

# Az alumínium eloxálása

**Talán felkapja a fejét az Olvasó a fenti kémiai kifejezés hallatán. Ugyan, hogy kerül egy elektronikai szaklapba a kémia? Ne ijedjenek meg, nem változtattunk profilt! A továbbiakban az alkalmazott kémia egy olyan, végletesen leegyszerűsített fejezetével ismerkedünk meg, amit egy magunkfajta, elektronikát kedvelő ember is könnyen „megemészt”. Tesszük ezt azért, mert az elkészült elektronikát „szalonképessé” úgy varázsolhatjuk, hogy azt be is dobozoljuk.**

Az amatőr berendezések méreteinek csökkenése és a festékek árának rohamos növekedése fölveti egy házilagosan kivitelezhető, felületkidolgozó technológia alkalmazását. Ebben segít a most következő leírás, aminek csak az a „szépséghibája”, hogy kénytelenek vagyunk kémiai szakkifejezéseket is használni, amelyeket a lehetőségekhez képest igyekszünk „magyarra fordítani”. A lapunk hasábjain edződött olvasó azonban már a nyák készítésével kapcsolatosan belekóstolt ebbe a szintén varázslatos világba, amit kémiának neveznek. Kezdjük mindjárt a címmel! Az eloxálás az „elektrolitos oxidáció” szakkifejezés kezdőbetűinek az összevonásából keletkezett. Ezzel a szóhasználattal foglaljuk össze az alumínium galvanikus és kémiai megmunkálásának összességét. E megmunkálások eredménye az alumínium és ötvözeiteinek csillogó fénye, matt felülete vagy különböző színárnyalata. A tetszetős külsőn kívül - ami egy elektronikai amatőr elsődleges kívánsága lehet - ez az eljárás védi a felületet az elszürkülés, az oxidáció ellen is.

Az eloxálás technológiáját műszereket és egyéb elektronikai berendezéseket gyártók is előszeretettel alkalmazzák. Jóllehet eszközeink és a felhasznált anyagok a „konyhai” technológia sajátjai, munkánk eredményét tekintve viszont megközelítjük a nagyipari eljárások minőségét. Mindannyian tudjuk, hogy az alumínium nem korrodál (rozsdásodik) úgy, mint pl. a vas. Ennek az az oka, hogy felületét néhány tizedmikron vastagságú tömör, természetes oxidhártya borítja.

Az eloxálási folyamat során elektrolitos vagy kémiai úton ezt a réteget vastagítjuk meg, és hozzuk létre a tartós, szilárd  $Al_2O_3$  réteget, amit még utána tetszés szerint színezhünk is. A korrózió meggátlása ugyanis csak az egyik szempont a kevésbé kopásálló természetes oxidréteg megvastagítása kapcsán. A másik az alumínium festése. Az alumínium alapesetben még gondos zsírtalanítás esetén is nehezen tűri meg a festékeket a felületén. Rövid időn belül a legtöbb hagyományos festék hártvaszerűen elválk a felülettől, majd lehámlk róla. Főleg a nitroalapú festékekre jellemző, hogy nem tapadnak jól az alumínium felületén. A megoldás: az alumíniumot festés előtt oxidálni kell, ami lehetővé teszi a festékek jó tapadását.

Az oxidréteget létrehozhatjuk *tisztán kémiai és elektrokémiai (eloxálás)* úton. A két eljárás között jelentős a különbség. Már az eredményben megmutatkozik, ha a keletkezett oxidréteg vastagságát megvizsgáljuk:

A természetes oxidréteg vastagsága:	0,04 - 0,2 $\mu\text{m}$ ,
a kémiai úton előállítotté	1,2 - 2,5 $\mu\text{m}$ ,
az eloxált réteg vastagsága	15-20 $\mu\text{m}$ .

Az előbbi táblázatszerű felsorolásból kitűnik, hogy a kémiai oxidáció kevésbé hatásos az eloxáláshoz képest, de gyakorlati megvalósítása sokkal egyszerűbb, s alkalmasint még megfelelő védelmet is nyújthat. Éppen egyszerűsége miatt, néhány mondat erejéig itt is foglalkozunk vele. Mindkét oxidációs eljárás közös jellemzője, hogy az oxidréteg beépül az alumíniumkristályok közé, ami igen jó megkötődést eredményez, szemben pl. a galvanizált bevonatokkal.

Ezen kis „lélektani előkészítés” után kezdünk hozzá a tulajdonképpeni munkához!

