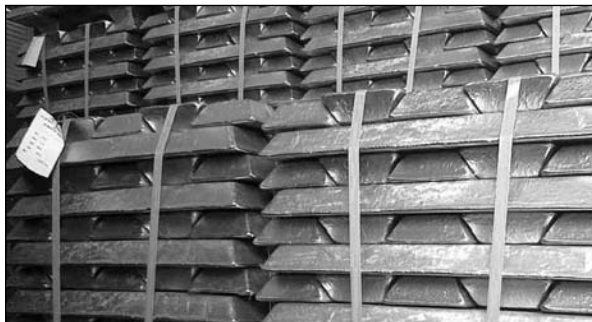


rúsította a létesítményt néhány szabadalmazott eljárás bevezetésével. A hatékony működést segíti több jelentős másodlagos alumíniumipari know-how meghonosítása is. Nagy gonddal igyekeznek összehangolni a gyártási képességeket a vevői igényekkel és alapanyag-lehetőségekkel.

A gyár Tatabányán az Alupark területén található, területe kb. 80 000 m², ennek egy részén folyik ipari tevékenység több olvasztó/hőn tartó kemencével (köztük egy forgódobos kemencével) több öntőállomáson, és egy Properzi huzalöntőművel (1. kép).

Az üzem éves termelési kapacitása 50 000 tonna késztermék. Az alumíniumhulladékok, primer és szekunder alumíniumtömbök olvasztása, majd szükség szerinti ötvözése utáni olvadékból gyárt ötvözetlen és ötvözött folyamatosan öntvehengerelt „Properzi” durvahuzalokat az acélipar és a kábelgyártás részére, valamint öntészeti ötvözeteket tömb és átol-



■ 3. kép. Öntészeti tömbök szállításra kész állapotban

vaszott hulladék tömb (RSI) formájában. A Scepter Tatabánya Kft. továbbá képes nagy mennyiségű folyékony fém szállítására is ügyfelei részére (2. kép).

Az üzem az elsődleges alumínium alapanyagon túl vásárol és hasznosít alumíniumhulladékokat, beleértve forgácsot, ötvényeket, salakot és egyéb öntészeti/öntődei hulladékokat. Az általánosan előállított ötvözetek között található kovácsolt és öntészeti ötvözet, beleértve a mangános (3xxx), magnéziumos (5xxx) és AlMgSi (6xxx) kovácsolt ötvöze-

ket, valamint AISi (319, 231, 226, és 230) öntészeti ötvözeteket. A cégnek nagy tapasztalata van bér munkaszolgáltatás területén is.

A gyártási folyamat minden fázisában, a beszerzett anyagok (alapanyag, műszaki anyag és gyártóeszköz) átvételétől a késztermék kiszállításáig, szabályozott eljárások alkalmazásával elérhető, hogy a ter-

mékek minden tekintetben megfeleljenek a vevői követelményeknek. A minőségnek minden döntésben és tevékenységben kiemelt figyelmet és elkötelezettséget biztosítanak. Ennek érdekében ISO 9001:2008 szabványkövetelményeknek megfelelő minőségirányítási rendszert működtet (3. kép).

A cég környezettudatosságát és elkötelezettségét jelzi, hogy ISO 14001:2004 környezetközpontú irányítási rendszert működtet.

Garney B. Scott III – Szöllösi Loránd

TÖRÖK TAMÁS

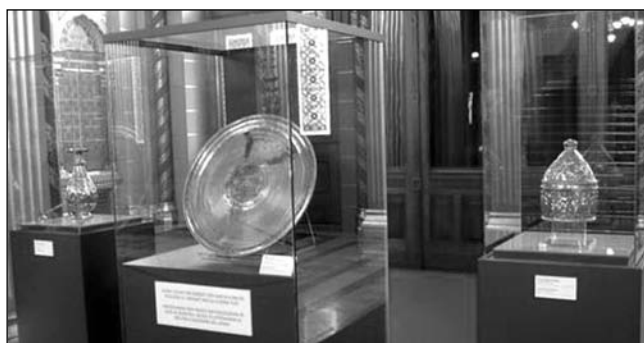
Néhány gondolat az ezüst korrózióvédelméről

