

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Anyagtudomány

Felsőoktatás

Hírmondó

152. évfolyam

2019/2. szám



Jó szerencsét!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

TARTALOM

Vaskohászat

1 Dobránszky János és Verő Balázs: Felejtük már el végre szegény saválló acélokat!

3 Harcsik Béla – Kékesi Tamás: Az alumíniumolvasztási salak sótalanított megfeldolgozási maradványának acélpári felhasználása

Öntészet

9 Interjú Toth Daviddal, a Nemak Győr Kft. ügyvezető igazgatójával

12 Duális járműipari öntészeti és öntészeti specializációjú BSc anyagmérnök hallgatók szakdolgozatainak összefoglalói

20 Szigetközi Napok (meghívó)

Fémkohászat

21 Lukács Sándor: Ecobrass – Forgácsolható sárgarezek ólommentes alternatívája

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

27 Szalai Szabolcs – Czinege Imre – Csizmazia Ferencné: Intermetallikus fázisok hatása az alumíniumlemez alakíthatóságára Alumíniumban utazunk

Anyagtudomány

32 Trampus P. és társai: Ausztenites acél csővezeték korróziós károsodása

37 Sályi Zsolt – Benke Márton: Bevonat nélküli és TiB₂ bevonattal ellátott C45, valamint W302 acélok viselkedése nyugvó SAC forrasztóvadékban

Felsőoktatás

40 A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar hírei

41 Jubileumi év az Óbudai Egyetemen

Hírmondó

42 Interjú a 85 éves Boros Árpáddal, a diógyőri kohászat nyugalmazott gazdasági igazgatójával

45 Dr. Gagyi Pálffy András méltatása

45 Beszámoló a Közép-európai Vaskultúra Útja Egyesület Magyar Tagozatának 2018. évi tevékenységéről

47 „KÖNNYŰ és mégis NEHÉZ”

48 Elektronmikroszkópos szakmai nap a veszprémi Pannon Egyetemen

49 Az OMBKE kohászati szakosztályainak 2018. évi beszámolója

53 35 éves a kohász díszgyenruha

54 Sajtótájékoztató a GMTN 2019 szakvásárról és látogatás a Bühler cégnél

55 Ember a szobor mögött

56 Az Öntödei Múzeum 50 éve nyitotta meg kapuit

57 Együttműködési szerződés Miskolc város önkormányzata és az OMBKE között

57 Köszöntések

59 Nekrológok

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

FROM THE CONTENT

Harcsik B. – Kékesi T.: The utilization of the desalinated residue from the hot treatment of the aluminium melting dross 3

The growing proportion of aluminium scrap in the secondary aluminium production causes higher amounts of dross during melting. It contains large amounts of metal entrapped in the oxide matrix. After removing the major part of this metallic phase by mechanical processing, the residue can be used in steel metallurgy for the modification of the secondary slag. However, the aluminium scrap smelters of high capacity are increasingly applying the thermo-mechanical dross processing where a NaCl-KCl salt mixture is added to enhance the recovery of the metallic aluminium content. In order to utilize this material in the steel industry, the preliminary removal of the salt content is required. For this purpose, it is worth applying an efficient hydrometallurgical treatment of the finely ground material consisting of neutral leaching and suitable steps of washing and filtering-rinsing. The obtained desalinated residue can be applied advantageously in the ladle metallurgical phase of steel making.

Summary of Theses Written by Materials Engineering Students Specialised in BSc Castings and Dual BSc Automotive Castings Programmes 12

Nagy M. N.: Influence of Varying Cooling Features on Structural and Mechanical Properties of Castings, **Vincze F. V.:** The examination of the modifying effect of strontium on the AlSi7MgCu0.5 alloy at varying technological parameters,

Vasizta V.: Examination of varying activating agent content of resin bound sand cores on mechanical and core removal properties,

Jászka P.: Examination of the classification of sand grains during transport,

Bekus O.: Investigation of the different mold design on the castings' porosity,

Takács Zs.: The comparative analysis of the inclusion reducing efficiency of various cleaning fluxes,

Turcsányi M.: Reducing scrap rate of a type of turbocharger housing,

Csizmadia D.: Quality checks and measurements of spheroidal cast iron made in Tundish-Cover ladle designed with different geometrical parameters,

Kiss D.: Optimization of mechanical properties of ductile iron casting,

Balogh T. J.: Impact of Pressure Casting Alloy Inserts on Molten Metal Cleanliness,

Czilli Viktória: Effect of delaytime of the local squeeze pin on the properties of pressurecasting.

Lukács S.: ECOBRASS – lead-free alternative for traditional free machining brasses 21

Apart from copper and its alloys, there was no other non-ferrous material over millenarises as successful as brass. Especially in times of technical, economic and more recently environmental challenges it has always prevailed, especially in competition with supposedly „more modern” materials. With this together, could be seen, what a great potential is existing in this classic metal and its alloys, also ready for the future requirements.

Duma L.: Aluminium beverage can collection and

recycling system in Hungary, facts, challenges and possible ways of improvement 24

Aluminium beverage cans are special packaging materials as using aluminium scraps (cans) as waste to produce new cans can save ca. 85% energy.

Aluminium cans arriving from different sources put on the market is 15 200 tons. Separate collection from household, Returnpack collection and metal traders are the main sources of recollection. Disposal – landfill and incineration plant – represents cca 9000 tons.

It is of high importance to continue education and awareness raising not only for inhabitants – that also lack proper information on the importance of separate collection of such a light weighted material – but decision makers should get a broad overview on the material.

Szalai Sz. – Czinege I. – Csizmazia F. : Effect of intermetallic phases on the formability of aluminium sheets 27

The increased use of 3xxx and 5xxx series of aluminium alloys for household and automotive applications the deformation behaviour has become the subject of increasing interest. Formability of these alloys is strongly influenced by brittle intermetallic particles, which promote the nucleation and growth of voids, resulting in fracture. The effects of these phases on the deformation and fracture behaviour of AA3104 and AA5754 were investigated together with the analysis of particle size distribution and influencing factors on amount of intermetallic particles.

Trampus P. et al.: Failure analysis of austenitic stainless steel pipeline system 32

Corrosion degradation was observed in a nuclear power plant spent fuel cooling system. A systematic and comprehensive investigation program was developed to reveal the root cause of the degradation. Series of corrosion tests, mechanical, microstructural and microbiological investigations were carried out. Also, simulations of the operating conditions and welding technology variables were performed. Based on the results, the major contributors of the degradation process were identified and a possible degradation mechanism was proposed.

Sályi Zs. – Benke M.: The behaviour of uncoated and with TiB₂ coated C45 and W302 steels in stationary SAC solder melt 37

In this article, the behaviour of uncoated and PVD TiB₂ coated C45 and W302 steels were investigated in stationary SAC-based solder alloy melt. In this field we already have published some articles national and international journals, so this article focuses on the summary of our achievements. The dissolution tests were performed in 320 °C solder bath for 5 and 20 days. Microstructure studies have shown that for steels where no TiB₂ coating was applied, an intermetallic FeSn₂ compound phase formed even after 5 days of dissolution, so Fe atoms are dissolved from the base metal. Based on the experiments, it can be concluded that the TiB₂ coating provides a resistant interface between the aggressive solder and the base metal, independent of the substrate material.

• **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. Dévényi László, dr. Dúl Jenő, dr. Harcsik Béla, dr. Kóródi István, Schudich Anna, dr. Szombatfalvy Anna, dr. Tardy Pál, dr. Török Tamás •

• **Kiadó:** Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület • **Felelős kiadó:** dr. Hatala Pál •

• **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

DOBRÁNSZKY JÁNOS ÉS VERŐ BALÁZS

Felejtsük már el végre szegény saválló acélokat! (Felszólalás a szaknyelv védelme érdekében)

A Péch Antal által 1868-ban alapított *Bányászati és Kohászati Lapok* oly nagyszerű tudományos folyóirat, amelybe műfaját tekintve csak tudományos szakkikket lenne illendő közlésre beküldeni; ez itt mégis egy közönséges publicisztikai írás, azaz véleménycikk. Ezért nincs se kivonata, se a szerzők komolyságát alátámasztani hivatott életrajzi bemutatás, se pedig szakirodalmi hivatkozások. Továbbá ezért is adnak hangot a szerzők a cikk legelején azon reményüknek, hogy az egyesület, a szerkesztőség és az olvasóközönség felismerte az éppen 2018-ban 150 éves „Lapok” létének az óriási jelentőségét (de legalábbis nem feledkeztek meg róla).

A továbbiakban azonban nyers és provokatív okfejtés fog következni, amelyre a magyar szaknyelv látványos pusztulásának megelőzése késztet minket. Az áldozati bárány pedig nem más, mint a Saválló acél, amelynek így – remélhetőleg utoljára – kijár a nagy kezdőbetű. Azért mondjuk azt, hogy utoljára, mert nagyon időszerű lenne már elfelejteni, legalább az írott szakmai nyelvben és főleg az oktatásban! Miért? – kérdezhetik még azok is, akik nem ismerik e régi szakkifejezés elleni törekvéseket. A válasz: részint azért, mert a „Saválló acél” kifejezés az acélok meghatározásának és csoportosításának nemzetközileg elfogadott (és szabványosított) fogalmi körében nem értelmezhető, továbbá pedig azért, mert tartalmilag teljesen zavaros.

Eme állításokat indokolni fogjuk, de előbb egy harmadik érvet hozunk. A Saválló acél felett egyszerűen eljárt az idő. Ideje lenne utána küldeni a kortársainak, amelyek közül néhányat felidéznünk: acél, antimagnetikus acél, félferrites acél, hőszilárd acél, kavart acél, kovácsolt vas, kovácsvas, lágy-

vas, maródásálló acél, nagy tartószilárdságú acél, nem rozsdásodó acél, nemrozsdásodó acél, rozsdálló acél, sorbitos acél, tégelyacél, tűzálló acél.

A világgazdaságban és a tudományos kutatásban elfoglalt helyünk alapján a magyar szaknyelv – évszázadok óta – elsősorban magyarra fordítással vagy magyarítással veszi át az idegenben megszületett elnevezéseket. Ez a nyelvi átalakítás elvileg lehet akár azonnali, teljes körű és tökéletes is, de hogy örökérvényű lenne, azt talán még a velünk legkevésbé egyetértők sem gondolhatják. A gyakorlatban viszont az a helyzet, az említett elméleti lehetőség helyett, hogy a magyarítás nem azonnali, nem teljes körű, de még csak nem is tökéletes. Ráadásul a magyarításnak több epicentruma alakult ki; pl. miskolci / budapesti, műszaki / tétékás, kohász / gépész, tanszék / kutatóintézet stb. Ezek az epicentrumok aztán a maguk eltérő szaknyelvi fogalomkészletét kezdték el használni. Amikor szembe-sültek a másik eltérő szaknyelvével, akkor az ésszerű megvitatás helyett olyan megsemmisítő ledorongolások kristályosodnak ki, amelyeket a sokat szidott parlamenti viták szereplői is megirigyelhetnének. Legendás gumicsont ezek közül az „elektromos” / „vilamos”, az „elektród” / „elektróda”, a „karbon” / „szén” és a „zsugorítvány” / „zsugorítmány” kifejezések küzdelme.



De most térjünk vissza a Saválló acélokhöz. *Kascsenko* „A metallográfia alapjai” című egyetemi tankönyvének 1951-es, magyar nyelvű kiadásában szó sincs róluk; a könyv a rozsdamentes acélokat ismerteti. Nem létezik a *Hont László* szerkesztette Vegyipari gépészek kézikönyvében (195.) sem, az ugyanis csak rozsdamentes, hőálló, tűzálló és nagyellenállású ötvözetekről tesz említést. A *Hont László*-könyv mégis hasznos forrás a Saválló acélok geneziséhez, ugyanis az acélminőségeket felsoroló táblázataiban csak szovjet acélminőségek szerepelnek, míg a „MNOSZ 4360 Előkészítésben” című oszlopok teljesen üresek. Nyilván azért, mert az említett szabvány a könyv írásakor még nem született meg, viszont megjelenésben akár meg is előzhetette a könyvet, hiszen ugyanabban az évben adták ki „Nemrozsdásodó, saválló, hengerelt és kovácsolt acélok minősége” címmel.

A Saválló acélok hivatalos szülőanyjának tehát az említett szabványt tekinthetjük, ámde egy szabvány nem születik meg csak úgy, magától! Valaki kell, aki azt mondja, hogy legyenek immár Saválló acélok is. Ebben a vonatkozásban az első feltaláló *dr. Loczka Alajos* lehet, aki a Természettudományi Közlöny 165. pótfüzetében (1927) ad hírt a Krupp cég új, V2A jelű Saválló acéljáról, „amely króm-, nikkell- és széntartalmú”, mégpedig 23Cr-9Ni ötvöztetésű.

Novák András (1954) savállóacél-meghatározása – amely akár a fenti szabványon is alapulhat – szerint a „krómmal vagy nikkellel, esetleg mindkettővel ötvözött acél marósavakkal szemben igen nagy ellenállást tanúsít”. Ugyanő rámutat, hogy a legismertebb saválló acél 18% krómot és 8% nikkelt tartalmaz, és emiatt 18/8-as

acélnek is nevezik. Ez a 18/8-as acél mint Saválló acél azután nagyon gyorsan eluralkodik a teljes magyar műszaki nyelvben: a kohász és gépész egyetemi tanszékek, a kutatóintézetek professzorai s nyomukban aztán mindenki mondja, írja és mindmáig terjeszti. El is terjedt szépen, és az idő múlása sem feledtette el, szemben a fentebb felsorolt sok-sok kortársával. Egyes katedrákon azért megbomlik a kórus összhangzata, és azt kezdik énekelni egyes szólamvezetők, hogy a 18/8-as acél az „csak” korrózióálló, az igazi Saválló acél az, amelyikben molibdén is van, és ez a saválló.

Fontos mérföldkő a Saválló acélok mindent elborító tengerében Verő József professzornak, a VASKUT igazgatójának cikke a Korróziós Figyelőben (1971). A Verő-cikk a címébe emeli az eladdig alig hallott „korrózióálló acél” kifejezést. Ketten – Szűcs Endre (1963) és Székely Levente (1968) – ugyan megelőzték ezzel, de azért mérföldkő mégis a Saválló acélok monopóliumának megtörésében Verő professzor cikke, mert két évvel korábban (1969) még ő is „A saválló acélfajták története és fejlesztésük jelenlegi irányai” címmel írt a Kohászlatba. Olyan publikációs trendet tört meg ezzel Verő professzor, amelyet előtte (1953-tól) és utána is (2017-ig) az adott kor tudományos életének tekintélyes alakjai fémjeleznek, nem beszélve a meghatározó egyetemek legendás professzorainak kivétel nélkül Saválló acél alapon íródott tankönyveiről.

A máig élő fogalmi zavart jól jellemzi a MATARKA adatbázisban fellelhető utolsó, címében is Saválló acélos közlemény 2017-ből: Rozsdamentes és saválló bordáscső az épületgépészetben.

A Verő professzort követő trendtörők sikerét lehet kiolvasni abból, hogy az 1990 óta megjelent magyar nyelvű szakcikkekben már 16:8-ra vezetnek a korrózióálló acélok a Saválló acélok ellen (1970-ig még 2:14 volt az állás). Ám csalóka ez a kép, mert az egyetemi katedrákról, tankönyvekből, sillabuszokból, pépítés prezentációkból – amelyek diáit a professzorok előszere-ttel nevezik fíliának, jobb esetben szlájdnak –, szakdolgozatokból és doktori értekezésekből továbbra is a Saválló acélok áradnak szét.



Két, korábban felmerült kérdés megválaszolása maradt még hátra. Az első az, hogy miért nem értelmezhető a „Saválló acél” kifejezés az acélok meghatározásának és csoportosításának nemzetközileg elfogadott (és szabványosított) fogalmi körében. A válasz főonegyszerű, legalábbis első ránézésre annak tűnik: az acélok csoportosítására kidolgozott szabványok nem ismerik a Saválló acél kategóriát. Rendben van, vethetik ellen a Saválló acélok védelmezői, de a szabványok nem kötelezők, és ebben igazuk van. Valóban nem kötelezők a szabványok, de azért azon érdemes lenne elgondolkodnia legalább az egyetemek taneseményzetének, hogy a gazdaságban – amely számára az egyetemek a diplomásokat előállítják – a szabványok a tevékenységek feltételrendszerének alapvető elemei. A szabványoknak pedig mindegyike pontosan definiált szakkifejezésekből épül fel; kiváló tájékoztató pontként ajánljuk az ISO fogalomtárát: www.iso.org/obp.

Az acélok fogalmi rendszerezésének (terminológia) alapját az EN 10020-as európai szabvány adja, 2000-ben adták ki a jelenleg érvényes változatát, amelynek magyar nyelvű 2. kiadása 2003-ban jelent meg. Ez a szabvány határozza meg a legalapvetőbb fogalmakat. A magyar nyelvű szabványban az angol „steel” kifejezés „acél” lett, a „stainless steel” pedig „korrózióálló acél”. Mielőtt fellélegeznénk, hogy a stainless steel nem Saválló acél lett, nem árt rámutatni a szabványban elkövetett magyarításnak egy érdekességére. Azt az angol szöveget, hogy „stainless steels /.../ are subdivided /.../ by main property into: corrosion resisting, heat resisting, creep resisting”, a magyar szabványba emígyen sikerült átültetni: „a korrózióálló acélok /.../ alcsoportokra vannak felosztva /.../ a fő tulajdonságok szerint: korrózióálló, hőálló, kúszásálló”. Vagyis a korrózióálló acélok egyik

alcsoportja a korrózióálló acél. Érdekes szakmai-fordítói megoldás... Ma egyébként erre az érvényben lévő szabványra hivatkozva utasítják el néhányan a „stainless steel” angol kifejezésnek „rozsdamentes acélként” való magyarítását, mondván, hogy abban az nincs benne.

Formálisan a rozsdamentes acélokat felsoroló európai szabvány (EN 10088:1995) magyar nyelvű bevezetése (1998) zárta le a Saválló acélok korszakát, mivel ez váltotta fel a MNOSZ és MSZ 4360-as szabványokat. Az európai szabvány utalt rá, hogy az új kiadásába be fognak kerülni a hőálló (heat resisting) és a kúszásálló (creep resisting) acélok; a magyarítás során azonban a „stainless steel” megmaradt korrózióálló acélnek, a „creep resisting steel” kifejezés viszont melegszilárd acéllá vált. A 10088-as szabványnak sem a 2005. évi, sem a 2014. évi kiadása nincs meg magyarul, miként annyi, de annyi olyan európai szabványnak, amely az adott szakterület helyes kifejezéseit tartalmazza (ezek a „list of terms”, „terms and definition”, „terminology”, „vocabulary” és „dictionary” típusú szabványok).

Ahol a terminológiai szabványok ismeretének hiányához egy jól fejlett elittudat is társul, ott különösen jellemző, hogy az eltérő álláspontot – terminológiai és a szakmai egyaránt – csípőből visszautasítják. Az csak a kisebb baj, hogy emiatt belterjessé torzulnak a szakmai műhelyek, a nagyobbik baj az, hogy a tömegessé vált oktatás és a végtelenre nyíló kommunikációs tér miatt drámai gyorsasággal terjednek a zavaros fogalmak, látványosan pusztítva le a szaknyelvet. Ott tartunk, hogy már a doktori védéseken is azt az álláspontot foglalják el az amúgy nagy tekintélyű professzorok, hogy „na, igen, talán szerencsésebb lett volna használni a helyes fogalmakat, avagy pontosan meghatározni az újszerű kifejezés értelmét, de ugye, mindenki érti, hogy mit is akar mondani a kolléga, ne nyelvészkedjünk itten, végtére is mérnökök volnánk”. A dolgozatok (ez a csúfnév ragadt rá már az akadémiai doktori értekezésekre is) nyelvhelyességi és helyesírási minősége pedig olyan szörnyű, hogy attól egy jó érzésű magyartanárt könnyen hatalmába kerítene a Dunának menés

fájdalmas gondolata. A bírálók mégis olyan bravúros értékeléseket bírnak leírni, hogy "a dolgozat elütést és saját hibát csak elvéve tartalmaz". Az ilyen dolgozatok pedig felkerülnek a hálóra, és forrásként szolgálnak az utókornak, a dolgozat minden nyelvi és szakmai szörnyűségével együtt.

A Saválló acélok elfelejtésére való buzdítás másik indoka az volt, hogy a fogalom tartalmilag zavaros. Miért?

Első válasz: szemben a rozsdamentes, a korrózióálló, a hőálló és a kűszásálló acélokkal – amelyek tehát az acélok nemzetközileg alkalmazott, szabványosított osztályozási rendszerében meghatározott fogalmak – nincsen rá egyértelmű és elfogadott meghatározás („magyarul” definíció); hacsak nem tekinti ilyennek valaki a

fentebb idézett, 1954-es Novák-féle meghatározást.

Második válasz: a „savállóság” mint általános anyagtulajdonság meghatározása szakmailag értelmetlen, mivel a „sav” elnevezés olyan sokféle vegyi anyagot fog át – oxidáló, redukáló, szerves, erős, gyenge, híg, tömény stb.), amelyek egészével szemben egy adott szerkezeti anyag ellenállása jellemezhetetlen. Egyes savakkal szemben tökéletesen alkalmas anyagok valamely másfajta savval érintkezve katasztrofális korróziót képesek elszenvedni. Másfelől, van olyan sav (pl. a tömény kénsav), amellyel szemben a Saválló acél – főleg a jó öreg „tizennyóc-per-nyócas” – sokkal kevésbé ellenálló, mint az ötvözetlen acél (amelyet némelyek karbonacél-

nak, mások pedig szénacélnak hívnak, de ismerszik még „közönséges” / „sima” / „mezei” acélként is.

Végszó

Mindaz, amit most itt előadtunk a Saválló acélok fogalmilag idejétmúlt és szakmailag értelmetlen felszínen tartása ellenében, valójában csak egy szemléletes példa, amely remélhetőleg felhívja a széles értelemben vett anyagtechnológiai szakma szereplőinek figyelmét arra, hogy nem egyszerűen csak fontos feladatunk, hanem kötelességünk a helyes és szép szaknyelvért tenni, ugyanis a nemzettel együtt a szakmánk is nyelvében él. A szaknyelv ápolásáért pedig mindenki tud tenni, aki akar.

HARCSIK BÉLA – KÉKESI TAMÁS

Az alumíniumolvasztási salak sótalánított melegfeldolgozási maradványának acélipari felhasználása

Az alumíniumhulladék egyre nagyobb arányú felhasználása a másodlagos alumínium-előállító olvasztás során nagyobb mennyiségű salak képződését okozza, ami az oxidmátrixba ragadva nagy mennyiségű fémet tartalmaz. A fémes fázis zömének a mechanikai kinyerését követően, a maradvány használható az acélmetallurgiában a szekunder salak modifikálására. A nagy kapacitású alumínium olvasztóművek azonban egyre inkább alkalmazzák a NaCl-KCl alapú só adagolása mellett történő termomechanikus kiolvasztást a fémes alumíniumtartalom visszanyerésére. Ennek az anyagnak az acélgári felhasználása a sótartalom előzetes eltávolítását igényli. Erre alkalmas a finomra őrölt anyag semleges kioldásból és megfelelő mosásokból, illetve öblítő szűrésekből összeállított hatékony hidrometallurgiai kezelése. Az így kapott sómentes maradvány salak már előnyösen felhasználható az acélgártás üstmetallurgiai szakaszában.

1. Bevezetés

Az acélgártás technológiai lépései során a fémolvadékkal mindvégig érintkező salaknak kulcsszerepe van az acél tulajdonságainak szempontjából. A fizikai szerepeken túl fontos kémiai reakciókban is részt vesz (foszfortalanítás, kéntelenítés, oxidáció/dezoxidáció). Az alumíniumiparban keletkező salakmaradványok fő alkotói az acélgártási salakok tulajdonságait jelentősen javíthatják.

Minden fém esetében növekszik a hulladékok részaránya a kohászati nyersanyagok között, de különösen igaz ez az alumínium esetében, amely fém iránt dinamikusan nő a felhasználások igénye. Az alumíniumsalak alapvetően a hulladékalapú fém-előállítás technológiájához kapcsolódó melléktermék, ami az elterjedten alkalmazott gáztüzelésű lángkémencékben történő hulladékolvasztásnál [1] [2] keletkezik. Az így előállított alumínium fajlagos energiaigénye a bau-

xitból történő kinyeréshez viszonyítva csak ~ 5%, ugyanakkor nehézségeket okoz a hulladékok minősége és ára, valamint a salakképződéssel járó fémveszteség. Magyarországon – a rendelkezésre álló hazai bauxitkészlet és az iparág nemzetközileg is elismert hagyományai ellenére – szekunder nyersanyagok, a különböző eredetű hulladékok felhasználására tért át teljesen az alumínium-előállítás. Az alapanyagok között egyre nagyobb arányban szerepelnek a beszállító vállalatok által előkészített és igen változatos összetételű és felületi állapotú ócskafém hulladékok. Az ilyen hulladékok szennyesebb és az általa-

Dr. Harcsik Béla muzeológus, Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Kohászati Gyűjtemény.

Dr. Kékési Tamás egyetemi tanár, rektorhelyettes, Miskolci Egyetem.

ban nagyobb fajlagos felülete révén jelentősen megnő a salakképződés mértéke az alumíniumolvasztáskor [3] [4]. Az olvadt fémcseppeket az oxidrétegek elszigetelik, és csak úgy tudnak egy összefüggő olvadékot képezve egyesülni, ha mechanikai erők és különleges sóadalékok megtörik az oxidok határoló rétegeit. Az alumíniumolvasztási salakok nem homogén olvadékként keletkeznek, hanem egy szilárd Al_2O_3 és – az előállított ötvözet Mg-tartalmától függő mértékben – MgAl_2O_4 spinell oxidok vázában ragadó nagy mennyiségű alumínium-ötvözet olvadék [5] alkotókból álló heterogén anyagok. Ennek a salaknak/felzéknek a bezárt fémes fázisát kétféle módon, mechanikus, illetve termomechanikus módszerekkel lehet visszanyerni. Az előbbi esetben őrlést követő szitálással elkülöníthetők az oxidos mátrixból az őrléssel kiszabadított, a képlékenységük miatt ellapított nagyobb keresztmetszetű fémes szemcsék. A maradék salak alumínium-oxid és alumíniumtartalma közvetlenül hasznosítható az acélglyártásban a szekunder salakok likvidusz-hőmérsékletének és viszkozitásának a csökkentésére, a reakcióképességének és a fizikai elválasztathatóságának a növelésére, vagyis folyósítására. A kis FeO-tartalom mellett az Al_2O_3 jelenléte tudja biztosítani az előnyös fizikai állapotot. Ezen túl, a finomabb szemcsékbe zárt néhány százaléknyi maradék fémes alumíniumtartalom reagens adalékként segíti a szekunder salak kémiai funkcióit. Így a szekunder acélglyártási salak vas-oxid-tartalmának a redukálásával fontos szerepe van a hatékony kénlenítésben. Ugyanakkor a képződő kalcium-aluminát, valamint a bekerülő és megmaradó nagy olvadáspontú oxid és spinell ásványi fázisok jelenléte kapcsán tekintettel kell lenni az esetleges lerakódások lehetőségére is. Így a mechanikus feldolgozásból származó alumíniumolvasztási salakmaradványok adalékolása az acélüstmetallurgiai kezelésénél jelentős előnyöket képes biztosítani, de különös figyelmet és technológiai optimalizálást is igényel.

