

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# Kohászat

MISKOLCI EGYETEM FORR-ÁSZ PROJEKT  
TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0019

Anyagtudomány

Felsőoktatás

Hírmondó

148. évfolyam

2015/3. szám



Jó szerencsét!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

## TARTALOM

- 1** **Gácsi Z. – Batta B.:** Környezetbiztonságos forrasztanyagok anyagtudományi alapon történő fejlesztése primer- és másodnyersanyagokból a járműipar számára
- 2** **Benke M. – Sályi Zs.:** Szelektív forrasztószerszámok tönkremeneteli mechanizmusa
- 4** **Simon A. – Géber R. – Lipusz D. – Gácsi Z.:** Rézmátrixú kompozitok jellemzése, kísérleti előállítása
- 9** **Gyöker Z. – Terjék A. – Gyenes A. – Gácsi Z.:** Az ezüst és a réz hatása az Sn-Ag-Cu forrasztanyagok szövetszerkezetére és mechanikai tulajdonságaira
- 14** **Téglás N. – Gyenes A. – Nagy E. – Gácsi Z.:** Többalkotós Sn-Ag-Cu alapú ólommentes forrasztanyagok vizsgálata
- 18** **Baumli P.:** A keményforrasztás alapanyagai
- 22** **Kékesi T.:** Ólommentes forrasztási ónhulladék teljes feldolgozása rugalmas és környezetbarát módszerrel
- 29** **Lassú G. – Török T.:** Kísérleti lehetőségek egy újszerű analitikai módszerrel a tűzzománc-acél mennyiségi mélységprofil-elemzésére, és az eljárás elvi alapjai
- 33** **Rontó V. – Tranta F. – Svéda M. – Roósz A.:** Hozzáadott cink hatása az Sn-Bi forrasztótvözet szerkezetére és kristályosodási tulajdonságaira
- 38** **Szabó G. – Mertinger V. – Zupkó I. – Mikó T. – Roósz A.:** Meleghengerléssel plattírozott többretegű alumíniumlemezek technológiai vizsgálata
- 41** A 2015/3. szám szerzőinek szakmai életrajza

### Anyagtudomány

- 43** **Mekler Cs. – Baranyai V. – Dezső A. – Trampus P. – Kresz N. – Kaptay Gy.:** A szemcsehatár-energia, a szemcsehatár-segregáció és a szemcsehatár-átalakulás modelljezése többkomponensű ötvözetekben

### Felsőoktatás

- 50** **Beszélgetés prof. dr. Kékesi Tamással**
- 52** Beszámoló a XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferenciáról

### Hírmondó

- 56** 100 éve született Óvári Antal. Tisztesség és tisztelet
- 57** 120 éve született az ajkai timföldgyár és alumíniumkohó építője
- 58** Egyesületi hírek
- 60** MÖSZ-hír
- 65** Köszöntések
- 66** Nekrológok

Ötészeti rovatunkat az 1950-ben indított és 1991-ben megszűnt önálló szaklap, a BKL Ötöde utódjának tekintjük.

## FROM THE CONTENT

**Benke M. – Sályi Zs.:** Degradation mechanism of selective soldering tools ... .. 2  
The soldering tool is in direct contact with the molten solder alloy. The soldering tools are typically made from ferrous alloys, or high purity Amco iron. Today's solder alloys are tin-based alloys which are highly reactive and solve the iron atoms from the soldering tools. This process leads to the erosion degradation of the soldering tools, which requires the halt of the soldering line and the replacement of the soldering tool. The erosion process can be inhibited through the composition modification of the solder melt. However, for most cases, the composition of the solder melt is strictly regulated, leading to the need for the development of soldering tools with enhanced lifetime against erosion.

**Simon A. – Géber R. – Lipusz D. – Gácsi Z.:** Characterization and experimental producing of copper matrix composites ... .. 4  
The improvement of properties of conventional materials is possible with the use of another coupling materials. The application of these kind of composite material systems can be observed in many areas of industry (e.g. manufacturing of electronic parts). In this article the Authors review the main properties of metal matrix composites, as well as manufacturing methods, main properties and applications of copper matrix composites. During their research work copper matrix composites reinforced with SiC particles were produced and some results of their investigations were presented.