## Oxidréteg létrehozása kémiai úton

A legelső tennivalónk az oxidációra kész felület létrehozása. Bármelyik - a későbbiekben ismertetett - eljárással is dolgozunk, ez azt jelenti, hogy a felület véglegesen megmunkált, tiszta, szálrányban csiszolt, és tökéletesen zsirtalanított legyen. Az oxidálás utáni utólagos megmunkálás azért nem célszerű, mert pl. egy hajlítási művelet a korund keménységű védőrétegen repedést okoz, a munkánk kárba vész.

A zsirtalanítás talán a legfontosabb a kiindulási feltételek sorában. Mint ahogyan egy közönséges festési eljárásnál az eredményességet elsősorban a felület előkészítése, zsirtalanítása dönti el, úgy itt sincs másképpen.

A tárgyak felületi állapotától függően választjuk meg a megfelelő előkészítési módszert. Ha az alumíniumtárgyak erősen korrodáltak (!), akkor a korróziós termékek eltávolítása céljából az alábbi maratófürdőt készítjük el:

Víz	30 ml
Salétromsav: $\text{HNO}_3$ ; 40%-os)	50 ml

A maratási idő 10...30 s legyen. A tisztának mondható tárgyakat és az alumíniumötvözeteket a következő összetételű oldatban marassuk 1-2 percig:

Víz:	100 ml
Nátrium-hidroxid (NaOH):	10 g

A maratófürdő hőmérséklete 60...90 °C legyen. *Vigyázzunk! A marólúg (NaOH) erősen mérgező anyag, óvatosan dolgozzunk vele!* A zsirtalanítást vasból készült, zománcozott edényben végezzük.

További, azonos eredményt adó zsirtalanítófürdő-összetételek a beszerezhető anyagok függvényében:

Víz:	91 ml
Nátrium-hidroxid (NaOH):	0,7 g
Trinátrium-foszfát ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ =trisó)	4,5 g
Vízüveg ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ):	3,5 g

Ha nem sikerül nátrium-hidroxidot beszerezni, akkor a célnak megfelel a 15%-os trisó ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) vagy a 10%-os ammóniákszóda-oldat is. Ez utóbbi fürdőben forráspont körüli hőmérsékleten 8-10 perces kezelés szükséges.

Zsirtalanítás után semlegesítés és elő-oxidáció céljából a tárgyat merítsük kb. 1 percig 10%-os, 20 °C-os hőmérsékletű salétromsav ( $\text{HNO}_3$ ) oldatba, majd bő vízzel mossuk le. (A salétromsav is rendkívül veszélyes anyag; nagyon óvatosan kezeljük!)

A következő munkafázis maga az oxidálás folyamata. Az oxidáció az előző megállapításunk szerint történhet kémiai és elektrokémiai úton. A kémiai módszer egyszerű főzési eljárás, melynek során egy lúgos kémhatású oldatban 15-25 perc alatt létrejön az elérhető oxidréteg-vastagság. Fontos tudnunk, hogy ez az eljárás csak vegyileg tiszta alumíniumra (pl. az ún. „négykilences”) jó!

A legtöbb esetben a trisóban történő főzést szokták alkalmazni, de ez korántsem tekinthető szakzerű megoldásnak. A precíz kémiai oxidációt megvalósító fürdő összetétele literenként:

nátriumkarbonát ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ):	50 g
nátrium- vagy káliumkromát ( $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ):	15 g

Egy ilyen összetételű fürdő 2-3 m<sup>2</sup> felületet képes oxidálni.

A másik lehetséges összetétel ugyanazt az eredményt hozza. Ez pedig literenként:

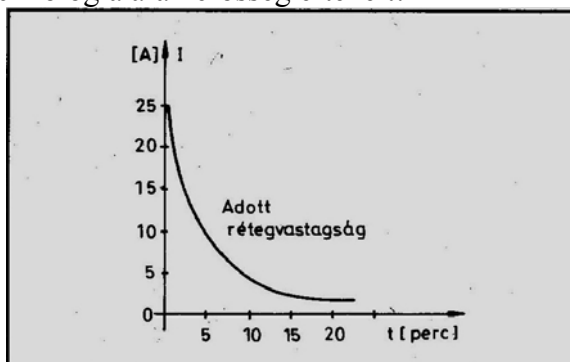
nátriumkarbonát ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ): 60 g  
 nátriumkromát ( $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ): 12g  
 nátrium-fluorid ( $\text{NaF}$ ): 3g  
 vízüveg ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ): 1,5 g