Ezüst és ezüstötvözetek felületi elszíneződésének (ún. feketedésének) mibenlétéről a szakmabeliek bizonyosan sokkal mélyebben, de még a háztartásokban ezüsttárgyakat használók is többé-kevésbé jól tájékozottak. A korróziós és felülettudományok művelői pedig az ezüstnek ezt a sajátos felületi elváltozási folyamatát is már részletesen és behatóan tanulmányozták [1]. A jelen összeállításnak nem is ez utóbbi törekvések folytatása az elsődleges célja,

hanem csak néhány olyan gondolat megosztása az olvasókkal, amelyek a szerzőt a FORR-ÁSZ anyag tudományi forrasztástechnikai és részben felülettechnikai irányultságú kutatási projekt [2] feladatainak teljesítése közben némiképp megérintették és foglalkoztatták. Ezek lényegében mind az ezüstnemű és az ezüstbevonatos alkatrészek és ezüst dísz tárgyak korrózió elleni védelmével kapcsolatosak.

Lehetőségek az ezüst korrózió elleni védelmére

A környezet (levegő, vizes oldatok, kontaktanyagok) alkotóelemeinek az ezüstre gyakorolt kémiai hatását, azaz a legtöbb fémen, így az ezüst felületén is idővel egyre könnyebben észrevehető mértékben végbemenő és megjelenő kémiai átalakulási reakciótermékek keletkezését többféle módon próbálhatjuk megakadályozni vagy legalábbis mérsékelni. Az egyik legkézenfekvőbb lehetőség az agresszív környezettől elzárni a korrózióra hajlamos fém tárgyat. A közelmúltban Magyarországra visszakerült



■ 1. ábra. A Parlamentben kiállított Seuso-kincsek három darabja vitrinekben [3]

Török Tamás szakmai életrajzát 2014/2. számunkban közzeltük.

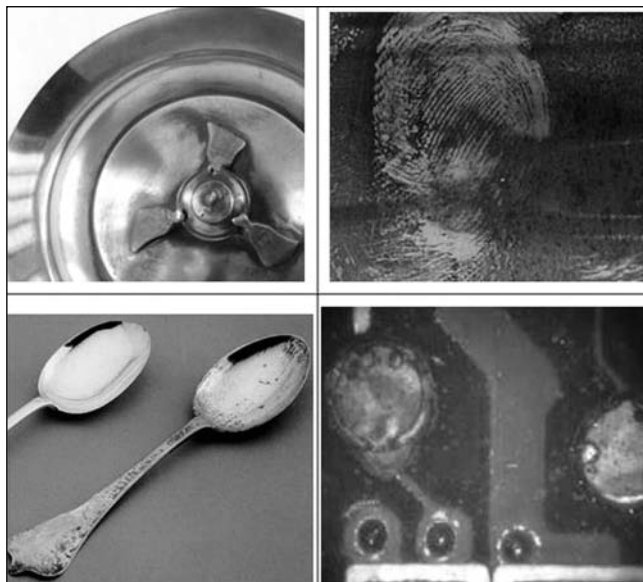
ezüst Seuso-kincsek esetében például erre is törekedhetnek, amikor azokat először látható a nagyközönség jól lezárt kiállítási vitrinekben (1. ábra).

A környezettől elszigetelésen kívül további korrózióvédelmi lehetőségek az aktív és passzív katódos védelem, a korróziós környezet kémiai agresszivitásának csökkentése, például inhibitorokkal, különféle felületpasszíváló kezelések, és ha lehetséges, alkalmas ötvöző anyagok beépítése a fém alapanyagba. Ez utóbbira talán a vasalapú ötvözetek krómmal ötvözése (ún. korrózióálló vagy nemesacélok kifejlesztése) említhető, mint közismert példa [4].

Az ezüst esetében a felületi korróziós elváltozások megjelenése meglehetősen változatos, melyekre néhány szemléltető példát a 2. ábrán láthatunk.

