint megmaradt

200 g vizet felforraljuk s benne

20 g ecetsavas rezet oldunk fel s az oldatot a már meglevő folyadékhoz öntjük. Végül

20 g ciankáliumot

teszünk egyenesen a kádba s addig keverjük a folyadékot, míg minden feloldódott. Ha a vegyszerek kifogástalanok voltak, akkor a feloldás után a folyadéknak víztisztának vagy a legrosszabb esetben halvány sárgának kell lennie. Sokszor megtörténik azonban, hogy a kereskedésben kapható ciankálium nem 100%-os, mint amilyenre az elektrolit összetétele ki van számítva, s ilyenkor az elektrolit színe inkább a zöldesbe hajlik. Ebben az esetben addig kell még

ciankáliumot tenni a folyadékhoz, míg ez a zöld szín eltűnik.

Az ilyen összeállítású elektrolit minden fémre egyformán jól működik, csak a használandó elektromos áram feszültségét kell kellőképpen megválasztanunk. Vas- vagy acéltárgyak vörösrézrel való bevonásánál elég 2-9 volt, ellenben cink és cinktartalmú ötvözeteknek vörösrézrel való bevonásánál már 3-4 voltnyi feszültség veendő. Mivel a lecsapódott rétegnek lehetőleg apró kristályokból kell állania s tökéletesen összefüggőnek s szilárdnak kell lennie, azért az elektromos áram erőssége ne legyen nagyobb négyzetdeciméterenkint 0-3 ampère nél. Természetesen az ily kicsiny áramerősségnek megfelelően a lecsapódás igen lassú: egy óra alatt csak 0-00565 milliméter vastag réteg képződik.

Némileg eltérő az összeállítása a következő elektrolitnak, amelyet szintén igen gyakran vesznek használatba. Ezen elektrolit elkészítésénél is a fürdő űrtartalmának minden literére 500 g vizet öntünk a kádba, míg a vízmennyiség másik felét a vegyszerek feloldására használjuk fel.

10 g kalcinált szénsavas nátront feloldunk

80 g 50 C°-os vízben s a kádba öntjük.

Ezután

20 g kalcinált kénsavas nátront oldunk fel

160 g 50 C°-os vízben és

20 g savanyú kénessavas nátront

100 g szintén 50 C°-os vízben, s az oldás után mindkettőt a kádba öntjük. Végül

30 g cianrézkáliumot és

1 g ciankáliumot oldunk fel a még hátralevő

160 g 50 C°-os vízben s ezt is a kádban levő oldathoz öntjük.

Az előírást pontosan tartsuk be s az egyes anya-

gokat az itt leírt sorrendben öntsük az elektrolitot tartalmazó kádba.

Az így összeállított elektrolitnak vezető képessége valamivel nagyobb, mint az előbbié, s így felhasználása esetén valamivel kisebb feszültségű árammal dolgozhatunk. Vasnál 2·7, cinknél 3·2 volt legyen a feszültség. Ha az áramerősség négyzetdeciméterenként 0·3 ampère, akkor 1 óra alatt 0·00644 milliméter vastag réteget nyerhetünk.

A galvanotechnikában úttörő s még ma is vezető szerepet vivő cég: a *Langbein-Pfannhauser-Werke* (Wien, XII./4. Gusenleithnergasse 14.) azok számára, akik az elektrolit összeállításával járó munkát s az esetleg nem tiszta vegyszerek okozta kellemetlenséget el akarják kerülni, oly rézsót hoz forgalomba, amely már minden vegyszert a kellő arányban tartalmaz, úgyhogy a vörösrézrel való bevonáshoz szükséges elektrolit teljes elkészítése csak abban áll, hogy

1000 g vízben

75 g ily rézsót oldunk fel.

Ezen elektrolitnál a vasnak vörösrézrel való bevonása esetében 2·8, cinknél pedig 3·3 volt feszültségű áramot használunk. Az áram erősségét 0·4 ampèrenek is vehetjük s így valamivel rövidebb idő alatt kapunk megfelelő vastagságú lecsapódást.

Bármily összeállítású elektrolitot használjunk is azonban, az anód mindig tiszta, lehetőleg elektrolit-vörösrézből való legyen. Legalkalmasabb erre a célra az 5 mm vastag lemez, amelynek felülete akkora legyen, mint amilyen nagy az elektrolitba akasztott, bevonandó tárgyak, katódok felülete összesen.

Mivel az elektromos áram hatására kiváló vörösrézet az anódról leváló vörösréz-mennyiség van hivatva pótolni, azért a kellő összeállítású elektrolit

sokáig használható állapotban marad. Ha azonban az anódról leváló réz mennyisége a kiváló, illetőleg lecsapódó réz mennyiségénél kisebb, akkor használatkor az elektrolit összetétele megváltozik s az ilyen megváltozott állapotban már nem felel meg céljának. Azért nagyon fontos, hogy az anód tényleg tiszta rézből való s legalább olyan felületű legyen, mint a bevonandó tárgy. Az anód felületén képződött különböző színű bevonatból, valamint a lecsapódás milyenségéből következtethetünk az elektrolitban már megtörtént változásra, s ilyenkor igyekeznünk kell az elektrolit eredeti összetételét helyreállítani s emellett megszüntetni azokat az okokat, amelyek ezt a megváltozást létrehozták.

Az elektrolit teljesen kifogástalan összetételének a jele, hogy az anódon nagyon vékony rétegben halványzöldes színű, iszapszerű lerakódás képződik. Mindaddig tehát, amíg ezt a jelenséget észlelhetjük, nincsen okunk arra, hogy az elektroliton bármilyen változtatást is tegyünk.

Ha azonban ez az iszapszerű lerakódás kifejezetten zöld színű, akkor ez annak a jele, hogy az anód felülete kisebb volt a használat közben, mint kellett volna lennie. Ha ily módon hosszabb ideig volt az elektrolit használatban, akkor természetesen az anódról leváló réz mennyisége nem tudta pótolni a lecsapódott réz mennyiségét, s így az elektrolit rézben szegényebbé vált. Ez a megváltozás egyébként abban is megnyilvánul, hogy a lecsapódás igen lassan megy végbe, vagyis sokkal több ideig kell a tárgyakat az elektromos áram hatásának kitennünk, hogy kellő vastagságú lecsapódás képződjék. Ezen a bajon úgy segítünk, hogy az elektrolitból megfelelő mennyiséget kimerünk, ezt 50 C°-ra melegítjük fel, benne a kád ürtartalmának minden literére 5–10 g-nyi rézciankáliumot oldunk fel s a feloldás

után az egészet a kádban maradt elektrolithoz öntjük hozzá.

Néha az anódon képződő bevonat *sötétbarna színű*. Ez a réteg rosszul vezető *paraciánból* áll, ezt tehát lekaparással okvetlen el kell távolítanunk, mivel ez is csak kisebbiti az anód felületét.

Ha az anódon képződő lerakódás *fehér színű*, akkor ez annak a jele, hogy az elektrolitban kevés a ciankálium. Adjunk tehát kevés ciankáliumot az elektrolithoz, akkor ez a fehér színű bevonódás feloldódik.