Oxidáláskor a műveletet üveg- vagy zománcozott edényben végezzük forráspont-közeli (90-100 °C) hőmérsékleten. Az eljárás befejezése után a munkadarabot utókezelésnek vetjük alá. Ez azt jelenti, hogy az oxidáló fürdőből kivett tárgyat jól lemossuk, majd 10 percig forrásban levő, 5% vízüveget tartalmazó oldatba tesszük. Ezután ismét jól lemossuk és szárítjuk. A keletkezett bevonat világosszürke lesz és ellenáll gyenge savnak, zsíroknak, fotóanyagoknak stb. Sajnálatos tény, hogy a kémiaileg oxidált alumíniumot nem lehet szépen színezni. A színezhetőség az eloxálás nagy előnye, amiről cikkünk második részében lesz szó.

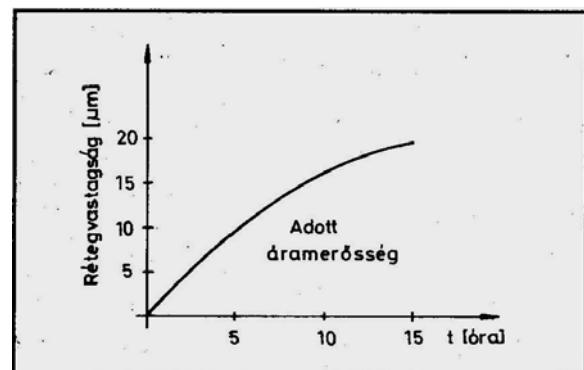
### Az anódos oxidálás

A cím egy kicsit szűkíti az alkalmazható technológiák körét. Az *anódos* oxidáció az egyenárammal történő elektrolitos eloxálásra utal, de a művelet elvégezhető váltakozó árammal is. A végeredmény mindkét esetben egy vékony és igen kemény korundréteg, amely még színezhető is, és kiváló védelmet ad a fémnek.

Mivel végre egy kicsit elektromossággal is dolgozunk, a gyakorlati recept előtt vizsgáljuk meg az áram hatását a folyamatra! Egy adott rétegvastagság elérését két tényező befolyásolja: az áramerősség és az idő. Ezek egymással az **1. ábra** szerinti kölcsönhatásban vannak. Az ábra alapján láthatjuk, hogy nagyobb áramerősséggel rövidebb idő alatt végezhetjük el a munkát, de a túl nagy áramerősség káros! így feltétlenül tartasuk be a továbbiakban ismertetett technológia áramerősség értékeit!



1.ábra



2.ábra

Adott áramerősség mellett a rétegvastagságot az eloxálási idő függvényében a **2. ábra** mutatja. Kiolvashatjuk a diagramból, hogy az idő növelésével nő az oxidréteg vastagsága, de itt is óvatosnak kell lennünk. Ugyanis a műveleti időt sem lehet a végtelenségig növelni, mert ugyan a rétegvastagság növekszik, de az alapfém károsodik (nagyobb arányú „felületi fogyás” következik be). Éppen ezért 20  $\mu\text{m}$  körüli maximális oxidréteget engedünk meg.

Rövid elvi áttekintés után lássuk a tényleges munkamenetet!

1. *Mechanikai tisztítás.* Finom csiszolóvászonnal (polírpapír).
2. *Zsírtalanítás.* (Az előzőek szerint.)
3. *Anódos oxidáció.* A **3. ábra** kapcsolási vázлата szerint.

Ha egyenárammal eloxálunk, akkor anódnak az eloxálandó tárgyat kapcsoljuk, míg katód-ként szénrudat használhatunk. Elektrolitnak megfelel a 20-25 %-os kénsav, ami gyakorlatilag a boltokban kapható akkumulátorsav. Vegyük figyelembe az elektrolit megválasztásakor az eloxálást esetleg követő színező eljárást. Ha később világos színűre kívánunk színezni, akkor

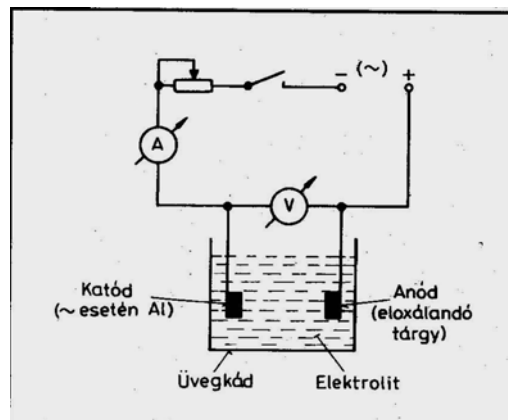
az oldat töménysége 10%-os, míg ha sötétebb színre (főleg ha feketére), akkor az 20-25%-os legyen.