Ezüst műtárgyak konzerválása, restaurálása, illetve esetenkénti tisztítása a múzeumokban tárolt és kiállításokon bemutatott tárgyaknál rendszeresen felmerülő kérdés. Masamitsu Inaba, a londoni Victoria and Albert Museum ezüsttárgyakat kiállító részlegének a felújítása kapcsán gyűjtött tapasztalatai és kutatásai alapján készített tanulmányában [5] az alábbi fontosabb, idevágó megállapításokat tette (rövidítve idézve):

- Száraz levegőn az ezüst nem feketedik
- A feketedés feltehetően először a felületre kondenzálódott vízfilmbe (kapillár-kondenzáció) indul el
- A feketedést zömében ezüst-szulfid adja
- 70-80%-osnál nagyobb páratartalomnál gyorsabb a feketedés
- Szerves kénvegyületek (a hidrogén-szulfidhoz képest) gyorsabban okoznak feketedést
- Réz- és vasszennyezés is hozzájárul az intenzívebb feketedéshez (elektrokémiai hatás is szerepet játszik)
- Töményebb hidrogén-szulfid jelenlétében a nitrogén-oxidok és a klór is gyorsítja a feketedést (szulfidálódást)
- Klórgáz (pl. a fehérítő szerekből felszabaduló klór) és a nátrium-klorid



■ 2. ábra. Ezüsttárgyak, illetve ezüstbevonatok felületi elszíneződését okozó korróziós elváltozások. Felülről és balról jobbra: interferenciaszíneket adó vékony korróziós filmek; ujlenyomatok feketedés; ezüstkanál sárgás felületi elszíneződése; és nyomtatott áramkörtől elszíneződött forrasztandó foltjainak (pad) korróziós elváltozása (ún. kúszó vagy 'creep' korrózió)

(pl. izzadságból származó) is reagál az ezüstrrel (AgCl korróziós termék keletkezik)

- Korom és por hatására ez a fehér AgCl korróziós termék idővel koszos, feketés lesz
- Nagyon kicsi (és feketének látszó) ezüstszemcsék is keletkezhetnek ezüstvegyületek redukciója során UV fény hatására, mégpedig 240 nm alatti tartományban erőteljesebben, és ezek az ezüst nanoszemcsék a fémezüstnek sárgás megjelenést is kölcsönözhetnek (surface plasmon effektus)
- A frissen tisztított ezüst mintegy három hónapon belül ismét megfeketedhet.

Ez utóbbira is figyelemmel, tanulmányában Masamitsu Inaba arra is kitért, hogy a V&A Múzeumban milyen, akár az UV sugárzásnak is jobban ellenálló és emellett alkalmas korróziós inhibitorokat is tartalmazó védőlakokat használhatnának a megtisztított ezüsttárgyak védelmére. A fentebb idézett tapasztalati megfigyelések és lehetséges korrózióvédelmi megoldások természetesen a gyakorlott ötvösök és a restaurátorok előtt a világban máshol is többé-kevésbé jól ismertek. Ugyanakkor gyakorta csaknem megoldhatatlan feladat a különféle felületkezelő szerek közül – úgymond – a lehető legjobbat kiválasztani, mivel a

gyártók általában a hatóanyagok pontos kémiai összetételét nem közlik. Emiatt is gyakran ragaszkodnak a felhasználók az általuk már korábbról kipróbált és beváltak vélt szerekhez: például a V&A Múzeumban is még a jó öreg cellulóz-nitrátos lakkot használták, amikor az idézett tanulmány készült.

A galvántechnikai vagy más úton leválasztott ezüstbevonatok korrózió elleni védelmére gyakran ajánlanak feketedést gátló (angolul: antitarnishing) utókezeléseket, melyeket közvetlenül a frissen ezüstözött munkadaraboknál a gyártási folyamatba illesztve célszerű elvégezni. Ide vonatkozó szabadalmi leírások erre a célra többféle szerves

kéntartalmú vegyületet is (pl. tiolokat, diszulfidokat, tioétereket, tioaldehideket, tioketonokat) és cink komplexet (pl. 2...20 szénatomszámú szerves savakkal alkotott cink komplexeket) ajánlanak. A védőmechanizmust illetően megemlíti az ilyen típusú vegyületek felületi önszerveződő képességét, melynek révén ezek a vegyületek egy molekula rétegvastagságú szorpciós védőfilmet képesek kialakítani az ezüst felületén.

