

LUKÁCS SÁNDOR

Ecobrass – Forgácsolható sárgarezek ólommentes alternatívája

A réz és ötvözetei mellett az elmúlt évezredekben semelyik más nemvas-fém nem tudott olyan sikeres utat bejárni, mint a sárgaré. Az időben visszatekintve műszaki, gazdasági és manapság rendkívül fontos környezetpolitikai kihívásokkal szemben mindig képes volt minden tekintetben megújulni a modernebb, korszerűbb anyagokkal szemben. Ezzel együtt igen jelentős az a potenciál, a jövőt is figyelembe véve, amit ez a klasszikus fém és ötvözetei magukban hordoznak.

Nem egyszerű dolog egy régóta használt, tradicionálisan elismert, nagyra értékelt anyagot modern elvárásoknak megfelelő állapotba hozni. Észrevétlenül kitölti a mindennapjainkat, legyen szó hangszerről, lámpatestekről, korlátelemezekről, épületgépészeti szerelvényekről vagy esetlegesen záródugókról (1. ábra). Csak Európában évente kb. 1,5 millió tonna sárgarezet dolgoznak fel, melynek nagyobb része a felhasználók előtt rejtve marad, hiszen vagy dekoratív nikkelt, illetve krómbevonattal látják el, vagy tulajdonságai miatt belső alkatrészeknek használják, mint az elektromos csatlakozók, fittingek, összekötő elemek.

A sárgaré ötvözetet köznyelvi megnevezései, mint építészeti sárgaré, automata sárgaré, kovácsolható sárgaré, nyomásálló sárgaré lehetőséget adnak arra, hogy kitaláljuk, milyen elvárásokat kell kielégítsen a beépítéssel, felhasználással,

Dr. Lukács Sándor 2002-ben szerzett kohómérnöki (öntész) diplomát, ezt követően három évet töltött vendégkutatóként az Aaleni Egyetem öntödéjében, ahol méréseket végzett a 2007-ben védett PhD-értekezéséhez. 2002 és 2006 között a FémAlk Zrt.-nél FP6-os európai uniós kutatási projektet vezetett, Magnézium-ötvözet fejlesztés a repülőgépipar részére címmel. 2007 óta az ABM KUPRÁL Kft. kereskedelmi vezetője, majd 2018 óta ügyvezetője.

megmunkálhatósággal szemben azok közül, amit ez a sokszínű anyag kínálni tud. Manapság a kémiai összetétel alkotja a sárgaré ötvözetek nevét, melyből a tulajdonságaira is tudunk következtetni. Pl. a CuZn37Mn3Al2PbSi ötvözet egy nagy teljesítményű ötvözet, többek között csúszócspágnak használják, ahol a nagy kopásállóság komoly elvárás. A nagy számú ötvözőelemek segítségével lehetőségünk van arra, hogy minden elvárásra megtaláljuk a megfelelő megoldást [3].

Egyértelmű előnyök

A sárgaré ötvözetek hosszú sikertörténete olyan tulajdonságain alapszik, amit más anyagok gyakran nem tudnak biztosítani:

- feldolgozásából, megmunkálásából adódó gazdaságossági előny;
- az anyaggal szemben elvárt tulajdonságok.

A gazdaságosság jelentős része a megmunkálhatósági tulajdonságából ered, amit csak növelni tud a zárt felhasználási körfolyamat, hiszen a sár-



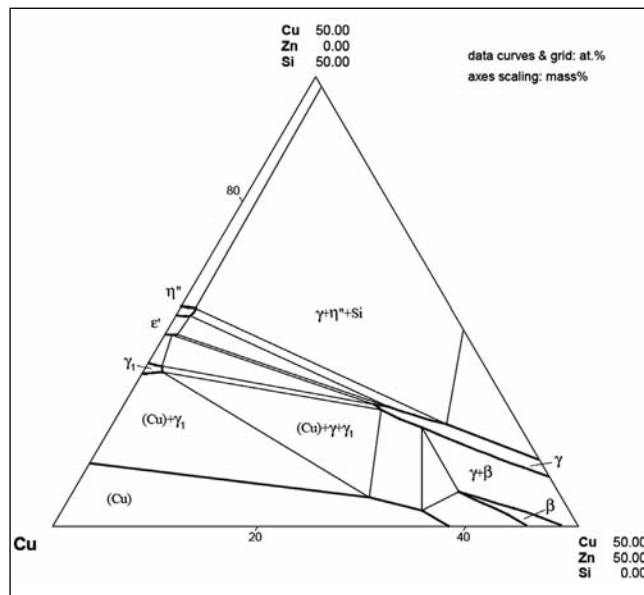
■ 1. ábra. Sárgaréből forgácsolással készült alkatrészek [1]

garéz 100%-ban újrafelhasználható. Kiváló alakíthatósága miatt rendkívül gyorsan készülhet a félkész termékből minden felhasználói igényt kielégítő késztermék. Csak a cinktartalmát 37%-ig változtatva kialakíthatunk túlnyomóan α -szövetű ötvözetet, ami hidegen kiválóan hajlítható, mélyhúzható, peremezhető, de ha több a β -szövet (30-50% Zn-tartalom), az ötvözet melegen jobban kovácsolható vagy éppen ólom hozzáadásával forgácsolható.