A ciankáliumnak utólagos hozzáadása alkalmával az is megtörténik, hogy az anódon semmiféle lerakódás sem mutatkozik, hanem a felülete teljesen tiszta, fémes. Ez azt jelenti, hogy több ciankáliumot adtunk az elektrolithoz. Ezen a hibán ismét csak cianréz hozzáadásával lehet segíteni, és kell is segítenünk, mert ebben az esetben a rézlecsapódás nem használható, porszerű és könnyen leválk a bevonandó tárgyról.

Az anódnak folytonos megfigyelése s ennek alapján az elektrolit gondos kezelése mellett a helyesen összeállított elektrolitot évekig lehet használni.

5. Sárgarézzel való bevonás.

A sárgaréznek szép színe, keménysége, továbbá az a tulajdonsága, hogy könnyűszerrel fényesíthető, megokoltta teszi azt a törekvést, hogy egyes használati tárgyakat sárgarézburkolattal vonjanak be. Cinktartalma pedig különösen becsessé teszi a sárgarézbefonatokat, mivel éppen ezen cinktartalom miatt a sárgarézténylég védő burkolatot alkot a vastárgyakon a rozsdá ellen, nem úgy, mint a vörösrézbevonat, mely mint megismertük, a leggyakrabban még elő is segíti a rozsdaképződést.

Sárgarézzel való bevonásra alkalmas elektrolitot a következőképen állíthatunk össze. Az elektrolitot tartalmazó kád minden literére 500 g vizet egyenesen a kádba öntünk, a vízmennyiség másik felét pedig a vegyszerek feloldására használjuk fel. Először

10 g szénsavas nátront oldunk fel

200 g 50 C°-os vízben;

azután

14 g ecetsavas rézet és

14 g savmentes klórcinket együttesen

280 g forró vízben

s végül

2 g klórammont a még hátralevő

20 g vízben.

A nyert oldatokat egyenkint öntjük a kádban levő vízhez, és pedig először a szénsavas nátron oldatát, ezután

14 g savanyú kénessavas nátront adunk kicsiny részletekben egyenesen a kádban levő folyadékhoz, amelyet mindaddig keverünk, míg a részletenkint belevitt mennyiség teljesen el nem olvadt. Ezután öntjük a kádba az ecetsavas réz és klórcink oldatát. Majd ugyancsak egyenesen a kád vizéhez

40 g ciankáliumot adunk

s mindaddig keverjük, míg teljesen fel nem olvadt. Ha a ciankálium ténylég 100 %-os volt, akkor ennek feloldása után az elektrolit itt is víztiszta vagy legfeljebb halvány sárga színű lesz. Ha azonban az elektrolit zöldes színű marad, akkor ez annak a jele, hogy a ciankálium nem volt 100 %-os, hogy tehát ezt a hiányt kipótoljuk, egy kevéssel több ciankáliumot kell az elektrolithoz adnunk. Legvégül adjuk a kádban levő folyadékhoz a klórammon oldatát.

Az így összeállított elektrolit alkalmazásánál vastárgyak sárgarézzel való bevonásánál 2-7 voltnyi, cink és cinktartalmú ötvözetek bevonásánál pedig

3·2 voltnyi feszültségű árammal dolgozunk. Az áram erőssége ne legyen nagyobb négyzedeciméterenkint 0·3 ampère-nél. Ily erősség mellett egy óra alatt 0·00409 milliméter vastag réteget kapunk.

A már említett *Langbein-Pfannhauser* cég sárgarézező elektrolitok készítésére is hoz forgalomba sárgaréz-kettős-sót, amely az összes szükséges vegyszereket tartalmazza. Ennek felhasználásával úgy készítünk elektrolitot, hogy

1000 g vízben

75 g ily kettős sót oldunk fel.

Az így készült elektrolit alkalmazásánál vastárgyak bevonásánál 3·2, cinknél 3·7 volt feszültségű s négyzetdeciméterenkint 0·5 ampère-nyi erősségű áramot használunk.

Anódoknak minden esetben oly sárgarézlemezeket használunk, amelyekben a vörösréz és cink aránya 7:3. Mivel azonban a hengerlés következtében a lemezek felülete keményebb, s ez a keményebb réteg nehezebben oldódik az elektrolitban, azért e lemezeket marassuk meg salétromsavban s e maratás után pácoljuk sárgára a már megismert módon. Sárgaréz-anódok helyett lehet külön vörösréz- és külön cinklemezeket is használni, amelyeknek felülete természetesen ugyancsak 7:3 arányban van egymással. Talán emlitenünk sem kell, hogy ebben az esetben mindkét lemezt vezető érintkezésben kell a kádon keresztül fektetett rézrúdra akasztani.

Az elektrolit hibás összetételét az anód különböző színű bevonata épen úgy megmutatja, mint a vörösrézzel való bevonásnál használt elektrolit esetében.

Vas- és acéltárgyak sárgarézzel való bevonásánál gyakran megtörténik, hogy a sárgaréz-bevonat hólyagos lesz és leválik. Ennek elkerülése céljából a vas- és acéltárgyakat az elektrolitba való helyezésük előtt salétromsavval kell gyöngén megmaratni.

6. Nikkelezés.

A gyakorlati életben talán a legtöbb hasznát vesszük az elektrokémiai úton előállított nikkel-lecsapódásnak, amelyet egyrészt igen szép színe s könnyen fényesíthető felülete miatt használunk, másrészt megvason vagy acélon is alkalmazunk, mint nagyon becses és kitűnő, rozsdaképződést-megakadályozó bevonatot.

Épen a gyakorlati életben való nagy elterjedettsége s igen gyakori alkalmazása okozta azután, hogy az elektrokémiai nikkelezésre ma már számtalan összeállítású elektrolit van használatban. Ezek közül csak a mi céljainkra legalkalmasabbat választjuk ki. Mivel az összes létező nikkelsók közül a legolcsóbban s a legkönnyebben a nikkelammonszulfát és a nikkel-sulfát szerezhető be, s mivel az elektrolitok kiválasztásánál a jóság mellett ez az olcsósági szempont is tekintetbe veendő, azért a következőkben két ily elektrolitot tárgyalunk, amelyek közül az első főleg vas- és acéltárgyak, a másik pedig a réztárgyak nikkelezésénél ad elsőrendű eredményt.

Nikkelammonszulfát segítségével a következőképen állíthatjuk össze az elektrolitot:

1000 g vízben feloldunk

75 g nikkelammonszulfátot.