**Gyöker Z. – Terjék A. – Gyenes A. – Gácsi Zoltán:** Effects of silver and copper on the microstructure and mechanical properties of Sn-Ag-Cu solders ... .. 9  
After the switch to lead-free solders Sn-Ag-Cu (SAC) alloys have been proved to be the most sufficient solders among the current alternative ones in the terms of replacing lead-containing solders. One of the most common SAC solders is the SAC305 alloy which contains 3 wt% Ag and 0.5 wt% Cu. This paper investigates the effects of Ag and Cu on the microstructure and the mechanical properties of Sn-Ag-Cu lead-free solders via alloys with five different compositions. Light and scanning electron microscopy with microprobe analysis were used to describe the effects of the alloying elements on the microstructure. Further-more tensile tests and hardness measurements were applied to determine the mechanical properties (UTS, YS, HV and elongation).

**Téglás N. – Gyenes A. – Nagy E. – Gácsi Z.:** Investigation of multicomponent Sn-Ag-Cu based lead free solders ... .. 14  
According to the directives adopted by the European Union, lead has been banned from the manufacturing processes because of its health and environmental hazards. Therefore the development of lead-free solder has started up. This paper investigates multicomponent Sn-Ag-Cu based lead-free solders with different compositions. The properties of the Innolot and two low-Ag solders were compared with the widespread SAC305 in the industrial practise. Microstructure investigation and X-ray diffraction measurements were performed to identify the formed phases, furthermore tensile tests and hardness measurements were executed to determine the mechanical properties.

**Baumli P.:** Base materials of brazing ... .. 18  
Brazing is a joining process (above 450 °C) in which two or more items are joined together by melting a filler metal. The filler metals have lower melting point than the brazed parts. Irresolvable bonding between metal and metal, ceramic and ceramic or ceramic and metal can be made by brazing. The quality of joining largely depends on the correct composition of the filler material. Most widely used types of filler metals are copper and its alloys, nickel and its alloys, as well as pure silver and silver-based alloys furthermore aluminium, magnesium, zinc or titanium-based filler can be applied. The results of research on brazing and joining are summarised in this review.

**Kékesi T.:** Complex processing of lead-free soldering waste by a flexible and environment friendly method ... .. 22  
The significant amount of the waste material arising from the application of the most common SAC-type lead-free soldering tin alloys, containing Ag and Cu, can be processed practically free of any emission by a multi-step method based on an aqueous electrorefining step. The first step is the melting of the heterogeneous waste material skimmed from the soldering bath, which serves the melt to be cast into cooled molds to form the anodes. The oxide dross here separated can be subjected to a carbothermic reduction to yield finely dispersed tin, soluble in hot hydrochloric acid. This may be used for the preparation of the electrolyte solution. The properly controlled refining electrolysis can produce high purity tin at the cathode, while silver and copper is concentrated in the slime layer arising at the surface of the anode. The Sn, Cu and Ag content of the slime can be dissolved selectively by consecutive leaching steps using hot hydrochloric and nitric acid solutions. Pure tin can be extracted from the chloride solution after removing copper by cementation, followed by silver chloride precipitation from the nitrate solution. This method, developed at the laboratory scale can be operated economically on a low capacity as well, as no sophisticated equipment needs to be invested and no expensive materials or considerable electric energy are required. The negligible amount of the technological residue is practically tin dioxide, which can be recycled to the melting step.

**Lassú G. – Török T.:** Application possibilities and the principle of a novel analytical technique for compositional depth profile measurement of the steel-enamel interface ... .. 29  
In this paper we publish the principle of elemental/quantitative depth profile analysis of the steel-enamel interface and the methodological development which leads to this possibility. In our previous paper [1] we showed how powerful the analytical technique GD-OES is for analyzing the entire enamel coating and the interface region (which is very important from the aspects of bonding). In that article we presented only qualitative depth profiles, because we were unable to commence the full calibration procedure due to lacking the proper reference standard samples. By now and in collaboration with the TOBIZO Co. eventually we could prepare some quasi-standards and we can use them for quantitative calibration. The quantified depth profiles then will supply extra information compared to the qualitative ones, i.e. not only the trends but the exact compositional conditions can be determined in the whole depth of such coatings as well.