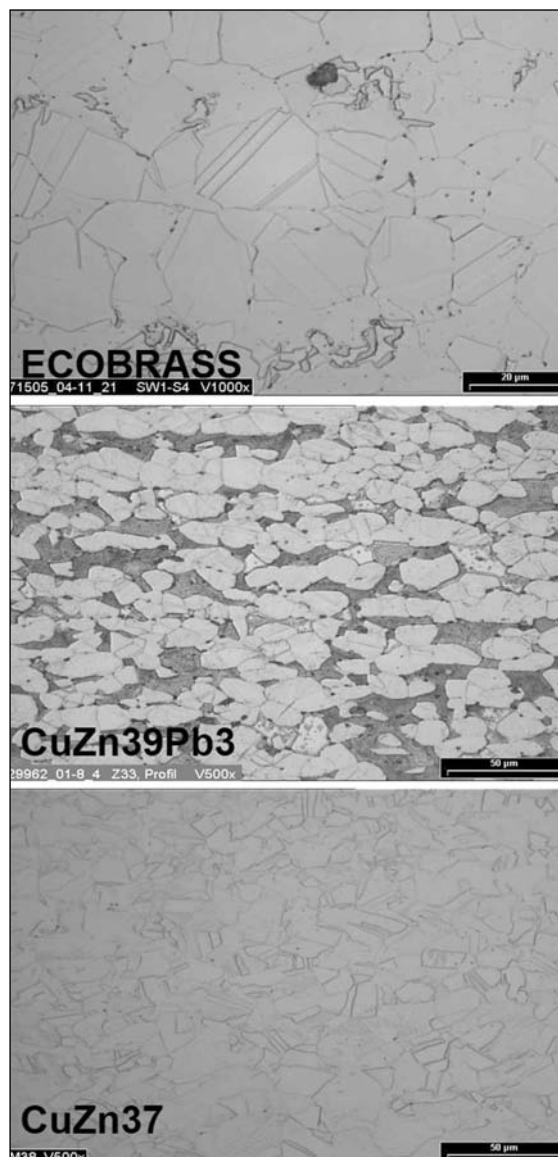
A hőmérsékletfüggő fázishatárok (2. ábra), a szívos α - és a melegalakítható β -szövelem lehetőséget biztosít a számtalan alakítási technológia közül kiválasztani a számunkra legmegfelelőbbet. Ólom további hozzáadásával a forgácsolhatóság nagymértékben javul, ennek köszönhetően alakult ki a réz-ötvözetek családjában a klaszszikus ún. automata minőségű sárgarézt, a CuZn39Pb3, melynek megmunkálhatósága az alapérték, amihez minden más forgácsolásra szánt anyagot viszonyítanak. (Megmunkálhatósági index CuZn39Pb3 – 100%). Az ólom hozzáadásával viszont a képlékeny alakíthatósága romlik. A réz-ötvözetek alatt alapvetően lágy anyagokat értünk. A kémiai összetétel változtatásával lehetőségünk van a szilárd oldatos keményítéssel olyan sárgarezeket gyártani, amelyek akár 800 MPa szakítószilárdságot is elérhetnek, illetve hidegalakítással pl. egy CuZn36 huzal esetében akár 1000 MPa szakítószilárdság is elérhető. [3]

Rugalmas és alakítható

Napjaink ötvözetfejlesztéseit mértékadóan a törvényhozók és szabályozók elvárásai befolyásolják. Ilyen a 2002/95/EC rendelet (ROHS rendelet), mely megszabja az egészség-



2. ábra. Cu-Zn-Si állapotábra, izoterm felület 400 °C-on [2]