Ennek az elektrolitnak teljesen közönbösnek, neutrálisnak kell lennie, vagyis sem savat, sem lúgot nem szabad tartalmaznia. Mivel nem lehetünk biztosak abban, hogy a kereskedésben kapható nikkelammonszulfát teljesen közönbös-e, azért a már összeállított elektrolitot ezen irányban a szokásos módon, lakmuspapíros segítségével gondosan meg kell vizsgálnunk. Mártsunk az elektrolitba egy-egy szeletke kék, illetőleg vörös lakmuspapírost. Ha egyik papíron sem látszik semmiféle változás, akkor az elektrolit közön-

bős, tehát minden további eljárás nélkül használható. Ha a kék lakmuspapíros élénk vörös színűvé változik, akkor az elektrolitban szabad sav van, amelyet közönbösíteni kell. A közönbösítés szalmiákszesznek cseppenként való hozzáadásával történik, miközben a lakmuspapírosokkal folyton vizsgáljuk az elektrolitot. Ha véletlenül sok szalmiákszeszt tettünk az elektrolithoz, akkor már lúgos hatású lesz, vagyis a belemártott vörös lakmuspapíros megkékül. Az így lúgos hatásúvá vált, vagy az eredetileg is lúgos hatást mutató elektrolitot hígított kénsav hozzácsepegtetésével lehet közönbösíteni. Megjegyzendő, hogy az egyszer használt lakmuspapírost egy másik kísérletnél már nem lehet felhasználni, hanem minden egyes esetre még nem használtat kell venni. A lakmuspapírost, amelyet rendszeren már ily keskeny szalag alakjában kapunk a kereskedésben, a levegőtől jól elzárva, lehetőleg üveg dugós üvegben tartjuk.

Ezen elektrolit használatánál az elektromos áram feszültsége 3,5 volt legyen, s négyzetdeciméterenként 0,3 ampère-nyi erősségű árammal dolgozhatunk. Ily erősségű áramot használva, egy óra alatt körülbelül 0,0034 milliméter vastag réteg csapódik le.

Anód gyanánt tiszta nikkel-lemezeket használjunk, amelyeket nikkelbádógból kivágott szalagok segítségével függesztünk a kádon fekvő rézrúdra. Ezek a nikkelzalagok természetesen nikkelből készült szegekkel vannak az anódhoz erősítve. Ilyen anódnak való nikkellemezt öntött és hengerelt minőségben lehet vásárolni. Az öntött lemezek könnyebben oldódnak az elektrolitban, az ilyenek alkalmazása mellett tehát ritkábban fordul elő az az eset, hogy az elektrolit fémtartalma megkisebbedik. Sőt az öntött nikkel-anódból elégséges háromnegyed akkora felületű is, mint amekkora annak a tárgynak a felülete, amelyet be akarunk nikkelezni.

Habár ez az összeállítású elektrolit bármely fém nikkelezésére alkalmas, mégis rézből való tárgyak nikkellel való bevonására sokkal jobb a következő összeállítású, amelynél

1000 g vízben

50 g nikkelszulfátot s ennek teljes feloldása után

25 g klórammont oldunk fel.

Az így összeállított elektrolit vezetőképessége jóval nagyobb az előzőnél s így az elektromos áram feszültsége is kisebb lehet. Már 2,3 volt feszültség mellett is jól működik. Az áramerősség tekintetében egész 0,5 ampère-ig mehetünk, s ekkor egy óra alatt a lecsapódás 0,0059 milliméter vastag. Az anód felülete, ha az öntött nikkel-lemezből áll, csak félakkora legyen, mint a nikkelezendő tárgy felülete.

A már többször említett *Langbein-Pfannhauser*-cég teljesen kész nikkelsót is hoz forgalomba, amelyet csak vízben kell feloldanunk, hogy minden tekintetben kifogástalan elektrolitot nyerjünk.

1000 g vízben mindig

100 g ily nikkelsó oldandó fel.

Mivel az elektrolitnak a bevonandó tárgyak milyensége, a lecsapódás keménysége, színe s vastagsága tekintetében a legkülönbözőbb kívánságokat kell kielégítenie, ezért a nevezett cégnél számos ily különböző összetételű nikkelsó kapható *Brillant*, *Britannia*, *Original*, *Rhenania*, *Lipsia*, stb. nevek alatt, amelyek mindegyikének alkalmazási tere s tulajdonsága a fenti cég árjegyzékében megtalálható.

A nikkelezésnél nagyon kell ügyelni az áram erősségére. A megadott határt akkor sem szabad átlépni, ha a felfüggesztett tárgy kicsiny felületű, mert ennek hatása rögtön jelentkezik a lecsapódáson. Ha az elektromos áram erőssége csak egy kevéssel is nagyobb a megengedettnél, a lecsapódás azonnal csúnya, matt s szürke színű lesz. Sárgaszínű lecsapódás lúgos elekt-

rolitra, fehér, de lepergő lecsapódás savanyú elektrolitra mutat. Ezt a hibát a már elmondottak szerint könnyen ki lehet javítani. Ha a lecsapódás felülete nagyon fényes, akkor nem tapad jól a bevonandó tárgy felületére, s ez annak a jele, hogy az elektrolit vastartalmú, amely vagy a tisztátalan nikkelsóktól, vagy a vastartalmú nikkelanódoktól ered. Ilyenkor az egész elektrolitot szódával és ammóniával keverve, fel kell forralni s a kihűlés után nyugodtan hagyott elektrolitot az alján összegyűlt lecsapódásról leszűrni. Egyébként idővel minden nikkelezésre használt elektrolitot meg kell újítani, mivel e javítgatások mellett is — különböző körülmények miatt — más, oda nem való anyagok is kerülnek az elektrolitba, amelyeknek az eltávolítása nagyon nehéz, esetleg nem is lehetséges, de amelyek a nikkelezés jóságára hátrányosak.

Vörösrézről, sárgarézről vagy általában minden rézötvözetből készült tárgyra jól tapad a kiváló nikkelréteg. Vas- és acéltárgyakat is lehet közvetlenül nikkelezni, de mégis jobb ezeket először vörösrézbe bevonni, mivel a vörösrézhez a nikkel jobban tapad. Cinkből s ehhez hasonló ún. lágy fémekből készült tárgyakat a nikkelezés előtt *okvetlenül* vörösrézbe kell bevonni.

Ha a tárgy jól volt tisztítva, a képződött nikkelbevonat már néhány perc múlva használható. Igaz, hogy az így nyert réteg igen vékony s csakhamar lekopik; ezért még a pusztán dekoratív célokat szolgáló tárgyakat is legalább félóráig szokták az elektromos áram hatásának kitenni. Oly tárgyakat pedig, amelyeknél a felület a használat természete szerint több-kevesebb kopásnak is ki van téve, néhány óráig kell nikkelezni. Meg kell jól jegyeznünk, hogy a nikkelezés folyamatát megszakítani nem szabad. Ha a már bizonyos vastagságú réteggel bevont tárgyat az elektrolitból kiemeljük, vagy az elektromos áramot

megszakítjuk, szóval ha a nikkelezés folyamata megszakad, akkor a megszakítás után e bevonatra lecsapódó réteg már nem tapad az alsó rétegre, hanem leválik róla. A nikkelbevonatoknak ezt a tulajdonságát egyébként fel is szokták használni a galvanoplasztikai másolatok készítésénél.