A kénsavoldat hőmérséklete nem haladhatja meg a 25 °C-ot. Ha az oldat túlságosan felmelegedne - s ez természetes folyamat lehet -, akkor a fürdőt pl. csőkígyóval hűteni kell (saválló műanyag csőből készül, amelyben csapvíz áramlik), illetve meg kell szakítani az oxidáció folyamatát az oldat lehűléséig. Ennél a munkafázisnál kell külön is kiemelten szólni arról a biztonságtechnikai alaptételről, hogy a savas oldatok töménységének beállításakor *mindig a savat öntjük a vízbe*, és nem fordítva!

A feszültség 12-18 V, az áramsűrűség 1...2 A/dm<sup>2</sup> legyen. Az oxidáció ideje a későbbi színezéstől függ. Világos színeknél 15 perc, sötét színeknél 25-30 perc.

Az oxidálás némileg egyszerűbb váltakozó árammal, mert elmaradhat az egyenáramot előállító egység; csupán egy megfelelően méretezett transzformátor szükséges. Az alkalmazott feszültség 40-60 V, az áramsűrűség 1,5-2 A/dm<sup>2</sup>. A fürdő összetétele megegyezik az előzővel. Ebben az esetben viszont mindkét elektróda alumínium legyen!

Az lenne ideális, ha az ellenelektroda felülete nagyjából megegyezne a tárgyalumínium felületével. Ha több egyforma vagy közel egyforma eloxálható alkatrészünk van, praktikusán mindkét elektródaaként egyet-egyet kötünk be. A fürdő hőfoka most 40 - 60 °C lehet. Miután valamelyik elektródára nézve a váltóáramnak csak az egyik félperiódusa hatásos, most hosszabb időre van szükségünk a megfelelő rétegvastagság eléréséhez. Ez most igény szerint 30 -50 percre tehető.



4. *Öblítés.* Az oxidáló fürdőből kiemelt munkadarabot bő vízzel leöblítjük.

5. *Semlegesítés.* 2%-os NaHCO<sub>3</sub> oldatban (= szódadikarbóna), majd újra bő vizes öblítés.

6. *Festés.* Célja az, hogy szervesetlen, de leginkább szerves színezéket vigyünk be az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> réteg mikropórusaiba. Kissé nehezebb (a beszerezhetőség szempontjából) a szervesetlen színezékek alkalmazása. A választékbővítés kedvéért néhány színezőeljárás:

- Aranszínűre színez a vastriammónium-oxalát [Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]. E vegyület 2 - 6%-os vizes oldatát használjuk 65 °C hőmérsékleten. A művelet a színárnyalattól függően 1-4 percig tart.

- Zöldessárga színre fest a kálium-dikromát (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) 10% -os vizes oldata.

Festésre mégis legalkalmasabbak a vízben oldódó szerves alizarin típusú anilinfestékek.

Ilyenek pl. a közönséges ruhafestékek, valamint az ún. pácfestékek. Ezekből a festékekből készítsünk 2-3%-os oldatot. Maga a festési eljárás abból áll, hogy a jól leöblített alumíniumtárgyat a festékkoldatba mártjuk, és 60-80 °C-on főzzük színmélységtől függően 5-15 percig. Mivel a beszerezhető festékek összetétele, minősége folyamatosan változó lehet, célszerű a végső felhasználás előtt előzetes kísérleti próbafestést végezni.

7. *Utókezelés, tömörítés.* Az oxidáláskor keletkezett oxidréteg mikropórusos, mivel egymás között mikroszatornákkal elválasztott kristályok alkotják. Festéskor ezekbe a csatornába

hatol be a színező anyag. A festés befejezése után a pórusokat tömöríteni kell. A művelet abból áll, hogy a tárgyat forrásban lévő desztillált vízben 10-20 percig főzzük. Ezen idő alatt a bevonat mikropórusai elzáródnak, és elzáródik a bennük lévő festék is. Tömörítés után az eloxált felület már nem festhető.

Végezetül ismételten ki kell emelnünk az effajta tevékenységhez nem szokott amatőr munkavégzésének aranyszabályát: *lassan, óvatosan, rendkívül körültekintően! Testi épségünk megőrzése érdekében tartsuk be a biztonságtechnikai előírásokat (védőruha, kesztyű stb.)!*