Continued on page 64.

• **Szerkesztőség:** 1051 Budapest, Október 6. utca 7., III. em. • **Telefon:** 06-1-201-7337 •

• **E-mail:** bkl.kohaszat@gmail.com •

• **Felelős szerkesztő:** Balázs Tamás •

• **A szerkesztőség tagjai:** dr. Buzáné dr. Dénes Margit, dr. Klug Ottó, dr. Kórodi István, Lengyelé Kiss Katalin, Schudich Anna, Szabados Ottó, Szende György, dr. Tardy Pál, dr. Török Tamás •

• **Kiadó:** Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület • **Felelős kiadó:** dr. Nagy Lajos •

• **Nyomja:** Press+Print Kft. 2340 Kiskunlacháza, Gábor Áron u. 2/a • **HU ISSN 0005-5670** •

Belső tájékoztatásra, kereskedelmi forgalomba nem kerül. • A közölt cikkek fordítása, utánnomása, sokszorosítása és adatrendszerekben való tárolása kizárólag a kiadó engedélyével történhet. •

**Internetcím:** www.ombkenet.hu/bkl/kohaszat.html

# Szelektív forrasztószerszámok tönkremeneteli mechanizmusa

*A szelektív forrasztás során a forrasztószerszám közvetlen kapcsolatba kerül az olvadt forrasztótvözzettel. A forrasztószerszámok jellemzően vasalapú ötvözetekből vagy nagy tisztaságú Armco-vasból (az előállító American Rolling Mill Company nevééről) készülnek. A napjainkban alkalmazott forrasztótvözetek ónalapú ötvözetek, melyek olvadt állapotban erősen reaktívak, és kioldják a vasatomokat a forrasztószerszámokból. A folyamat a szerszám eróziós tönkremeneteléhez vezet, ami a forrasztósor leállítását és a szerszám cseréjét követeli meg. Az eróziós folyamat lassítható a forrasztóvadék összetételének megváltoztatásával. A legtöbb esetben azonban a forrasztótvözet összetételét szigorú előírások szabályozzák, ami erózióval szemben növelt ellenálló képességű forrasztószerszám fejlesztését teszi szükségessé.*

## A szelektív forrasztás típusai

Szelektív forrasztás során a forraszkötést az alkatrészen belül egyedi helyen (helyeken) hozzák létre. A szelektív forrasztás egyes típusai automatizálhatók, így gyártási sorba integrálhatók. Más típusa kézi eljárás, melyet javító forrasztáskor alkalmaznak. A szelektív forrasztást sorozatgyártás során olyan esetekben alkalmazzák, amikor az aktuális kötésnek a többi forraszkötéstől eltérő technológiával kell készülnie (eltérő forrasztási hőmérséklet, forrasztandó geometria, alkatrész-beszerezés stb.). A szelektív forrasztás típusai az alábbiak:

- Szelektív hullámforrasztás
- Szelektív bélyegforrasztás
- Szelektív kézi forrasztás

Szelektív hullámforrasztás során a forrasztóvadék egy fúvókán áramlik ki, majd csorog le a fúvóka oldalán. A fúvóka felületén így egy forraszhullám alakul ki. A fúvóka geometriájától függően a forraszhullám lehet pontszerű vagy vonalszerű. A fúvókát védőgázköpeny védi az oxidáció ellen. A fúvókát és a védőgázköpenyt biztosító egységet számítógéppel vezérelt X-Y irányú mozgásra képes egység pozicionálja a forrasztandó helyre. A forrasztás során a forrasztószerszám megemelkedik úgy, hogy a forraszhullámról a forrasztóvadék fel tudjon futni a forrasztandó helyre. Megfelelő mennyiségű forrasztótvözet feljuttatá-

sa után a szerszám lesüllyed, és a következő forrasztandó helyre pozícionál. A forraszhullám magasságának stabilnak kell lennie a forrasztási hibák elkerülése végett, amit a fúvóka és a forrasztóvadék közötti jó nedvesítés biztosít.