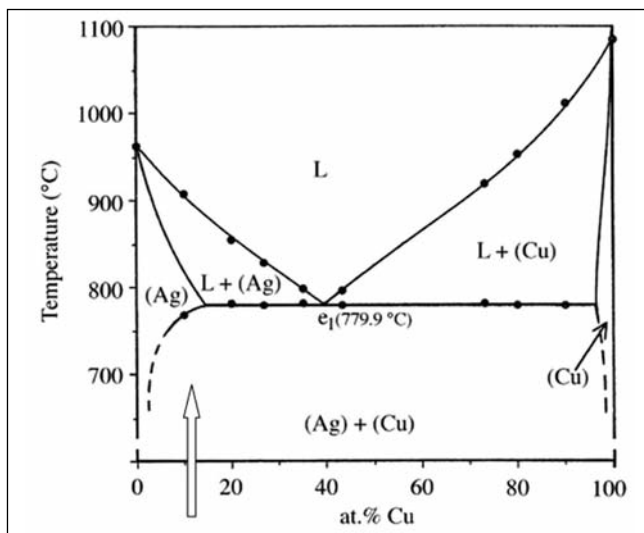
Az elektromos és elektronikai alkalmazásoknak megfelelő tisztaságú rézre kontaktredukciós töltéscserés redukcióval (ún. cementálással) leválasztott vékony, legfeljebb egy mikrométer körüli vastagságú ezüstbevonatok esetében, a tömbi ezüst felületi korróziós elváltozásának folyamatát a vékony ezüstfilm alatti réznek a külső felületre diffundálása és az ezüstréteg átmenő pólusainak aljáról oxidáló (levegőben az oxigén és nedveség) hatásra kioldódó réz kationok jelentősen felgyorsíthatják a feketedést [5]. Ilyen vékony ezüstbevonatoknál tehát különösen fontos a feketedést gátló utókezelés (felületpasszíválás), és ezeknek a kezelési módoknak célszerűen a réz korrózióját gátolni képes inhibitorokat (pl. triazolokat, aminokat stb. [6]) is szükséges tartalmazniuk.

Ezüst korrózióvédelme ötvözéssel

Az ezüsttel dolgozó ötvösök, ékszerészek a tiszta ezüst helyett már évszázadok óta előszeretettel a nagyobb szilárdságú, de még jól megmunkálható ún. sterling ezüstötvetet (Ag-tartalma: 925‰) használják, ahol az ezüst ötvözője többnyire a réz. (A kétalkotós Ag–Cu ötvözet egyensúlyi fázisdiagramját a 3. ábra mutatja.)

Egy vagy több további ötvözőnek a binár sterling Ag–Cu ötvözethez adagolásánál általában részlegesen

a rezet helyettesítik más fémekkel. Az ezüstötvetetek ilyen irányú metallurgiai kutatásának és fejlesztésének XX. század eleji hőskorában az Amerikai Egyesült Államokban egy több éves nagyszabású projekt keretében is foglalkoztak a kérdéssel, hogy mely elemekkel és milyen mértékben lehet a sterling ezüst mechanikai tulajdonságait és korrózióállóságát javítani. A kapott eredményeket 1926-ig *Jordan, Grenell és Herschman* [8] foglalták össze. A 2014. évi Santa Fe Symposiumon pedig *Grigory Raykhtsaum* [9] számolt be a sterling ezüsttel kapcsolatosan áttanulmányozott amerikai szabadalmakban rögzített újításokról. Az 1926 és 1940 közötti időszakban meglehetősen sok szabadalom született a sterling ezüst szilárdságának további növelésére, továbbá az ezüstötvetetek levegőn hevítésekor bekövetkező revésedésének (frescale) és a feketés korróziós elszíneződésének (tarnishing) gátlására irányulóan. Az újabb hullám 1989 után következett, és ezekben az újabb szabadalmakban rögzítették azokat a megoldásokat, amelyek alapján készülő új ezüstötvetetek (Pt, Pd, Zn, Sn, Si, Ge stb. ötvözőkkel), illetve a kifejlesztett új felületkezelési eljárások már megbízhatóan alkalmazhatók a fentebb említett felületi degradációs, illetve korróziós folyamatok megjelenésének különösebb veszélye nélkül. A viszonylag kis atomtérű Ge ötvözőelem atomjai például az ezüstötvetet felületére diffundálva, és ott a levegő oxigénjével reagálva, egyfajta védő oxidfilmet



■ 3. ábra. Az Ag–Cu kétalkotós egyensúlyi diagram [7]. A függőleges nyíl jelöli a sterling ezüstötvetet névleges összetételét.

képeznek, ami mindkét fentebb említett felületi korróziós folyamatot hatékonyan képes gátolni.