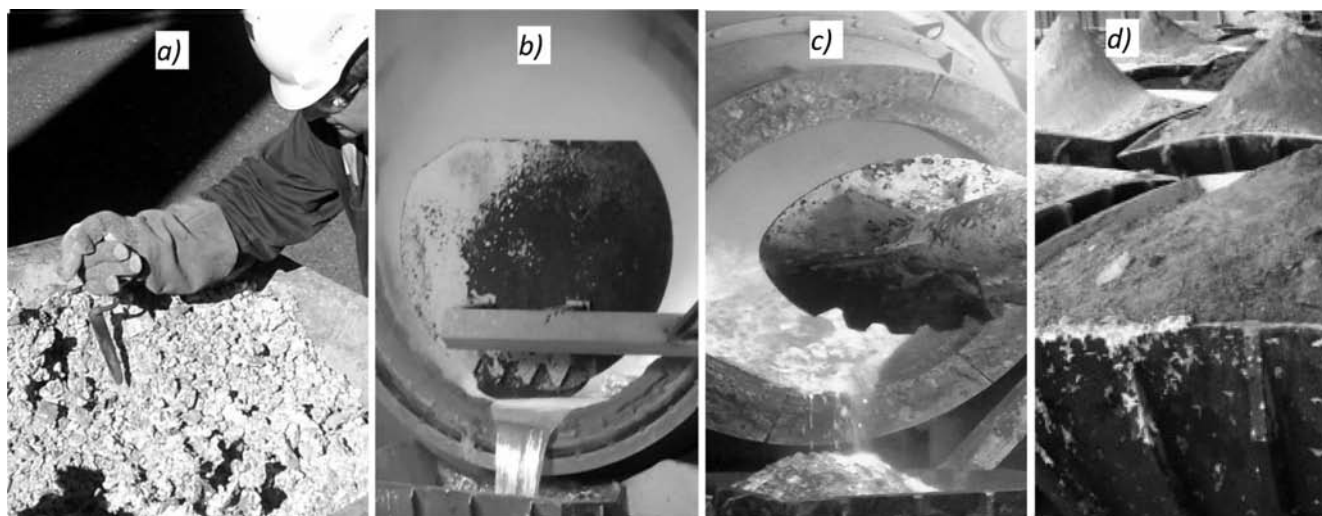
A hazai acélglyártás gyakorlatában a fenti típusú alumíniumolvasztási maradványsalak felhasználása ismert. Az acélglyártás primer (olvasz-

tás, oxidáció) és szekunder (kikészítés) fázisokra osztható, ezért a salakok ilyen szempontból (is) minősíthetők. A modern acélmetallurgia elválasztja a primer és szekunder periódusokat egymástól, a kénlenítés, a dezoxidálás, az ötvözés, a gáztartalom és az öntési hőmérséklet beállítása nem a kemencében, hanem az üstben történik. Mivel az üstsalak a csapolást követően az öntés befejezéséig tartózkodik az acéolvadék felületén, így a leöntött acél minőségét az acélglyártási salakok összetétele jelentősen befolyásolja. Az acél kikészítésére alkalmas redukáló jellegű salakok fő alkotói az 50-65% CaO, 10-20% SiO_2 és a harmadik legfontosabb alkotó nem az FeO, hanem általában az Al_2O_3 . Az acélglyártási oxidáló salak olvadási hőmérsékletét, hígfolyságát a salak FeO-tartalma határozza meg. A bázikus salak leglényegesebb komponense a CaO, aminek az olvadási hőmérséklete (2572 °C) lényegesen meghaladja a salaktól elvártat (~1400 °C), ezért a többi adalékanyag segítségével szükséges csökkenteni. Erre oxidálósalak esetén a FeO-tartalom jelent megoldást, redukálósalaknál ez azonban nem lehetséges, sőt az alacsony FeO-szint (< 1%) az elvárás, ezért általában a salak Al_2O_3 -koncentrációjának növelésével csökkentik az olvadási hőmérsékletet. Az Al_2O_3 bevitele timfölddel és/vagy a fizikai feldolgozásból származó maradék alumíniumolvasztási salakkal is történhet. Az utóbbinak előnye a nem elhanyagolható fémes Al-tartalma, ami a salak FeO komponensét is redukálja, valamint melléktermékként jóval alacsonyabb az ára, mint a terméként előállított tiszta timföld.

Székesfehérváron az Arconic-Köfém Kft.-nél, a legnagyobb magyarországi alumínium-előállító vállalatnál további fejlesztések történtek az alumíniumolvasztási salakok és speciális hulladékok nagy hőmérsékletű feldolgozási technológiája terén az utóbbi évek során. Az olvasztókemencékből leszedett forró salakok hőtartalma is hasznosul, ha a salakba bezárt fémet melegen, mechanikai hatást is alkalmazva az 1. ábrán bemutatott forgó dobkemencében, azaz „salakkonverterben” végzett kiolvasztással nyerik ki. Sőt – főleg a magnéziummal ötvöz-

ött adagok lehúzott salakja esetében – célszerű a gyors feldolgozás, mivel a salaküstben a finoman diszpergált fém légköri utóoxidációja gátolja a hűlést és a melegen tárolás közben fellépő utóoxidáció növeli a fémvesztést. A forgó dobkemencében a határoló oxidrétegeket az elegy mozgatása és az adalékolt só kémiai, illetve a felületi feszültségek különbözőségén alapuló fizikai hatása képes hatékonyan elválasztani a fémcseppektől [4]. Az alumínium és – különösen az alakítható ötvözetekben a leggyakoribb kísérője – a magnézium oxidációja exoterm folyamat. A reakció entalpiaváltozása (< -1100 kJ/mol O_2) erősen negatív. Így a nagy hőmérsékleten kiszabaduló finom eloszlású cseppek az adalék sóolvadék védelme nélkül erőteljes lokális hőfejlődéssel erősödő túlhevülést és leégést okozhatnak stabil egyszerű és összetett oxidok képződése mellett [6]. Ezzel együtt jár a füstgázzal fellépő reakció nyomán az AlN és Al_4C_3 vegyületek képződése is. Mindezen okok szükségessé teszik az általában kb. 60-65% NaCl, 30% KCl és néhány százalék CaF_2 alkotókból álló kezelőszó jelentősebb (15~20%) mértékű adagolását az alumíniumolvasztási salak melegfeldolgozásakor.

A fedélbe szerelt oxigén-gáz impulzus égő a sztöchiometrikus igényhez viszonyított igénynél néha jelentősen több oxigént juttat a térbe és az elegybe, ami az acélglyártásban is előforduló TBRC (Top Blown Rotary Converter) esetéhez teszi hasonlóná a működését. A sokszor 60-70% mennyiségű fémfázis kiolvasztása és csapolása után visszamaradó végsalakban – a fenti arányú adagolás esetén – a sótartalom 30-40% tömegrészét képviselhet, ha a melegfeldolgozás körülményei megfelelőek [7]. Ilyen sótartalom mellett a maradványsalak színe sötét, amit a keletkezett komplex oxidokból eredően durva és mikroszkopikus tartományban rendezetlenül szabdalt felület okoz. A szakirodalom gyakran „salt cake”, illetve „sóssalak” néven is nevezi. Ennek a legfeljebb néhány százaléknyi fémet tartalmazó maradványnak ilyen formában nincs értéke, veszélyes hulladékként tartják számon, és a deponálása költséges. Éppen ez motivált



■ 1. ábra. Az alumínium olvasztási salak meleg (termomechanikus) feldolgozása az elragadott fémtartalom kiolvasztására (a – beadott primer salak, b – alumínium csapolás, c – a maradványsalak eltávolítása, d – a lehült maradványsalak)

korábbi próbálkozásokat is az acélgártásban történő közvetlen hasznosítására.

Egy kétperiódusú elektroacélgártással végzett ilyen üzemi kísérlet során Diósgyőrben vizsgáltuk már a sótartalmú alumíniumolvasztási salak adagolását az acélgártási salak FeO-tartalmának csökkentése tekintetében [8]. A kikészítési – redukáló – kemencesalak színe is jelezte a kívánt hatást, valamint a kéntelenítés hatásfoka is alátámasztotta a megfelelő redukció tényét. A kis mennyiségek mellett a sókigőzölég és porképződés sem okozott túlzott technikai nehézséget. Azonban a csapolás közben történő további alumíniumsalak adagolás nem várt hatással járt. A leöntött acélöntvényekben 4 mm-nél nagyobb makrolunkerek képződtek. Ezt a jelenséget a visszamaradt kezelősók elgőzölése eredményezhette.

Az ISD Dunafer Zrt. acélművében szintén foglalkoztak már a sókkal kezelt alumíniumsalak adalékanyagként történő feldolgozásával. Az itt elvégzett üzemi kísérletek során az öntőüst salakzónájában olyan mértékű bemaródások keletkeztek, amik jelentős károkat okoztak, és ezért leállították a felhasználást. Ugyanakkor a hidegfeldolgozásból származó, viszonylag sómentes alumíniumolvasztási salakok feldolgozása továbbra is

rendszeres gyakorlat a dunújvárosi és ózdi acélművekben.

A fenti tapasztalatok ismeretében, egyértelmű, hogy csak megfelelően alacsony sótartalmú alumínium olvasztási salak használható az acélgártási salak modifikálására. A Miskolci Egyetemen technológiai célú sókioldási kísérletek folytak az alumíniumolvasztási salakok melegfeldolgozási maradványsalakjának hidrometallurgiai kezelésére. Ezek bizonyították, hogy a kloridos sótartalom hatékonyan eltávolítható egy összetett, vizes kioldást és öblítő szűrő elválasztást alkalmazó eljárással [7]. A vizes, a kénsavas, illetve a nátriumhidroxidos oldást alkalmazó módszerek eredményeit összevetve, a sóeltávolítás mindegyik reagens esetében egyaránt hatékony. Azonban csak a közönséges vizes módszer szelektív, vagyis csak így őrizhető meg a fémes Al-tartalom. Az így kapott „sótalanított” melegfeldolgozási maradványsalak az acélgártási felhasználás szempontjából megfelelhet a hideg mechanikai feldolgozásból származó maradványsalaknak. Az adaléknak a képződő salak

likvidusz-hőmérsékletre gyakorolt hatását hevítőmikroszkópos vizsgálatokkal lehet meghatározni.

2. Kísérleti anyagok

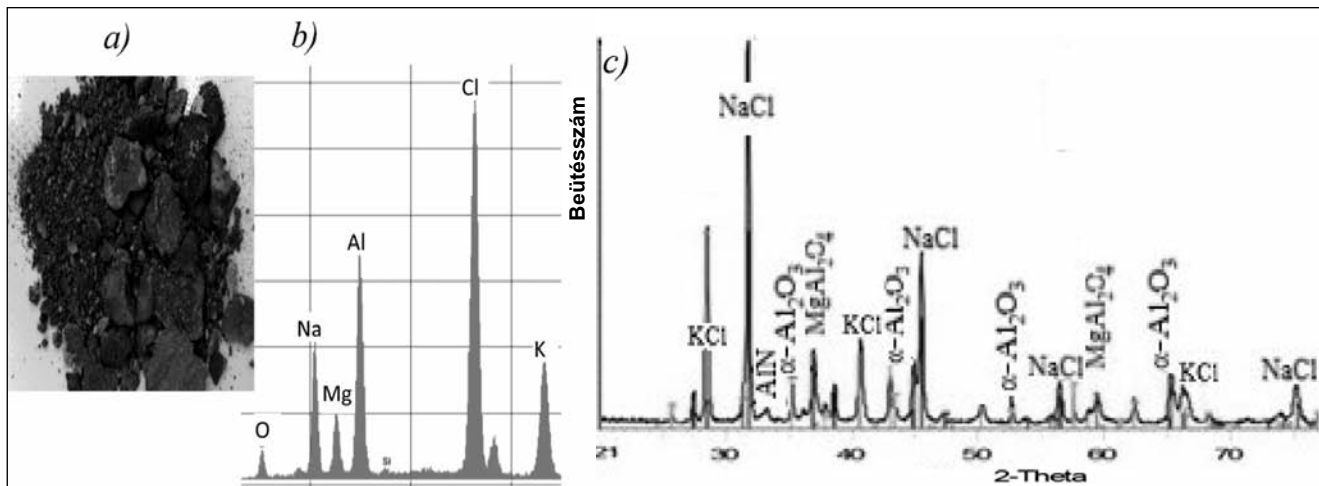
A vizsgálatokhoz használt acélgártási salakmintákat az ISD Dunafer Zrt.-től szereztük be. Az oxidáló hatású konvertersalak (LDS) és a redukáló üstsalakok – a svédlandzsás üstmetallurgiai kezelés elején vett (SLES), illetve a kezelés utáni állapotból származó (SLUS) – minták összetételét az 1. táblázatban megadott röntgenfluoreszcens spektrometriával kapott analitikai eredmények mutatják.

Az üstsalak minták összetétele mind az üstmetallurgiai kezelés elején (SLES), mind a kezelés végén (SLUS) messze állt az elvárástól. Az FeO-tartalma jóval meghaladta az elvárt 1% alatti értéket. Ez az összetétel bizonyosan reoxidációt okoz, azaz az acél aktív oxigénszintjét növeli, ami viszont az acéolvadék alumíniumtartalmának csökkenését okozza, és az így képződő Al_2O_3 növeli az acél zárványtartalmát. Mivel az üstsalak a kezelést követően az

1. táblázat. Acélgártási salakok mintáinak összetétele

Típus [*]	SiO ₂	CaO	FeO	MnO	MgO	Al ₂ O ₃	Össz. S	P ₂ O ₅	Bázicitás
LDS	17,03	51,82	18,15	6,14	1,93	2,46	0,06	0,98	3,04
SLES	5,68	51,55	5,24	4,53	4,96	26,63	0,13	0,62	9,07
SLUS	8,37	55,14	5,02	4,78	4,51	20,71	0,19	0,61	6,58

* LDS – oxidáló konvertersalak, SLES – üstmetallurgiai kezelés előtti redukáló salak, SLUS – üstmetallurgiai kezelés utáni redukáló salak



■ **2. ábra.** Az alumíniumolvasztási salak melegfeldolgozásából származó sötét sóssalak makroképe (a), valamint a finom frakció EDS (b) és XRD (c) spektrumai [7]

öntés során is az olvadékon tartózkodik, így még további 1-1,5 órán át oxigénforrásként működik.

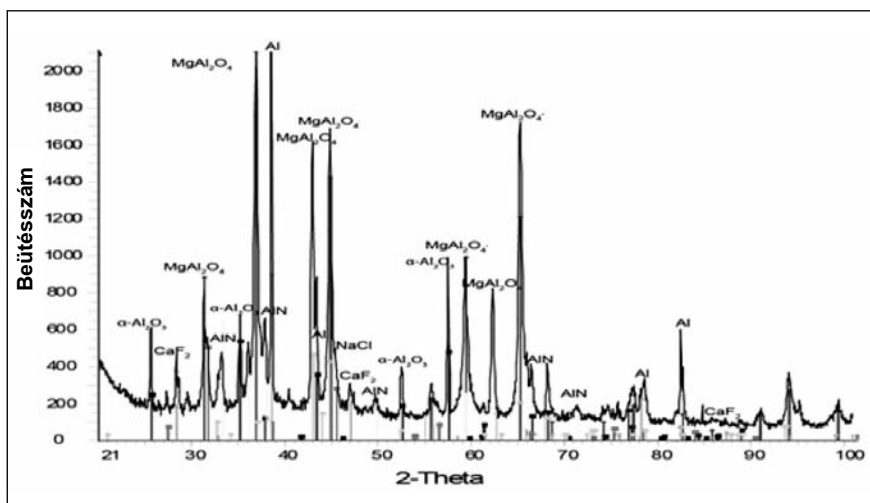
A kísérleteknél használt alumíniumolvasztási salakok melegfeldolgozásából származó maradvány sóssalak mintákat az Arconic-Köfém Kft.-től kaptuk, melyek összetételét több módszerrel is vizsgáltuk. A fémes fázis összetétele eltér az eredeti ötvözetétől, hiszen a nagy hőmérsékletű kiolvasztáskor a Mg szelektíven oxidálódik, amit kísér az alumínium alapalkotó oxidációja is. Így a termodinamikai szempontból kevésbé aktív (Fe, Si, Mn, Ni, Cu) alkotók koncentrációja növekedhet. Az utóbbi fémek koncentrációja általában tized százalékos tartományban marad a melegen feldolgozott alumíniumsalak átlagosan kb. 10% fémes fázisában. A vizsgálá-

tokhoz az üzemi meleg salakfeldolgozó technológiából származó kb. 30% sóstartalommal és 13,6% teljes fémtartalommal rendelkező sötét színű végsalak mintának a golyós malomban örölt és szitált finom (< 250 μm) frakcióját használtuk. Ez a vizsgált salak tömegének a ~ 90%-át tette ki [7] [10]. A másik (~ 10%) tömegrészt kitevő durva (> 250 μm) frakció a fémes alumíniumtartalomnak kb. 2/3 részét képviseli [7] [10], és gyakorlatilag fémes szemcséknek tekinthető. Így ezt inkább redukálószerként lehetne figyelembe venni. A finom frakció tartalmazza az alternatív hasznosítást igénylő nemfémes alapanyagot. Az ebben rejlő finom fémszemcsék tömege csak a forró és tömény NaOH oldattal való reakciójukban fejlesztett hidrogéngáz térfo-

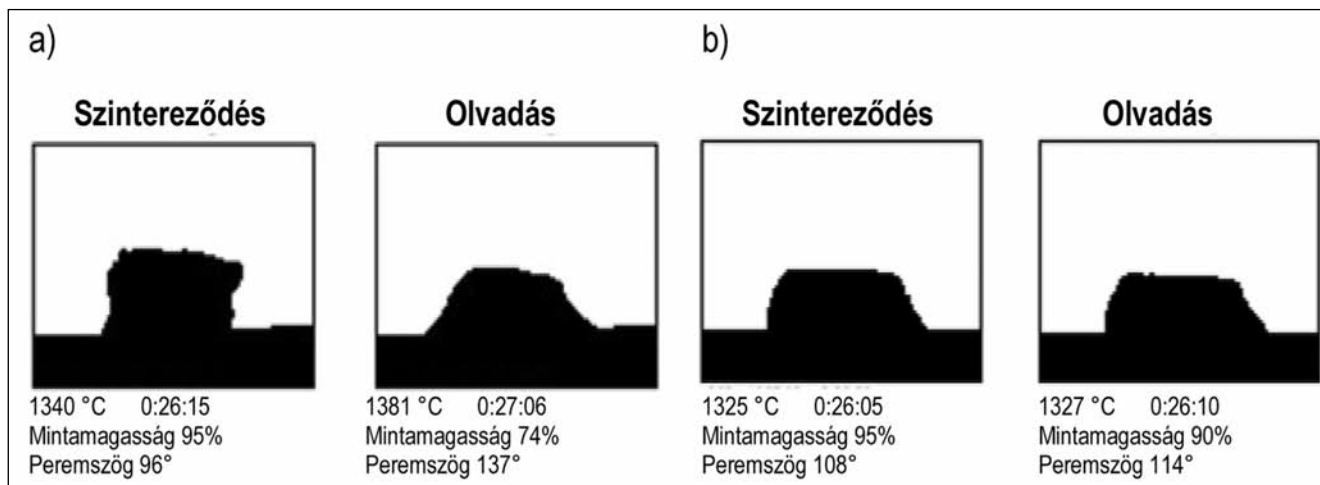
gátát mérve határozható meg [10]. Az örölt alumíniumsalak zömét adó finom oxidos porfrakció szerkezetét és alkotóit a 2. ábrán látható szkennelés elektronmikroszkópos (SEM) felvétel, az ehhez tartozó jellemző röntgen mikroszondás (EDS) spektrum, valamint a röntgendiffrakciós (XRD) fázisanálízis mutatja.

A sós salakmaradvány alapvető alkotói az $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, ami mellett a magnéziummal ötvözött alumínium salakja esetében a spinel MgAl_2O_4 komplex oxid, a melegfeldolgozásnál képződő AlN , valamint az itt beadott NaCl és KCl só alkotók a jellemző fázisok. Ezt az anyagot csupán 1:1 térfogatarányban vízzel keverve és rázva, néhány perc alatt kioldható a kloridos sóstartalom. A szilárd és finom szemcsés maradvány vizes öblítő szűrővel, valamint esetleg közbeiktatott vizes mosással sótalanítható [7]. A hidrometallurgiai kezelés termékében található ásványi fázisokat a 3. ábra szemlélteti.

A vizes kezelés kb. 30-35% mennyiségű sóstartalmat távolított el. Az így kezelt anyagban a 3. ábra szerint már XRD technikával nem mutatható ki visszamaradt sóstartalom, és gyakorlatilag nincs jelen olyan összetevő, ami az acél tisztaságát a salak modifikálására történő felhasználás által veszélyeztetné. Az acélgyártási salakokhoz adagolás hatására az olvadási tulajdonságok változásán, valamint a kapott salakok összetételén keresztül vizsgáltuk.



■ **3. ábra.** Az alumíniumolvasztási salak melegfeldolgozásából származó sötét sóssalak finom frakciója vizes kioldó kezeléséből kapott szilárd maradvány XRD spektruma [7]



■ 4. ábra. A konverter salakminta (LDS) (a) és az üstmetallurgiai salakminta (SLUS) (b) hevítőkroszkópos vizsgálatának eredményei

3. Kísérleti eljárás és eredmények

A modifikálás vizsgálata előtt szükséges volt meghatározni az acélgyártási salakminták olvadási jellemzőit. Ezért hevítőkroszkóppal meghatároztuk a konverter salaknak (LDS) (4. a ábra), illetve az üstmetallurgiai kezelés végén vett salaknak (SLUS) (4. b ábra) az olvadási hőmérsékletét.

A hevítőkroszkópos vizsgálati eredményekből látható, hogy mind a primer, mind pedig a szekunder fázisból származó acélgyártási salakminták olvadási hőmérséklete (1381, illetve 1327 °C) megfelelő. Az utóbbi esetben ez valószínűleg nemcsak a képződött, illetve beadott Al_2O_3 -nak, hanem az elvártól magasabb FeO -tartalomnak is köszönhető, ami azonban sajnos a redukáló céllal kialakított üstsalaknál kifejezetten káros alkotó. Szükséges tehát egy olyan adalékanyag adagolása az acélgyártási salakhoz, ami az olvadási hőmérsékletét és a FeO -tartalmát is csökkenti. Erre a célra kifejezetten alkalmas lehet az alumíniumolvasztási salak melegfeldolgozási ma-

radványalakja fent bemutatott porfrakciójának vizes sóatlanítása után kapott melléktermék, amiben dominál az Al_2O_3 alkotó, és ezt kíséri – a sótartalom kioldása után – 5%-nál is nagyobb fémes alumíniumtartalom.

Az olvadási jellemzőkre gyakorolt hatást az előzőekben bemutatott acélgyártási salakok, valamint az alu-

míniumolvasztási salak melegfeldolgozási végsalakját őrölve és szitálva kapott finom frakciójának vizes kezeléssel sóatlanított termékének a különböző arányú keverékeivel vizsgáltuk. Ellenállásfűtésű laboratóriumi tokoskemencében nikkelt-, illetve acéltégelyekben összeolvasztottuk a keverékeket. Az olvasztás során a tégelyt először 700 °C-ra melegítettük fel 45 perc alatt, majd ismerve az SLUS salak olvadáspontját, 1400 °C-ra hevítettük és ott 20 percen keresztül hűn tartottuk. Az így kapott salakolvadékokat hűtés után mozsárban porítottuk. Végül, a kapott porminták lágyulási/olvadási hőmérsékletét hevítőkroszkóppal határoztuk meg.

A kevert salakokat, a keverési arányokat és az ezeknek megfelelő olvadási hőmérsékleteket a 2. táblázat adja meg.

Az olvasztási kísérletek eredményei alapján megállapítható, hogy az alumíniumolvasztási maradvány sósalakból őrlés, osztályozás és vizes kezelés után kapott melléktermék alkalmas az acélgyártási salakok olvadási hőmérsékletének csökkentésére. Az adagolási arány növelésével csökken a keverék salak olvadási hőmérséklete. Megvizs-

2. táblázat. A vizsgált salakkeverékek és a meghatározott olvadási hőmérsékletek

Kísérleti sorszám	LDS [g]	SLUS [g]	Al-salak [g]	Al-salak [%]	T_{olv} [°C]
1	-	-	40	100	> 1500
2	40	-	-	0	1360
3	40	-	10	25	1297
4	-	40	0	0	1362
5	-	40	2	5	1336
6	-	20	2	10	1320
7	-	20	4	20	1306

3. táblázat. A vizsgált salakkeverékek olvadékaik összetétele

Kísérleti sorszám	4	5	6	7
Al-salak [%]	0	5%	10%	20%
Na_2O		0,02	0,02	0,04
MgO	4,51	4,31	4,29	4,01
Al_2O_3	20,71	25,5	27,7	32,2
SiO_2	8,37	6,7	6,5	6,2
P_2O_5	0,61	0,19	0,19	0,18
K_2O		0,04	0,06	0,05
CaO	55,14	44,7	44,2	42,5
TiO_2		0,29	0,30	0,29
MnO	4,78	5,3	5,3	5,0
FeO	5,02	5,39	5,67	5,04
Cl		0,05	0,06	0,03
Bázicitás	6,58	6,67	6,80	6,85

gáltak a kapott keveréksalakok összetételét röntgenfluoreszcens spektrometriával. A végső üstmetallurgiai fázis acélgártási salakmintájával képzett keverékek olvadákeit jellemző analitikai eredményeket a 3. táblázat adja meg.

Látható, hogy a FeO-tartalom még az alumíniumolvasztási maradványsalak arányának növelésével sem csökkent, hiszen a hidrometallurgiai kezelésre vitt finom frakcióban nem elég nagy (kb. 5-6%) a fémes Al-tartalom. Ez azonban pótolható a melegfeldolgozási alumíniumsalak maradvány őrlése és szitálása után kapott – gyakorlatilag fémes alumíniumszemcsékből álló és a maradványsalak kb. 10%-át kitevő – durva frakció felhasználásával. A sóból származó nátrium, kálium- és klórtartalom megfelelően alacsony ahhoz, hogy a kezelt adalék arányának 25%-ra emelése sem emeli veszélyes szintre a korróziót okozó sótartalmat.

4. Összefoglalás

Az acélgártási salak alkotói közül a FeO az egyik legjelentősebb hatású a salak tulajdonságaira, mivel ez csökkenti az olvadási hőmérsékletet, a viszkozitást, és meghatározza a salak oxidáló/redukáló hatását. A redukáló salak elvárt alacsony FeO-tartalma mellett a jó fizikai tulajdonságokat az Al₂O₃-alapú alumíniumolvasztási salak melegfeldolgozásából származó sós salak is megfelelő forrás, amennyiben a finom frakciójába kerülő nagy mennyiségű kloridos só tizes hidrometallurgiai módszerrel eltávolítják. Az acélgártási salakokkal képzett keverékeinek az olvasztási kísérletei során bebizonyosodott, hogy az olvadási hőmérséklet az adagolás aránya szerint jelentősen (5% – 26 °C, 10% – 42 °C, 20% – 56 °C) csökkenthető a salakkeverékben. Ugyanakkor, ez az adalék az FeO-tartalomra nem volt lényeges hatással, mivel a sótar-

talom kioldására vitt finom frakció fémes alumíniumtartalma csupán 5% körüli. Azonban a hiányzó redukáló hatású alumínium pótolható a melegfeldolgozás maradványsalakjának őrlése és osztályozása során képződő durva – fémes szemcséket tartalmazó – kb. 10%-nyi tömegarányban rendelkezésre álló frakció együttes felhasználásával. A vizes előkezelés eredményeként az alumíniumolvasztási salak melegfeldolgozási maradványaként kapott sós salak sótartalma gyakorlatilag megfelelően alacsony szintre volt csökkenthető, ezért nem lehet káros hatással az acélgártás körülményeire sem. A hatások gyakorlati vizsgálata és az eredmények validálása érdekében szükséges további kísérleteket folytatni valós acélgártási körülmények mellett.

Köszönetnyilvánítás

A bemutatott kutatómunkát a GINOP 2.2.1.-15-2016-00018 projekt támogatta az Új Széchenyi Terv keretében az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával. Köszönjük Szabó Máriának, a Dunafer Labor Nonprofit Kft. osztályvezetőjének a röntgenfluoreszcens spektrometriai salakelemzést és Gál Károlynak, a Miskolci Egyetem Kerámia- és Polimermérnöki Intézet munkatársának a hevítőmikroszkópos vizsgálatok elvégzésével nyújtott segítséget.