Szelektív bélyegforrasztás során a forrasztóvadékat az olvadékat tartalmazó kádból kiemelkedő csapok juttatják a forrasztandó helyekre. A megfelelő kötés létrehozásához az olvadéknak megfelelően kell nedvesítenie a csapot. Szelektív hullám- és bélyegforrasztással csak furatszerelt forraszkötések (THT Through Hole Technology) hozhatók létre.

Szelektív kézi forrasztás során a forrasztóanyagot a kézi forrasztószerszám (páka) olvasztja meg. A forrasztáshoz szükséges olvadék felfut a páka hegyére, majd a forrasztóanyagot a páka hegyéről visszük fel a forrasztandó helyre. A forrasztóanyag felviteléhez elengedhetetlen a páka és a forrasztóvadék közötti jó nedvesítés. Szelektív kézi forrasztással furatszerelt (THT), valamint felület szerelt (SMT Surface Mount Technology) technológiával készült kötések is létrehozhatók. A szelektív kézi forrasztást kis termelékenységű, jellemzően egyedi kötés-

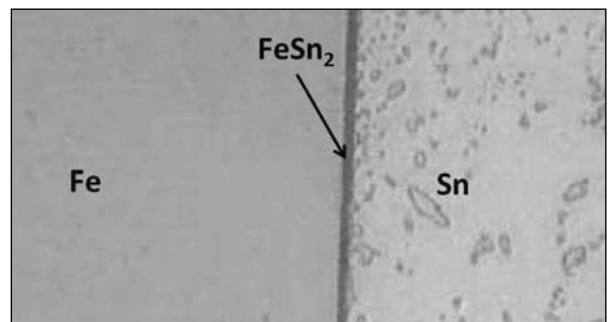
sek létrehozásához, továbbá javító forrasztásokhoz alkalmazzák [1].

A különböző típusú szelektív forrasztási eljárásokban alkalmazott szerszámok tönkremenetelének nagyon hasonló a mechanizmusa, ugyanis mindhárom technológiában a tönkremenetelt ugyanarra a határfelületi reakcióra lehet visszavezetni. Éppen ezért egy gazdaságilag is reális, a forrasztószerszám élettartamát növelő megoldás mindhárom technológia esetében alkalmazható lehetne.

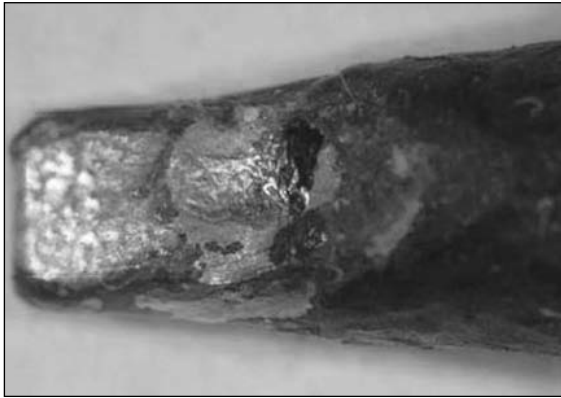
## A szelektív kézi forrasztószerszámok eróziója

Kézi szelektív forrasztás esetében a forrasztópáka réteges szerkezetű. A páka magja rézből készül. A rézmag kiváló hővezetése eredményezi, hogy a páka hegye hamar eléri a forrasztóanyag megolvadásához szükséges hőmérsékletet. A páka külső rétege vas, aminek a hegyére előőnozott réteget visznek föl, a páka többi részét pedig krómmal vonják be. A forrasztóvadék nem nedvesíti a krómot, (sem a króm-oxidot, amely a használat során keletkezik a krómmal bevont részen), viszont jól nedvesíti az önbevonatot, a forrasztóanyag olvadás után így csak a páka hegyére fut fel. Mivel forrasztóvadék csak a páka hegyén van forrasztáskor, a kötés kialakítása kontrollálható. Az előőnozás során a páka vasbevonata és az ónréteg közti határfelületen  $FeSn_2$  intermetallikus vegyület képződik (1. ábra).