3. ábra. Sárgarézt ötvözetek szövetszerkezete [2]

re ártalmas anyagok maximális mennyiségét, például az ólomtartalom max. 0,1% lehet. Egyelőre a sárgarezek kivételt képeznek ezen rendelet alól. De ilyen továbbá Európában a 98/83/EC rendelet, az ún. ivóvíz rendelet is. Ez meghatározza, hogy az emberi fogyasztásra szánt ivóvíz összetétele milyen maximális koncentrációban tartalmazhat bizonyos elemeket. Pl. 2013. december 1-től hatályosan az ólomtartalom nem lehet több, mint 10 µg/l. Európa és az Egyesült Államok szabályozza az ivóvízzel érintkező anyagok összetételét is úgy, hogy 0,25%-nál nagyobb ólomtartalmú anyagot nem szabad alkalmazni ivóvízzel érintkező berendezések alkatrészeként. A 3. ábrán jól látható a különböző sárgarézt ötvözetek szövetségében a különbség ólomtartalmú és ólommentes ötvözet esetén. Az ólom a fázishatárokon kiváltképpen szigetecskéket képez, mely fekete foltokban látszódik.

A réz-ötvözet-fejlesztők számára ez egyértelmű jel az ólommentes alternatív ötvözetek irányába, melyek lehetőség szerint egy az egyben alternatívái is legyenek a korábban jól bevált ólomtartalmú sárgarezeknek. [3]

A feladat nehézségeit, de a lehetőségeit is befolyásolja az, hogy Európában évente 1,2 millió tonna ólomtartalmú alakítható sárgarezt gyártanak. Ez 36.000 tonna ólomot tartalmaz. 10 éves átlagos élettartamot figyelembe véve kb. 360.000 tonna ólom van a különböző termékekben, amit az élettartamuk végén újrafeldolgoznak a kohókban, feldolgozóüzemekben. Az ólomtartalom csökkentésének a szabályozásával ezen termékek újrafeldolgozása a korábban megszokott eljárással már nem megoldható. Ezzel eltűnhet a sárgarézt újrafeldolgozásával

kapott gazdaságossági előny. Ezért új stratégiák, különböző átmeneti szabályozások szükségesek, illetve ettől függetlenül kérdés, hogy a sárgarézgyártó vállalatok képesek-e az elvárásoknak megfelelő forgácsolható ötvözetet előállítani vagy nem.

Kísérletek a Wieland cégcsoportban

Egy megfelelő ötvözet kifejlesztésére 126 ólommentes ötvözet számtalan próbaöntvényét vizsgálták. Megfelelő ötvözetválasztásnak tűntek a

- CuZnSn
- CuZnSnX
- CuZnSnMgX
- CuZnSi

ötvözetcsoportok [3].

A szóba jöhető ötvözetek közül a CuZnBi ötvözet nem megfelelő, mert 5 ppm fölötti Bi-tartalom a melegalakíthatóságot jelentősen csökkenti. A Bi dermedéskori duzzadása olyan mértékű, hogy kritikus kristályközi feszültségeket idézhet elő. A Bi azért sem alkalmazható, mert ugyanezen rendelet az ivóvízben 0,05 mg/l értékben maximálja a mennyiségét.

A fejlesztési folyamat végére egy CuZn21Si3 ötvözet maradt, melyet ma Ecobrass néven ismerünk. Az Ecobrass öntészeti megfelelője az Eco-cast öntészeti ötvözet (tömb). A helyettesítendő hagyományos automata sárgaréz (CuZn39Pb3) összehasonlítva az Ecobrass kiemelkedő tulajdonságokkal bír a mechanikai tulajdonságok, a korrózióállóság és a feldolgozhatóság tekintetében. Az 1. és 2. táblázatban láthatjuk az ötvözetek jellemző tulajdonságait.

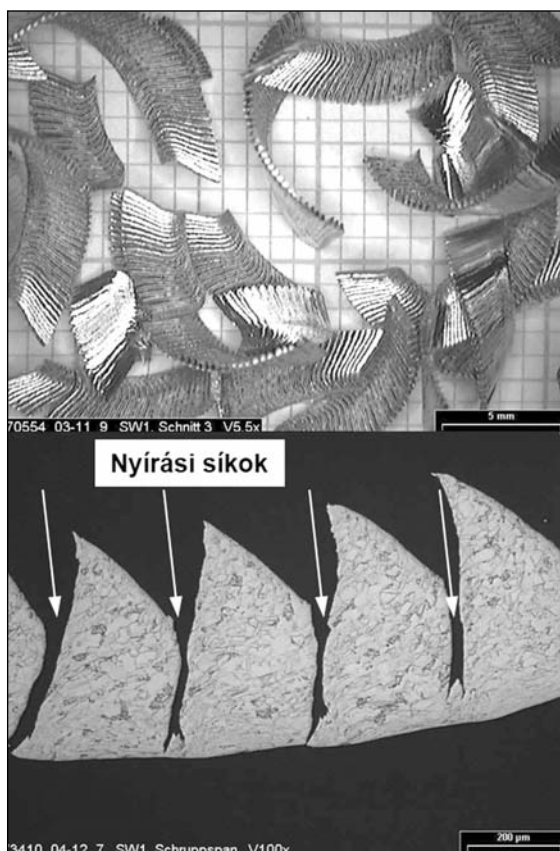
Az Ecobrass tulajdonságai révén új lehetőségek nyílnak olyan területeken is, ahová a korábbi ötvözet nem felelt meg. Bekerült az automata acélok és a rozsdamentes acélok közé, a tulajdonságainak összehasonlításával egy pillanat alatt új területek nyílnak a felhasználhatóság tekintetében. [4]