Irodalom

- [1] H. Gripenberg és A. Johansson: Low-temperature oxyfuel combustion technology for aluminium melting, in Proc. EMC2007, June 11–14., 2007, Düsseldorf, Germany. 1295–1303.
- [2] J. Mifchielsen: New Generation of integrated ingot and scrap melting furnaces for aluminium extrusion and rolling mill plants, in

Proc. EMC2007, June 11–14., 2007, Düsseldorf, Germany, 1333–1345.

- [3] Q. Han: Dross formation during remelting of aluminium 5182 remelt secondary ingot (RSI), Materials Sci. Eng., vol. A363, pp. 9–14, 2003.
- [4] G. B. Tóth, Z. Harangi, T. Kulcsár and T. Kékesi: Metal content of drosses arising from the melting of aluminium, in XXVII MicroCad International Scientific Conference, Miskolc, Hungary, 21–22 March, 2013, Section C-D, p.12.
- [5] T. Kékesi, T. Kulcsár: Ötvözött alumíniumhulladékok olvasztása során keletkező salakok jellemzői, BKL Kohászat, vol. 150, no. 1, 2016, pp. 29–35.
- [6] J. D. Gilchrist: Extraction metallurgy, 2nd. rev. ed., London: Pergamon Press, 1979.
- [7] B. Hegedüs, T. Kékesi: Lehetőség az alumínium olvasztási salakok melegfeldolgozási maradványainak hidrometallurgiai kezelésére, BKL Kohászat, vol. 151, no. 1, 2018, pp. 29–35.
- [8] B. Harcsik: Alumíniumolvasztási sósalakok alkalmazása az acélgártási salakok tulajdonságainak javítására, Üzemi kísérletek eredményei a Diósgyőri Elektroacélműben. Magánarchívum, 2001.
- [9] G. Károly: Alumíniumolvasztási sósalakok közvetlen üstmetallurgiai felhasználása, Magánarchívum, 2004.
- [10] T. Kulcsár, T. Kékesi: Thermo-mechanical extraction of aluminium from the dross of melting AlMg scrap, in MultiSciencXXXIst microCAD Int. Multidisciplinary Scientific Conference, Miskolc, Hungary, 20–21, 2017, April, Section D, p. 9.
- [11] Materials Case Study 2 – Aluminium, in OECD Global Forum on Environment, Mechelen, Belgium 25–27 Oct., 2010.

Először végeztek duális képzésben járműipari öntész BSc anyagmérnök hallgatók

Interjú Toth Daviddal, a Nemak Győr Kft. ügyvezető igazgatójával



tam ügyvezető igazgatóvá, amikor a Nemak Magyarország legnagyobb könnyűfém öntödéjévé vált. Akkor indítottam azt a kezdeményezést, hogy a társadalomnak vissza is kell adni. Missziómmá vált, hogy a Nemakot egy olyan céggé teszem, ahol segítjük az oktatást, annak részévé kell válnunk. Azok az emberek, akik nálunk dolgoznak, valahonnan jönnek, valaki felépítette őket, és ezt meg kell köszönnünk.

SzA: Mégis, hogy indult el ez az egész program, kezdeményezés?

2008-ban Rendesi János kollégámmal elhatároztuk, hogy egy olyan programot kezdeményezünk, amelyben pályázat alapján döntjük el, kinek és miért adunk adományt, a tevékenységük mögé nézünk, hogy tudatosan és megfontoltan tudjuk eldönteni, mit és hogyan tudunk támogatni. Fontosnak tartottuk, hogy amit elindítunk, annak legyen eredménye a végén. Támogattuk az oktatás mellett a sportot, tűzoltóságot, kórházat, azaz mindent, ami a mindennapokban egy egészséges élethez nélkülözhetetlen. Így szép lassan kezdtük felmérni a helyi viszonyokat. Sokat tanultam ebből a helyzetből. Előtte nagyon naiv voltam, ezért szembesülnöm kellett a magyarországi viszonyokkal. Elmentem iskolákba, ahol felfigyeltem azokra az óriási hiányokra, amelyet én nyugaton természetesen nem tapasztaltam. Nem volt ott sem minden arany, de tisztaság és rend volt, pl. nem hiányzott a WC-papír, nem láttam penészes falakat, minden rendes volt. Fejemhez kaptam, hogy Úristen, mi

Dr. Szombatfalvy Anna (SzA): Kedves David, köszönjük, hogy időt szakítasz erre az interjúra, melynek aktualitása, hogy az első duális képzésben végzett hallgatók a mai napon veszik át diplomájukat. David angol-szász kultúrából történő származásából adódóan az interjú tegező formában készült.

SzA: Kérlek, meséld magadról! Mi az, amit fontosnak gondolsz elmondani magadról? Hogy kerültél a Nemakhoz?

Én egy kanadai állampolgár vagyok, aki Európában él már 1986 óta. Az életem nagy részét nyugaton töltöttem és ennek kapcsán az iskoláimat is nyugaton végeztem. Kb. 1996-ban ismerkedtem meg a Nemak elődjével, a VAW-val. Angliában a Leedsnél business unit manager, azaz üzletágvezető voltam. Ott kaptam az első öntödei „szagot”, az első ismeretemet. Bele is szerettem a szakmába,

nagyon megtetszett. Nagy kereslet volt akkoriban a járműiparban szakemberek iránt, így, mint folyamatmérnök, aki már az élelmiszeriparban korábban tapasztalatot szerzett, itt helyezkedtem el.

SzA: Honnan jött a duális képzés ötlete?

Minden korábbi cégnél volt egy program, amelyben nemcsak a felsőoktatási intézményekkel, hanem már a középiskolákkal is együttműködtek. Mindig voltak a környezetemben diákok, akik érdeklődtek, kérdeztek, akikkel folyamatosan foglalkoztunk.

Amikor 2002-ben felkértek, hogy jöjjenek Győrbe az itteni öntödébe, a szakmai gárda nagyon jó volt. Az oktatás támogatása akkor mindössze annyi volt, hogy a gyerekek a szülők cégéhez menjenek, akár nyári gyakorlatra, akár később dolgozni. A cégeknek nem volt kapcsolata a társadalommal. Ebből a helyzetből indultunk 2007-2008 környékén. 2008-ban vál-

történi itt. Meglepődtem az állapotokon.

Sok más cég is ebben az időszakban szembesült a hiányokkal, itt első sorban a szakemberekre gondolok. Elkezdődött a kapcsolatunk a különböző középiskolákkal, ill. a Miskolci Egyetemen is, ami korábban is fontos bázisa volt a Nemaknak. Nagyon fontos tapasztalat volt látni a városi és az országos vezetés hatását, befolyását, az érdekek különbözőségét. Meghatároztuk, hogy nem egyéneket és politikai érdekeket támogatunk, nem akarunk belebonyolódni a korrupcióba semmilyen formában, és nem akarunk cégeket vagy személyeket előnyben részesíteni. Kijelentettük, hogy mi nem vagyunk politikusok, tisztán, rendben szeretnénk végezni a dolgunkat, viszont hatékonyan akarunk segíteni azon, ami a társadalom fejlődését biztosítja, ugyanakkor elősegíti vállalatunk fenntartható fejlődését.

SZA: Kitől kaptatok segítséget az ipar után?

Az első mérföldkő az volt, mikor a Magyar Öntészeti Szövetséggel úgy döntöttünk, hogy készítünk egy felmérést arról, hogy mekkora igény lenne szakemberre, és megnéztük az anyagi hátteret, az oktatás lehetőségeit, a fiatalok tanulási körülményeit. Szembesültünk azzal, hogy az öntészeti szakemberekre nagy szükség van. A járműipar élvezte az állam támogatását (Suzuki, GM, Audi, Mercedes, BMW). Mondhatjuk, hogy az állam szisztematikusan megcélozta ezt az iparágat. Ebben az iparágban pedig az alkatrészek 60-70%-a fém. A képzési cél az, hogy az üzemeket lokálisan tudják kiszolgálni megfelelő munkaerővel, mivel a helyi igények igen erősek. A diákok száma nagyon alacsony ahhoz, hogy hosszú távon biztosítani tudjuk, hogy a vállalatoknak legyenek megfelelő mérnökei, legyen megfelelő utánpótlása. Ezzel kezdődött és a mindennapi munkánk részévé vált, hogy egy lobbitevékenységet végezzünk a MÖSZ-szel. Ez egy hosszú út eredménye, hogy a mai nappal az első duális BSc-hallgatók diplomát vehetnek át.

Szilasi Péter Tamáson, a Nemak társadalmi kapcsolatok osztályvezetőjén keresztül az állammal is szoros az

együttműködésünk, államtitkárokkal bonyolítottunk le tárgyalásokat és részt veszünk a szakképzési rendszer átalakításának munkálataiban. A középiskolák szintjén is felfedeztük, hogy szükséges lenne a melegüzemi szakmák oktatásának újjáélesztésére. Magyarországon vissza tudtuk hozni ezt a szakmát. Jelenleg három középiskolában tanulnak járműipari fémalkatrészgyártó szakmában, és tavaly egy tankönyvet is el tudtunk készíteni együttműködésben a győri Lukács szakgimnázium és szakiskola tanáiraival és természetesen dr. Hatala Pál és a MÖSZ bevonásával.

Időközben a felsőoktatási törvénybe iktatták a duális képzés lehetőségét. Ennek a törvényi szintre emelkedését megelőzte a Nemak-MÖSZ-Miskolci Egyetem együttműködés kezdeményezése, így nem véletlen, hogy éppen ez az a szak, amely elsőként el tudott indulni a Miskolci Egyetemen, hiszen megfelelően elő volt már készítve minden.

SZA: Hogy váltotta be a duális képzés a hozzá fűzött reményeket?

A személyes véleményem az, hogy az államnak és egyetemnek a cégekkel együtt sokkal többet kell tenniük a nehézipari szakmák elfogadtatásáért. A szülőknek álmai vannak a gyerekeikkel kapcsolatban, a pénzügyi piac, bankszektor, jogász, bölcsész pálya felé orientálják őket. A helyzet az, hogy Magyarország nem egy szolgáltató ország, Budapest nem egy pénzügyi központ, mint London, Párizs, Berlin, ami a motorja lehetne az ország gazdaságának. Fontos lenne az ország ipari oldalát megerősíteni. De nem elég a mostani aktivitás ahhoz, hogy a szülők, akiknek a gyerekei most mennek középiskolába, észrevegyék, hogy anyagmérnöknek, gépészmérnöknek, villamosmérnöknek, vegyésznél kellene menni, mert ezt igénylik azok az iparágak, amelyek hosszú távon fogják a magyar GDP-t segíteni.

SZA: Mit kellene változtatni? Mi az irány, hogyan kellene folytatni?

Sok-sok más indoka is van annak, hogy miért nem annyira sikeres a duális képzés, mint kellene lennie. Talán sok vállalatvezető nincs annyira képes, hogy ez milyen fontos a jövőt

tekintve. Meg kell győzni a társadalmat, hogy építkezni kell, és sajnos az államnak is vannak deficitjei. Nem adja meg azokat az ösztönzőket a cégeknek, hogy azok proaktívan lobbizzanak a duális képzés érdekében, valamint hogy a középiskolai, felsőoktatási partnerekkel érdemben tegyenek együtt azért, hogy elfogadottabbá váljon az, hogy a fiatalok az iparba menjenek, ott képzeljék el a jövőjüket.

SZA: Hogy lehetne arra megoldást találni, hogy van 25-30 partnervállalat, mégis 5-6 öntödéhez koncentrálódnak a diákok?

Ha szemléltetni akarom a helyzetet, akkor ez egy dupla hegymenet, és egy olyan biciklit érdemes elképzelni, aminek sajnos van utánfutója. Dupla hegymenet, mert egyrészt el kell fogadtatni egy szakmát, mely finoman szólva sem divatszakma, másrészt át kell üssük a diákok és szüleik ingerküszöbét a duális képzési rendszerrel kapcsolatban. Ha nem értik meg a társadalmi felelősségvállalásuk szerepét a tagöntödék, akkor nagyon könnyen beleülnek ebbe az utánfutóba, és potyautasként várják, hogy az 3-4 élharcos tekerjen felfelé a hegyen.

Az öntészethez szükséges szakmák elfogadottsága nincs a helyén, sőt úgy tűnik, hogy a duális képzést is jóval előbb engedte el a kormány, mint az célszerű lett volna. Feltételezte azt, hogy a társadalomba átjutott az üzenet – tanulj fizetésért – , de sajnos ez nem így történt. Magára hagyták ilyen szempontból a duális képzést, nem vitték át azokat az információkat, mely meglátásunk szerint egyértelműen kormányzati felelősség azzal kapcsolatban, hogy milyen előnyei vannak a duális képzésnek, nem mutatta be a duális képzés sikertörténeteit, nem tette vonzóvá a diákság körében. Nem ütötte át az ingerküszöböt a felsőoktatásba jelentkező fiataloknál. Inkább a kortársaktól kapott információk befolyásolják a mai fiatalokat, félelmeik vannak abban, hogy duális hallgatóként nem tudják élni a megszokott diákéletet, ami nem feltétlenül igaz, sőt. Inkább a negatív információk ragadtak meg a pályaválasztás előtt állók fejében, beiskolázás szempontjából ez a legkritikusabb terület.

Úgy látom, hogy azelőtt engedte el a kormányzat a duális képzés kezét,

mielőtt akár az első évfolyam végzett volna, mielőtt látnánk a megtérülést, sikerekről tudnánk beszámolni, kiderülne az elhelyezkedése a munka világában a végzett szakembereknek, pl. hogy a mi esetünkben a duális képzésben végzett anyagmérnökök öntödéknél maradnak-e.

2016-17-ben szinte napi szinten találkoztunk a médiában a duális képzéssel kapcsolatos hírekkel, ezzel szemben most csalódott vagyok. Azért, hogy minél több ember felkerüljön erre a lokomotívrá, már nem tesz nekem eleget, minden elcsendesedett.

A helyzet az, hogy nincs meg sem az állam, sem a média támogatása, holott most kellene lobbizni, amikor kikerül az első végzett évfolyam, megfelelő marketinggel bemutatni, hogy ez egy igazi karrierlehetőség, jó pénzügyi juttatási feltételekkel.

SZA: Mi a megoldás? Hogy lehetne visszaállítani a duális képzést egy felé ívelő pályára?

Éz mindenkinek a felelőssége. Fókuszba tettük az állam szerepét, de minden csatlakozó partnernek is komoly feladata van ezzel.

Az állami szerepvállalás nélkül, illetve egy szakma, egy ágazat összefogása nélkül rendszerszinten nem lehet sikert elérni. Ezért bízunk a Magyar Öntészeti Szövetséggel történő összefogásban, mert ez unikális. Ennek ellenére látjuk azt, hogy ezzel a támogatottsággal is nagyon könnyen bekerülnek cégek abba a helyzetbe, hogy potyautasként beülnek az utánfutóba és vitetik magukat.

Csak akkor működhetne ez a dolog, ha mindenki elvégezné azt a munkát lokálisan, amit mi Győrben elvégeztünk, és akkor erős és hatékony hálózatként működhetne, ahova akár más iparágak is bekapcsolódhatnának.

Hiányolom a direkt befektetést, mindenki beszél, de nem akar tenni. Igaz ez a különböző ipari kamarákra és szövetségekre is. Partnerként kellene együttműködni. Az ügyvezetők vállán sok felelősség van, elsősorban a tulajdonosok és vevők kiszolgálása. 2-3 évvel ezelőtt magasra tettem az elvárásaimat, és most csalódott vagyok. Elhatároztam, hogy aktív leszek, minden támogatást megadok, lobbizni fogok, hogy kiváló mérnökök kerüljenek a piacra, de nem tudok nem fog-

lalkozni a visszaeséssel és azzal, hogy sokan csak az eredményt várják, aktív, cselekvő részvétel nélkül.

SZA: Abban egyetértünk, hogy szükség van összefogásra, meg kell újítani az erőinket és lehet, hogy valakinek friss és megújult erővel kellene belevetnie magát a témába.

Milyen irányba tart az öntészet? Milyen új kihívásokkal kell szembenézni? Azt tudjuk, hogy öntészetre szükség van a jövőben, ezt látjuk. Környezetvédelmi kihívások, elektromos autók térhódítása? Mi a jövő, mi a tendencia?

Forradalom van a belsőégésű motorok szennyezőanyag-kibocsátás csökkentésének az érdekében. De messze vagyunk attól, hogy a közeljövőben, azaz 5-10 éven belül óriási változás történjen. Ez az én magánvéleményem. Abban látom az autópár szerepét, ezen belül a Nemakét, hogy tovább dolgozzon annak érdekében, hogy az autók belsőégésű motorral is jobb eredményeket tudjanak felmutatni, mind károsanyag-kibocsátás, mind súlycsökkentés, ill. motorok hatékonyságának a növelése érdekében. Az óriási lehetőség az autópárban a fejlesztés. Fel kell készülni arra, hogy ha megjön a szükséges akkumulátor-technológia, kialakul a fejlett infrastruktúra, ahol ezeket az akkumulátorokat fel lehet tölteni, az egész ipar készen álljon arra, hogy a váltást meg tudja tenni. Ahol régebben a hagyományos öntészetet támogattuk, ott is változtatni kell, több információra van szükségünk, mechatronikai mérnökök, gépészmérnökök bevonása szükséges a gépek üzemeltetéséhez, az öntödék változni fognak a következő 10-15 évben.

SZA: Hogyan tudnak erre a váltásra felkészülni az öntödék?

Pontosan a súlycsökkentési trend az, ami nélkül az elektromobilitás csak félig működőképes. Ez elképesztő lehetőségeket tud az öntödék számára nyújtani. Pont ebben az iparágban, az öntészetben van óriási potenciál, ami az alkatrészek integrációjának lehetőségét adja. Tehát sokkal komplexebb, és jellemzően szerelt alkatrészek lesznek meghatározóak a jövő autógyártásában. Az öntészet egy speciális szakma, szerelni sokan tud-

nak, önteni azonban csak nagyon kevesen. Akik most szerelnek, nem fognak öntödét nyitni. Viszont akik most öntenek, azok egy olyan speciális tudás birtokában vannak, ami segíti őket abban, hogy előre tudjanak lépni, integrálni tudjanak, és olyan modulbeszállítókká tudjanak válni, ami új szintre emelheti a vállalatukat. Ehhez viszont fejlesztési kapacitások, termékismeret, vevői kapcsolattartás kell. Aki ezen végig tud menni, pozitív és fényes jövő előtt áll, a cég méretétől függetlenül. Ehhez viszont kiemelkedő mértékben szükség van a megfelelően képzett szakemberekre, akik itt Miskolcon végeznek. Akik rendelkeznek azokkal a mérnöki és öntészeti alapismeretekkel, amire adott esetben egy ráépülő kiegészítő szak tudással, mint a gépészeti, vagy mechatronikai, egy egész más dimenziójú szakemberekké tudnak válni, mint aki csak egy szaktudás felé tud fókuszálni. Ez az egyén szempontjából is nagy kihívás és egyben nagy lehetőség is.

SZA: A Nemaknál nagyon sok Miskolcon végzett mérnök dolgozik. Hogy épültek be? Mennyire felelnek meg az elvárásoknak? Hogyan tudtok támaszkodni ezekre az ifjú szakemberekre, akit példát adhatnak a többi hallgatónak?

Őszinte szívvel mondom, hogy soha nem hittem volna, hogy ennyien maradnak majd nálunk dolgozni. Nagyon feltöltődöm, amikor látom ezeket az ifjú mérnököket, emlékeztetnek arra, amikor én voltam fiatal. Ez már nemcsak arról szól, hogy van egy Nemak, ahol a nyári gyakorlatot töltötték, hanem ők elkötelezték magukat, hogy tanulni akarnak és nagyon szeretik Miskolcot, hiszen az egyetemisták jelentős része miskolci. Nagy lépés, hogy a tanulmányaik befejezte után úgy döntenek, hogy ott maradnak nálunk. Nagy szerepet játszik ebben, hogy hogyan bánunk a diákokkal. Részt vesznek a vállalat életében, bevonásra kerülnek a vállalat legfontosabb kutatási-fejlesztési projektjeibe. Példaképek sorakoznak előttük, akik egykori miskolci diákként a Nemak vezetői lettek, akár csak dr. Fegyverneki György, az egyetem Nemakban működő Kihelyezett Öntészeti Tanszékének vezetője. Bajtársiasság alakul ki

közöttük, kapcsolatokat építenek, beilleszkednek a 3,5 év alatt. Nem az én érdemem, hogy itt akarnak maradni a Nemaknál, hanem azoké a segítő fiatal kollégáké és mérnökké, akik oktatták őket. Olyan közösséget, olyan munkakapcsolatot alakítanak ki velük, ami fontos szempont, amikor dönteni kell, hogy érdemes-e a Nemaknál maradni. Ezért is fontos, hogy minden vállalati szakasz végén egy közös vacsorán látjuk vendégül mind a hallgatókat, mind a segítőiket, tanáraikat is. Annak az elismerése ez, hogy erőfeszítés nélkül, szívből segítettek és támogatják a diákokat. A munkahelyen kívül is megvan az összetartás, közös sport, közös bulik, ami szintén építi a közösséget és összekovácsolja a munkatársakat.

Nagyon pozitív tapasztalataink van-

nak, ugyanakkor vannak rendszerhibák, ami miatt nem tud teljes lenni az örömünk. A bajtársiasságnak nemcsak a munkatársak között, hanem az üzleti közösségben is meg kellene lennie. Ha nincs meg, ahogy erre már utaltam korábban az interjú során, akkor nem jó irányba megyünk.

Az öntész képzés továbbfejlesztése és fenntarthatósága érdekében nagyon fontosnak tartjuk, hogy kialakuljon az életpálya-szemlélet a szakmában. Ezért legfontosabb rövidtávú célunk, hogy a „Szakma Sztár” fesztiválra elvigyük a járműipari fémalkatársgyártó szakmát. Ezt a szakmát a Magyar Öntészeti Szövetséggel, a Miskolci Egyetemmel és a Lukács Középszakmával közösen szeretnénk megjelentetni. Öntészeti ünnepet szeretnénk vinni a többi szakma közé,

ahol a látogatóknak lehetősége lesz kipróbálni, hogy a fiatalok hogy dolgoznak. Egyelőre mint bemutatkozó szakma kerül oda, de nyilván jövőre már teljes értékű versenyző szakmákként veszünk részt a rendezvényen. Emelni kívánjuk ezzel a szakma elismertségét, elfogadottságát és presztízsét. Szeretnénk, ha egyre jobb képességű diákok választanák ezt a szakmát, akik akár érettségi után megcélozhatják a kohászati technikus képzést, vagy akár az egyetemi képzést is. A következő lépés és feladat éppen a kohászati technikus szakma újraélesztése. Ennek előkészítésén is dolgozunk.

Gratulálunk és köszönjük az eddig elvégzett munkát az egész öntész társadalom nevében!

Dr. Szombatfalvy Anna

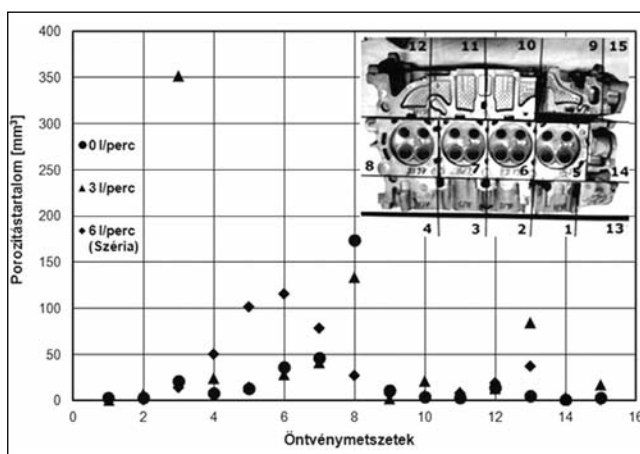
Duális járműipari öntészeti és öntészeti specializációjú BSc anyagmérnök hallgatók szakdolgozatainak összefoglalói*

Nagy Miklós Nándor: Eltérő hűtési viszonyok befolyása a hengerfejöntvény szerkezeti és mechanikai tulajdonságaira

Konzulens: Mende-Tokár Monika (Öntészeti Intézet), Leskó Zsolt (Nemak Győr Alumíniumöntöde Kft.)

Kutatómunkámban összehasonlító vizsgálatokat végeztem a kokilla eltérő térfogatáramú vízűtésének a kialakuló porozitás mértékére gyakorolt hatása kimutatása céljából, GSPM (Gravity Semi-Permanent Mold – Gravitációs fél-kokilla öntés) hengerfej öntési technológia esetén.

A megszilárdulás közben kialakuló szerkezeti hibák jelentősen befolyásolják az öntvény felhasználás közbeni



1. ábra. Porozitástartalom a vizsgált metszetekben

élettartamát. A porozitási hibákat befolyásolni tudjuk a kokilla hűtésének a változtatásával.

A kísérleti munkámban egy hengerfej öntéséhez tartozó kokilla üzemi technológia „széria” szerinti 6 l/perc térfogatáramú vízűtésének 3 l/perc értékre csökkentése és hűtés nélküli (0 l/perc) változat esetén komputertomográfiai módszerrel meghatároztam a porozitások meny-

* A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán 2018. december 19-én tartották az első duális járműipari öntészeti és öntészeti specializációjú BSc anyagmérnök hallgatók záróvizsgáját. A közlemény a duális és a hagyományos képzésben végzettek szakdolgozatainak összefoglalóit tartalmazza.

nyiségét és elhelyezkedését az öntvényekben, valamint vizsgáltam az öntvények mechanikai tulajdonságait (szakítóvizsgálat, Brinell-keménység-mérés) is.

Vizsgálatokat végeztem az üzemi MAGMA öntés technológiai szimulációs szoftver alkalmazásával az előre jelezhető hibahelyek kimutatása céljából.

A vízhűtés hőelvonó hatását a kokillába beépített hőelemekkel ellenőriztem, és termokamerás képeket is

készítettem minden leöntött darab kivétele után a kokilla felületéről.

A komputertomográfiai vizsgálatok alapján megállapítottam, hogy a porozitások mennyiségét a hűtés intenzitásának a változtatásával nem tudjuk jelentős mértékben befolyásolni (1. ábra), viszont az öntvényen belüli elhelyezkedésük megváltoztatható, ami egy igen fontos tényező.

A szimulációs eredmények alapján azon problémás metszetek esetében

volt porozitás kimutatható, amelyek a valós öntvények CT vizsgálata során is azonosíthatóak voltak.

A vizsgálati eredmények alapján a hűtés intenzitásának a csökkentését nem javasolom. Igazoltam azt is, hogy a vízhűtés meghibásodása, vagy kimaradása esetén a porozitástartalom jelentős mértékben nem változik. A kísérleti hengerfejek mechanikai tulajdonságai az előírásoknak megfelelőek voltak.

Vincze Fanni Virág: A stroncium AlSi7MgCu0,5 ötvözetre gyakorolt módosító hatásának vizsgálata változó technológiai paraméterek esetén

Konzulens: Mende-Tokár Monika (Öntészeti Intézet), Kovács Zoltán (Nemak Győr Alumíniumöntöde Kft.)