Ha a nikkelezendő tárgy felülete eredetileg is fényes, akkor a nikkelbevonat is fényes lesz. Az olyan tárgyakat tehát, amelyeknél a nikkelbevonat nagyon vékony s így a fényesítést nem bírná ki, először tükrőfényesre kell csiszolnunk. Így a nikkelbevonattal már csak nagyon kevés dolgunk lesz. Legfeljebb puha ruhával való törölgetéssel segíthetjük elő a tükrőfény létrejöttét. Mivel azonban az ily tükrőfényes felületre az elektrolitikus lecsapódás könnyen belátható okok miatt nem jól tapad, azért az olyan tárgyakat, amelyeknél a nikkelbevonatot amúgy is vastagabbra szántuk, a tárgy felületét kicsiszoljuk ugyan, de nem fényesítjük. A fényezést azután magán a nikkelbevonaton végezzük el.

Különösen nagy fontosságú a nikkelezés a nyomdaiparra nézve, mivel a galvanoplasztikai úton készült vörösrézklisé felületének benikkelezése azt oly ellenállóvá teszi, hogy az ily klisék nyolcszor, sőt tízszer annyi példány nyomását is kibírják, mint nikkelezés nélkül.

7. Ezüstözés.

Az elektromos áramnak kémiai hatását legelőször is ezüstözésre használták fel. Már a XIX. század 40-es éveiben piacra került, ún. *kína-ezüst* árúk is az elektromos áram segítségével voltak megezüstözve. Az olyan tárgyaknak ezüsttel való bevonása, amelyek az ételekkel jönnek érintkezésbe, nemcsak abból a célból történik, hogy az illető tárgy külsőleg az

ezüsthöz legyen hasonló, hanem főleg azért is, mivel az ilyen — rendszeren rézvegyületekből készült — tárgyak az ételekkel érintkezésbe jövén, a szájból kellemetlen ízt hagynának hátra.

A réztartalmú ötvözetekből készült tárgyakat egyenesen meg lehet ezüstözni, míg a vasat, acélt, nikelt, cinket és a Britannia-fémet először okvetlenül vörösrézrel kell bevonnunk.

Ha a tárgyak csak a díszítés céljait szolgálják, akkor nagyon vékony ezüstréteg is jó szolgálatot tesz. Ha azonban olyan tárgyakat akarunk megezüstözni, amelyek a használatban erősebb kopásnak vannak kitéve, akkor az ezüstrétegnek jóval vastagabbnak kell lennie. Ilyen esetben rendszeren oly módon történik az ezüstözés, hogy előre meghatározzuk annak az ezüstmennyiségnek a súlyát, amely a tárgy felületét a kellő vastagságban tudja beborítani s az ezüstözést addig folytatjuk, amíg az illető tárgy annyival súlyosabb nem lesz. Nagyobb berendezéseknél a tárgyakat külön e célra készített mérlegre szokták felfüggeszteni és a teljes kiegyensúlyozás után a mérleg másik tányérjára annyi súlyt helyeznek, amennyit a számítás szerint az ezüstbevonatnak nyomnia kell. Ha ilyen súlyú réteg rakódott már le, akkor a mérlegnek az a karja, amelyre az ezüstözendő tárgyak vannak felfüggesztve, leüllyed, s így alkalmas szerkezet segítségével az elektromos áramot önműködően ki is kapcsolhatja.

Az ezüstözésnél használt elektrolitok két csoportba oszthatók aszerint, amint az elektrolit készítésénél *klórezüstöt* vagy *cianezüstöt* használunk. Vannak, akik a klórezüstből készült elektrolitot jobbnak tartják, mivel ez az elektrolit jobban vezeti az elektromos áramot.

Ha az elektrolithoz szükséges ezüstsót magunk akarjuk előállítani, akkor a következőképen járhatunk

el. 25 g tiszta ezüstöt, amelyet igen vékonyra hengerelt lemez alakjában vásárolunk, ollóval kis darabkákra vágunk össze s 50 g salétromsavval — üveg-rúddal való folytonos kevergetés közben — addig melegítünk, míg az ezüst teljesen felolvad. A melegedő salétromsavból olvadás közben gőzök szállnak fel, amelyeket nem szabad belehelni, mert az egészségre ártalmasak, ezért jobb az egész műveletet a szabadban végezni. Az ezüst teljes felolvadása után is folytatjuk a melegítést, amíg a folyadék elpárolog, s a keletkezett salétromsavas ezüst fehér tömeg alakjában visszamarad. Természetesen csak akkor kapunk fehérszínű, vagyis tiszta salétromsavas ezüstöt, ha a feloldott fémezüst is teljesen tiszta volt. Ezüsttárgyaknak, pl. ezüst pénzdaraboknak felolvasztása által nem kaphatunk tiszta salétromsavas ezüstöt, mivel az ilyen tárgyakban az ezüst rézzel van ötvözve. A salétromsavas ezüst készen is kapható. Ebből az ezüstsóból kiindulva készítjük el a céljainkra szükséges cianezüstöt, illetőleg klórezüstöt.

Oldjuk fel ezt a

25 g fémezüstből készült salétromsavas ezüstöt

100 g vízben,

s oldjunk fel

15 g ciankáliumot

250 g vízben.

Ha e két folyadékot összeöntjük, fehér csapadék képződik: ez a *cianezüst*. 25 g fémezüstből 31 g cianezüst származik.

Ha klórezüstöt akarunk készíteni, akkor az ezüstnek salétromsavban való oldatát nem párologtatjuk be, hanem a kihülés után a

25 g fémezüstnek salétromsavban való oldatához

300 g vizet öntünk

és folytonos kevergetés között addig csepegtetünk bele sósavat, amíg csak fehér csapadék képződik. Ez

a fehér csapadék a *klórezüst*, amelyet sötét szobában — mert a világosság kémiai változást okoz — vászonra helyezve addig mosunk tiszta vízzel, míg végre a lefolyó víz a kék lakmuspapirost többé nem vörösíti meg, vagyis addig, amíg a csapadék savtartalmát teljesen el nem távolítottuk. Ezt a *klórezüstöt* rögtön fel kell használni az elektrolit készítéséhez, mivel megszáradva könnyen eldurranó anyagot alkot. 25 g fém-ezüstből 33 g *klórezüst* származik.

Cianezüstből az elektrolitot a következőképpen készítjük el:

- 1000 g vízben
- 25 g fém-ezüstből készült *cianezüstöt* és
- 27 g *ciankáliumot* oldunk fel.

Ezen elektrolit alkalmazása esetén az elektromos áram feszültsége *1-3 volt*, az áram erőssége pedig négyzetdeciméterenkint legfeljebb *0-3 ampère* legyen.

A *klórezüstből* készült elektrolit a következő összetételű:

- 1000 g vízben
- 25 g fém-ezüstből készült *klórezüst* és
- 42 g *ciankálium* van feloldva.

Itt a felhasználandó elektromos áram feszültsége csak *0-9 volt* s az áram erőssége négyzetdeciméterenkint *0-3 ampère* legyen. Ily erősségű áram esetén a lecsapódás vastagsága *0-00114 milliméter*.

Akik az ezüstsók elkészítésével vesződni nem akarnak, azok számára ajánljuk a *Langbein-Pfannhauser* cégnek ezüst-kettős-sóját, amelynek segítségével az ezüstözéshez szükséges elektrolit elkészítése nagyon egyszerű.