Korrózióálló vékonyfilmek leválasztása

A tiszta ezüstbevonatos vagy tiszta ezüstből és/vagy ezüstötvetetekből készült tárgyak elvben az adott vagy számításba veendő korróziós igénybevételnek még az ezüstről is jobban ellenálló vékonybevonatokkal is megvédhetők. Ilyenkor természetesen ezekkel a vékonybevonatokkal szemben az is elvárás, hogy átlátszóak legyenek, és lehetőleg felületi színmódosulást se okozzanak. Közel 15 nm vastagságú fémfilmek még kielégítik az utóbbi kívánalmakat, és ilyenek (Ni, Rh, Pt, Ir és Pd) elektrokémiai úton történő leválasztására tetek is javaslatot [10], viszont kevés kísérleti adat áll rendelkezésre a valós megfelelőségük ellenőrzésére [11]. Vákuumtechnikai leválasztási (reaktív katódporlasztás, PVD) módszereket is ajánlottak transzparens vékonyrétegek képzésére, például Al-, Zr-, Mg-, Ti- és Nb-oxidokat, illetve még például Al-nitridet is. Ezeknél viszont korrózióvédelmi szempontból gondot okozhat az ilyen típusú vékonyrétegekben gyakorta megfigyelt szerkezeti-bevonati hibák (oszlopos szerkezet, pórusok, anyagfolytonossági hiányok) jelenléte. A Miskolci Egyetemen az intézeti Felülettechnikai Laboratóriumban a közelmúltban beüzemelt plazmakezelő kisberendezéssel [2] ugyanakkor vár-

hatóan nálunk is lehetőség lesz vizsgálni, illetve ellenőrizni *Grassini* és munkatársai [12] olyan újszerű vékony védőfilmképzési elképzelését, illetve kísérleti eredményeit, amelyeknél plazmapolimerizációs filmképzéssel igyekeztek SiO_x típusú, nagyon vékony, üvegszerű átlátszó védőfilmet leválasztani ezüsttárgyak felületére.

Az ilyen jellegű felülettechnikai fejlesztések napjainkban megfigyelhető igencsak gyors ütemű fejlődése pedig biztosítéka lehet annak, hogy a fentiekben korábban vázolt ha-

gyományos korrózióvédelmi stratégiák mellett növekedni fog ez utóbbi, alkalmas vékonyfilmképzéssel megvalósítható korrózióvédő megoldások aránya ezen a területen is.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány alapját képező kutatómunka a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0019 jelű projekt részeként – az Új Széchenyi Terv keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1] *C. E. Lemon*: Atmospheric Corrosion of Silver Investigated by X-ray Photoelectron Spectroscopy, PhD Dissertation, The Ohio State University, 2012 https://research.chemistry.ohio-state.edu/allen/files/2012/05/Lemon_PhD-Thesis1.pdf
- [2] BKL Kohászat, 2014/2. számában megjelent tanulmányok
- [3] <http://elevenelvan.blogspot.hu/2014/04/seuso-kincs-parlament.html>
- [4] *D. Talbot, J. Talbot*: Corrosion Science and Technology, CRC Press, 1997
- [5] *T. I. Török et al.*: Nanoscale characterisation of thin immersion silver coatings on copper substrates SURFIN Conference, Cleveland, June 9–11, 2014
- [6] *M. M. Antonijevic, M. B. Petrovic*:

- Copper Corrosion Inhibitors. A review Int. J. Electrochem. Sci., 3 (2008) 1–28.
- [7] Z. Bahari, M. Elgadi, J. Rivet, J. Dugué: Experimental study of the ternary Ag-Cu-In phase diagram Journal of Alloys and Compounds 477 (2009) 152–165.
- [8] L. Jordan, L. H. Grenell, H. K. Herschman: Tarnish Resisting Silver Alloys, Technologic Papers of the Bureau of Standards, No. 348, 457–496, USA Washington, 1927
- [9] Grigory Raykhtsaum, The Santa Fe Symposium® October 24–26, 2014
- [10] H. Royal, Proc. of 4th Santa Fe Symposium® on Jewelry Manufacturing Technology, 1990, p.37.
- [11] L. Paussa, L. Guzman, E. Martin, N. Isomaki, L. Fedrizzi: Protection of silver surfaces against tarnishing by means of alumina/titania nanolayers, Surface and Coatings Technology 206 (2011) 976–980.
- [12] S. Grassini, E. Angelini, Y. Mao, J. Novakovic, P. Vassiliou: Aesthetic coatings for silver based alloys with improved protection efficiency, Progress in Organic Coatings 72 (2011) 131–137.

Az Alcoa bővíti magyarországi kerékgyártó üzemét

Az Alcoa megkétszerezi európai gyártási kapacitását a könnyű, tartós és kis karbantartási igényű Dura-Bright® EVO felületkezeléssel ellátott kovácsolt alumínium keréktermékei esetében. A magyarországi új gyártósor létrehozásának célja a növekvő kereslet kielégítése.

Az Alcoa a kovácsolt alumínium keréktermék feltalálója és világszinten piacvezető gyártója, a könnyű, tartós és kis karbantartási igényű alumínium tehergépjármű keréktermékei iránt mutatkozó növekvő igények kielégítése érdekében fejleszti európai gyártóüzemét.

A székesfehérvári beruházás eredményeképpen az Alcoa 2015 elejére a jelenlegi termelési szinthez képest megkétszerezi az európai Dura-Bright® EVO felületkezeléssel ellátott keréktermékek gyártási kapacitását.

Az Alcoa keréktermékei iránti kereslet tovább növekszik Európában, párhuzamosan azzal, hogy a járművekre vonatkozó légszennyezés-kibocsátási szabályozások növelik az erősebb, könnyebb és egyszerűbben karbantartható felnik iránti igényt, ami által nő a hasznos szállítható súly, csökkennek a karbantartási költségek és a fenntarthatóság is javul.

Az Alcoa új Dura-Bright® EVO felületkezeléssel ellátott kerékterméke elődjének, az XBR® technológiájú Dura-Bright® keréktermék

összes előnyével rendelkezik. A Dura-Bright® EVO felületkezeléssel ellátott keréktermék tízszer ellenállóbb az elsősorban az útszóró sók és az időjárási tényezők által okozott korrózióval szemben. Ezenkívül akár háromszor ellenállóbb a vegyi anyagokkal szemben, a legerősebb teherautó-tisztítószerekben megtalálható fluorsavat is beleértve. Ez a tisztítószer szélesebb körének használatát teszi lehetővé, leegyszerűsítve a



■ Dura-Bright® EVO felületkezeléssel készült alumínium kerék

karbantartást a keréktermék épségének és fényességének megőrzése mellett.

A könnyen repedező, lepattogzó, korrodálódó és fakuló konkurens felületi bevonatokkal ellentétben a Dura-Bright® felületkezeléssel ellátott keréktermék ragyogó fénye többéves használat után is tart anélkül, hogy polírozásra lenne szükség. A Dura-Bright® nem egy bevonat, sokkal inkább felületkezelés, amely az alumíniumba behatolva a keréktermék szerves részévé válik. Az elterjedt kamionmosó termékekkel, vagy csak az egyszerűen szappanos vízzel történő rendszeres mosás fényesen tartja a kerékterméket akár több száz mosás és több ezer megtett kilométer után is, ami együtt jár a karbantartási költségek csökkenésével. További előny, hogy az Alcoa keréktermékei egyetlen kovácsolt alumíniumtömbből készülnek, miáltal könnyebbek és ötször erősebbek az acél keréktermékekénél, emiatt nő a hasznos (szállítható) súly és növekszik az üzemanyag-hatékonyság.

Az üzem bővítés építési munkálatai 2014 januárjában kezdődtek el, a befejezés várható időpontja 2015. év eleje. A beruházás 35 új munkahelyet teremt majd, míg az építési munka során mintegy 215 fő foglalkoztatása valósul meg.