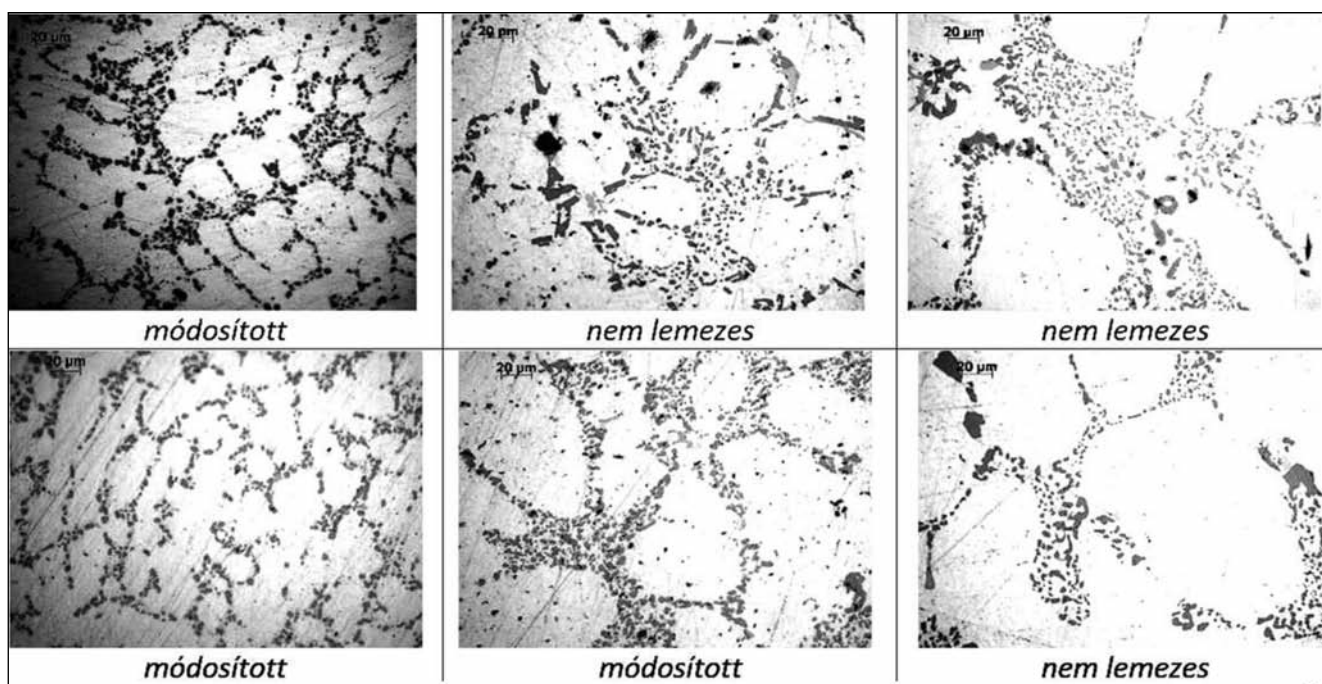
Kutatómunkámban az AlSi10 előtvözetnek az olvadákezelés különböző technológiai műveleteiben történő adagolását és az eltérő tisztítósó-keverékek hatását vizsgáltam. A módosítás egy, már régóta használt öntészeti eljárás, melynek célja, hogy az eutektikus kristályosodás kezdeti szakaszában az alumínium-szilícium ötvözetek esetén visszaszorítsuk a szilíciumfázis poliédres, illetve lemezes szerkezetben történő kiválását, ami elősegíti finomszemcsés szilíciumot tartalmazó eutektikum kialakulását.

Kísérleteimet üzemi körülmények között végeztem el. A 12 perces rotoros gáztalanító kezelési folyamat előtt (üzemi előírás alapján), közben (5 perc után) és a végén (9 perc után) adagoltam az olvadékba a 60 ppm mennyiségű stroncium előtvözetet. Mindhárom változatnál három adagot és adagonként 3-3 öntvény szövet-szerkezetét és mechanikai tulajdonságait vizsgáltam meg.

Megvizsgáltam az általam használt tisztítósók szerkezetét sztereomikroszkóppal. Derivatográfiai vizsgálattal megmértem az olvadáspontjukat,

továbbá röntgendiffrakciós vizsgálattal meghatároztam a sókat alkotó vegyületeket.

Vizsgálatokhoz az olvadékból a mintákat a gáztalanító kezelési műveletekhez igazodóan, a gáztalanítás előtt és utána, továbbá pihentetési időt követően, valamint az olvadék felhasználása után, az öntés végén a hőtartó kemence alján lévő maradékból vettem az érempróba-hoz, sűrűségindex-próbákhoz és termikus analízis vizsgálathoz. A módosítottság mértéke és a stroncium leégési vesztesége közötti összefüggést termikus



■ 2. ábra. A hengerfejek öntvényrészek szövetszerkezetének változása a gáztalanítás előtt (felül) és után (alul) adagolt AlSi10 előtvözet hatására (maratlan, $N=500 \times$)

analízissel és szövetszerkezet vizsgálattal (AFS etalonképek segítségével) határoztam meg.

A termikus analízis eredménye alapján az olvadákokat nem módosítottam minősítettem, mindössze 5-7,5 °C közötti túlűlést mértem, mely az eutektikus szövetben a szilíciumszemcsékre vonatkozóan nem lemezes (MF=4) és részben módosított (MF=3) finomsági fokot jelentett. A stroncium előtözet adagolási időpontja és a tisztító típusa sem befolyásolta a módosítottság eredményeit.

A gáztalanítást követően az olvadék felszínéről eltávolított salakokat szkennig elektronmikroszkóppal vizsgáltam meg, és abban nagy mennyiségű stronciumot és jelentős oxigén-előfordulást mutattam ki, ami az oxidos salakban stronciumot tartalmazó vegyületek jelenlétére utalt.

Megvizsgáltam a kísérleti öntvények szövetében az eutektikus szilícium módosítottsági fokát három helyen: az égéstér területén (É), az öntvény középső részén (K), valamint a tápfej közelében (T). Az égéstérhez tartozó részekben, ahol jelentős mértékű volt a kokilla hűtése, a szövetszerkezet minden öntvénynél módosított (MF=5) volt, míg a középső és tápfehez közeli területeken nem lemezes (MF=4) szerkezetet kaptam (2. ábra).

Megvizsgáltam a kísérleti öntvények mechanikai tulajdonságait is. A Brinell-keménység és a szakítóvizsgálat eredményei minden esetben megfelelték az üzemi előírásnak, a gáztalanítás után adagolt AISr10 előtözet kísérletek bizonyultak többségében kedvezőbbnek.

Megállapítottam, hogy a módosítottság szempontjából sok esetben

nem az összes elemzett stroncium mennyisége volt a meghatározó, hanem a beadagolástól eltelt idő, amely elősegíti a megfelelő módosítottságot eredményező stroncium hasznosulását.

Az elvégzett vizsgálatok alapján javaslatot tettem az AISr10 előtözet beviteli technológia változtatására és a kezelő kiválasztására. A stroncium leégésének eredményei alapján a „B” tisztító alkalmazásánál volt a stroncium-leégés a legkisebb, a segédötözetnek a gáztalanítás utáni adagolása esetén.

Az elvégzett vizsgálatok eredményei alapján lehetőség van a stroncium hatásos beviteli technológiája és a tisztítóval kialakuló reakciójának az elkerülése esetén a segédötözet mennyiségének a csökkentésére.

Vasiszta Viktor: Műgyantás homokmagok eltérő aktivátortartalmának a szilárdsági és üríthetőségi tulajdonságokra gyakorolt hatásának vizsgálata

Konzulens: Dr. Varga László, Budavári Imre (Öntészeti Intézet), Tóthné Ádám Enikő (Nemak Győr Alumíniumöntöde Kft.)

Szaktervezésben cold-box technológiával előállított homokmagok különböző szilárdsági tulajdonságait hasonlítottam össze egy kísérleti, valamint egy szériagyártásban használt gyantarendszer alkalmazásával, eltérő aktivátortartalom mellett. Vizsgáltam a homokmagok hőterhelés nélküli, valamint a hőterhelést követő hajlítószilárdságát, a homokmagok üríthetőségi tulajdonságait, illetve a melegdeformációs tulajdonságokat.

A homokmagok szilárdsági, valamint üríthetőségi tulajdonságait jelen-

tősen befolyásolja a gyártásban használt gyanta és aktivátor.

Feladatomban volt egy új, kísérleti gyanta összevetése a szériagyártásban alkalmazottal. A vizsgálatokat változó aktivátortartalom mellett végeztem el. Vizsgáltam a keverékekből készített próbatestek mechanikai tulajdonságait (hajlítószilárdság-vizsgálat; változó aminadagolás melletti hajlítószilárdság-vizsgálat), a hőterhelés utáni tulajdonságait (üríthetőség-vizsgálat, Hot Distortion Test), valamint az öntés során a magokból felszabaduló gázokat (Cogas-vizsgálat).

A hajlítószilárdság-vizsgálatok jól

mutatták, hogy a kísérleti gyanta jelentősen magasabb szilárdság értékeket képes elérni, azonban a hőterhelés után történő vizsgálatok arra utaltak, hogy ezen gyantából készült magok nehezebben távolíthatók el az öntvényből. A Cogas-vizsgálat arra utalt, hogy a kísérleti gyanta nagyobb mértékű gázfeljődésre hajlamos.

Az eredmények alapján a szériagyártásban használt gyantát javaslom, mivel a kísérleti gyanta hiába képes magasabb szilárdsági értékekre, az öntvényből való eltávolítása nehezebb, így az nagyobb költségeket vonhat maga után.

Jászka Petra: Homokszemcsék szállítás közben bekövetkező osztályozódásának vizsgálata

Konzulensek: Dr. Varga László, Budavári Imre (Öntészeti Intézet), Derekas Dávid (Sicta Kft.)

Szaktervezésben egy könnyűfémöntöde homokrendszerében a pneumatikus szállítás közben kialakuló osztályozódást és a magok tulajdonságaira gyakorolt hatását vizsgáltam. Vizsgáltam a tárolási és

felhasználási helyeken vett homokminták szemcseszerkezetét és a hidegmagszetrényes keverékből készített homokmag próbatesteken a szilárdsági és melegdeformációs tulajdonságokat.

A méréseimet a Sicta Kft.-nél végeztem, mely gravitációs alumínium kokillaöntéssel foglalkozik, fő tevékenysége az alumínium turbófeltöltőházak öntése. A homokmagok gyártása hidegmagszetrényes (cold-box,

CB) eljárással történik. A beérkező új homokot kamionnal szállítják, és a silóba juttatása, valamint a siló és a tartályok közötti sűrített levegővel történő szállítása közben önosztályozódás jöhet létre, mely befolyásolhatja a magok tulajdonságait. A vizsgálataim célja az osztályozódás minősítése és a magok szilárdsági tulajdonságaira gyakorolt hatásának vizsgálata volt.

A méréseimhez a közepes szemcsefrakciójú homokot használtam. Mintavételezési pontjaim a gyártás különböző területei voltak, mégpedig a kamionnal beszállított homok, a silóba áttöltött homok, valamint azon tároló tartályok homokjai, amelyekhez a silóból pneumatikus szállítással juttatják el a homokot. A különböző helyeken kivett homokmintákon végeztem el a vizsgálatokat és ezek eredményeit hasonlítottam össze. A homokminták granulometriai analizisét végeztem el, és az azonos kötőanyag-tartalmú keverékek hajlítoszilárdságát és melegdeformációs tulajdonságait vizsgáltam.

A homokmagok tulajdonságait számottevően befolyásolja az osztályozódás, mivel a keveréknél használatos receptúra a gyártás során nem változik, így a homok paramétereinek sem szabadna változnia. A szemcse-

kezet megváltozásának a nyomon követésére azért is szükség van, mivel a nagyobb fajlagos felületű finom homok arányának növekedése esetén más kötőanyag-mennyiség használatára lenne szükség a megfelelő minőségű homokmag gyártása érdekében.

A mérési eredményeimből következtetni lehet arra, hogy a szemcse szerkezet folyamatosan változik, ráadásul ingadozóan, így ennek a hatását teljes körűen kimutatni eddig nem sikerült.

A finom homok arányának változtatásával célzott granulometriai szerkezetű homokból készített keverékek esetén a hajlítoszilárdság eredményei alátámasztják a szemcse szerkezet-változás figyelembevételét, mivel ugyanazon receptúra alapján készített, több finom homokot tartalmazó keverékek próbatestjeinek a szilárdsági értéke romlott.

Az eltérés a próbatestek között a szemcseméret volt, a rosszabb szilárdsági értéknél kisebb szemcseméretű homokot használtunk, ezáltal ennek a fajlagos felülete nagyobb volt, ezzel együtt a kötőanyag-szükséglete is.

A fajlagos felület mérési eredményei alátámasztják, hogy 12-15% a szemcsefrakciókban bekövetkező vál-

tozás a kamionból és a többi mérési ponton vett homokminta között.

A hajlítoszilárdság-mérésnél is a legjobb eredményt a kamionból vett minta esetében kaptam. A kamionból vett homok esetén kaptam a legnagyobb hajlítoszilárdsági értéket az egy órás és a huszonnégy órás tárolási időt követően is. A kamionból és a többi helyen vett homokból készített keverékeknél a hajlítoszilárdság legnagyobb eltérése az egy óra tárolási idejű próbatestek esetén 13,5%, a 24 óra utáni próbatestek esetén 10,74%.

A melegdeformációs vizsgálat kiértékelésére dilatációs görbéket készítettem. Az eltérő helyekhez tartozó homokminták melegdeformációs eredményei között nincs számottevő különbség. A deformáció maximuma és a degradációs idő is folyamatosan csökkent a kamionból vett mintához képest a legtávolabb lévő tartály felé haladva. A degradációs idő szélső értékei közötti különbség 3 másodperc, ami 8,48% eltérést jelent.

A vizsgálatok eredménye alapján javasoltam, hogy időszakosan minden általam használt mintavételi helyről szükséges a homokminta üzemi vizsgálata, melyből kapott információk alapján a szemcseméret változását követni lehet.

Bekus Orsolya: Az eltérő szerszámkialakítás öntvények porozítására gyakorolt hatásának vizsgálata

Konzulens: Mende-Tokár Monika (Öntészeti Intézet), Dr. Mende Tamás (Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet), Derekas Dávid (Sicra Kft.)

Kutatómunkám során egy gravitációs kokillaöntvény gyártástechnológiai folyamatát vizsgáltam a nagy selejtarány csökkentése céljából. A vizsgálataimat megelőzően már történtek változtatások az öntvény geometriájában, melynek következményeképp új öntőszerszámot is legyártottak. Az új kialakítású öntőszerszámmal gyártott öntvények esetén is nagy volt a selejtöntvények aránya. Szakdolgozatom célja a hibák megjelenési okainak feltárása volt, melyek segítik a megelőzésükre irányuló további változtatásokat.

Végigkövettem a kiválasztott öntvény gyártási folyamatát, és két kísérletsorozat esetén vizsgáltam az olva-

dékadagok minőségét, valamint a kísérleteim során eltérő szerszámhőmérsékletekkel gyártott öntvények hibáit. Az olvadék vizsgálata során elvégeztem a zárványtartalom meghatározását K-kokillás próbák öntésével, a gáztartalom meghatározását sűrűségindex-mérésekkel. Az olvadéktisztítási műveletek elvégzését követően mindkét kísérlet esetében a gáztartalom az előírásnak megfelelő volt, azonban a K-próbák minősítése alapján meghatározott zárványosságértékek szerint az olvadék szennyezettnek minősíthető. Az olvadék zárványossága miatt is adódhatnak hibák az öntvényben, ezért javasoltam az üzemben az olvadékezelés zárványtartalmát csökkentő célú felülvizsgálatát.

A mechanikai tulajdonságokat az öntvényektől külön, erre a célra kialakított kokillába öntött próbatesteken vizsgáltam, Brinell-keménységmérést és szakítóvizsgálatot végeztem. A vizsgált adagok összes általam mért szilárdsági eredménye megfelelt az üzemben előírt követelményeknek.

Az eltérő szerszámhőmérséklettel öntött öntvények belső inhomogenitását röntgenátvilágítással vizsgáltam meg. A feltárt hibahelyeken a különböző szempontok alapján kiválasztott öntvények esetében csiszolatokat készítettem, és fénymikroszkóppal, illetve pásztázó elektronmikroszkóppal végeztem vizsgálatokat. Megállapítottam, hogy kevesebb szívódási porozitás jelent meg azokban az öntvények-

ben, amelyeket magasabb szerszámhőmérséklet (400-420 °C) mellett gyártottak. A pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálattal különböző vegyületfázisok jelenlétét mutattam ki az öntvények hibás területein.

Öntészeti szimulációs vizsgálatokat végeztem a porozitások kialakulási okainak kimutatására és a megelőzésük leghatékonyabb módszerének kialakítására. A vizsgálatok során nyilvánvalóvá vált, hogy a hibák megjelenési területén jelentős kiterjedésű hőcentrum alakul ki a megszilárdulás közben, melynek eredményeképpen szívódási porozitás jelenik meg. A hibahelyen jobb hőelvonás szükséges, mely megvalósítható, ha a vizsgált öntvényrész felületét vasmaggal ala-

kítják ki homokmag helyett. Az erre irányuló szimuláció igazolta az intenzív hőelvonás kedvező hatását, a szívódási porozitás a felületről szinte teljesen eltűnt és a hiba előfordulása is csökkent, de a változás nem volt jelentős.

A tápfejben az olvadék megszilárdulási idejének növelése érdekében olyan szimulációs vizsgálatot végeztem, melynél a tápfej környezetében a kokillát fűtöttem a már meglévő változtatások mellett. Az így elvégzett szimuláció hozta a legjobb eredményeket, a szívódási terület jelentősen lecsökkent, ezáltal a zsugorodási üreg a tápfejben alakult ki.

A kutatómunkám során szerzett tapasztalatok alapján a hiba kialakulá-

sának megelőzése, és ezáltal a selejtarány csökkentése érdekében javasoltam, hogy az öntőszerszám megengedett hőmérséklet-tartományát szűkítsék, az előírt minimális értéket nagyobbra, a megengedett maximális értéket alacsonyabbra kell választani.

Javasoltam továbbá, hogy az oldalsó homokmag helyett helyezzenek el vasmagot az adott területre, továbbá a tápfej környezetében a kokilla fűtésével növeljék a tápfej olvadékalapotának időtartamát. Ezekkel a módosításokkal a szerszám hőmérséklet-eloszlása megváltozik, a vizsgált területen megjelenő öntvényhibák jelentősen lecsökkenthetők.

Takács Zsombor: Tisztítósók zárványosságcsökkentő hatásának összehasonlító vizsgálata

Konzulens: Mende-Tokár Monika (Öntészeti Intézet), Derekes Dávid (Sicta Kft.)

Kutatómunkám célja az öntészeti alumíniumolvadék zárványosságának vizsgálata és a kezelési technológia fejlesztése volt üzemi körülmények között a jelenleg nem alkalmazott tisztítósók hatásának tesztelésével rotoros gáztalanító kezelés alkalmazása esetén.

Üzemi körülmények között AlSi7Mg0,6 öntészeti ötvözet esetében a zárványosság csökkentésére irányulóan három kísérletsorozatot végeztem el. Az első sorozatban a jelenlegi olvasztási technológiát vizsgáltam, amelyben nem történik tisztítósó-adagolás a fémolvadék gáztalanító kezelése közben. A második és harmadik kísérletsorozat esetében eltérő típusú tisztítósók manuális úton történő adagolását végeztem el, amelyhez a rotoros gáztalanító berendezés átalakítására volt szükség.

Az olvadék előállítás technológiai részfolyamataiban K-kokillás próbatesteket öntöttem az olvadék zárványosságának (K-érték) vizsgálata céljából, továbbá sűrűségindex-próbák segítségével határoztam meg az olva-

dék oldott gáztartalmát. Az olvadék-tisztaság meghatározását a K-kokillás próbatestek törési felületeinek szakirodalom szerinti kiértékelésével végeztem el. Megvizsgáltam a részfolyamatokban képződő felzékcsalak mennyiségét és tulajdonságait is. A szkennings elektronmikroszkópos (SEM) vizsgálat segítségével azonosítottam a töretfelületeken és a salakokban található zárványokat.

A K-értékek alapján az olvadék tisztasága a tisztítósókkal végzett kísérletek esetén volt a legjobb. A tisztítósók jelentős mértékben csökkentették a sóadagolásos gáztalanítókezelés előtt meghatározott átlagos K-értékeket. A kezelési technológia minősítése céljából vizsgáltam a tisztítósók salaktartalomra gyakorolt hatását. A salak mennyiségének elemzési eredménye alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a tisztítósókkal kezelt olvadékok esetében a salak porszerű volt, annak fémtartalma lényegesen kisebb volt, mint a tisztítósók nélkül kezelt olvadékadagok esetében.

A SEM vizsgálatok alapján megállapítottam, hogy a K-próbákban meg-

jelenő zárványok jellemzően oxidhártyák voltak. A tisztítósókkal végzett kísérletek esetében a SEM-vizsgálattal kimutattam, hogy a salakban maradtak még be nem oldódott sószemcsék. Ennek elkerülése érdekében nagyon fontos, hogy a gáztalanítás során megfelelő legyen az olvadéknak az adagolt sóval való átkeveredése, a tölcserképzés, valamint a sóadagolás ne manuális módszerrel történjen, hanem a gépi sóadagolás javasolt.

Kutatómunkám eredményei alapján javaslatot tettem a vállalatnál az olvadékkezelési technológia módosítására, miszerint a sóadagolás kedvező hatása miatt indokolt a gáztalanító kezelés közben a tisztítósó-adagolás alkalmazása a zárványtartalom csökkentése céljából. Javaslatom szerint mindkét vizsgált tisztítósó alkalmas az olvadék zárványtartalmának a csökkentésére. A sóadagolás hatékonyságának növelése szempontjából pedig célszerű sóadagoló rendszerek kialakítása közvetlenül a hőntartó-kemence rotoros gáztalanító berendezéseinél.

Turcsányi Máté: Turbófeltöltő-ház selejtarányának csökkentése

Konzulensek: Mende-Tokár Monika (Öntészeti Intézet), Dr. Mende Tamás (Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet), Derekas Dávid (Sicta Kft.)

Dolgozatom célja az alumínium gravitációs öntődobban üzemi körülmények között gyártott termék hibáinak feltárása adatbázis-elemzés segítségével. Intézkedések, javaslatok tétele a selejtarány csökkentésére öntészeti szimulációs eljárás alkalmazásával.

A hibaelemzést a három hónapra visszamenőleg kigyűjtött selejtadatok áttekintésével kezdtem, melyből kiderült, hogy a legnagyobb arányú probléma az öntvény ún. bemenő oldalán megjelenő szívódás volt. A hiba kiküszöbölésére különböző kísérleteket és módosításokat végeztem el az üzemben.

Az első kísérlet a hőelvezető kolloid fekecs alkalmazása volt, aminek során az érintett szívódási hibával terhelt öntvényrész irányában a homokmagokat fekecsbevonattal láttam el. 100 db-os próbaöntés elvégzése után a várt javulás elmaradt, a fekecs a

meglévő probléma mellett további hibákat is előidézett a terméken, így a vizsgálatokat más módszerekkel folytattam.

A második kísérlet a homokmag geometriájának módosítása volt oly módon, hogy a szívódás helyének tömörre táplálását segítse. Feltételezéseim szerint a táplálás a geometriai viszonyok miatt akadályozott, a változtatás a beszűkülő térfogatrészenek megszüntetésére irányult. A módosítás már javulást hozott további problémák felmerülése nélkül, de nem elegendő mértékben, így a vizsgálatokat a helyi szívódási porozitás megszüntetésére tovább folytattam.

A harmadik kísérletem a hibahelyhez csatlakozó tápfej méretének növelése volt, mely a formázási ferdeség megtartásával további 30 milliméteres magasságnövelést jelentett. A tápfej méretének változtatása a szívódási probléma megoldását segítette, jelentős mértékben csökkent a selejt

aránya, azonban egy új jellemző hiba kialakulásához is vezetett, a porozitási hiba megjelent az öntvény ki- és bemenő csöveket összekötő részén.

A ki- és bemenő csöveket összekötő részben kialakult porozitás megszüntetésére a tápfej geometriájának módosításával találtam megoldást, ez a hiba irányában kiterjedő térfogatnövelést, az ún. tápfejhíd kialakítását jelentette. A tápfej-geometria újabb módosítása további hiba kialakulásához már nem vezetett, a végső selejtarány célul kitűzött csökkentése megvalósult.

A geometriai változtatások hatását öntészeti szimulációs vizsgálatokkal ellenőriztem. A számítógépes szimuláció eredményei igazolták, hogy a feltárt szívódási hiba kiküszöbölésére valóban megoldást jelentett a tápfej geometriájának az átalakítása, méretének a módosítása, és más táplálási hiba kialakulása a szimulációban nem jelentkezett.

Csizmadia Dóra: Különböző geometriai paraméterekkel rendelkező Tundish-Cover üstben előállított gömbgrafitos öntöttvas minőségének vizsgálata

Konzulens: Dr. Varga László és Budavári Imre (Öntészeti Intézet), Székács Annamária (Csepel Metall Vasöntöde Kft.)

Gömbgrafitos öntöttvas gyártásánál az eltérő geometriai paraméterű Tundish-Cover kezelőüstök alkalmazásával végeztem vizsgálatokat. A kezelőüstöket a következő szempontok alapján hasonlítottam össze: a kezelőüst geometriai paraméterei, a kezelhető fém mennyisége, a falazat anyaga, a tisztítás és teljes falazatcsere esedékessége. Figyelembe vettem még a vizsgált adagok mechanikai tulajdonságait, a grafitszemcsék méretét és alakját, a kezelőanyag felhasználását és a salak mennyiségét.

Vizsgálataim alapját két olyan különböző geometriai paraméterű Tundish-Cover üst képezte, amelyek eltértek felépítésükben, a falazat

anyagában, a magnézium hasznosulásában. Az 1. táblázat a két kezelőüst jellemző technológiai adatait tartalmazza.

Vizsgálataim során EN-GJS-500-7 anyagminőségű gömbgrafitos öntöttvas gömbösítő kezelését tanulmányoztam. A mechanikai tulajdonságok vizsgálatához különöntött, Y-próbatestből kimunkált szakítópálcákat és Brinell-keménység méréséhez készített próbatesteket alkalmaztam. A vizs-

gált adagok a mechanikai tulajdonságokra vonatkozó előírásoknak megfeleltek. A szakadási nyúlás értékeinek nagymértékű szórása az alapvas mangántartalmának szórásával hozható kapcsolatba. Amennyiben az alapvas mangántartalma az üzem által előírt érték alatt van, nem tudja kifejteni perlitképző hatását, ezáltal a ferrit aránya megnő a szövetben.

A gömbgrafit minősítése két módszerrel történhet: etalonképpel történő

1. táblázat. Kezelőüstök adatainak az összehasonlítása

	'A' Tundish-Cover üst	'B' Tundish-Cover üst
Átmérő és magasság aránya	1:1	1:2
Kezelhető fémmennyiség	1800-2000 kg	1600-2200 kg
Falazat anyaga	Szilika	Lürovib 362
Javítás, tisztítás	10 kezelést követően	2 kezelést követően
Teljes falazatcsere	60-70 kezelést követően	200-250 kezelést követően

összehasonlítás és digitális képelemző szoftver alkalmazásával. Az etalonképpel történő összehasonlítás során a grafit szemcsék alakját és méretét vizsgáltam az MSZ EN ISO 945-1:2008 szabvány szerint. A szubjektív elkerülése végett digitális képelemzést is alkalmaztam, melynek segítségével a grafit szemcsék alakját jellemző paramétereket határoztam meg. A képelemzést Leica QWin programmal végeztem. A digitális képelemző program alkalmazása bebizonyította, hogy az etalonképpel történő összehasonlítás kevésbé pontos minősí-

tő módszer. A 'B' kezelőüsttel gyártott öntvények grafitalak szempontjából kedvezőbbek.

A 'B' kezelőüst geometriájának, a légmentes zárhatóságának és az ezekből adódó jobb magnéziumhasznosulásnak köszönhetően az alapvas kéntartalmának függvényében a 'B' kezelőüsthöz kevesebb magnéziumtartalmú segédötvozlet szükséges, mint az 'A' kezelőüsttel végzett kezelésnél. A segédötvozlet adagolására vonatkozó előírás betartása alapvető a megfelelő visszamaradó magnézium mennyiségének eléréséhez. A

kezelőanyag mennyiségének csökkenésével a kezelést követően keletkező salak mennyisége is csökkent.

Megállapítható, hogy a 'B' Tundish-Cover kezelőüst a gömbgrafit alakjának és méretének szempontjából kedvezőbb, a kezelőanyag felhasználása kevesebb, a kezelés során keletkező salak mennyisége csekélyebb. Teljes falazatának cseréje drágább, azonban kevesebb befektetett energiát igényel, valamint a kialakításából adódóan és a minden második kezelést követő tisztításnak köszönhetően tisztább, ami jobb öntvényminőséget eredményez.

Kiss Dániel: Gömbgrafitos vasöntvény mechanikai tulajdonságainak optimalizálása

Konzulens: Dr. Varga László, Budavári Imre (Öntészeti Intézet), Zubács Róbert (Busch-Hungária Kft.)