- 1000 g vízben
 - 85 g ily ezüst-kettős-sót
- kell csak feloldanunk, hogy teljesen kész elektrolitot nyerjünk.

Anódnak 1 mm vastag tiszta ezüstlemezt használjunk, amelynek felülete épen akkora legyen, mint a beezüstözendő tárgynak a felülete. Ezeket az anódokat vékonyabb ezüstlemezről kivágott szalagokon függesztjük be az elektrolitba a kád szélére fektetett vezető rézrúdra. A felfüggesztés céljaira szolgáló ezüstszalagok ezüstdrótból készült szögecskékkel legyenek az anódhoz erősítve. Mivel az ezüstözésnél felhasználandó elektromos áram feszültsége kicsiny, már egyetlen Bunsen-elem is elégséges áramforrásul.

Először csak mintegy negyedórát hagyjuk a jól megtisztított tárgyakat az elektromos áram hatása alatt, azután kiemeljük az elektrolitból és finom sárgarézdrtótból készült kefével, majd meg borkőporral behintett s vízzel megnedvesített sörtekefével alaposan lekeféljük őket. Ez az eljárás azért szükséges, hogy a további lecsapódás jól tapadjon a tárgyhoz. Ha a sárgarézdrtótból készült kefével való karcolás a lecsapódott ezüstréteget lehámlasztja, akkor a tárgyak nem voltak eléggé megtisztítva. A borkőporral való lekefézés után az elektrolitba függesztett tárgyat most már addig hagyjuk az elektromos áram hatása alatt, amíg a kívánt vastagságú ezüstréteg le nem csapódott. A közönséges evőeszközöket pl. az említett áramerősség mellett 3-5 óra hosszáig szokták ezüstözni.

A megeezüstözött tárgyakat ismét sárgarézkéfével szokták karcolni, miközben a kefét szappangyökér főzetével nedvesítgetik. Ezután már csak az esetleges fényesítés van hátra. Minden vastagabb rétegű ezüstlecsapódás ugyanis matt felületű, ha tehát a tárgy természete fényes felületet követel, akkor a felületet fényező acéllal vagy vérkővel kell fényesíteni.

Az elektrolit működését itt is legjobban az anód színéből tudjuk megítélni s a szükséges javítást is abból tudjuk meghatározni.

Helyesen működik a berendezésünk, vagyis helyes összetételű az elektrolitunk, ha az anódon képződő bevonat világos szürke.

Ha az anódon képződő bevonat fehér vagy fémesen csillogó, akkor az elektrolitban sok a ciankálium. Ebben az esetben az ezüstlecsapódás kristályos és durva és nem is tapad jól az ezüstözendő tárgyhoz. Mivel ekkor rendszeren az elektrolit ezüsttartalma is kicsiny, ezért ezen a hibán a legkönnyebben úgy segíthetünk, hogy a fürdőhöz cianezeüstöt adunk mindaddig, amíg az benne könnyen oldódik.

Ha az anódon képződő bevonat sötétszínű és foltos, akkor viszont kevés az elektrolitnak ciankáliumtartalma. Ez a változás rendszeren akkor áll elő, ha az anód felülete nagyobb a kelleténél s így sok ezüst oldódik fel a folyadékban, amelynek egy része nehezen oldódó paracián-vegyületet alkotva adja az anód sötétfoltos felületét. Ebben az esetben az elektrolitból lecsapódó ezüstréteg is csúnya kékes vagy sárgás színű. Ezen a hibán egyszerűen úgy lehet segíteni, hogy az elektrolit minden 1000 grammjához körülbelül 2 g ciankáliumot adunk. A hozzáadott ciankálium elősegíti az anódra rakódott paraciánezeüst feloldódását is.

Oly tárgyak ezüstözésére, amelyek csupán díszítési célokat szolgálnak, amelyeken tehát vékonyabb ezüstréteg is megfelel, olcsóbb elektrolitot is használhatunk. Ezt úgy állítjuk elő, hogy

1000 g vízben
10 g ezüsből készült klórezüstöt és
20 g ciankáliumot oldunk fel,
vagy pedig

1000 g vízben
35 g ezüst-kettős-sót.

Mindkét esetben az elektromos áram feszültsége

1,4–1,5 voltnyi, az erőssége pedig négyzetdeciméterenkint 0,3 ampère-nyi legyen. 10–15 perc alatt már lecsapódik oly vastagságú ezüstréteg, amely az ilyen, kopásnak ki nem tett tárgyak bevonására elegendő. Természetesen az ilyen vékony réteg lekeféléseknél használandó drótkéfének igen finom drótból kell készülnie.

8. Aranyozás.

Az aranyozásnál alkalmazott elektrolit készítéséhez vagy klóraranyat, vagy ammóniakaranyat szokás használni. Klóraranyat a kereskedésben készen is lehet kapni, de a fotografus célokra kapható aranyklóridot elektrolit készítésére nem lehet használni, mivel ez a só savanyú, már pedig az elektrolit összeállításánál használt aranyklóriddnak okvetlenül közömbösnek, neutrálisnak kell lennie.

Aranyklóridot azonban magunk is készíthetünk, s ekkor legalább bizonyosak lehetünk abban, hogy a nyert sóban tényleg megfelelő mennyiségű fémarany van. Eljárásunk a következő:

10 g sósav és

3 g salétromsav

keverékében, amely az ismeretes királyvizet szolgáltatja,

1 g tiszta fémaranyat oldunk fel.

Az aranyat vékony lemez alakjában vásároljuk s olóval kis szeletekre vágjuk. A porcelláncsészékbe öntött királyvizet borszeszlámpán melegítjük s az aranyszeleteket egymásután rakjuk a meleg folyadékba. Az arany feloldása után nyert folyadék sűrű olajszerű és sötétbarna színű. Melegítés közben a folyadékból felszálló barnaszínű gőzöket nem szabad belehelni. A folyadék melegítését akkor hagyjuk

abba, mikor a folyadék felszínét megérintő üvegpálca végén csillogás jelentkezik. Ez t. i. akkor következik be, amikor már oly sűrű a folyadék, hogy benne kicsiny kristályok képződnek. Az így kapott klóraranyat desztillált vízben kell oldani és sötét szobában tartani.

Az ammóniákarany a klóraranyból készül oly módon, hogy az 1 g fémaranyból készült klóraranyat 10 g vízben oldjuk s 100 g szalmiákszásszal összekeverve főzzük. A porcelláncsésze fenekén gyűlik össze a lecsapódott ammóniákarany, amelynek halványkék színűnek kell lennie. Ha esetleg zöldes volna, akkor még szalmiákszással adunk hozzá s tovább főzzük. Az egész folyadékot ezután szűrőpapíron átöntjük, amikor természetesen a lecsapódott ammóniákarany a szűrőpapíron marad. Ezen keresztül most addig öntünk tiszta vizet, míg teljesen jól ki nem mostuk. A tiszta ammóniákaranyat így nedves állapotban kell az elektrolit készítéséhez felhasználnunk, mert, ha megszárad, szintén robban.