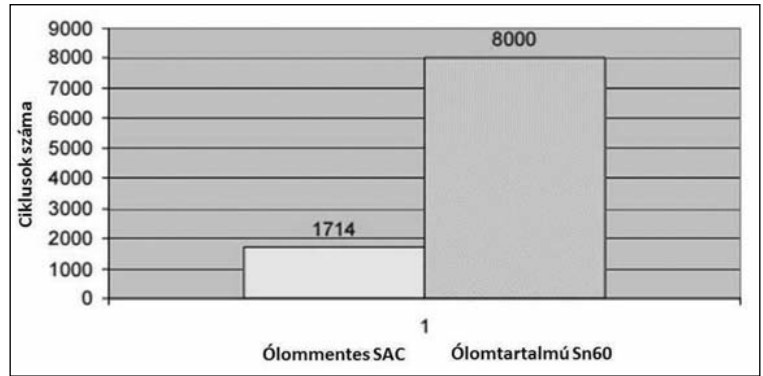
A forrasztási ciklusszám növelésé-



■ 1. ábra. A vas-ón határfelületen képződött  $FeSn_2$  intermetallikus réteg [1]



■ 2. ábra. Erodált kézi forrasztószerszám [1]



■ 3. ábra. Szelektív forrasztószerszám élettartama ólommentes SAC és Pb-Sn forrasztótvözetben [1]

vel az  $\text{FeSn}_2$  intermetallikus réteg vastagsága növekszik, amihez a szükséges vasatomokat a szerszám anyaga adja. Az intermetallikus réteg növekedését ebben a fázisban a vasatomok diffúziója irányítja. Az intermetallikus réteg vastagodása a vasbevonat erózióját okozza, ami a páka lassú tönkremenetelét idézi elő. Az erodált páka felülete egyenetlen, bemaródásokat tartalmaz. A bemaródásoknál a forrasztótvözet az  $\text{FeSn}_2$  intermetallikus réteg alatti vas alapanyaggal találkozik. A vas és a forrasztóanyag találkozásánál szintén kialakul az  $\text{FeSn}_2$  intermetallikus vegyület, ami a páka erózióját felgyorsítja. Amennyiben a bemaródásnál a forrasztótvözet eléri a páka rézmagját, az eróziós folyamat erőteljesen felgyorsul a rézatomok intenzív kioldásával. Erodált forrasztópáka képét mutatja a 2. ábra. Az erodált páka elveszíti a forrasztáshoz szükséges nedvesítést, így alkalmatlanná válik további használatra [1, 2].

### A szelektív hullám- és bélyegforrasztó szerszámok eróziója

A szelektív hullám- és bélyegforrasztó szerszámokkal szemben szintén követelmény, hogy a szerszámot megfelelően nedvesítse a forraszolvadék. A megfelelő nedvesítés érdekében a szelektív hullámforrasztó és a szelektív bélyegforrasztó szerszámokat vasból vagy nagy tisztaságú Armco-vasból készítik. Szelektív hullám- és bélyegforrasztás esetében a szerszám közvetlenül érintkezik az olvadt forrasztótvözetrel. Az olvadt forrasztótvözet kioldja a szerszám anyagából a vasatomokat, ami a forrasztószerszám erózióját okozza. A szelektív

kézi forrasztással szemben itt az olvadék folyamatosan áramlik a forrasztószerszám felületén. Szelektív hullám- és bélyegforrasztás esetében az eróziós reakciót elősegíti a forraszolvadék folyamatos áramlása is. Az áramlás erőteljesebb a szelektív hullámforrasztás esetében [3].

### Forrasztószerszámok eróziója ólommentes forrasztóanyagokban

Az Európai Unió (és egyéb, EU-n kívüli államok) által bevezetett RoHS (Restriction of use of Hazardous Substances) direktíva – néhány kivételes alkalmazástól eltekintve – tiltja az ólomtartalmú forrasztótvözetek alkalmazását. Az Sn-Pb ötvözetek alternatíváiként legelterjedtebben az Sn-Cu, SAC (Sn-Ag-Cu) és Innot (Sn-Ag-Cu-Bi-Sb-Ni) környezetbiztonságos ötvözetcsaládokat alkalmazták. Mindhárom ötvözetcsalád jóval nagyobb mennyiségben tartalmaz ónt, mint a korábbi, Sn-Pb tartalmú ötvözetek. Az óntartalom az Sn-Cu ötvözeteknél ~ 99 m/m%, a SAC ötvözeteknél jellemzően ~ 95 m/m%, az Innot ötvözeteknél pedig ~ 90 m/m%, míg a korábbi, Sn-Pb ötvözetekben az óntartalom 63 m/m% körüli. A növelt óntartalom miatt a környezetbiztonságos forrasztótvözetek sokkal reaktívabban oldják ki a vasatomokat a velük érintkező szerszámokból. A környezetbiztonságos forrasztótvözetek ráadásul nagyobb olvadáspontúak, mint az Sn-Pb ötvözetek. Az Sn-Cu, a SAC és Innot ötvözetek olvadáspontja 220 °C körüli, az Sn-Pb ötvözetek olvadáspontja pedig 180 °C körüli. A nagyobb hőmérséklet szintén hozzájárul a vasatomok kioldásának felgyorsításához. Ezen tényezők miatt