Szakdolgozatomban a Busch-Hungária Kft.-nél gyártott gömbgrafitos öntöttvasból készült öntvény mechanikai tulajdonságainak optimalizálását végeztem el a szakítószilárdság (R_m), folyáshatár ($R_{p0,2}$) és nyúlás (A_5) tekintetében, annak érdekében, hogy mindhárom jellemző megfeleljen a vevő által előírt követelményeknek.

Vizsgálataim során egy olyan gömbgrafitos öntöttvasból készült öntvényvel foglalkoztam, amelynek a visszatérő hibája az üzemi szabványban előírtnál (minimum 15%) kisebb nyúlás. A mechanikai tulajdonságok minősítése az öntvény falából kimunkált próbatesztek szakítóvizsgálata alapján történt.

A korábban öntött adagok tulajdonságainak vizsgálata alapján arra a következtetésre jutottam, hogy az előírt nyúlás követelményt biztonságosan teljesítő adagok szövetszerkezetében nagyobb volt a ferrit/perlit arány. Hasonló szövet elérése érdekében a Tundish üstbe adagolt rézötvozlet mértékét csökkentettem 0,19 és 0,20 tömeg% közötti értékre a réz erőteljes perlitképző tulajdonsága miatt. Az alacsonyabb réztartalom hatására a szakítószilárdság és a folyáshatár értékei kismértékben csökkentek, melynek kompenzálására a ferrites alapszövetű gömbgrafitos öntöttvas a szilícium-

2. táblázat. A kísérleti adagok és a nyersvasak kémiai összetétele

Kémiai összetétel	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Mg %	Cu %
1. kísérlet	3,669	2,176	0,205	0,023	0,008	0,052	0,191
2. kísérlet	3,724	2,581	0,210	0,026	0,009	0,050	0,198
3. kísérlet	3,726	2,286	0,200	0,026	0,009	0,044	0,189
Üzemi nyersvas	4,00	0,05	0,020	0,038	0,012	-	-
Prémium nyersvas	4,32	0,88	0,031	0,028	0,011	-	-

3. táblázat. A kísérleti öntések nyúlásértékeinek és a ferrit/perlit arányának a változása

Kísérleti öntések	1. Cu-csökkentés	2. Üzemi nyersvas	3. Prémium nyersvas
$R_{p0,2}$ átlag, MPa	256,6	286,3	260,4
R_m átlag, MPa	406,4	445,0	424,0
A_5 min, %	13,9	19,1	14,5
A_5 max, %	22,0	20,7	18,8
A_5 átlag, %	18,9	19,8	17,0
Perlit aránya	21,2	11,2	12,8

mal való ötvözésének mértékét megnöveltem 2,6%-ra.

Vizsgáltam továbbá az eltérő nyersvas felhasználásának hatását a mechanikai tulajdonságokra, melyhez a 2. kísérleti öntésnél az öntőedényben használt sztenderd nyersvasat, a 3. kísérleti öntésnél egy másik beszállítótól származó prémium minőségű nyersvasat adagoltak a betétbe. A beadagolt nyersvas aránya megegyezett a korábbi adagokéval (30 tömeg%). A kísérleti adagok és nyersvasak kémiai összetétele az 2. táblázatban található.

Három kísérleti öntésre került sor, amelyek öntvényeiből kimunkált sza-

kítópróbateszteken mért legkisebb, legnagyobb és átlagos nyúlásértékek a 3. táblázatban láthatóak.

Megállapítottam, hogy kizárólag a réztartalom csökkentésével (1. kísérleti öntés) nem teljesíthető minden adag esetén az elvárt nyúlásérték, feltétlenül szükséges a szilíciumötvozlet növelése is. Az eltérő nyersvassal végzett kísérletek eredményei alapján kimutattam, hogy a prémium nyersvas alkalmazásával készült kísérleti adag (2. kísérleti öntés) esetén a nyúlás értékek a nagyobbak a sztenderd nyersvassal készült (3. kísérleti öntés) adag értékeinél.

Konzulens: Dr. Kulcsár Tibor (Öntészeti Intézet), Szarka László (Fémalk Zrt.)

Szakdolgozatom célja a nyomásos-öntődékre jellemző nagyarányú visszatérő hulladék betétanyagok az olvadék minőségére és az olvadékezelés közben képződő salak mennyiségére kifejtett hatásának a vizsgálata.

Üzemi kísérleteket végeztem a visszatérő betétalkotók arányának változtatásával. Három különböző betétösszeállítást alkalmaztam, amelyeknél elsőnek az olvasztás során képződő salak mennyiségét és fémtartalmát határoztam meg, majd a gáztalanítási folyamat során adagolt só mennyiségének az olvadéktisztaságra kifejtett hatását vizsgáltam.

Az eltávolított salak mennyiségén és fémtartalmán kívül a salakot alkotó vegyületek azonosításával is foglalkoztam. Az olvadék gáztartalmát a kísérleti olvasztási és az öntési körülmények között vett sűrűségindex-próbákkal ellenőriztem, és K-próbákat öntöttem az olvadék tisztaságának minősítésére.

A téma aktualitását az egyre nagyobb mennyiségben felhasznált szekunder, illetve tercier forrásból származó alapanyagok mechanikai tulajdonságokra gyakorolt kedvezőtlen hatása jelentette.

Elsősorban az olvasztási és olvadékezelési folyamat során lejátszódó salakképződési folyamatokat tanulmányoztam, amelyeknek jelentős a hatása az olvadék minőségére. Az olvadékok gáztalanítási műveleténél vizsgáltam a kezelősó-mennyiség változtatásának hatását a képződő salak minő-

ségére és mennyiségére. Az olvadéktisztítás során képződő salak tömege jó indikátor az olvadékban található és az eltávolított zárványokra vonatkozóan. Az üzemi körülmények szerint a termelésből származó salakmintákat is vizsgáltam.

Méréseket végeztem a salakban található vegyületek meghatározására, melyek az öntvénybe kerülve később minőségi problémákat okozhatnak. A salakfázisban lévő vegyületek azonosítása felhasználható egy későbbi hibás termék hibaanalízisének, ahol a hiba forrását egy idegen fázis képezi. A salak vegyületefázisainak ismeretében eldönthető egy zárvány bekerülési, képződési forrása.

A képződő salak fémtartalmának a kemencében történő csökkentése jelentős gazdasági előnyökkel járhat, és az olvadék minőségét is javíthatjuk a hatékonyabb tisztítási folyamattal.

Az olvasztási kísérletek során megállapítottam, hogy az 50% visszatérő hulladékot tartalmazó betét esetén, az olvasztókemencében képződött salak ~50%-kal több, mint a csak tömböt tartalmazó referencia olvasztások esetén.

Olvadékezelési kísérletekkel megállapítottam, hogy a só hozzáadása nélkül 50-60% fémtartalmú kezelési salakok keletkeztek, melyek tömegét alapvetően meghatározta a visszatérő hulladék mennyisége. Az 50% visszatérő betétalkotó aránya a tömbhöz viszonyítva ~ 60%-kal növelte a képződött gáztalanítási salak mennyiségét.

A gáztalanításnál az adagolt só

mennyiségének üzemi beállításával és annak a duplájával is elvégzett kezelése alapján megállapítottam, hogy a salak tömege számottevően nem változott, a több só bevétele esetén kisebb fémtartalmú kezelési salak képződött.

Az olvadék tisztaságának minősítéséhez öntött K-próbák törési felületén található zárványok száma alapján arra következtettem, hogy a visszajáratott hulladék arányának növelése változatlan olvadéktisztítási folyamat esetén a zárványtartalom növekedését okozza a végső olvadékban.

A gáztalanítási művelet során vett sűrűségindex-minták igazolták, hogy a különböző visszatérő betétalkotók jelentősen befolyásolják az olvadék gáztartalmát.

Az üzemi hőntartó kemencében sűrűségindex-mérésekkel megállapítottam, hogy a megfelelően gáztalanított olvadék esetén az átöntés, illetve a hőntartás során folyamatosan növekszik az olvadék gáztartalma.

A képződött salakok átfogó vizsgálatából kimutattam a jellemző vegyületefázisokat, amit a szakirodalmi kutatások is alátámasztottak. Az alumínium-nitrid vegyület jelenléte és mennyisége jelentős alkotórésze a salaknak, amely a gáztalanítás utáni salakban is megtalálható. Az alumínium-nitrid képződésének kinetikai feltételei szerint megvan a lehetősége, hogy a gáztalanításhoz felhasznált nitrogén a buborékok felületén reakcióba lépjen az alumíniummal, ezáltal alumínium-nitrid váljon ki.

Czilli Viktória: A lokális tömörítőcsap (squeezer) késleltetési idejének hatása a nyomásos öntvény tulajdonságaira

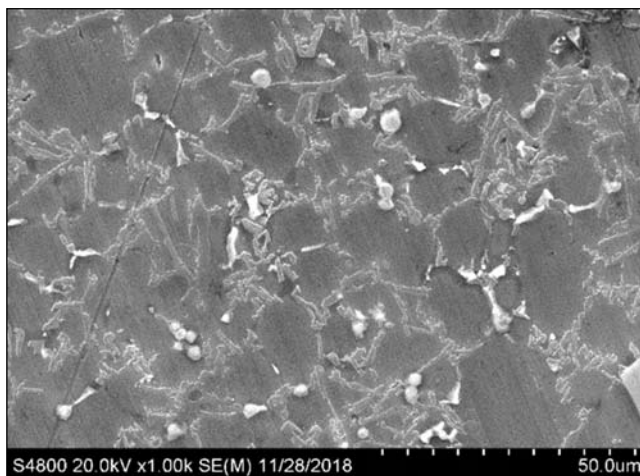
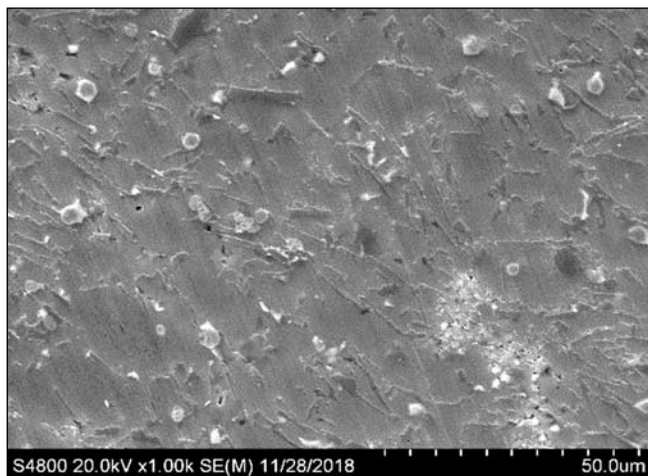
Konzulens: Dr. Erdélyi János (Öntészeti Intézet), Dr. Szabó Richárd (Prec-Cast Öntödei Kft.)

A dolgozat célja a lokális tömörítőcsap (squeezer) működtetésénél a késleltetési idő hatása a nyomásos öntvényekkel szemben támasztott követelmények közül a nyomástömorségre. Kísérleteim során a nyomá-

sos öntőgép gépbeállítási paramétereinek közül a második fázis sebességét és a lokális tömörítőcsap késleltetési idejét változtattam. Célom az így előállított kísérleti öntvények nyomástömorségi és

anyagszerkezeti vizsgálata volt.

A klímakompresszor AlSi12Cu1(Fe) nyomásos öntészeti ötvözetből gyártott front head öntvényrészét vizsgáltam, melyet 530 tonnás vízszintes



■ **3. ábra.** Pásztázó elektronmikroszkóppal készített felvétel a tömörítő csap hatósugarába (jobbra) és az ezen kívül eső területről (balra) 1000 x-es nagyításban

hidegkamrás nyomásos öntőgépen, kétféskes szerszámban gyártanak.

Változtattam a lokális tömörítőcsap működtetésénél a formatöltést követő késleltetési időt (0,5 s, 0,8 s, 1,1 s). A leöntött kísérleti öntvényeket a csap hatósugarának irányában kettévágtam és előkészítettem optikai- és szkennig elektronmikroszkópos vizsgálatra. A lokális tömörítőcsap hatósugarának környezetében szemmel is látható sötétebb tónusú öntvényrészeket vizsgáltam.

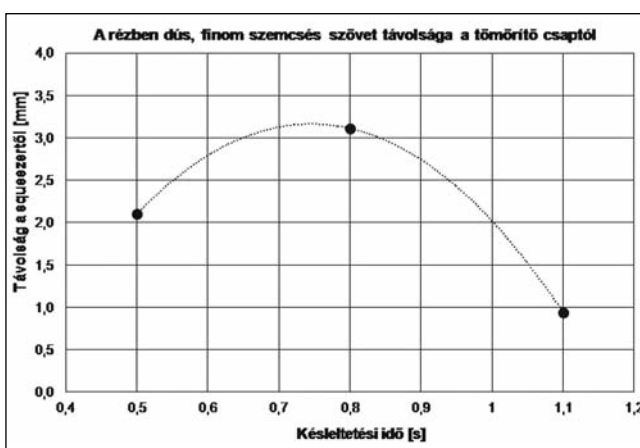
Pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálat során elemanalízist végeztem a hatósugarba és az azon kívül eső területen (3. ábra).

A hatósugarba eső területen az alapszövethez képest kb. 50%-os rézdúsulást figyeltem meg. A nagy réztartalmú szövet az Al-Si-Cu rendszer eutektikus kristályosodásánál a legutoljára megszilárduló fázis. Amennyiben a tömörítőcsap indításának pillanatában a hatósugarban folyékony fázis is jelen van, akkor az a szilárd fázis között elmozdulásra képes. A

folyékony fázis a hatásvonal irányába áramolva a már kialakult dendritágakat összetörve alakítja ki a finomabb, rézben dús szövetszerkezetet.

A mikroszkópos vizsgálatok során lemérhető volt a rézben dúsabb, finomszemcsés öntvényrészek kiterjedési hossza. Ezek kvázi vonalszerű geometriát alkotnak, melyek hosszát képelemzési módszerekkel lemértem, ennek eredménye látható a 4. ábrán.

Az elvégzett mikroszkópos vizsgálatok alapján levonható az a következtetés, hogy a vizsgált öntvényrészen a squeezezer 0,8 s késleltetési idő beállításánál érhető el az optimális, nyomástömör szövetszerkezet. A 0,5 s késlel-



■ **4. ábra.** A késleltetési idő függvényében az utoljára megszilárduló rezes fázis távolsága a squeezezertől

tetés feltehetőleg túl korai, ekkor még nagy a folyékony fázis aránya. Az 1,1 s késleltetés pedig túl késői, a megnövekedett szilárd fázis aránya csökkenti a tömörítés hatásfokát. Összefoglalóan megállapítható, hogy a tömörítő csap (squeezer) működtetésének késleltetési ideje nagyban befolyásolja az öntvényen belüli lokális szövetszerkezetet.

MEGHÍVÓ

Az OMBKE Ferencz István
Észak-dunántúli Kohászati
Regionális Szervezete

2019. augusztus 2–3-án tartja a

**XXVI. Pivarcsi László Szigetközi
Tudományos Szakmai Napokat
és Baráti Találkozót,**

amelyre ezúton
tisztelettel meghívjuk.

A rendezvény programja:

Augusztus 2. (péntek):

Délelőtt üzemlátogatás
Délután tudományos-szakmai
előadások
a Diamant Hotelben
Este szakestély

Augusztus 3. (szombat):

Délelőtt tiszteletadás
Ferencz István okl. kohómérnök
(1923–2003) sírja előtt
Délben a rendezvény zárása

Várjuk szíves jelentkezését
az alábbi e-mail címen
a jelentkezési lap kitöltésével
2019. július 12-ig:
fixkohasz@gmail.com

Jó szerencsét!
Legyen fényes
sikere
a kohásznak!

Dr. Pintér
Richárd elnök



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 csúszócspálynak 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-



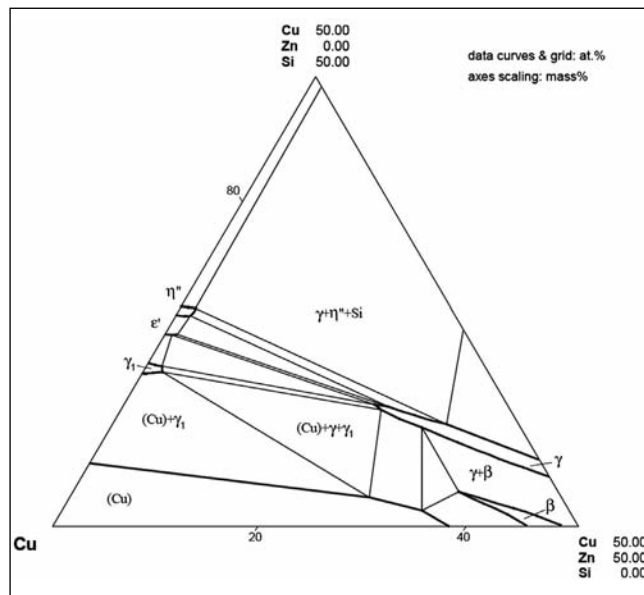
1. ábra. Sárgaréből forgácsolással készült alkatrészek [1]

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.

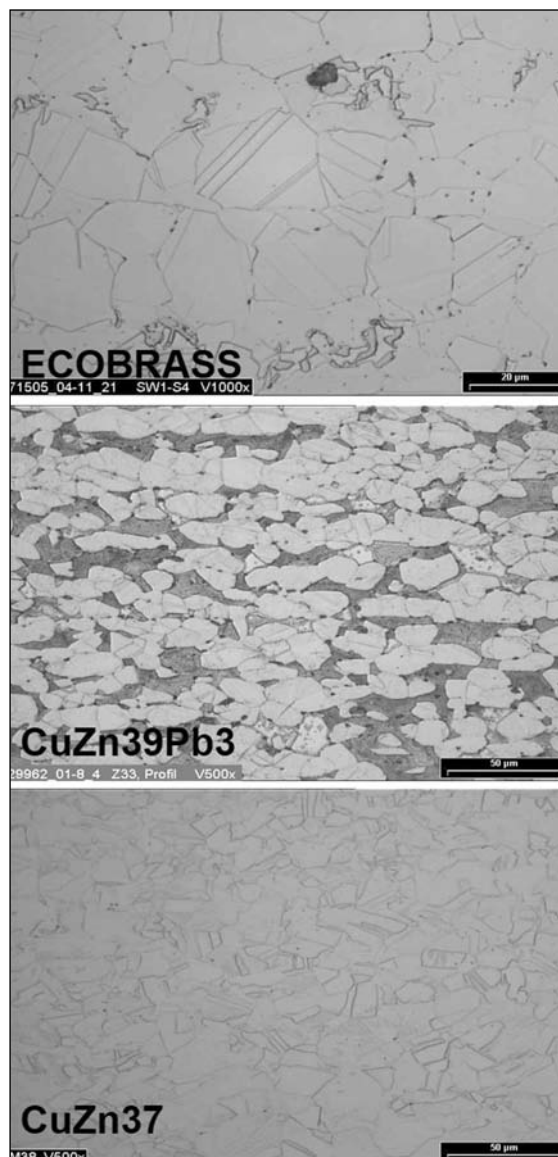
A hőmérsékletfüggő fázishatárok (2. ábra), a szívs α - és a melegalakítható β -szövelem lehetőséget biztosít a számtalan alakítási technológia közül kiválasztani a számunkra legmegfelelőbbet. Ólom további hozzáadásával a forgácsolhatóság nagymértékben javul, ennek köszönhetően alakult ki a réz-ötvözetek családjában a klaszszikus ún. automata minőségű sárgaréz, 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. Sárgaréz 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 sárgaréz 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 sárgarezet 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 sárgaréz 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.

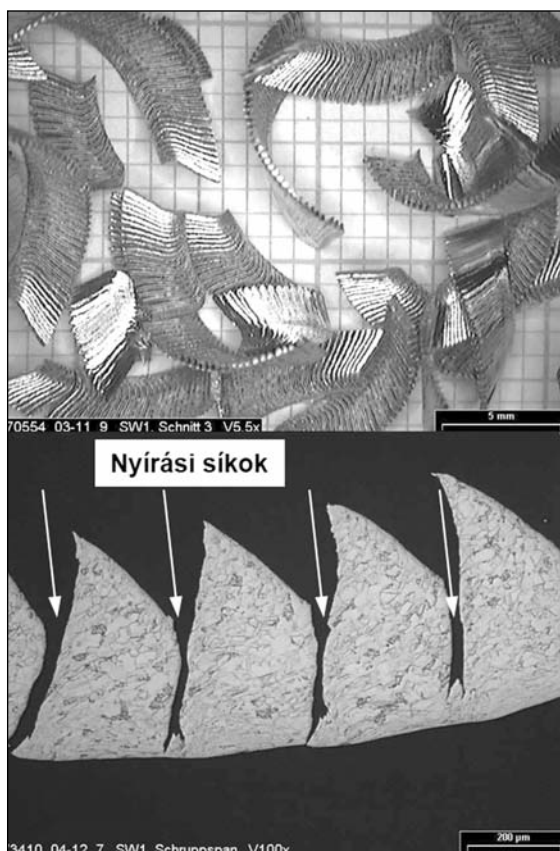
Az Ecobrass tulajdonságai révén új lehetőségek nyílnak olyan területeken is, ahová a korábbi ötvözet nem felelt meg. Bekerült az automata acélok és a rozsdamentes acélok közé, a tulajdonságainak összehasonlításával egy pillanat alatt új területek nyílnak a felhasználhatóság tekintetében. [4]

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:

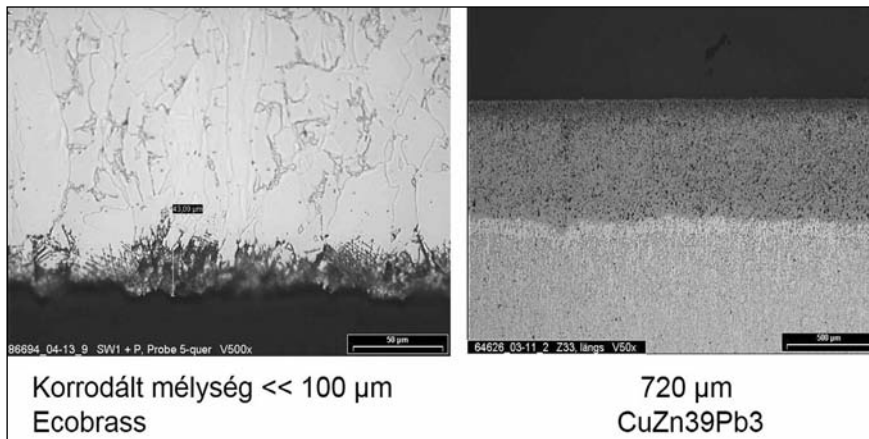
- kristályközi (cink) korrózió: az ISO6509 szerint vizsgálva a felület-től max. 50 µm mélységig keletkeztek korróziós kristályközi repedések (5. ábra);
- feszültségkorrózió: DIN50916-T1 szerint vizsgálva 24 órán keresztül,

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 hulladékából 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 hulladékából, 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.

de jelentős az energiatalok és a nem alkoholos egyéb italok piacán is. Még gyakorlatiasabban minden magyar lakosra kb. 100 db jut évente. Jelen cikkben a Returcom Kft. által 2018-ban készített tanulmány alapján mutatjuk be a hazai alumínium italosdoboz újrahazsnoítás helyzetét.

2. A hazai alumínium italosdoboz visszagyűjtés

2016-ban a forgalomba hozott aludoboz mennyisége tömegben kifejezve 15 200 tonna volt.

Az éves forgalomba hozott aludoboz mennyiségének nagyságrendileg 40%-a került újrahazsnoításra a fémkereskedői gyűjtés, a Returpack rendszer, és a lakossági szelektív hulladékgyűjtés segítségével. Sajnos a kibocsátott mennyiség nagyobbik része, közel 9000 tonna lerakóban vagy égetőműben végzi.

A begyűjtés főbb csatornája a következők:

I. Fémkereskedők – ipari gyűjtés lakossági visszaváltással együtt

Számos fémkereskedő veszi át, kezelni az aludoboz csomagolási hulladékot. A vállalatok az üzemeikbe érkező alumíniumdobozokat különböző módon dolgozzák fel a beérkező hulladékok esetében eltérő hulladékkódok használatával.

II. A Returpack rendszer

A magyar találmányra épülő egyedi hazai megoldást 2010-ben kezdték el alkalmazni.

A Returpack Kft. és a Sealorient Kft. a Magyar Sörgyártók Szövetségével

összefogva fejlesztette ki a koncepciót és a megoldást 2009-ben.

Élelmiszer-kereskedelmi láncoknál országszerte közel 200 visszaváltó automata érhető el a lakosság számára. A lakosság közvetlen anyagi ösztönző (visszaváltási díj) mellett környezettudatos és kényelmes módon tudja az aludobozokat hasznosítani. A visszagyűjtési rendszer védi a környezetet, és az alumíniumdoboz előnyös tulajdonságainak köszönhetően jelentős energiát takarít meg.

A rendszer azon egyedi képessége és hatékonysága, hogy nemcsak ép, hanem gyűrt, sérült, laposra taposott dobozokat is felismer és elfogad, hazai innováció. Több országban vezették be a rendszert. Hazánkban többek között a Tesco, Spar, Auchan és CBA áruházakban működnek automaták. A rendszer tervezésekor lényeges szempont volt a fogyasztók kényelme és a teljes inverz-logisztikai lánc hatékonysága. Éppen ezért fogadják el a gépek az összegyűrt vagy összelapított dobozokat is, hiszen így már a visszaváltásig otthon gyűjtött dobozok sem foglalnak sok helyet. A gépbe kerülő dobozok – szabadalmaztatott módon – további zsugorításon esnek át, így a szállítási hatékonyságot növelve, miközben az ezzel összefüggő környezetterhelést a lehető legalacsonyabbra csökkentik. Az automaták valós idejű informatikai távfelügyelettel rendelkeznek, amely az automaták működésébe beavatkozni is képes. A rendszert egyedi tervezésű és nagyon hatékony logisztikai kiszolgálás teszi teljessé.

2015-ben a vasárnapi boltbezárás okozott átmeneti visszaesést a rend-

szer teljesítményében (1. diagram).

III. Települési szilárd hulladék gyűjtése

A települési szilárd hulladék gyűjtésén belül, a csomagolási hulladékok gyűjtésének három típusa nevesíthető:

• A szelektív hulladékgyűjtés.

Szinte a teljes magyar lakosság számára elérhető, mivel 2015-től a települési szilárdhulladék-kezelők kötelesek biztosítani a szelektív hulladékgyűjtés lehetőségét bizonyos csomagolóanyagok, így például az aludobozok tekintetében is.

• Vegyes háztartási hulladékok gyűjtése.

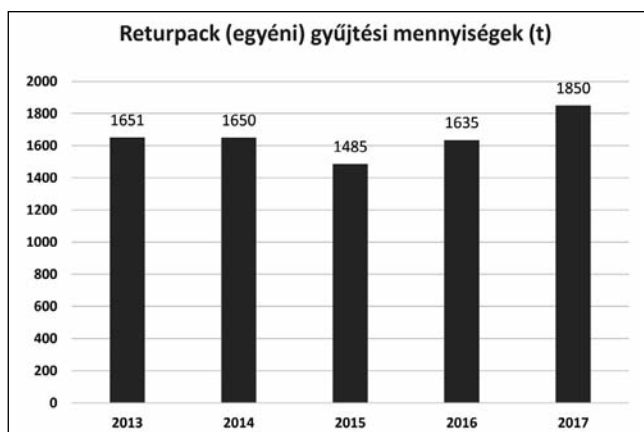
A gyűjtött háztartási hulladék többségénél még mindig a hulladéklerakás a végső „megoldás”, és a gyűjtött összes háztartási hulladék 65-70%-át még mindig hulladéklerakóba helyezik. Az országban csak egy háztartási hulladékégető üzemel (Budapest), aminek kapacitása 400.000 t/év.

• A gyűjtött települési szilárd hulladékból történő válogatás.