Az aranyozást rendszeren meleg elektrolit segítségével szokás végezni, mivel a meleg elektrolitból kiváló arany-lecsapódás szebb, ragyogóbb, mint a hidegből. Emiatt az elektrolit befogadására zománczott vasedényeket szoktak használni, amelyek a tűzhelyre téve nem repednek el, mint az üveg- vagy kőkádak.

Az elektrolitot a következőképen készíthetjük:

- 1000 g vízben
- 50 g foszforsavas nátront,
- 1 g ciankálumot és
- 1.5 g klóraranyat oldunk fel.

A használandó elektromos áram feszültsége 1.8 volt legyen, erőssége pedig négyzetdeciméterenkint 0.1 ampère. Anód gyanánt tiszta aranylemezt használ-

junk, amelynek felülete azonban ne legyen nagyobb, mint a bearanyozandó tárgy felületének egyharmad része.

Ciankálum nélkül is lehet aranyozáshoz használható elektrolitot készíteni, ha

- 1000 g vízben
- 15 g sárgavérlúgsót,
- 15 g kalcinált szén-savas nátront és
- 2.6 g aranykloridot oldunk fel.

Ezen elektrolit használatánál az elektromos áram feszültsége 2.1 volt, erőssége pedig négyzetdeciméterenkint 0.1 ampère. Az ilyen elektrolit alkalmazásánál még az aranyanódot is megtakaríthatjuk, mivel az arany e folyadékokban úgy sem oldódnék. Ehelyett tiszta szénlemezt használunk anód gyanánt. Az aranyozást létesítő arany természetesen az elektrolitból válik ki, s ez így mindig szegényebb lesz aranyban. Egy ideig úgy segíthetünk e bajon, hogy a folyadékokban időnkint klóraranyat oldunk.

Ha az aranyozást hidegen akarjuk végezni, akkor a következő összeállítású elektrolitot használjuk:

- 1000 g vízben
- 15 g ciankálumot és
- 3.5 g fémaranyból készült ammóniákaranyat oldunk fel. Ebben az esetben az elektromos áram feszültsége 1.3 volt, erőssége pedig négyzetdeciméterenkint csak 0.07 ampère legyen. Az anód gyanánt szereplő anód-lemez itt is csak harmadrésze a bearanyozandó tárgy felületének.

Az aranyozáshoz szükséges elektrolitot úgy is készíthetjük, hogy

- 1000 g vízben
- 2 g aranykettőssöt és
- 70 g vezetősöt oldunk fel.

Mindkét vegyszert a Langbein-Pfannhauser cég hozza forgalomba.

Ha az aranyozás csak rövid ideig tart, akkor a lecsapódott vékony réteg fényes. Ha vastagabb aranyréteggel akarjuk borítani az aranyozandó tárgyat, akkor azt az elektrolitból több ízben ki kell vennünk s finom drótkefével meg kell karcolnunk. Vastagabb aranyréteg előállítása igen hosszú ideig tart, mivel, amint láttuk, az alkalmazható áramerősség nagyon kicsiny.

Az elektromos áram hatása alatt az elektrolitban bekövetkező minden változás nagy mértékben megváltoztatja az elektrolit ellenállását s így az áram erősségét finom szabályozókészülék segítségével kell mindig a megfelelő mértéken tartanunk.

Az elektrolitnak nagyobb mértékű megváltozása itt is az anód színéből ítélhető meg. Ha a ciankáliumos elektrolitban az aranyanódon sötétszínű csíkok képződnek, akkor az elektrolitban kevés a ciankálium. Ekkor annyi gramm ciankáliumot adjunk az elektrolithoz, ahány liter az elektrolit. Ha kelletténél több ciankáliumot adnánk hozzá, akkor az elektrolitban az aranyozás közben gázbuborékok képződnek, amelyek megakadályozzák a lecsapódó aranyrétegnek a tárgy felületéhez való tapadását.

9. Galvanosztégia külső áramforrás nélkül.

Már a galvanoplasztikát tárgyaló első részben láttuk, hogyan lehet fémes lecsapódásokat külső áramforrás nélkül is létrehozni. Hiszen csak a Dániell-elemben végbemenő folyamatot kell utánoznunk. Csakhogy más fémlecsapódásokra nézve nem találunk olyan elektromos elemet, mint amilyen a Dániell-elem a rézlecsapódásra nézve.

Egyes elektrolitokból megtörténik a fémlecsapódás akkor is, amikor más fémből való tárgyat merítünk

bele. Mihelyt azonban az illető fém már nagyon vékony rétegben bevonódott az elektrolitból kiváló fémmel, a lecsapódás azonnal megszűnik, mivel most már ugyanolyan fém merül a folyadékba, mint amilyen fémnek sóiból az elektrolit áll.

Valamivel vastagabb réteget érhetünk el akkor, ha a bevonandó fémot bemerítés közben egy darabka cinklemezzel hozzuk érintkezésbe, vagy ha az illető tárgyat cinkdróttal vagy cinklemezből vágott szaggal csavarjuk körül. Ekkor tulajdonképpen ugyanazon esettel állunk szemben, mint a galvanoplasztikánál, amikor maga az elektrolit alkotta az elektromos elem folyadékát: a cinklemez vagy cinkdrót az egyik, a bevonandó fém pedig a másik sarka az elemnek. Azonban még ebben az esetben sem érhetünk el valami nagyon vastag réteget, mivel a keletkező áram kicsiny feszültségű s erejű, de egyébként is a legtöbb esetben azt tapasztalták, hogy az ily módon lecsapódott vastagabb réteg vagy leválik vagy csúnya színű s ép ezért használhatatlan.

A lecsapódott rétegek vékonysága miatt tehát az ilyen eljárásokat a színező eljárások közé lehet számítani. Az ily vékony rétegeknek tényleg nincs is más céljuk, mint az illető tárgy felületének a lecsapódott fémmel való megszínezése.

Tulajdonképpen bármily egyszerűnek is látszik ez az eljárás, olcsóság tekintetében alig versenyezhet a külső áramforrás segítségével nyert lecsapódásokkal, különösen ha nemes fémekből alkotandó rétegekről van szó. Itt ugyanis egyrészt az elektrolit a benne feloldott cink miatt csakhamar használhatatlanná válik, másrészt meg az elektrolitból nemcsak az illető tárgyra, hanem a cinkre is csapódik le fém, amelynek erről való eltávolítása s visszanyerése esetleg többbe kerül, mint amennyit ér. A legolcsóbb eljárás mindig a külső áramforrás segítségével véghez vitt elektrolízis.

marad már csak azért is, mivel ennél a lecsapódott fémmennyiséget az elektrolitba merülő anódfémről rendszeren visszanyerjük, míg minden más esetben a lecsapódott fémet a sokkal drágább fémsó alakjában kell az elektrolitban pótolnunk.