az ólommentes forrasztótvözetek alkalmazásával a szelektív forrasztószerszámok eróziójának üteme jelentős mértékben felgyorsult. A 3. ábra szelektív forrasztószerszám forrasztási ciklusszámát mutatja Sn-Pb és ólommentes SAC forrasztótvözet alkalmazása esetén. Az ábrán látható, hogy az ólommentes SAC ötvözet alkalmazásával a forrasztószerszám élettartama 8000 forrasztási ciklusról 1714 ciklusra esett, vagyis mintegy harmadára csökkent [1, 4–12].

### Szelektív forrasztószerszám élettartam-növelésének lehetőségei

A szelektív forrasztószerszámok eróziója az erodált szerszámok cseréjét teszi szükségessé. Szelektív hullám- és bélyegforrasztási technológiákban a forrasztószerszám eróziója által okozott gazdasági kár jelentős részét azonban nem a forrasztószerszám pótlása okozza, hanem a szerszámcsere és kalibráció miatti leállás és a termelés kiesése. A forrasztószerszám eróziójának csökkentésére két irányban indultak el kutatások. Az egyik irány a forrasztótvözet összetétele megváltoztatásának a lehetőségét vizsgálja. Nishikawa és munkatársai kimutatták, hogy vassal bevont réz szubsztrát eróziójának mértéke Sn-Ag forrasztótvözetben csökkenthető Co hozzáadásával [11]. A legtöbb esetben azonban a forrasztótvözet összetételét szigorú előírások által megadott határértékek között kell tartani, ezért az összetétel módosítása nem engedélyezhető. Az erózióval szembeni ellenálló képesség növelésének másik lehetséges módja a forrasztószerszám anyagának megváltoztatása. A növelt élettartamú szelek-

tív forrasztószerszámnak azonban két olyan követelménynek kell egyidejűleg megfelelnie, amelyeket jellemzően eltérő anyagtípusok teljesítenek. A forraszolvadék és a szerszám közötti megfelelő nedvesítést a fémes jellegű kötésű szerszámanyag tudja biztosítani. Az erózióval szembeni ellenállást pedig olyan anyag tudja biztosítani, melynek atomjait a forraszolvadék nem tudja könnyen kioldani. *Watanabe* és munkatársai vas–többszálú karbon nanocső kompozit (Fe-MWCNT Multi Wall Carbon Nanotube) forrasztószerszám eróziójának mértékét vizsgálták ólommentes forrasztóanyagban. Kimutatták, hogy az erózió mértéke lecsökkent, bár a nedvesítés mértéke némileg romlott a vas forrasztószerszámhoz képest [12]. Tekintettel arra, hogy *Watanabe* és társai megoldása nem szüntette meg a forrasztószerszám erózióját, csak lelassította a folyamatot, ráadásul a vas–karbon nanocső kompozit alkalmazása a szelektív forrasztásban meglehetősen költséges lenne, ez a megoldás nem tűnik hatékonynak. Gazdaságos és hatékony megoldás a szelektív forrasztószerszámok élettartamának növelésére jelenleg még nem ismeretes.