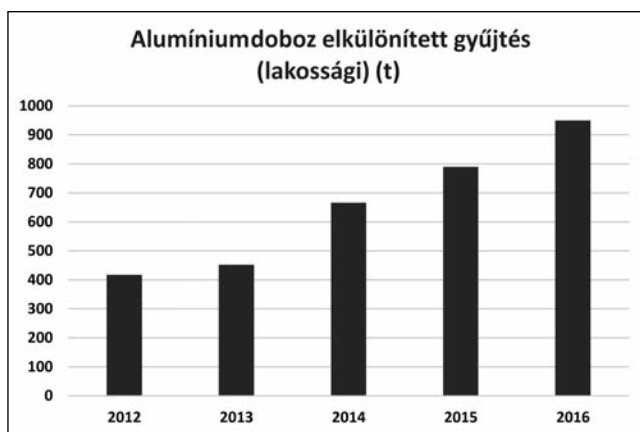
Hazánkban van néhány olyan üzem, amely vegyes háztartási hulladékot válogat, de a kiválogatott csomagolási hulladék mennyisége nagyon kevés. Ebből a gyűjtési módszerből még mindig nem lehet megbízható módon mennyiségi adatokat számítani, mivel ez a rendszer új, adatai pedig még nem elérhetők (2. diagram).

A magyarországi szelektív hulladékgyűjtés ebben a kategóriában kétféle gyűjtési módszert foglal magában:

• házhoz menő visszagyűjtés –



■ 1. diagram. Returpack gyűjtési mennyiségek (forrás: Returpack)



■ 2. diagram. Alumíniumdoboz elkülönített gyűjtés – lakossági (forrás: OGYHT)

műanyagzsákok vagy kisebb tárolóedények (80-120 l) használatával a könnyű hulladékfrakciók, általában műanyag-, alumíniumdobozok és egyéb fémhulladék gyűjtéséhez;

• **az utcákon kihelyezett szelektív gyűjtőedények** – egy tartály a műanyag és fémhulladék számára.

A szelektív hulladékgyűjtés minősége településenként eltérő. Rendszerint a lakosok hozzáállásától és a települési szilárdhulladék-kezelő cégek kommunikációs módszereitől és erőfeszítéseitől függ.

A házhoz menő szelektív hulladékgyűjtés 2014-ben indult el Budapesten. Ebben a rendszerben egy gyűjtőedényt használhat a lakosság (az aludobozok és a műanyag), a könnyű csomagolások gyűjtésére. Ebben a kategóriában az FKF – a budapesti szilárdhulladék-gyűjtő vállalat – által gyűjtött mennyiség kb. havi 1.200 t. Nyáron az általuk gyűjtött alumínium és műanyag hulladék mennyisége elérheti az 1.500 tonnát. Sajnos a fent említett gyűjtés alumíniumdoboz-tartalma mindössze 1-2%, mivel a begyűjtött anyag legalább 48-50% nem hasznosítható hulladék (vegyes háztartási hulladék és nem csomagolóanyag).

Budapesten a teljes aludoboz-mennyiség 2016-ban 230 tonnára becsülhető.

A hulladéklerakó-üzemeltetőkkel folytatott egyeztetések és friss mérések alapján a lerakott települési hulladékon belül a fém mennyisége kb. 1,6-4%, az alumínium italdobozé 0,5-1,5%, azaz sajnos érdemi mennyiség kerül a vegyes hulladékba és így lerakókba. A hulladéklerakókban az alumíniumdobozok teljes éves lerakott mennyisége mintegy 5-7000 tonnára tehető.

2015-ből egy hivatalos adat áll rendelkezésre – a Földművelésügyi Minisztérium összefoglalója alapján –, amely megállapítja, hogy a 70 magyar hulladéklerakóban a fémhulladék teljes mennyisége 60.000 t. Ezek alapján a hazai hulladéklerakókban lévő teljes éves aludoboz-mennyiség akár 10.000 tonnára is tehető lenne.

1. táblázat. Alumíniumdoboz összefoglalás – 2016 (forrás: Returcom tanulmány, 2018)

Alumíniumdoboz a 2016. évi adatok alapján, tonna	
Keletkező alumíniumdoboz mennyiség	15 200
Fémkereskedők	6 315
ezen belül	
1. Elkülönített gyűjtés – lakossági	950
2. Returpack gyűjtés	1635
Lerakás – ártalmatlanítás	7 585
Égetés	1 300

Magyarország egyetlen égetőjének éves kapacitása 400.000 tonna. Ez nagyságrendileg évi kb. 1.300 t aludoboz-mennyiség elégetését jelenti.

3. Az adatok összefoglalása

Az 1. táblázatban mutatjuk be, hogy mi történik az alumíniumdobozok életciklusában azután, hogy forgalomba kerültek. A táblázatban az ipari gyakorlat felhasználásával elérhető legjobb adatok szerepelnek.

A forgalomba kerülő alumíniumdobozok – 15.200 t

Ezek az adatok a NAV hivatalos adatai.

Szelektív gyűjtés – lakossági – 950 t

A szelektíven gyűjtött hulladékok mennyisége az utóbbi években nem növekszik. A mennyiség nem jelentős, lényegesen több is lehetne.

Returpack gyűjtés – 1.635 t

Ezt a gyűjtési módszert nagyon jól adminisztrálja és nyomon követi a rendszer üzemeltetője és a NAV. A gyűjtött mennyiség évről évre nő. Érdekes kérdés, hogy hogyan biztosítható a rendszer finanszírozása és fenntartása a következő évek során.

Hulladéklerakás – ártalmatlanítás – 7.585 t

A 2015. évi hivatalos adatok azt mutatják, hogy az abban az évben lerakott fémhulladék teljes mennyisége 60.000 t volt, amely adat tartalmazza nemcsak a csomagolás, és az alumínium, de az összes fémtípus mennyiségét. Amennyiben ezzel a 60.000 tonnával számolunk, és figyelembe vesszük a mennyiségek arányait, valamint a forgalomba kerülő különböző típusú fémek mennyiségi arányait, azt az eredményt kapjuk, hogy az értékesített aludobozok

72%-a a hulladéklerakókba kerül.

Az a tény, hogy a 2015-ből származó hivatalos alapadatokat használjuk a hulladéklerakókba kerülő fémhulladékokra vonatkozóan, az alumíniumdobozok kezelésének téves megközelítését eredményezi, azaz a kb. 72%-os lerakási arány nem pontos.

Éppen ezért a hulladéklerakókba kerülő aludoboz-mennyiséget a teljes értékesítés mennyiségére és a más típusú gyűjtésből származó helyes aludobozszámokra alapuló inverz kalkulációval határozzuk meg.

Égetés – 1.300 t

Az iparági gyakorlat alapján, valamint tekintettel arra, hogy Magyarországon csak egy hulladékégető üzemel, ez a szám pontosnak tekinthető.

Fémkereskedők – 6.315 t

Már 2011-ben, az ÖKO-Pannon rendszer utolsó évében alapvető kérdés volt a fémkereskedők felé, hogy mennyi alumíniumdobozt gyűjtenek és kezelnek. Mivel a válaszok szinte ugyanazok voltak, mint most – eltérő EWC-szám használata, nem gyűjteni észszerűtlen, mivel jó eladási ára van, a fémhulladék jelentésekben nincs rá külön kód –, ez a becslés közel áll a valósághoz.

4. Ismeretterjesztés

A környezetvédelmi edukáció az egyik legfontosabb eszköz a szelektív hulladékgyűjtés mennyiségének növelésére. Ez az edukációs tevékenység az intenzitását veszítette, és a lakosságot nem érik el az alumíniumdobozok szelektív gyűjtésére vonatkozó környezetvédelmi üzenetek. A lakossággal közvetlenül kommunikáló egyetlen marketingkampányt a Returpack valósította meg a Premier Communications segítségével 2016-ban és 2017-ben.

A Returpack nemcsak a gyűjtéssel kapcsolatos kommunikációban, de a környezetvédelmi nevelésben is folyamatosan használ különböző marketingeszközöket, annak érdekében, hogy javítsa a lakosság környezetvédelmi hozzáállását, és hogy a

környezet védelmére nevelje, ösztönözze őket:

www.mindendoboz.hu;

- Edukatív részvétel különböző nyári fesztiválokon, tájékoztatóponttal, ügyességi játékokkal;
- Az aludobozgyűjtő lakosok motiválása megnövelt visszavételi összeggel (plusz 1 Ft/darab akciók).

A döntéshozók folyamatos képzése az alumíniumdobozok gyűjtésének környezeti előnyeiről, ami a gyártástól az újrafeldolgozásig terjed, segíthet megfelelő jogi és munkakörnyezetet teremteni e termékek életciklusának valamennyi szakaszában.

5. Lehetséges fejlesztések

- A lakosságot célzó kommunikációs kampányok a szelektív hulladékgyűjtés mennyiségének növelésére.
- Hasznos lehet szakmai egyeztetéseket indítani a fémkereskedőkkel is. Támogatásukkal könnyebben érhető el változás a fémkereskedelemtől szóló törvényben meghatározott jelentési rendszerben (pl. külön kód létrehozása az aludobozok számára). Enélkül nehéz lesz nyomon követni az általuk kezelt valós mennyiséget.
- Mivel a Returpack rendszer jól

működik, célszerű lenne lépéseket tenni szolgáltatásának kiterjesztése és az általa begyűjtött mennyiség növelése érdekében.

- A házhoz menő gyűjtés növelte a szelektív hulladékgyűjtés hatékonyságát.
- A legtöbb hulladéklerakó nem végez megfelelő részletességű hulladék-analízist, csak az általános hulladékkategóriákat elemzik és dokumentálják. Az anyagok részletesebb meghatározása pontosabb információkat adhatna az anyagáramokról, többek között a beérkező hulladék aludoboz-tartalmáról is.

SZALAI SZABOLCS – CZINEGE IMRE – CSIZMAZIA FERENCNÉ

Intermetallikus fázisok hatása az alumíniumlemezek alakíthatóságára

A 3xxx és 5xxx sorozatú alumíniumötvözetek növekvő alkalmazása háztartási eszközökhöz és autóiipari célokra indokolja a nagyobb érdeklődést ezen ötvözetek alakíthatósági tulajdonságai iránt. A jelzett ötvözetek alakíthatóságát jelentősen befolyásolják a rideg intermetallikus fázisok, amelyek elősegítik a mikrorepedések keletkezését és növekedését, majd végül törést* eredményeznek. Ezen fázisok hatását vizsgáltuk az AA3104 és AA5754 jelű ötvözetek alakíthatóságára és törésére, összehasonlítva azt a részecskék méret szerinti eloszlásával és az intermetallikus fázisok mennyiségét befolyásoló tényezőkkel.

Bevezetés

Az alumíniumlemezek szilárdságát és alakíthatóságát jelentős mértékben befolyásolja az alapmátrixban nem oldható intermetallikus fázisok mennyisége, alakja és eloszlása. Különösen jellemző ez a 3xxx és 5xxx sorozatú ötvözetekre, melyek mindig tartalmaznak ilyen fázisokat képző elemeket, például vasat, mangánt, szilíciumot és magnéziumot. Az említett öt-

vözetek közül kiemelt jelentőségű az AA3104 minőségű lemez, mely néhány tized mm vastagságban különféle kozmetikai és élelmiszeripari tubusok, flakonok egyik alapanyaga, valamint a jármű-karosszériák belső paneljeihez használt, mélyhúzással és nyújtva húzással alakított AA5754 és 5182 minőségű alumínium-magnézium ötvözetek.

Az öntés és azt követő hőkezelés során végbemenő folyamatokat az [1]

és [2] irodalom részletesen tárgyalja az 5xxx sorozatú ötvözetekre. Eszerint az intermetallikus fázisok öntés során keletkeznek, és részben a megszilárdulás folyamán, részben a tuskó homogenizáló izzítása közben különböző átalakulásokon mennek át. A meleghengerezés, majd a végleges vastagságra történő hideghengerezés alatt az intermetallikus fázisok összetöredeznek és különböző alakú rideg fázisként jelennek meg.

A legfontosabb második fázisok az Al_3Fe , Al_6Mn , $Al_x(Fe, Mn)$, $Al_x(Fe, Mn)_ySi_z$, ahol az x, y, z indexek arra utalnak, hogy a diffúziós izzítás során a fázisok összetétele is változik. Nagyobb Mg-koncentrációnál Al_6Mn fázis keletkezik, melyben a Mn-t helyettesítheti a Fe, így alakul ki a nagyon gyakori $\beta-Al_6(Fe, Mn)$ fázis. Kisebb Mg-koncentrációnál, vagy 560-580 °C-on végzett izzítás hatására Si kapcsolódik a β -fázishoz, létrehozva a négy elem által alkotott $\alpha-Al_x(Fe, Mn)_ySi_z$ fázist, melynek tipikus példája az $\alpha-Al_6(Fe, Mn)_3Si_2$ összetétel.

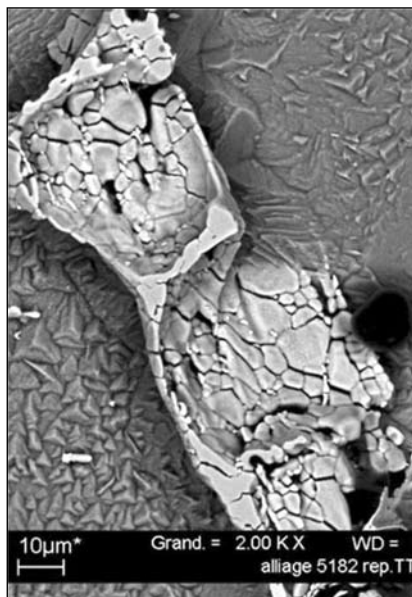
Az intermetallikus fázisok öntés után látható szerkezete rendkívül változatos alakú. A síkmetszetekről ismert képeknél sokkal informatívabbak az oldásos feltárással készült térbeli

Szalai Szabolcs mechatronikai mérnök, MSc, egyetemi tanársegéd a Széchenyi István Egyetemen, doktorandusz, témája az alumíniumötvözetek alakíthatóságának elemzése.

Dr. Czinege Imre okl. gépészmérnök, PhD dr. habil, a Széchenyi István Egyetem professzor emeritusa, kutatási területe az anyagtudomány és képlékenyalakítás.

Csizmazia Ferencné dr. okl. kohómérnök, nyugalmazott főiskolai docens, a Széchenyi István Egyetem Anyagvizsgáló Laboratóriumának megbízott kutatója.

*A cikkben szereplő „törés” fogalma alatt a „szakadási törés” értendő.



■ 1. ábra. Intermetallikus részecskék 3D képe homogenizáló izzítás és 10% hideghengerlés után [2]

ábrázolások, melyek lemezes szerkezetet mutatnak, ahogy a [2] irodalom szemlélteti (1. ábra).

Ezek a szerkezetek melegehengerléskor az alakítás irányába rendeződnek és összetöredeznek, így hidegen hengerelt állapotban a csiszolatokon a közel gömbszerűtől a nyújtott téglalap alakzatokig minden forma látható. További, a bemutatott fázisok 5xxx ötvözetekben való megjelenésével foglalkoznak a [3–4] irodalmak. Hasonló részletességgel mutatják be az AA3xxx jelű ötvözetek intermetallikus fázisait és azok átalakulását az [5–6] publikációk, különös tekintettel az AA3104 lemezre. Ebben az ötvözetben lényegében ugyanazok a fázisok találhatóak, mint az AlMg ötvözetekben.

A szakirodalomban általánosan elfogadott, hogy a törés a rideg szekunder fázist tartalmazó képlékeny anyagokban a szekunder fázisú részecskék körül meglévő vagy kialakuló üregek képződésével és terjedésével vagy a részecskék törésével kezdődik, majd ezek a repedések növekedve egymással összeérnek és így eredményeznek makroszkopikus törést. A részecskék körül kialakuló üregek képződését és a törés folyamatát szemléltetik a [7–8] irodalmak. A [7] cikkben Bacha és szerzőtársai AA5182-es ötvözet törését vizsgálták, és pásztázó elektronmikroszkópos felvételekkel igazolták az intermetallikus részecskék szerepét a törés folyama-

1. táblázat. A vizsgált anyagok kémiai összetétele és részecske jellemzői

		Si%	Fe%	Cu%	Mn%	Mg%	f%	n/mm ²
AA3104	A1	0,194	0,522	0,212	0,807	1,26	1,73	3011
	A2	0,201	0,448	0,170	0,827	1,17	1,40	1272
AA5754	M1	0,135	0,261	0,011	0,161	3,70	1,27	4050
	M2	0,065	0,128	0,001	0,369	3,76	0,69	1570

tában. A SEM-képeiken jól látható, hogy a tört keresztmetszeten kagyló alakú üregek vannak, amelyek alján mindig egy nagyobb, 5–10 µm méretű részecske található. Ez igazolja, hogy a törés az intermetallikus részecskétől indult ki. Az üregek oldalán elszórtan gömbszerű Mg₂Si részecskéket is megmutatnak, az üregeket elválasztó alapanyag pedig szívós töretű. Az optikai mikroszkópos metszeti és az elektronmikroszkópos képeiken az is jól látszik, hogy a téglatest alakú részecskék hengerlés irányú oldalán a metszetben háromszögűnek látszó üregek vannak, amelyek a hideghengerlés során keletkeztek. Ezek az üregek is fontos kiindulási helyei a törésnek.

A törési folyamat és az intermetallikus részecske jellemzők kapcsolatát elemzi a [9] irodalom, melyben a szerzők összefüggéseket állapítanak meg a kvantitatív sztereológiai paraméterek és az alakíthatóság között. Nyilvánvaló, hogy az intermetallikus fázisok mennyiségén kívül azok elhelyezkedése is befolyásolja az alakíthatóságot, például az egyenletesen eloszlott részecskék hatása nem olyan kedvezőtlen az alakíthatóságra, mintha sávosan lennének jelen a mátrixban.

A vizsgált alumíniumötvözetekben jelen lévő intermetallikus fázisokkal kapcsolatban fontos ismerni azt is, hogy milyen tényezők befolyásolják a fázisok mennyiségét. Az előbbieken bemutatott fázisok összetétele azt mutatta, hogy ebben a legfontosabb szerepe a vasnak lehet, de a szilícium és egyéb elemek hatása sem elhanyagolható. A [10] irodalom elsősorban a Fe változását elemzi 0,08% és 0,3% összetételhatárok között AA5754 ötvözet esetében. A vizsgálatok egyértelműen igazolják, hogy a Fe-tartalom növekedésével nő az intermetallikus fázisok térfogataránya és jelentősen csökken a szakadási nyúlás. Ugyanakkor a diffúz kontrakció határa alig változik, és a lokális kontrakció megindulásakor mért képlékeny alakváltozás is csak kevésse

csökken. Ezzel szemben a gyártási tapasztalatok azt mutatják, hogy a Fe-tartalom, és ezzel arányban az intermetallikus fázisok mennyiségének növekedése a selejtarányt lényegesen növeli. Találhatók olyan becslések is, hogy a kedvező gyárthatósági határ 0,7% és 1% feletti részecskearánynál már erőteljesen romlik.

Anyagok és vizsgálati módszerek

Vizsgálatainkhoz AA3104 és 5754 jelű lemezeket használtunk, az előbbieket vastagsága 0,3 mm volt, az utóbbiaké 2,5 mm. A vékony lemezről mélyhűtött csészék készültek, az AlMg3 ötvözetből pedig komplex alakú lemezalkatrészek. Mindkét ötvözet több adagjából két-két mintát választottunk az eredmények szemléltetésére, amelyek összetételben és intermetallikus részecsketartalomban különböztek. Az elemzésbe bevont lemezek fő ötvözőinek összetételét, valamint az intermetallikus fázis térfogatarányát (f%) és a részecskék 1 mm²-re eső számát (n/mm²) az 1. táblázat mutatja.

A részecskék kvantitatív sztereológiai jellemzőit polírozott csiszolatokon határoztuk meg Carl Zeiss Axio Imager M1 típusú mikroszkóppal és a hozzá kapcsolt digitális képfeldolgozó rendszerrel. A vizsgálathoz Epiplan 20x/0,4 HD objektívet használtunk, melynek felbontása 0,53 µm volt. A számítógéphez kapcsolt kamera 2584 × 1912 pixel felbontású. További vizsgálatokat végeztünk 10 ×-es és 50 ×-es objektívvel is, de a közölt kvantitatív jellemzők a 20×-os objektívhez köthetők. Az Axio Vision 4.9 értékelő szoftver minden látómezőhöz teljes adatsort közölt a részecsketerületekről, számukról és a Feret-átmérőkről, ezáltal különféle statisztikákat lehetett készíteni a méret szerinti eloszlásról és egyéb jellemzőkről. Egy vizsgálat során 20 látómezőt elemeztünk, ez 7,3 mm² területet jelentett, ebből számítottuk az 1 mm²-re eső jellemzőket. Előzetesen több látómezőt mértünk,

és abból határoztuk meg, hogy 20 látómezőnél az átlagok már stabilizálódnak. A töreket Nikon 3400 pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk, és a hozzá kapcsolt Bruker EDS-elemzővel határoztuk meg a részecskék összetételét, illetve készítettük az elemtérképeket. A szakítóvizsgálatokat optikai extenzométerrel felszerelt 2 kN, illetve 100 kN erőhatárú Instron szakítógépeken, a csészehúzó és Erichsen-vizsgálatokat hidraulikus lemezvizsgáló berendezésen végeztük.

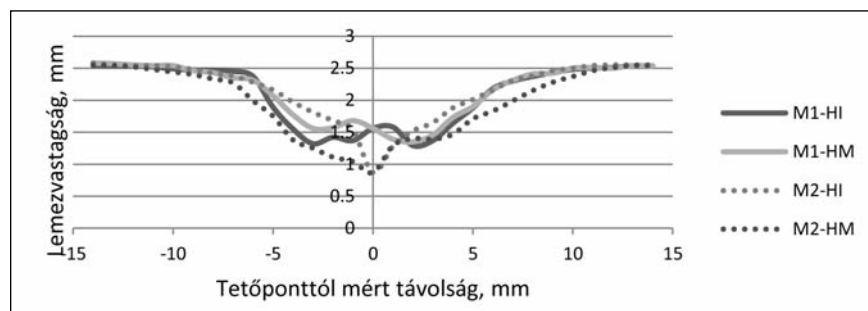
Eredmények és értékelésük

A hengerlési irányban kivett próbatesztek szakítóvizsgálatából nyert anyagjellemzőket, valamint az Erichsen-számot (IE) és a csészehúzó vizsgálatból kapott mélyhúzási viszonyt (LDR) összefoglalóan mutatja a 2. táblázat. Ebből látható, hogy a nagyobb intermetallikus fázisarányt mutató A1 és M1 adagok alakíthatósági tulajdonságai kissé elmaradnak a kedvezőbb fázisarányú A2 és M2 lemezekétől, de a különbségek nem jelentősek, a 3...12% tartományban mozognak. A nyúlási jellemzők alig térnek el egymástól, az Erichsen-szám és a mélyhúzási viszony egy fokozattal mutat jobb adatot a kisebb részecsketartalmú lemezek javára. Ez is igazolja, hogy a hagyományos jellemzőkkel nehéz különbséget kimutatni az alakíthatóságban, ugyanakkor a gyártási tapasztalatok az irodalommal összhangban mindkét lemezminőség esetében azt mutatták, hogy a selejtarány a több intermetallikus fázist tartalmazó lemezeknél nagyobb volt.

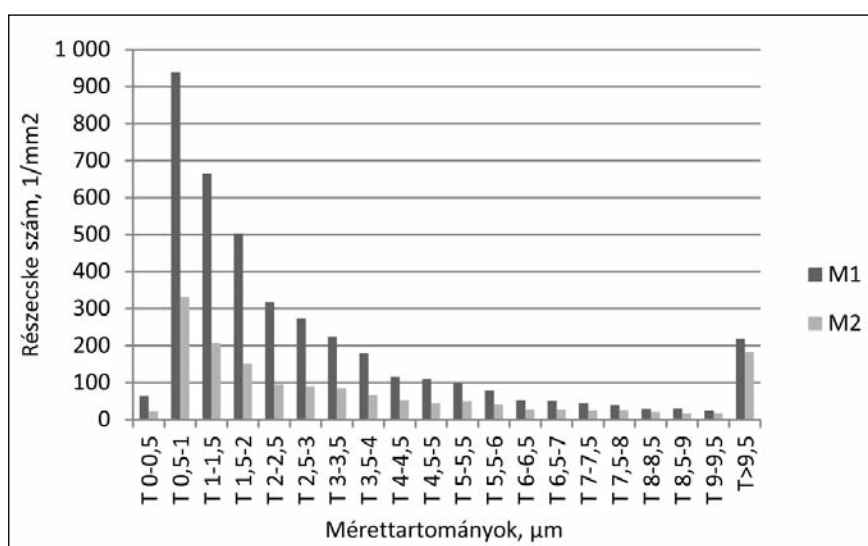
A szakirodalom a töréshez tartozó alakváltozás intenzívebb növekedését jelzi a Fe-tartalom függvényében [10]. Ilyen jellemző lehet az Erichsen-vizsgálathoz hasonló mélyítő próba esetében a lemezvastagság-változás az alakított lemez hengerlés irányú (HI) és arra merőleges (HM) köríve mentén. Egy 30 mm-es gömbbel végzett alakítás vastagságeloszlását mutatja a 2. ábra. Látható, hogy az M2 lemez vékonyodása sokkal intenzívebb, mint az M1-é. A töréskor mért vastagságból számított logaritmusos mé-

2. táblázat. Lemezek mechanikai és technológiai tulajdonságai (több mérés átlagértékei)

Anyag		R _{p0,2}	R _m	A _g	A ₅₀	r ₀	n ₀	IE	LDR
AA 3104	A1	88	183	16,4	16,9	0,55	0,30	6,49	1,76
	A2	91	187	17,1	18,3	0,63	0,26	7,35	1,82
AA 5754	M1	155	249	15,4	17,6	0,64	0,24	10,5	1,82
	M2	156	256	15,7	19,0	0,72	0,25	11,8	1,88



2. ábra. Mélyítő vizsgálat során deformált lemez vastagságeloszlása



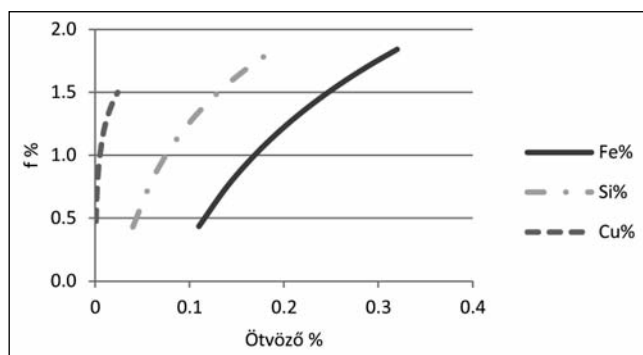
3. ábra. Intermetallikus részecskék méret szerinti eloszlása

retcsökkenés az M1-es lemeznél 0,58, míg az M2-es lemeznél 1,05, amely jelentős különbség az alakíthatóságban az M2 lemez javára.

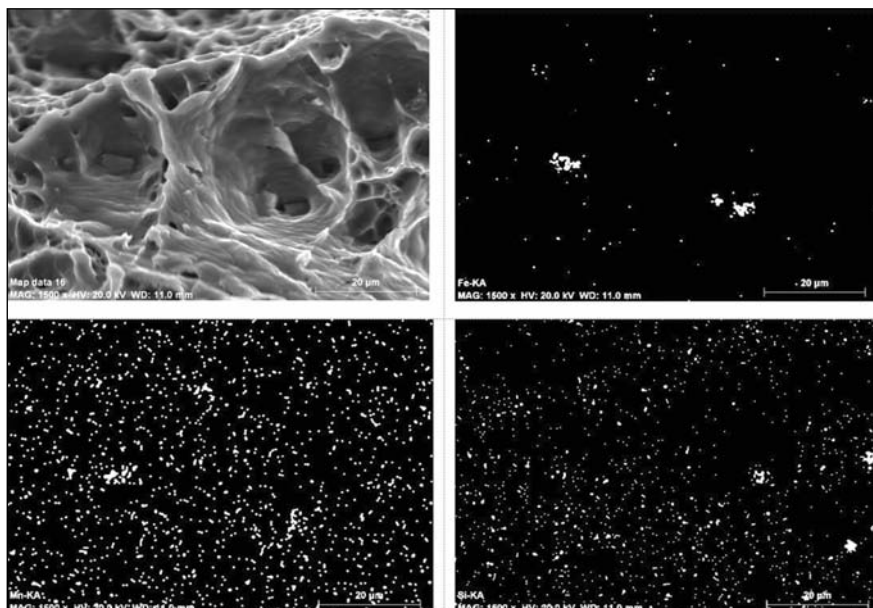
A továbbiakban a fémtani jellem-

zőkre kiterjesztett elemzést mutatjuk be. Az már az 1. táblázatból is látható volt, hogy a nagyobb területarány lényegesen nagyobb területegységre eső részecskeszámmal (n/mm²) párosult. Ezért látszik célszerűnek a részecskék méret szerinti eloszlását vizsgálni, ahogy a 3. ábra mutatja a két AA5754 ötvözetre.