Ha azonban csak néhány kicsiny tárgyon akarunk inkább a szép szín, mint a praktikus célok elérése végett valamilyen megfelelő fémbevonatot létesíteni és külső áramforrással működő berendezés nem áll rendelkezésünkre, sőt ezen néhány eset kedvéért nem is volna érdemes ilyent beszerezni, akkor helye van az ilyen eljárás alkalmazásának is.

1. *Vörösréz-lecsapódást* rendszeren a bádogosok szoktak alkalmazni cinkből készült tárgyak, különösen esőcsatornák és tetőablakok színezésére. Erre a célra

1000 g vízben

200 g rézsulfátot oldanak fel és az oldathoz

500 g szalmiákszeszt öntenek.

Kisebb tárgyakat egyszerűen csak e folyadékba bele kell mártani, természetesen épen olyan tisztogatás és zsírtalanítás után, mintha rendszeren, külső áramforrás segítségével történnék a fémlecsapódás. Ha a tárgy nagyobb s ezért a megfelelő mennyiségű folyadéknak elkészítése nagyon költséges volna, akkor e folyadékot szivaccsal, vagy ecsettel is rákenhetjük a megtisztított és zsírtalanított tárgyra. A színezés után a tárgyakat vízzel jól le kell mosni.

Acél- és vastárgyaknak rézzel való bevonására kevésbé telített oldatot használnak. Erre a célra

1000 g vízben csak

10 g rézsulfátot oldanak fel s az oldathoz

10 g kénsavat öntenek.

A tárgyakat csak nagyon kevés ideig szabad ezen folyadék hatásának kitenni, mivel a vastagabb rétegben képződött rézbevonat leválik.

2. *Ezüstözni* elem nélkül a következő folyadék segítségével lehet:

1000 g vízben

5 g fémzüstből készült klórezüstöt és

20 g ciankáliumot oldunk fel.

Az oldatot körülbelül 40 fokra kell felmelegíteni és az így felmelegített folyadékba a tárgyakat csak bele kell mártani, de semmi esetre sem szabad a folyadékban tovább tartani, mint amennyi idő a tárgynak megáztatásához elégséges, tehát rögtön ki kell venni és sok vízzel leöblíteni.

3. Külső áramforrás nélkül való *aranyozás* céljaira a már ismertetett elektrolitok bármelyikét lehet használni, csak a ciankálium tartalmát kell jóval nagyobb-nak venni. Egyébként a gyakorlatban sokszor veszik használatba a következő összeállítású folyadékot:

1000 g vízben feloldanak

50 g foszforsavas nátront,

15 g kénessavas nátront,

6 g ciankáliumot és

1,5 g fémaranyból készült klóraranyat.

Az aranyozásnál a beárazandó tárgy köré néhány menetben vékony cinklemezről nyírt szalagot csavarjunk s így mártsuk azt be a folyadékba. Ezt az eljárást többször is ismételtethetjük, de ilyenkor a cinkszalagnak a tárggyal való érintkezési pontjait változtassuk meg, hogy befedetlen helyek ne maradjanak a tárgyon; az érintkezési pontokon ugyanis nem rakódik le az arany.

10. A nemes fémek visszanyerése a használhatóan elektrolitokból.

Minden elektrolit idővel használhatatlanná válik, mivel az elektrolízis jelensége alatt olyan anyagok is kerülnek az elektrolitba, amelyeknek nagyobb mér-

tékü felhalmozódása az elektrolit rendes használhatóságára kedvezőtlen hatást gyakorol. Így az elektrolitban oly változások történnek, amelyeket többé semmiféle javítgatással sem lehet helyrehozni. Ilyen esetekben nincsen más segítség, mint az elektrolitoknak teljes megújítása.

A nemes fémeket tartalmazó elektrolitokban azonban még ily használhatatlan állapotban is sokkal több nemes fém van, hogysem azt minden további nélkül egyszerűen ki lehetne önteni. Hiszen ez, főképp ha az elektrolit mennyisége nagy, tetemes kárral is járna. Épen ezért az elektrolízis céljaira már nem használható ilyen elektrolitokból először ki szoktuk vonni a még bennök levő nemes fémeket, hogy legalább azokat az értékeket szerezhessük vissza, amelyeket lehet.

Az ezen célra szolgáló sok eljárás között talán a következő a legegyszerűbb. A használhatatlanná vált ezüst- vagy aranysókat tartalmazó elektrolitot megsűrjünk s annyi kénsavat öntünk hozzá, hogy a belemártott kék lakmuspapiros élénk piros színre változzék. Ezután a folyadékot átsűrjünk s a szűrőn visszamaradt csapadékot, amely cianezüst, illetőleg cianarany, tiszta vízzel többször kimossuk. Az így nyert cianezüstöt, illetőleg cianaranyat ismét az elektrolitok készítésére, illetőleg javítására használhatjuk fel.

Ha az ezüstöt vagy az aranyat az elektrolitokból fém alakjában akarjuk visszanyerni, akkor az illető elektrolitba egy-két napra megtisztított és zsírtalanított cinklemez helyezzünk el. Az *ezüst* kiválik a folyadékból s erre a cinklemezre rakódik le. A lerakódás biztosan porszerű lesz s így a lemeztől könnyen eltávolíthatjuk, ha a cinklemezzel együtt egy vaslemez is mártunk a folyadékba. *Aranyat* tartalmazó elektrolitokból az aranynak kiválasztására ez a módszer nem alkalmas, mivel a lerakódott arany

erősen tapad a cinklemezhez s róla csak nehezen távolítható el. Ezért az aranyat tartalmazó elektrolit-hoz cinkport szoktak keverni és pedig körülbelül 5 g-ot minden liter folyadékra. A folyadékot többször jól összerázzák s néhány nap múlva a folyadék minden aranytartalma kiválik. Ha az így képződött lecsapódást sósavba helyezzük, akkor a cink, ha pedig salétromsavba, akkor az esetleg benn levő ezüst és réz oldódik fel s így az aranyat tiszta állapotban, mint ú. n. cementaranyat kapjuk meg.

11. Fémek színezése elektrolitikus úton.

Ismeretesek olyan elektrolitok is, amelyekből kiváló fémlecsapódásoknak csak annyiban vehetjük hasznát, hogy a tárgy felszínének más színt adnak. Maga a fémbevonat azonban nem áll ellen a levegő hatásának s a legtöbb esetben a használatban bekövetkező kopásnak sem. Ilyen pl. az antimonnal s az arzénnel való bevonás, sőt ide lehetne számítani a vassal való bevonást is, bár ezt a nyomdaiparban arra is használják, hogy a galvanoplasztikai úton készült klisék felületét ellenállóbbá tegyék. Egyébként azonban még igen kevés téren alkalmazzák.

Réz- és vastárgyak felületének acélszürke színt ad az *antimonréteg*. Elektrolitja a következő összetételű:

1000 g vízben

50 g Schlippe-féle só és

10 g kalcinált szénsavas nátront oldanak fel.

Schlippe-féle só alatt azt a vegyületet árujják a kereskedésekben, amely antimontrisulfidnak nátronlúggal s kénnel való főzése útján keletkezik (antimon-szulfid-kénnátrium).