## Összefoglalás

A vasból készült szelektív forrasztó-

szerszámok tönkremenetelét alapvetően a szerszám/forraszolvadék határfelületi reakciója okozza. A tönkremenetel során az erősen reaktív, nagy óntartalmú forraszolvadék kioldja a vasatomokat a szerszám anyagából, ami a szerszám erózióját okozza. Az erózió elleni védekezés egyik lehetséges módja a forraszolvadék összetételének módosítása, a másik megoldás a szelektív forrasztószerszám anyagának fejlesztése. Jelenleg nem ismert gazdaságos, hatékony megoldás a forrasztószerszámok élettartamának növelésére.

## Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 projekt eredményeire alapozva 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] [http://www.elexp.com/Images/Weller\\_Coping\\_with\\_Lead\\_Free.pdf](http://www.elexp.com/Images/Weller_Coping_with_Lead_Free.pdf) (2014)  
 [2] *H. Nishikawa, T. Takemoto, K. Kifune, T. Uetani, N. Sekimori*: Effect of iron plating conditions on reaction in molten lead-free solder, *Mat Trans* 45 (3) (2004) 741–746.  
 [3] *H. Nishikawa, S. Kang, T. Takemoto*:

Erosion behavior and interfacial reaction of stainless steels in molten lead-free solder, *Transactions of JWRI* 38 (2) (2009) 53–56.

- [4] *D. Shangguan*: Lead-free solder interconnect reliability, *ASM International*, 2005. 33–48.  
 [5] *G. Henshall, J. Bath, C. A. Handwerker*: Lead-free solder process development, *Wiley*, 2011.  
 [6] *H. Ipser*: European COST action 531: Basic research on lead-free soldering, *JMM* 43 B (2) (2007) 109–112.  
 [7] *A. Kroupa, A. T. Dinsdale, A. Watson, J. Vrestal, A. Zemanova*: COST 531 project – Study of the advanced materials for lead free soldering, *JMM* 43 B (2) (2007) 113–123.  
 [8] *A. Kroupa, A. Dinsdale, A. Watson, J. J. Vrestal, A. Zemanova, P. Broz*: The thermodynamic database COST mp0602 for materials for high-temperature lead-free soldering, *JMM* B 48 (3) (2012) 339–346.  
 [9] *T. Takemoto, T. Uetani, M. Yamazaki*: Dissolution rates of iron plating on soldering iron tips in molten lead-free solders, *Solder Surf MT Tech* 16 (3) (2004) 9–15.  
 [10] <http://www.circuitspecialists.com/blog/soldering-tip-care-tips> (2014)  
 [11] *H. Nishikawa, A. Komatsu, T. Takemoto*: Interfacial reaction between Sn-Ag-Co solder and metals, *Mat Trans* 46 (2005) 2394–2399.  
 [12] *J. Watanabe, N. Sekimori, K. Hatsu-zawa, T. Uetani, I. Shohji*: Study on erosion resistance characteristics of Fe-MWCNT composite plating with respect to lead-free solder, *J Phys, Conf. series* 379 (2012) 012025. 1–10.

SIMON ANDREA – GÉBER RÓBERT – LIPUSZ DÓRA – GÁCSI ZOLTÁN

# Rézmátrixú kompozitok jellemzése, kísérleti előállítása

*A hagyományos anyagok tulajdonságjavításának egyik lehetséges módszere a társított anyagok felhasználása. Az így létrehozott kompozit anyagrendszerek alkalmazása az ipar számos területén (pl. elektronikai alkatrészek gyártása) megfigyelhető. A szerzők cikkükben ismertetik a fémkompozitok legfontosabb tulajdonságait, valamint bemutatják a rézmátrixú kompozitok előállításának módjait, legfontosabb tulajdonságait és felhasználási lehetőségeit. Kutatómunkájuk során rézmátrixú, SiC szemcseerősítésű kompozitokat állítottak elő, amelyek vizsgálatának néhány eredményét is közreadják.*

## A fémkompozitok általános jellemzése

A kompozitok napjaink legkorszerűbb anyagai közé tartoznak. Az egyre különlegesebb, összetettebb követelményeket a hagyományos (monolit) anyagok már nem képesek teljesíteni, ezért a műszaki gyakorlatban mind gyakoribb ezeknek a társított anyagoknak az alkalmazása. A kompozitok tulajdonságait az alapanyag (mátrix) és a második (erősítő) fázis mennyisége, típusa, a közöttük kialakult határfelület jellemzői, valamint a