1. táblázat. Húzott rudak mechanikai tulajdonságai szobahőmérsékleten, félkemény állapotban

	CuZn21Si3	CuZn39Pb3	CuZn37
E-modul	90 GPa	95 GPa	110 GPa
R _{p0,2}	450 MPa	350 MPa	250 MPa
R _m	700 MPa	450 MPa	350 MPa
A ₁₀	25%	20%	30%
Fajlagos ütőmunka	50 J/cm ²	20 J/cm ²	150J/cm ²

2. táblázat. Sárgaréz ötvözetek feldolgozhatósága

	CuZn21Si3	CuZn39Pb3	CuZn37
Forgácsolhatóság	+	++	–
Melegalakíthatóság	++	++	+
Hidegalakíthatóság	+	-	++
Bevonatolás	+	+	++
Hegeszthetőség	+	0	+



■ 4. ábra. CuZn21Si3 forgácsképződése [2]

Az Ecobrass feldolgozhatósági tulajdonságai

Az Ecobrass anyag meleg képlékeny alakítással kiválóan alakítható, az alakítási hőmérséklet kb. 20 °C-kal alacsonyabb lehet.

A forgácsolhatóság összehasonlítására nagyobb hangsúlyt kell fektetni, hiszen a CuZn39Pb3 ötvözetnek ez a legelterjedtebb feldolgozási területe. Döntő paraméterek a keletke-

ző forgács alakja és a vágási erő nagysága. Az ólomtartalmú ötvözetek forgácsolásakor megszokott túforgács Ecobrass forgácsolása esetében kismértékben változik (4. ábra). Igen jelentős eltérést lehet viszont felfedezni a forgács megjelenésében, a nyírási síkok kialakulásánál, amelyek a forgács törésekor keletkeznek. Az ólomtartalmú ötvözet esetében az ólom miatt a forgácsleválás igen könnyű volt (a nyírási síkoknál az ólom kenési feladatokat is ellátott), az

Ecobrass ötvözetnél a forgács töréséhez egy utólagos erőhatásra van szükség. Az ötvözet forgácsolhatósági indexe „csak” 80%, melyet az ötvözet keménységéből adódó gyorsabb szerszámkopás eredményezett. Az Ecobrass anyag forgácsolásához a megszokott szerzőmódszereket, geometriát, szerzőanyagot felül kell vizsgálni, hogy a megfelelő forgácsolási eredményeket kapjuk. A „lágú” forgács-törő ólomot szemben egy „keményebb” forgács-törővel, a Si-szilárd oldattal, egy többségében γ -fázisból és κ -fázisból álló szövet helyettesíti. A forgácsolási paraméterek igen hasonlóak a klasszikus sárgaréz forgácsolás paramétereire, legtöbbször kis változtatással –, nagyobb forgácsolási sebességgel és előtolással – hasonló eredményeket kaphatunk, mint azt korábban megszoktuk [3]!

Korrózióállóság

Az Ecobrass korrózióállóságának vizsgálata a hagyományos sárgaréz kritikus tulajdonságainak figyelembevételével történt, azaz:

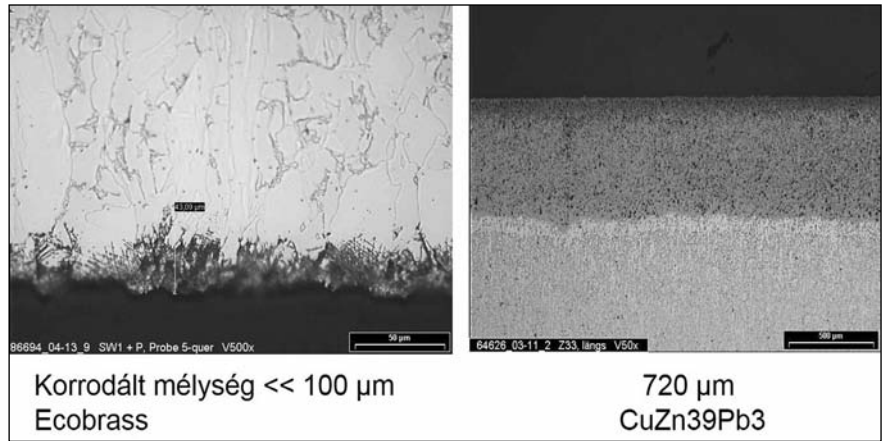
- kristályközi (cink) korrózió: az ISO6509 szerint vizsgálva a felület-től max. 50 μ m mélységig keletkeztek korróziós kristályközi repedések (5. ábra);
- feszültségkorrózió: DIN50916-T1 szerint vizsgálva 24 órán keresztül,

nem keletkezett hibás darab;
– tengervízzel szembeni ellenállóság: ASTM D1141 szerint vizsgálva mint tengervízálló anyagot határozták meg.

Az eredmények kiértékelése azt mutatja, hogy az Ecobrass más anyagcsoportok közé is sorolható, mint a korábbi CuZn39Pb3. Csak a mechanikai tulajdonságait és a korrózióállóságát vizsgálva látható, hogy mekkora jelentőséggel bír ez az ötvözet [3].

Az Ecobrass képes olyan helyeken is átvenni a hagyományos sárgaréz helyét, ahol korábban az nem, vagy csak korlátozottan volt alkalmazható. A sokoldalú tulajdonságaival mind ökológiailag, mind ökonómiailag olyan alkalmazási területekre ad lehetőséget belépni, ahol korábban más rézötvözetek nem jöhettek számításba.

A sárgaréz ötvözetek további fejlesztése sohasem áll meg, kb. 60 CuZn alapú ötvözet szerepel a szabványokban, több mint 100 ötvözetvari-



■ 5. ábra. Kristályközi cinkkorrózió [2]

ációt használnak különböző alkalmazási területeken, többet közülük már több mint 100 éve, változatlan formában. Az ólommentes, forgácsolható sárgaréz ötvözetek fejlesztése újra megmutatta, hogy milyen, eddig nem gondolt kiváló tulajdonságokkal bír a sárgaréz.

Irodalom

- [1] <https://knorr-praezisionsteile.de/>
- [2] Wieland Werke AG által készített képek
- [3] P. Kropp – Einsatzpotenziale von Messing Kupfer Symposium, 59. évfolyam, 11.2005 717–719.

DUMA LÁSZLÓ

A magyar alumínium italdoboz gyűjtési és hasznosítási rendszere: tények, kihívások és a fejlesztés lehetőségei

Az alumínium italdoboz különlegesen előnyös csomagolóanyag, mivel hulladékból igen magas energia és primer alapanyag megtakarítással gyártható új italdoboz.

2016-ban a forgalomba hozott aludoboz-mennyiség 15 200 tonna volt. Ennek nagyságrendileg 40%-a került újrahasznosításra fémkereskedői gyűjtés, a Returpack rendszer és a lakossági szelektív hulladékgyűjtés segítségével. Sajnos a kibocsátott mennyiség nagyobbik része, közel 9000 tonna lerakóban vagy égetőműben végezte.

Fontosnak tartjuk a környezettudatosság növelését célzó programok folytatását. Nemcsak az ezen könnyűfém szelektív gyűjtésének fontosságával kapcsolatban nem kellően tájékozott lakosságnak, de a döntéshozóknak is átfogó képet kell kapniuk.

1. A hazai alumínium italdoboz felhasználás

Az alumínium italdoboz különlegesen előnyös csomagolóanyag, mivel hulladékból, az ún. UBC-ből (Used Beverage Container) igen magas,

hozzávetőlegesen 85% körüli energia és primer-alapanyag megtakarítással gyártható új italdoboz.

Rendelkezik a fémcsomagolás minden előnyével, azaz végtelen számú alkalommal újrahasznosítható, minimális anyagvesztés mellett. A

gyakorlatban egy használt alumínium italdoboz a begyűjtése után akár 60 nappal ismét a boltok polcain lehet.

Magyarországon igen népszerű csomagolóanyag, évente megközelítőleg 1 milliárd aludoboz kerül forgalomba, főként sört csomagolnak bele,

Dr. Duma László okleveles közlekedésmérnök, a Budapesti Corvinus Egyetem egyetemi docense, a Returpack Kft. ügyvezetője
Az előadás a Fémshövetség 2018. november 22-i Szakmai Napján hangzott el.