Az alkalmazott elektromos áram feszültsége legfeljebb 3-2 volt, az erőssége pedig négyzetdeciméte-

renkint 0.35 ampère legyen. Anód gyanánt itt természetesen nem lehet antimonlapot használni, nem is oldódnék fel, hanem helyett szénlapokat használunk, amelyeknek felülete azonban csak feleakkora, mint a színezendő tárgy felülete. Ezeket a szénlap-katódokat selyemből készült zacskókba is szokták varrni.

Az arzénnel való bevonást a legnagyobb mértékben ott alkalmazzák, ahol galvanoplasztikai dombormű-másolatokat vagy sajtolt domborművű tárgyakat először beezüstöznek s azután a tárgy mélyedéseiben sötétszürke színeződést állítanak elő, amelynek következtében a tárgy olyan lesz, mintha régi ezüsttárgy volna. *Ó-német-oxidnak* szokták a tárgyak ilyen színezését nevezni. De használják az arzénlecsapódást a galvanoplasztikában is, amikor a negatív minta fémből készül s meg akarják akadályozni, hogy a galvanoplasztikai úton lecsapódott rézréteg a mintával összenőhessen. Vagyis az arzénréteg tulajdonképpen választófelületet alkot a fémből készült negatív-minta és a galvanoplasztikai úton lerakódó rézréteg között.

Az arzénezésnél használt elektrolit előállítása céljából

- 1000 g vízben
- 100 g arzénsavat,
- 30 g kalcinált szénsavas nátront és
- 10 g ciankáliumot oldunk fel.

Az elektromos áram feszültsége 3.2 volt, az áramerőssége pedig négyzetdeciméterenkint 0.4 ampère legyen. A lecsapódás színe igen szép sötétszürke. Posztóval való dörzsöléssel ezt az arzénréteget igen könnyen eltávolíthatjuk a felület kiemelkedő részeiről, úgyhogy csak a mélyebb részeken marad meg ez a szürke szín. Így nyerik azt a művészi hatású külsőt, amely csalódásig hasonlít a régi ezüst tárgyakéhoz.

A csupán díszítés céljait szolgáló ezüstözött tárgyak felületét rendszeren celluloid-lakkal, amelyet

zapon-lakk néven árúsítanak, szokták bevonni, hogy az ezüstréteget a kénhidrogént tartalmazó levegő hatásától megóvják. Az arzénbevonattal ellátott ezüstfelületeket azonban nem szabad ilyen zapon-lakkal bevonni, mivel a celluloid oldószerei az arzénbevonatot megrongálják. Ilyen esetben tehát inkább alkoholban oldott lakkot használjunk.

Vasréteggel is lehet színezni, mivel az elektrolitikus úton előállított vaslecsapódásnak igen szép galambszürke színe van s esetleg oxidálva művészi hatást is érhetünk el vele. Egyébként a nyomdaiparban gyakran alkalmazzák, mivel a vasfelületű kliséekkel jóval több példányt nyomhatnak.

Vasréteg előállítására alkalmas elektrolitot a következőképpen állíthatunk össze:

- 1000 g vízben
- 130 g vasgálicot,
- 100 g klórammont és
- 3 g nátriumnitrátot oldunk fel.

Az alkalmazandó elektromos áram feszültségét kezdetben 0.7 voltnak vegyük s mintegy két perc múlva fokozzuk le 0.5 voltra. Az áramerősség nagyon kicsiny legyen, csak mintegy 0.1 ampère négyzetdeciméterenkint. Az anód jól megtisztított s esetleg kékre eresztett vaslemez.

A lerakódás természetesen nagyon lassan történik, de néhány perc alatt már elég vastag a réteg arra a célra, hogy tartós réteget alkosson, sőt még a klisék bevonására sem szoktak vastagabb réteget előállítani, mint amilyen néhány perc alatt képződik. Egyáltalán semmi akadálya sincs annak, hogy a lecsapódott réteg bármily vastagságú lehessen, sőt akár galvanoplasztikai másolatokat is készíthetünk vasból.

TARTALOM.

	Oldal
BEVEZETÉS	3
1. Az elektromos áram kémiai hatása	7
2. Az elektrolízis törvényei	9
3. Az elektrokémiai műveleteknél használt elektromos áramforrások	12
4. Az elektromos áramvezető, az áram szabályozása, mérőeszközök	17
I. GALVANOPLASZTIKA	24
1. A negatív formák elkészítése	25
2. A negatív formák vezetővé tétele	30
3. Az elektrolit összeállítása	33
4. A galvanoplasztikai másolat	36
5. Galvanoplasztikai másolat készítése külső áramforrás nélkül	39
6. A galvanoplasztikai másolat megmunkálása	41
7. A másolatok színezése	43
II. GALVANOSZTÉGIA	47
1. A tárgy megtisztítása	48
2. A tárgyaknak az elektrolitba való függesztése	53
3. A fémlécsapódások szárítása és fényezése	56
4. Vörösrézrel való bevonás	57
5. Sárgarézzel való bevonás	62
6. Nikkelezés	65
7. Ezüstözés	69
8. Aranyozás	75
9. Galvanosztégia külső áramforrás nélkül	78
10. A nemes fémek visszanyerése a használhatatlan elektrolitokból	81
11. Fémek színezése elektrolitikus úton	83

lyedést és megértést s egyben valóban alkotó munkára nevel." Ennek a nemzetnevelő célnak elérésében kitűnő szolgálatot tesznek ezek a hézagot pótló füzetek, amelyek a könnyű eligazodást és biztos megértést előmozdító magyaros nyelvükkel és népszerű előadásukkal megtanítják az ifjú olvasót arra, miképen lehet egyrészt a legegyszerűbb segédeszközökkel a lehető legolcsóbban olyan fizikai műszereket, technikai készülékeket, mérőeszközöket és gépeket készíteni, amelyekkel ugyanazokat a hatásokat érhetjük el, mint a drága, de külsőleg talán sokszorta díszesebb, vásárolt gépekkel; másrészt meg, hogyan lehet a takarékoságnak szemünk előtt való tartásával, csekély leleményességgel a már használhatatlannak, értéktelennek minősített lim-lomokból gyakorlatilag ismét használható, értékes és kedves tárgyakat összeállítani, gyártani.

Egy próba, egy sikerült kísérlet ellenállhatatlanul felkelti érdeklődésünket és szinte leküzdhetetlen munkakedvet olt belénk a sok szép és tanulságos készüléknek az összeállításához.

A *Technikai Zsebkönyvtár* tehát a mai, alkotásra váró nagy időkben missziót teljesít, amikor sok szép rajzzal illusztrált füzeteivel saját munkája és tevékenysége közben játszva tanítja meg ifjú barátait a legnehezebb, de egyben legérdekesebb technikai problémákra.

Magyar tanuló ifjúság, te, akinek kezében van hazánk szebb jövője, s aki nem a hiú jelszavaknak hódolsz, jöjj, érts meg, mert szunnyadó tehetséged s megtépázott erőd kifejlesztésével a jövő nagy célok eléréséhez nyújtunk barátságosan segítő kezet!