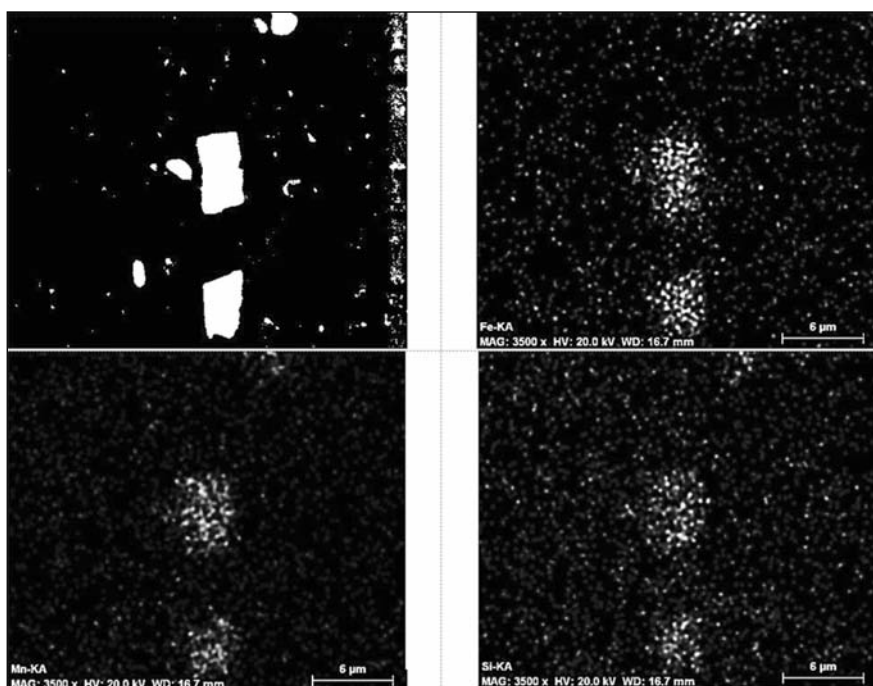
A 3. ábrából egyértelműen látszik, hogy a több intermetallikus fázist képező ötvözt tartalmazó M1 minta minden mérettartományban lényegesen több részecskét tartalmaz, mint az M2-es jelű. A tudományos irodalomban hasonló



4. ábra. Ötvözők hatása az intermetallikus részecskék területarányára az AA5754 ötvözetben



■ 5. ábra. AA5754 lemez SEM-képe és elemterképe (Fe, Mn, Si)



■ 6. ábra. AA3104 lemez SEM-képe és elemterképe (Fe, Mn, Si)

információk kevésbé találhatók ezekre a lemezekre, viszont az Alcan alumíniumgyártó által publikált prezentáció tartalmaz hasonló diagramot a 3xxx sorozatra, amely jól egyezik az itt bemutatottal [11]. A 0–0,5 μm tartomány elsősorban az Mg_2Si részecskéket reprezentálja, utána azonban megjelennek az α - és β -fázisú intermetallikus részecskék. Ezekből az eredményekből igazolható, hogy a mechanikai tulajdonságoknál sokkal erőteljesebb különbségek mutatkoznak az egyes adagok között az

intermetallikus részecskék kvantitatív mikroszkópiai jellemzőiben.

Ezen tények alapján felmerül a kérdés, hogy a vas mellett még melyik ötvözők játszanak fontos szerepet a fázisarány meghatározásában. Ennek vizsgálatára további AlMg ötvözeteket elemeztünk, jellemzően 3% körüli Mg-tartalommal és változó mennyiségű Fe, Si, Mn ötvözőkkel. Az ötvözők térfogataránya és a kvantitatív mikroszkópiai jellemzők között meghatározott korrelációmátrix azt mutatta, hogy a területarány és az ötvözőtartalom

közötti korrelációs együttható a vas és a réz esetében a legmagasabb ($\sim 0,85$), majd ezt követi a szilícium ($\sim 0,77$). A felsorolt elemek és az f% részecske területarány között többváltozós lineáris regressziós összefüggéseket határoztunk meg. Ezek azt mutatták, hogy legszorosabb a kapcsolat akkor, ha csak a Fe és Si szerepel az összefüggésben (0,94), további ötvözők bevonásával az együttható romlik. Érdekes, hogy a Mn egyáltalán nem mutat erős kapcsolatot az intermetallikus részecskearánytal, a korrelációs együttható 0,29. Ez azzal magyarázható, hogy az $\text{Al}_x(\text{Fe}, \text{Mn})$ fázisban a Fe helyettesíti a Mn-t, a fennmaradó Mn pedig a mátrixban oldódik.

Az ötvözők és a területarány közötti kapcsolatok mérési pontjait logaritmikus függvénnyel lehet közelíteni, ezt mutatja a 4. ábra az AA5754 ötvözetre. Ebből látható, hogy legerőteljesebben a réz növeli a területarányt, amelynek oka az lehet, hogy a réz stabilizálja az intermetallikus fázis lamellás szerkezetét, és ezzel gyakorolhatást a feldolgozott lemezben megjelenő fázisok mennyiségére. A szilícium és a vas jelenléte meghatározó a részecskék összetételében, tehát amennyiben az alakíthatóságot kívánjuk javítani, akkor az irodalmi ajánlásokkal és a saját kísérleteinkkel összhangban a Si arányát 0,07%, a vasat 0,14% és a rézet 0,005% alatt célszerű tartani, mert ekkor a várható részecskearány $f\% < 0,7$ lesz.

Az elemzett ötvözőknek a törésre gyakorolt hatását pásztázó elektronmikroszkópos felvételek is igazolják, ahogy ezt az 5. ábra mutatja AA5754 lemezre. Jól látható a töretképen, hogy a kagyló alakú üreg alján egy intermetallikus részecske helyezkedik el, az összetételre vonatkozó információkat pedig a három elemterkép mutatja. A bal oldali üreg mélyén lévő részecske $\text{Al}(\text{Fe}, \text{Mn})$ típusú, mert ennek a helyén nem jelenik meg szilícium. Hasonlóan a Fe és Mn sűrűsödése látható az elemterképek jobb oldali harmadában, ami egy másik intermetallikus részecskével hozható kapcsolatba. Ugyanilyen képet mutat a 6. ábra az AA3104 lemezre, ahol viszont a csiszolaton látható részecskékkel azonos helyeken a Fe, Mn és Si is megjelenik, tehát ezek α -típusú intermetallikus fázisok.

Összefoglalás

A szakirodalomban általánosan elfogadott nézet, hogy a 3xxx és 5xxx sorozatú alumíniumötvözetekben az intermetallikus fázisoknak meghatározó szerepe van a szakadásig elviselt alakváltozásban. Ezeket a feltevéseket igazoltuk az AA3104 és AA5754 jelű ötvözetekre. Megállapítottuk, hogy a szakítóvizsgálat során mért jellemzők és a technológiai próbák minimális különbséget mutatnak a különböző mennyiségű intermetallikus fázist tartalmazó lemezek esetében, viszont a törési határalakváltozás, valamint a részecskék sztereológiai jellemzői alkalmasak az alakíthatóság jellemzésére. A részecskék méret szerinti eloszlása egyértelmű kapcsolatba hozható az ötvözetek között mutatkozó összetétel-különbségekkel. A vas és a szilícium az a két fő elem, amely az intermetallikus fázisok térfogatarányának növelésében fontos szerepet játszik, ezek mellett a réz gyakorol még hatást erre a tényezőre. A töretek elemzése egyértelműen azt mutatja, hogy a törés során kialakuló kagyló alakú üregek az intermetallikus részecskék körül meglévő vagy keletkező repedések összenövésével jöttek létre. Az elemterképek segítségével meghatározható volt a fázisokat alkotó elemek jelenléte, így egyszerűen megkülönböztethetővé váltak az α - és β -fázisok.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap támogatásával megvalósuló GINOP-2.2.1-15-

2016-00018, valamint az EFOP-3.6.2-16-2017-00002 számú projekt támogatta.

Irodalom

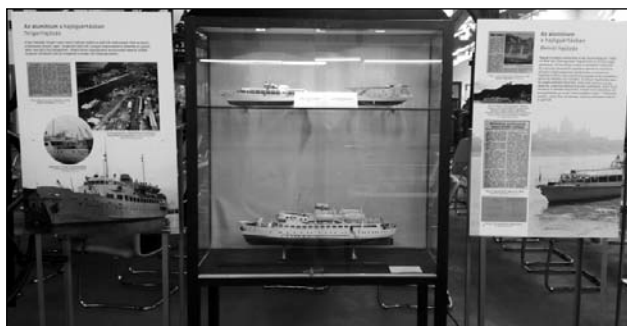
- [1] O. Engler, K. Kuhnke, J. Hasenclever: Development of intermetallic particles during solidification and homogenization of two AA 5xxx series Al-Mg alloys with different Mg contents. *Journal of Alloys and Compounds* 728 (2017) 669–681.
- [2] N. Moulin, E. Parra-Denis, D. Jeulin, C. Ducottet, A. Bigot, E. Boller, E. Maire, C. Barat, H. Klöcker: Constituent Particle Break-Up During Hot Rolling of AA 5182. *Advanced Engineering Materials* 2010, 12, No. 1–2.
- [3] Yulin Li, Lei Luo, Chaofei Han, Liangyun Ou, Jijie Wang, Chunzhong Liu: Effect of Fe, Si and Cooling Rate on the Formation of Fe- and Mn-rich Intermetallics in Al–5Mg–0.8Mn Alloy. *Journal of Material Science and Technology*, Vol 32, Nr. 4, April 2016, pp. 305–321.
- [4] Y. J. Li, L. Arnberg: A eutectoid phase transformation for the primary intermetallic particle from $Al_m(Fe, Mn)$ to $Al_3(Fe, Mn)$ in AA5182 alloy. *Acta Materialia* 52 (2004) 2945–2952.
- [5] D. T. L. Alexander, A. L. Greer: Nucleation of the $Al_6(Fe, Mn)$ -to- α -Al-(Fe, Mn)-Si transformation in 3XXX aluminium alloys. II. Transformation in cast aluminium alloys. *Philosophical Magazine*, Vol. 84. 2004, 28.
- [6] G. Mrówka-Nowotnik, J. Sieniawski, M. Wierzbńska: Analysis of intermetallic particles in AlSi1MgMn aluminium alloy. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Vol 20, 1–2.
- [7] A. Bacha, D. Daniel, H. Klocker: Crack deviation during trimming of aluminium automotive sheets. *Journal of Materials Processing Technology* 210 (2010) 1885–1897.
- [8] A. Jenab, D. E. Green, A. T. Alpas: Microscopic investigation of failure mechanisms in AA5182-O sheets subjected to electro-hydraulic forming. *Materials Science & Engineering A* 691 (2017) 31–41.
- [9] R. Ravindran, K. Manonmani, R. Narayanasamy: An analysis of void coalescence in Al 5052 alloy sheets annealed at different temperatures formed under different stress conditions. *Materials Science and Engineering A* 507 (2009) 252–267
- [10] J. Sarkar, T. R. G. Kutty, K. T. Conlon, D. S. Wilkinson, J. D. Embury, D. J. Lloyd: Tensile and bending properties of AA5754 aluminium alloys. *Materials Science and Engineering A* 316 (2001) 52–59
- [11] Dr. Havovy Cama: Intermetallics and Aluminium for (Beverage) Cans. Alcan International Limited, Banbury Laboratory <https://www.phase-trans.msm.cam.ac.uk/2002/havovy/hec.htm>

Alumíniumban utazunk – Székesfehérváron

Alumíniumban utazunk – a „magyar ezüst” a közlekedésben című időszaki kiállításunk, mely 2018 végén nagy sikert aratott a Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjteményben, 2019. április 12-től a székesfehérvári Alumíniumipari Múzeumban is megtekinthető. A tárlat tematikájánál fogva több szálon kapcsolódik Székesfehérvárhoz. A helyi alumíniumgyártás hagyományai mellett hangsúlyos elemként jelenik meg benne a hazai autóbuzsgyártás (Ikarus), emel-

lett a repülőgépgyártást, hajóépítést és vasúti járműgyártást is bemutatja a hazai kezdetektől egészen a közelmúltig, kitekin-téssel napjainkra. A kiállítás-hoz kapcsolódnak múzeumpe-dagógiai foglalkozá-sok is.

Molnár Álmos



Részlet a kiállításból

TRAMPUS P. – DOBRÁNSZKY J. – KERNER ZS. – KNISZ J. – OSZVALD F. – PALOTÁS B. – PÉTER L. – RÉGER M. – VERŐ B.

Auszténites acél csővezeték korróziós károsodása

Egy atomerőmű kiégett fűtőelemeinek tárolására szolgáló pihentető medence hűtőrendszerében korróziós károsodást figyeltek meg. A károsodás alapvető okának feltárására rendszeres és átfogó vizsgálati programot dolgoztunk ki. Számos és sokféle korróziós tesztet, mechanikai, szövetszerkezeti és mikrobiológiai vizsgálatot hajtottunk végre, továbbá a működési feltételek és a hegesztési körülmények szimulációját valósítottuk meg. Az eredmények alapján azonosítottuk a korróziós károsodást kiváltó legfőbb tényezőket, és ismertettük a károsodás egy lehetséges mechanizmusát.

1. Bevezetés

A Paksi Atomerőműben 25 év üzemeltetés után a kiégett fűtőelemek pihentető medencéjének hűtőrendszerében szivárgást tapasztaltak. A hűtőközeg 14,5 g/dm³-nél nagyobb koncentrációjú bórsavoldat, átlagos hőmérséklete 30 °C. A hűtőrendszerben két párhuzamos keringtetési ág felváltva működik. A szivárgás észrevétele után közvetlenül elvégzett in situ roncsolásmentes, és az ezt követő átfogó vizsgálat világsá tette, hogy a szivárgást a hűtőrendszer csővezetékeinek belső felületén kialakuló lyukkorrózió okozza. A lyukak egy része áthatolt a csőfal teljes vastagságán. A csövek szerkezeti anyaga krómmal és nikkkel ötvözött, titánnal stabilizált auszténites rozsdamentes acél (GOSZT szerinti 08H18N10T, amely közelítőleg megegyezik az MSZ

EN 10088-1 szerinti 1.4541 minőség-gel). A csőátmérők 100 és 300 mm között változnak, a falvastagság 6–10 mm közötti. A csöveket betonba ágyazva fektették le, ezért cseréjük nehézkes és időigényes. Az 1. ábrán egy, szemrevételezéssel és ultrahangos vizsgálattal észlelt, majd metallográfiai vizsgálattal feltárt károsodás látható.

Az atomerőmű üzemeltetője felkérte a műszaki konzulens szervezetét, hogy végezze el ennek – feltételezhetően – az üzemeltetés hatására kialakult, nem várt károsodási folyamatnak az átfogó vizsgálatát, amely károsodást meglehetősen hosszú üzemeltetési időszakot követően észleltek. A probléma összetettsége miatt az okok feltárása számos szakmai terület ismeretét követeli meg, nevezetesen: az anyagtudományét, az elektrokémiá-

ét és a korróziós tudományét, beleértve a mikrobiálisan befolyásolt korrózió-ét (MIK) is, továbbá a hegesztési technológia és az üzemeltetés körülményeinek ismereteit. A munkacsoportot akadémiai intézetek és egyetemek képviselői alkották annak érdekében, hogy a feladat megoldásához szükséges szakterületek mindegyike megfelelő szinten legyen képviselve. A károsodási folyamatot a vizsgálattal és az elemzéssel együtt (I. fázis: 2013–2014) már ismertettük [1]. Ennek a cikknek az a célja, hogy elsősorban az I. fázis után elért eredményekre fókuszáljon, összegezze azokat, továbbá javaslatot tegyen a károsodás legvalószínűbb mechanizmusára. A vizsgálatok II. fázisa 2016–2017-ben zajlott.

2. A korábbi vizsgálatok rövid összefoglalása

Az I. fázis során az üzemeltető mintákat vett a szivárgó csővezetékrendszer anyagából és a munkacsoport rendelkezésére bocsátotta. Ezeket a következő jellemzőket határoztuk meg:

- Korróziós potenciál (oxigén jelenlétében és oxigénhiányos környezetben), korróziósebesség, lyukkorróziós potenciál (kloridionokkal, illetve vas(III)-kloriddal provokálva);
- Általános és helyi kémiai összetétel (energiadiszperzív röntgensugárspektrometria – EDX, lézerablációs induktív csatolású plazma tömegspektrometria – LA-ICP-MS), korróziótermék-lerakódások összetétele;
- Mechanikai tulajdonságok;
- Szövetszerkezet (optikai mikroszkópia, pásztázó elektronmikroszkópia – SEM, visszaszórt elektrondiffrakció – EBSD);

Trampus Péter, professor emeritus, Dunaújvárosi Egyetem

Dobránszky János, tudományos tanácsadó, MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport

Kerner Zsolt, tudományos főmunkatárs, Eötvös Loránd Tudományegyetem

Knisz Judit, tudományos főmunkatárs, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víztechnológiai Kar, Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet

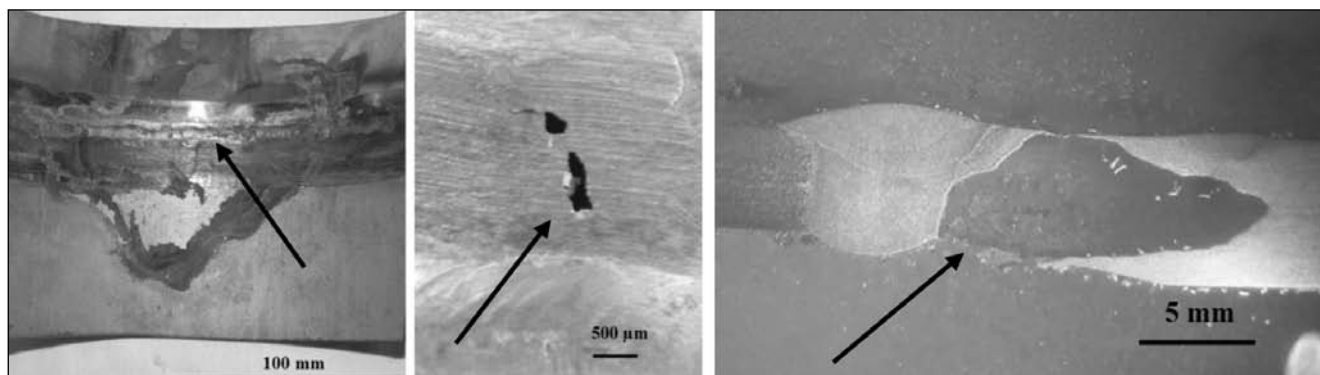
Oszvald Ferenc, tudományos munkatárs, VEIKI

Palotás Béla, professor emeritus, Dunaújvárosi Egyetem

Péter László, tudományos tanácsadó, osztályvezető, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet

Réger Mihály, egyetemi tanár, rektor, Óbudai Egyetem

Verő Balázs, professor emeritus, Miskolci Egyetem



■ 1. ábra. Hegesztett kötés lyukkorróziója (balra: a cső belső felülete eredeti állapotban, középen: tisztítás és dekontaminálás után, jobbra: keresztcsiszolat, a belső felület alul)

• Mikrobiális hatás (fluoreszcens mikroszkópia, sejt kultúra módszerek).

Az elektrokémiai vizsgálatokat megismételtük a régi, a csőrendszer telepítési idejéből származó, és az azzal megegyező új anyagon egyaránt.

Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményei [1] azt mutatták, hogy a korróziós ellenállás, a kémiai összetétel, a mechanikai tulajdonságok és a nemfémek zárványok jellege összhangban volt a megfelelő szabványos értékekkel. A csővezetékrendszer belső felületének döntő része károsodásmentes volt, a korrózió feltételei csak helyileg alakultak ki. A korrózió döntő többsége a hegesztett kötésekhez, a hőhatás-övezet futtatási színnel fedett részeihez kapcsolódott. Ezen kívül szerves anyagokat találtunk a korrodált felületen, ami a MIK-folyamat kialakulásának lehetőségét sejtette.

Nyilvánvaló, hogy a rendszernek nem csak egyetlen eleme járult hozzá a korrózióhoz. A legfontosabb tényezők között megtaláljuk a hőhatás-övezet oxidrétegét és a varrat közeli zónák korróziós érzékenységét, a mikrobiológiai hatásokat és az üzemeltetési körülményeket egyaránt. Ez utóbbiak közül ki kell emelni a hűtőközeg áramlási sebességét, időszakos stagnálását és a mikrobák növekedéséhez ideális hőmérsékletet.

3. A jelenlegi vizsgálatok és azok elemzése

A II. fázisban kiegészítő vizsgálatokat, elemzéseket és fizikai szimulációkat végeztünk. Az I. fázis befejezése után elkezdett MIK-monitorozás eredményeit is ekkor tudtuk az elemzés során figyelembe venni.

3.1. Az alapvető okok feltárására irányuló vizsgálatok

A következő vizsgálatok a pihentető medence csőrendszerében kialakuló helyi korróziós károsodás alapvető okának felderítését szolgálták.

3.1.1. A mikrobák hatása a korróziós jelenségekre

Két éven keresztül vizsgáltuk a hűtőközeg biomasza tartományának változását. Megállapítottuk, hogy annak mennyisége 10^2 - 10^3 ME ml⁻¹ közötti tartományban volt (ME = mikrobiológiai egyenérték). Egyes esetekben ez az érték 10^4 ME ml⁻¹-re nőtt. A hűtőközeg új generációs szekvenálása feltárta, hogy a folyadékban található mikrobák többségét *Ralstonia pickettii* alkotja, amely nagyon nagy tisztaságú vízben is életképes, mixotróf faj [2, 3], autotróf módon képes kizárólag H₂-en, mint egyedüli energiaforráson, és CO₂-on, mint egyedüli szénforráson megélni. Ez a faj extracelluláris polimer anyagot tud termelni, amely a biofilm képződéséhez szükséges. A szekvenálás kimutatta a *Desulfobacteriaceae* és *Desulfovibrionaceae* családot, a *Burkholderia* család tagjait, valamint a *Sediminbacterium* nemzetség tagjait, amelyekről ismert, hogy a vas oxidálására képesek [4]. Ezen túlmenően a savképző *Acinetobacter* nemzetség [5] is megtalálható volt, amely úttörő baktérium a biofilm kialakításában [6, 7]. Bár a folyadékban található mikrobák típusa és mennyisége nem feltétlenül jelent közvetlen összefüggést a felületen megtalálható mikrobákkal, az eredmények alapján mégis feltételezhető, hogy a *Ralstonia pickettii*, más *Ralstonia* fajokkal együtt, bórsav jelen-

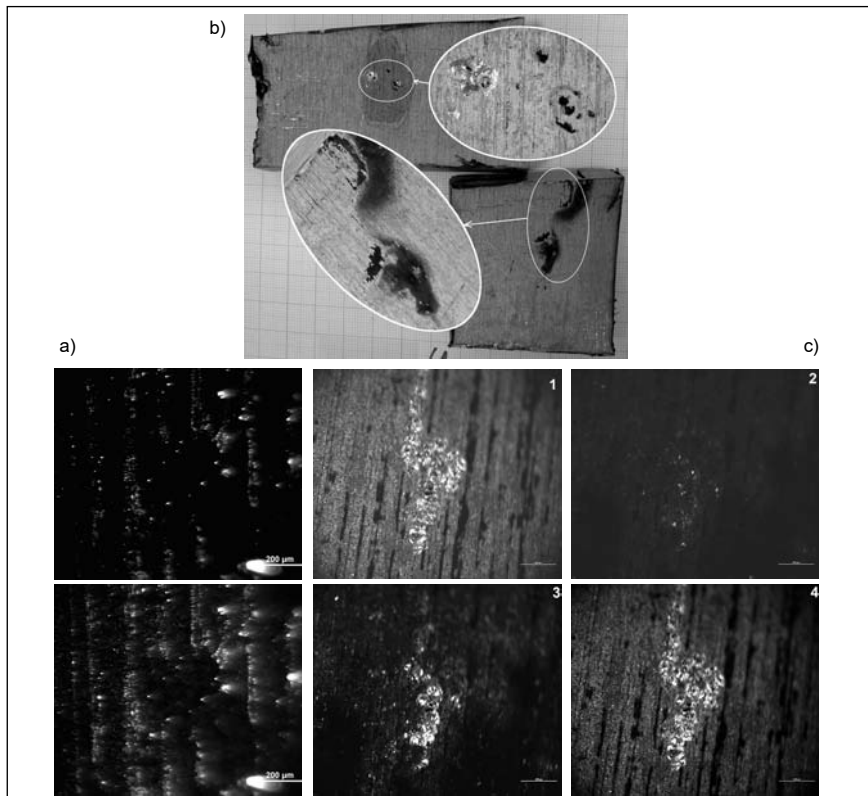
létében is szerepet játszhat a biofilm kialakulásában. A csővezeték aljáról összegyűjtött korróziós terméken elvégzett BART-csőves vizsgálatok (*Biological Activity Reaction Test, BART*) [8] igazolták a vasoxidáló és vasredukáló baktériumok, a heterotróf és nyákképző baktériumok jelenlétét is. A rendszerben nem tudunk kimutatni szulfátredukáló baktériumokat.

Fluoreszcens mikroszkópiai vizsgálat eredményét mutatja a 2. ábra. A korrodált területeken található élő és elhalt sejteket a korróziótermékeken a 2a ábra, tisztítást követően a korróziós bemaródásokon belül a 2c ábra mutatja. A korróziós bemaródások felülete fényes és fémes jellegű, ami aktív korróziós mechanizmusra utal.

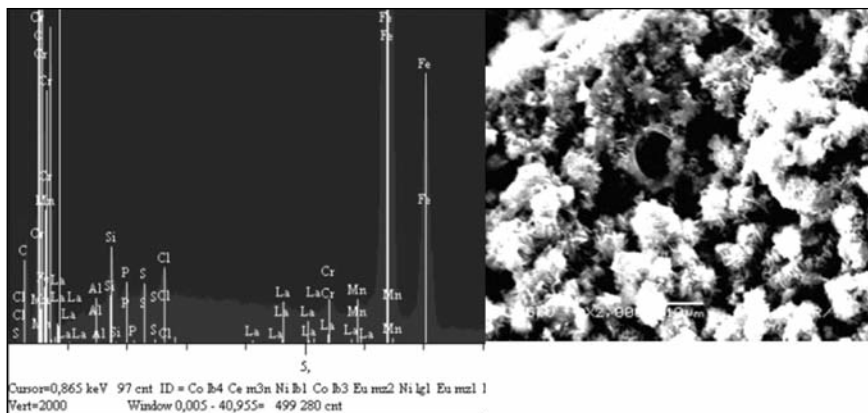
Egy másik korróziós terület SEM/EDX elemzése foszfort, ként és karbonot mutatott ki a korróziós hely oldalán, amely mikrobiológiai folyamatra utalhat. A 3. ábra jobb oldali képének pásztázó elektronmikroszkópos felvétele magát a korróziós mélyedést és körülötte a porózus korróziós terméket mutatja, míg a bal oldalon az EDX-elemzés spektruma látható.

3.1.2. Az oxidréteg vizsgálatának eredményei

A szakirodalmi és saját eredményeink egyaránt azt sejtetik, hogy a futtatási színeként megjelenő oxidréteg, azaz a csövek némelyikének hegesztési révéje, a korróziós folyamatban fontos szerepet játszik. A folyamat jobb megértésének és az irodalmi adatok aktuális adatokkal való igazolásának érdekében részletesen elemeztük az oxidréteg meghatározó jellemzőit. Az elemzés a hegesztési folyamat model-



■ **2. ábra.** Fluoreszcens mikroszkópos vizsgálat. a) Élő sejtek (fent) és egymásra vetített képek (lent) a korróziótermék felületén; b) korrodált felület; c) (1) megvilágítás fehér fényel, (2) élő sejtek, (3) elhalt sejtek, (4) egymásra vetített képek



■ **3. ábra.** Porózus korróziótermék (jobb) és annak EDX-spektruma

lezésével előállított mintákon kialakult oxidréteg összetételének és szerkezetének feltárására irányult.

A GD-OES, azaz ködfénykísüléssel gerjesztésű, optikai emissziós spektrometria az oxidréteg vastagságának mérésére és összetételének közelítő meghatározására képes. A 4. ábra a hőhatásövezethez való átmenetben mutatja a GD-OES-technikával mért intenzitásokat. Ebből az olvasható ki, hogy az oxigén koncentrációja és a nikkeltartalom eloszlása – amelyeknek kicsi a diffúzióval történő mozgásra való hajlama – jelezheti az oxidréteg határát, amelynek vastagsága

kb. 10 nm. A hőhatásövezet közepében az oxidréteg vastagsága 50 nm-hez közelít, míg az átlagos felületen kialakuló passzív réteg vastagsága nem haladja meg a 3–4 nm-t. Az Fe, a Cr és a Ni intenzitása ebben a mélységben már eléri az alapanyagra vonatkozó összetételnek megfelelő értékeket. A korrózió szempontjából az oxidréteg szerepe meghatározó jelentőségű, mivel ez kevesebb krómot tartalmaz, mint az átlagos passzív réteg, és kevésbé kedvező a króm-oxid/króm és a króm/vas aránya. Másrészt a vastagabb oxidréteg a kifejlődése közben nagy mennyiségű krómot von el a

reve alatti területről, ellentétben a szokásos passzív réteg kialakulásakor létrejövő helyzettel.

Transzmissziós elektronmikroszkópos (TEM) vizsgálattal is hasonló vastagságú oxidréteg volt azonosítható. A felületre merőleges metszetben a ragasztó jelzi a minta külső szélét, amint az az 5. ábrán is megítélhető. A ragasztóréteg alatt közvetlenül egy 50–100 nm vastagságú, amorf oxidréteg látható.

3.2. A csővezeték belső felületének szemrevételezéses ellenőrzésekor készített felvételek értékelése

Elemeztük és értékeltük a hivatásos vizsgáló szervezetek által 2015–2017 között, a csővezetékrendszer belső felületéről készített videófelveteleket. Az elemzés alapján az alábbi következtetésekre jutottunk:

- Ha csak a károsodott, azaz korróziós foltok számát vizsgáljuk, ezeknek közel 60%-a a hegesztett kötések közelében helyezkedett el. Mivel a hegesztési varratok a teljes csővezeték felületének csak töredékét teszik ki, a varratok sebezhetősége korróziós szempontból nagyságrendekkel túlhaladja a csövek hegesztett kötésektől mentes felületeit.
- A korróziós termékekkel fedett felület a varratok 80–90%-át, azaz a hőhatásövezet gyökoldalát és az eredeti anyagnak a hőhatásövezethez közeli, futtatási színnel fedett sávját érinti. A korrodálódott területek többi részét a cső alapanyagán lehetett azonosítani. A korróziót elsősorban az áramlás irányában, a varratok után lehetett megfigyelni.
- Egyértelműnek látszik – habár nem kizárólagosan – a varratok és a többi felület korróziója közötti közvetlen kapcsolat. A lyukkorrózió a varratokon és a sima csőfelületek azon helyein is megjelenhet, amelyeket a hűtőközeg által szállított korróziótermék fed, továbbá azokon a helyeken, ahol a mikrobiológiai hatás az átlagnál sokkal kifejezettebb.

3.3. A korróziós folyamat szimulációja és eredményeinek elemzése

A laboratóriumi vizsgálatok mellett különböző szimulációkat is végeztünk.

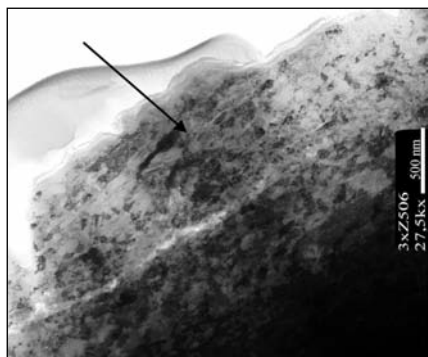
Szimuláltuk az üzemeltetés körülményeit, beleértve a sugárzás hatását, valamint a hegesztési folyamatot.

3.3.1. A korróziós folyamat egységes modellezése

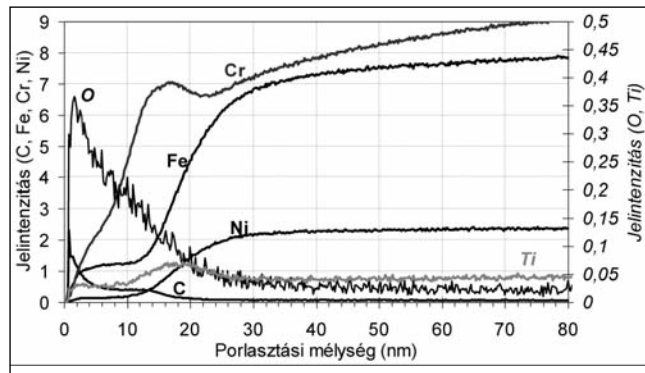
A korróziós folyamatot befolyásoló minden egyes tényező összesített hatásának tanulmányozása céljából modellkísérleteket végeztünk. Ezek a tényezők a következők voltak: gyökvédelem nélküli varratok, differenciális szellőzés, korróziótermék-lerakódások, a mikrobák és kloridionok jelenléte. A kísérleti paramétereiket a korróziós folyamatra nézve szélsőségesen választottuk meg. A közeg sokkal agresszívebb volt, mint a pihentető medencében, aminek eredménye a gyorsabban lejátszódó korróziós folyamat volt. A kísérleti berendezés elrendezési vázlatát a 6. ábra bal oldalán, míg jobb oldalon maga a berendezés látható.

A kísérlet eredményeit értékelve az alábbi következtetésekre jutottunk:

- A nagy katód/anód felületarányú, differenciális szellőzésű cella hosszú idejű működtetése (46 nap) megerősítette azt, hogy a gyökvédelem nélküli varratok korróziós érzékenysége igen nagy. Az ilyen minták tízszer nagyobb korróziósebességet mutattak, mint a varrat nélküliek.
- Az anaerob körülmények között végrehajtott differenciális szellőzés szimulációja bizonyította a szilárd felületeken a biofilm keletkezését. A biofilm még bórsav jelenlétében is kialakult. A biofilm megjelenése elő-



■ 5. ábra. A hegesztési revével fedett felületi réteg szerkezete a felületből preparált TEM-fólián



■ 4. ábra. Az elemek GD-OES-jelintenzitás a porlasztási mélység függvényében, a sárgásbarnára elszíneződött felületen

feltétele a mikrobiálisan befolyásolt korrózió kialakulásának.

- A minták gyökoldali részén meg lehetett figyelni a lyukkorrózió kialakulásának kezdeti lépéseit; továbbá a korróziótermékek, a mikrobákból álló biofilm és az anyagcseretermékek által alkotott gümők (tuberkulumok) kialakulásához vezető folyamat kezdetére utaló nyomokat is találtunk. Hangsúlyoznunk kell, hogy ezek a károsodási folyamatok viszonylag rövid időn belül már megjelentek.

3.3.2. A hegesztés technológiai változóinak szerepe

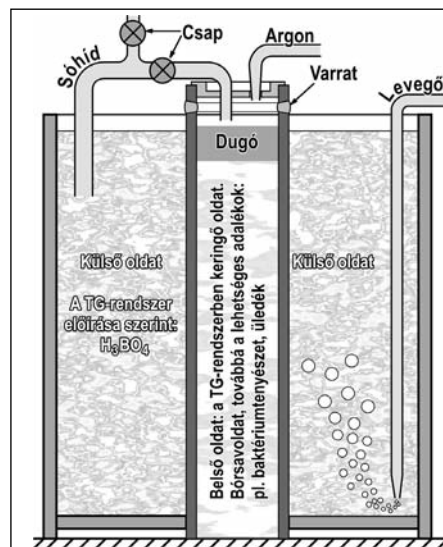
A hegesztési kísérleteket az eredeti WPS (*Welding Procedure Specification*, hegesztési technológia) előírásait követve végeztük el. Készítettünk egy referencia varratot, majd a következő technológiai tényezőket változtattuk:

- gyökvédelem (teljes elhagyás, hi-

nyos gyökvédelem, védelem csak a gyökhegesztésnél),

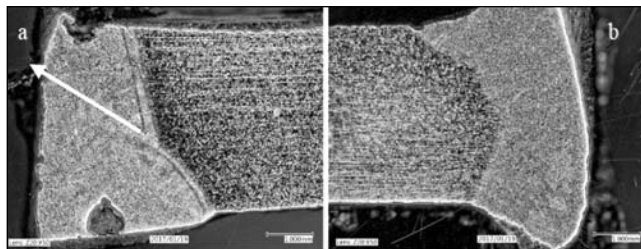
- alapanyagok előkészítése (hiányos, kivéve az él előkészítést),
- hőbeviteli korlát (túlzott hőbevitel),
- hőbeviteli korlát és gyökvédelem együtt (túlzott hőbevitel, hiányos gyökvédelem),
- gyökhézag (jelentősen megnövelt).

A hegesztett kötésből kimunkált minták belső felületét pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk, és elemeztük a kémiai összetételt a hegesztési varrat közelében. A lyukkorrózióra való hajlamot az ASTM G48 szabvány szerint vizsgáltuk [9]. A vizsgálatokhoz kétféle oldatot használtunk, amelyeknek FeCl_3 -koncentrációja eltérő volt (3,6 és 6%), és a korróziós vizsgálatokat két eltérő hőmérsékleten (szobahőmérsékleten és 50 °C-on) hajtottuk végre. A pihentető medence hűtésére szolgáló közeg hatását mechanikailag és bakteriológiailag szennyezett közeggel szimuláltuk. Az a tény, hogy a gyökvédelem nélküli minták mutatták a legnagyobb korróziós károsodást, alátámasztja azt a feltevést, hogy a gyökvédelemnek meghatározó szerepe van a hegesztési varrat korróziós érzékenységére. A 7. ábra példaként egy WPS előírásai szerint hegesztett, de gyökvédelem nélküli varrat keresztcsiszolatát mutatja.



■ 6. ábra. A differenciális szellőzést megvalósító modell és a berendezés négy független egységgel

Az 50 °C-on vizsgált minta korona- és gyökoldalán egyaránt láthatók beporodások, ami megerősíti a hőmérséklet hatását. Számottevően több korróziótermék képződött a MIK-et okozó baktériumokkal szennyezett oldatban, mint az ilyen baktériumok hiányában.



■ **7. ábra.** Gyökvédelem nélküli hegesztés: a) 50 °C, 3,6% FeCl₃; b) szobahőmérséklet, 6% FeCl₃

3.3.3. A gamma-sugárzás hatásának vizsgálata

Vizsgáltuk a gamma-sugárzás hatását a MIK-et okozó mikrobák életképességére. Kifejlesztettünk egy, a pihentető medencében uralkodó radioaktív sugárzási viszonyokra jellemző körülmények szimulációjára alkalmas vizsgálati elrendezést. Az eredmények alapján 100 kGy dózis megöli a mikrobákat, de az oldatok sterilítása csak akkor érhető el, ha a mikrobák koncentrációja nem haladja meg a 10⁷ ME ml⁻¹ értéket. Feltételezhető, hogy a pihentető medencében, a kiégett fűtőelemek közelében a mikrobák döntő többsége néhány óra alatt elpusztul. Azonban a hűtőközeg áramlása és a hűtőkörök váltott üzeme miatt a gamma-sugárzás nem képes teljes mértékben sterilizálni a közeget, így a mikrobák elérhetik a hűtőrendszer olyan távolabbi felületeit, ahol a dózisteljesítmény már kicsi.

4. Az eredmények értékelése, következtetések

Az elért eredményeket értékelve – beleértve a kutatás I. fázisának eredményeit is, lásd [1] – a következő általános állásfoglalást és következtetéseket fogalmazzuk meg. A korrózió szempontjából a pihentető medence hűtőrendszere komplex és nyitott rendszernek tekinthető. A korróziós viselkedést számos tényező, valamint ezek kölcsönhatása határozza meg. Az egyes tényezők egyedi hatása és relatív súlya változhat, és a megfigyelt helyi, lyukkorróziós károsodás nem vezethető vissza egyetlen jól meghatározható tényezőre vagy okra.

A hűtőközeg átlagos és jellemző kloridion-koncentrációja és bórsavtartalma egyedül vagy más tényezőkkel együtt sem tudja kiváltani a megfigyelt korróziós folyamatot. A csövek szerke-

zeti anyaga kielégíti a szabványos követelményeket.

A csővezeték számos hegesztési varratának belső felületén nemkívánatos futtatási szín, más néven hegesztési reve van jelen. Az ilyen felületeknek és a közvetlenül e felületek alatt lévő területeknek a kémiai összetétele eltér attól az összetételtől, amely a megfelelő passziválódási feltételeket biztosítani tudja. Így ezeknek a felületrészeknek a korróziós ellenállása a termikus folyamat eredményeképpen lecsökken.

A jellemző bórsavtartalmú hűtőközegben változatos mikroorganizmusok növekednek; néhány, MIK-kel korábban összefüggésbe hozott mikroorganizmust azonosítottunk. A mikroorganizmusok számára optimális hőmérséklet 15–40 °C között van, amely megfelel a hűtőrendszer működési hőmérséklet-tartományának. A hűtőközeg összetételétől és az üzemeltetési feltételektől (periodikus működés, stagnálás) függően a hegesztési varratok körüli termikus oxidréteg, vagyis a hegesztési reve, elősegíti a MIK kialakulásában részt vevő mikroorganizmusok megtapadását. A biofilm képződése miatt helyileg csökken ezeknek a területeknek az oxigénellátottsága, és ennek következtében helyi differenciális szellőzésű cellák alakulnak ki. A biofilmen belüli reakciók általában lokalizálódnak, és befolyásolják az elektrokémiai folyamatokat, jellemző módon meggyorsítva azokat, aminek helyi korrózió a következménye.

5. A károsodási folyamat lehetséges mechanizmusa

A vasoxidáló baktériumok az energiájukat a Fe²⁺ ionoknak Fe³⁺ ionokká való oxidálásából nyerik. Ezeknek a baktériumoknak az aktivitása következtében barlangszerű, narancsvörös színű vas-oxid-lerakódás (tuberkulum)

képződik. A vas-oxid-lerakódás blokkolja az oxigén transzportját a felülethez, és megfelelő feltételeket teremt a vasredukáló baktériumok működéséhez. Ennek következtében ezek az oxigénben szegény területek anódként viselkednek a környező területek oxigénben gazdag katódos területeihez viszonyítva. Amint az anódos területen a fém oxidációja (elektronleadása) lejártszódik, az újonnan keletkezett fémionok hidrolízise következtében a pH lecsökken. Ezek a folyamatok a korróziósebesség megnövekedéséhez vezetnek, az újrapassziválódást okozó oxigén hiánya miatt.

A tuberkulumok porózus szerkezetében, helyi hatások következtében a hűtőközeg kloridion-koncentrációja helyileg megnövekedhet. Figyelembe véve, hogy a biofilmen belül korlátozott az áramlási sebesség, oxigénben szegény és kloridionokban gazdag közeg jöhet létre, egyértelműen elősegítve a helyi elem hatásának érvényesülését. A hűtőközeg áramlása közben a korróziótermék leválhat a felületről, és tovább sodródhat az áramlás irányába. Ezeknek a korróziótermékeknek bizonyos része megtapadhat a rendszer más helyein. A sodródó korróziós termékek egyaránt tartalmazhatnak vas-hidroxidot, valamint a tuberkulumokból származó élő és elhalt mikroorganizmusokat.

6. Összefoglalás

Az atomerőmű egyik technológiai rendszerében hosszú idejű üzemeltetés után helyi korróziós károsodási jelenséget azonosítottunk. Átfogó vizsgálati programot dolgoztunk ki a károsodás meghatározó okának felderítésére. A program különböző korróziós tesztekkel, mechanikai, szövetszerkezeti és mikrobiológiai vizsgálatokból, valamint az üzemeltetési feltételek és a hegesztési körülmények szimulációjából állt. A vizsgálatok eredményeinek értékelése és elemzése alapján azonosítottuk a korróziós károsodás meghatározó tényezőit. Ezek a következők: a hőhatásövezet fedő oxidréteg és az ennek közelében kialakuló, azzal összefüggésben lévő, megnövekedett korróziós érzékenység, a mikroorga-

nizmusok hatása és az üzemeltetési feltételek, kiemelten a hűtőközeg áramlási sebessége, stagnálása és kis hőmérséklete.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki Radnóczy Györgynek a TEM és Török Tamásnak a GD-OES-vizsgálatok elvégzéséért és a vizsgálatok eredményeinek a kiértékeléséért.

Irodalom

[1] Trampus P. et al: 2017 Investigation of local corrosion degradation

developed on a pipeline system in service period Materials Science Forum **885** 92

[2] Adley C. C. et al: 2005 Ralstonia pickettii: biofilm formation in high purity water The Biofilm Club 151

[3] Gales G. et al: 2004 Action of an aerobic hydrogenotroph bacteria isolated from ultrapure water systems on AISI 304 stainless steel Proc. Int. Conf. EUROCORR 2004 (Nice) 11

[4] Kuever J.: 2014 The Prokaryotes Chapter: The family of Burkholderiaceae Springer 759

[5] Pavissich J. P.: 2010 Culture dependent and independent analyses of bacterial communities involved in copper plumbing corrosion Journal of

Applied Microbiology **109** 771

[6] Wang H. B. et al: 2012 Effects of disinfectant and biofilm on the corrosion of cast iron pipes in a reclaimed water distribution system Water Res **46** 1070

[7] Percival S. J.: 1999 The effect of molybdenum on biofilm development Ind Microbiol Biotech **23** 112

[8] <http://www.dbi.ca/StandMeth/> {checked at December 12, 2017}

[9] ASTM G48 – 11 2015 Standard Test Methods for Pitting and Crevice Corrosion Resistance of Stainless Steels and Related Alloys by Use of Ferric Chloride Solution, ASTM International, West Conshohocken, PA.

SÁLYI ZSOLT – BENKE MÁRTON

Bevonat nélküli és TiB₂ bevonattal ellátott C45, valamint W302 acélok viselkedése nyugvó SAC forraszolvadékokban*

Bevonat nélküli és TiB₂ bevonattal ellátott C45-ös, valamint W302-es acélok viselkedését, határfelületi reakcióit vizsgáltuk nyugvó SAC ólommentes forraszolvadékokba merítve.

A szakterületen már számos hazai és nemzetközi folyóiratban jelent meg publikációnk, ezért ez a cikk az elért eredményeink összefoglalására koncentrál. Az oldódási tesztek 320 °C-os forraszfűrdőben 5, valamint 20 napig végeztük el. A mikroszerkezet-vizsgálatok kimutatták, hogy azoknál az acéloknál, ahol nem alkalmaztunk TiB₂ bevonatot, a forraszanyag és az acél határfelület között már öt nap oldódási teszt után is FeSn₂ intermetallikus réteg alakul ki, tehát Fe-atomok oldódnak ki az alapfémből. Az elvégzett vizsgálatokra alapozva megállapítható, hogy a TiB₂ bevonat mindkét vizsgált acélon ellenálló határfelületet hozott létre az agresszív forraszanyag és az alapfém között.

Bevezetés

A mikroelektronika és a nyomtatott áramkörök egyre szélesebb körben való elterjedése kedvezően hatott a forrasztóipar fellendülésére és térhódítására. Magyarország Európa forrasztóközpontjának tekinthető, hiszen több multinacionális vállalat foglalkozik nagy tömegben ipari forrasztások-

kal és értékesítik termékeiket a világ legkülönbözőbb országaiban. A legnagyobb felvásárlók az autóiipari és az elektronikai, számítástechnikai partnerek. Igen fontos tehát az, hogy a forrasztott szerkezetek, áramkörök, kötések megfelelő minőségűek legyenek, ugyanis egy hibás forraszkötésen emberélet is múlhat. Az ipari forrasztószerszámok gyors tönkremenene-

tele azonban megnehezíti a termelékeny és precíz forraszkötések kialakítását, tönkremeneteli mechanizmusokról rendkívül kevés szakirodalom ad információt [1, 2]. Az azonban bizonyos, hogy az új fejlesztésű ólommentes forraszanyagok fokozottan károsítják a szerszám alapanyagát, csökkentve ezzel annak élettartamát. Több bevonatolási vagy felületmódosítási eljárást is alkalmaznak már a forrasztószerszámok védelmére, azonban ezek a megoldások ugyan lassítják a tönkremenetelt, viszont a szerszám nedvesítőképességét lerontják. Ezek az úgynevezett nemnedvesítő forrasztószerszámok. A jó nedvesítés elengedhetetlen olyan forraszkötések létrehozásánál, ahol nagyon pontos és

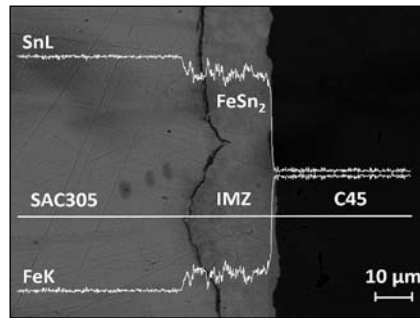
Sályi Zsolt 2016-ban szerzett MSc anyagmérnöki diplomát a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán, jelenleg PhD-hallgató.

Dr. Benke Márton a Miskolci Egyetem Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetében egyetemi docens.

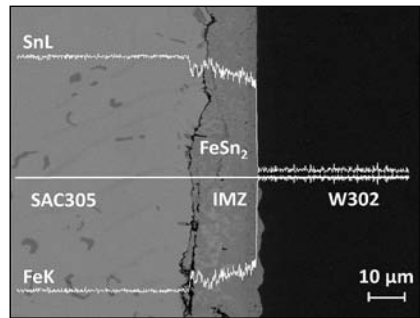
*Munkánk előzménye a BKL Kohászat 151. évfolyam, 2018/3. számában megjelent cikkünk, valamint más saját és irodalmi közlemények eredményeinek összefoglaló értékelése.

kis méretű kapcsolódást akarunk létrehozni anélkül, hogy az áramkör szennyeződjön és az áramvezető lábak között rövidzárlat alakulna ki. Nedvesítő forrasztószerszámok alkalmazása a szerszám jelentős élettartam növekedésével jár. A megfelelő nedvesítés biztosítása miatt ezek a szerszámok acéلبól, egészen pontosan úgynevezett ARMCO vasból készülnek. Az acél és az Sn-tartalmú agresszív forrasztóvadék már a forrasztási hőmérséklet alatt is reakcióba lép egymással, Fe-atomok oldódnak ki az acéلبól, amely rövid idő alatt a szerszám degradációjához, majd pedig cseréjéhez vezet. A szakirodalom szinte egyáltalán nem, vagy csak nagyon kis hangsúlyt fektet a forrasztószerszámok élettartam növelésére. *Nishikawa* és társai bebizonyították, hogy a forrasztóanyag Co-ötvöztetésével a forrasztószerszámok élettartama megnövelhető [3]. Az eljárást azonban csak kísérleti körülmények között alkalmazták, ugyanis a forrasztóanyagok összetételét és a forrasztókötések minőségét szigorú szabványok írják elő. *Watanabe* és társai karbon nanocső-vas kompozit (MWCN-Fe) viselkedését és oldódással szembeni ellenálló képességét vizsgálták. A kísérleteikre alapozva megállapították, hogy a kompozit anyag ellenállóan viselkedik, azonban a forrasztóvadékkal való nedvesítőképeség csökken, továbbá a kompozit előállítása is bonyolult és jelentős költségekkel jár [4].

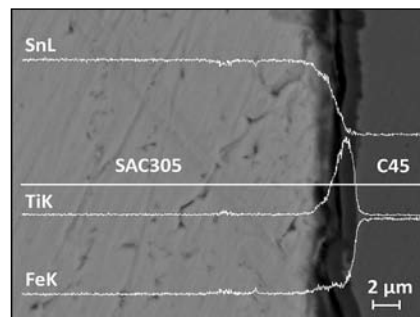
Eddigi közleményeinkben nyugvó ólommentes forrasztóvadékban vizsgáltuk különböző összetételű karbonitridált acélok ellenálló képességét. Igazoltuk, hogy ezen acélok oldódással szembeni ellenálló képessége rendkívül jó, emellett pedig a felületet a forrasztóvadék jól nedvesíti [5–7]. Egy másik potenciális forrasztószerszámbevonat vizsgálatát és tesztelését egy korábbi kutatásunkban már elkezdtük, és be is számoltunk róla [8]. Ezt a TiB_2 bevonatot kopással szembeni ellenálló képessége, keménysége és nagy olvadáspontja miatt az ipar több területén is eredményesen alkalmazzák [8]. Az is köz tudott, hogy a TiB_2 bevonat környezeti hőmérsékleten ellenáll az oxidációnak a felületén kialakuló komplex Ti- és B-oxidok miatt, magas hőmérsék-



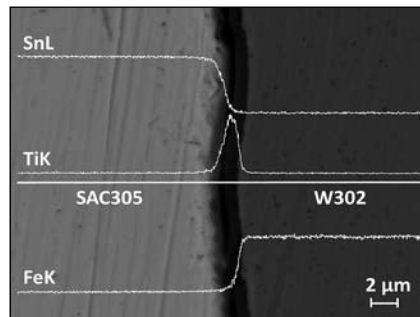
■ 1. ábra. TiB_2 bevonat nélküli C45 acél-minta 5 nap oldódási teszt után [5]



■ 2. ábra. TiB_2 bevonat nélküli W302 acél-minta 5 nap oldódási teszt után



■ 3. ábra. 20 napos oldódási teszten átesett TiB_2 bevonattal ellátott C45-ös minta keresztmetszete, valamint az Sn, Fe és Ti elemek vonalelemzési eredménye



■ 4. ábra. 20 napos oldódási teszten átesett TiB_2 bevonattal ellátott W302-es minta keresztmetszete, valamint az Sn, Fe és Ti elemek vonalelemzési eredménye

leten (~ 1000 °C) viszont ez az oxidréteg elbomlik [8].

Jelen munkánkban célunk összegezni a publikációink legjelentősebb eredményeit, és egy ötvözetlen, vala-

mint egy erősen ötvözött acél határületi reakcióinak vizsgálatán keresztül ismertetni a tönkremenetelhez vezető okokat és azok megakadályozását. Az elért eredmények a forrasztóipari vállalatok számára is kedvezőek lehetnek, és elősegíthetik a szerszámok élettartamának növelését. További terveink között szerepel a TiB_2 bevonat előállítása PVD technikával laboratóriumi körülmények között, valamint a bevonat mikroszerkezetének vizsgálata. A bevonatot ipari forrasztószerszámon is szeretnénk tesztelni.

Elvégzett vizsgálatok

Vizsgálatainkhoz $7 \times 13 \times 18$ mm téglalatest geometriájú próbatesteket munkáltunk ki C45 és W302 típusú acél alapanyagokból. A darabok méretét az oldódási szimulátor befogadóképességéhez igazítottuk. A mintakivágást a darabok ausztenítését követően 860 °C-on 30 percig légtérű kemencében, majd egy szobahőmérsékletű vízben történő edzés. Az edzés után egy megeresztő hőkezelés történt 600 °C-on 20 percig, ami után a darabokat kivettük a kemencéből és levegőn hűttek tovább szobahőmérsékletre, majd síkköszörűvel eltávolítottuk a dekarbonizálódott réteget a felületről. A TiB_2 bevonat kialakítását PVD technológiával a Fraisa Magyarország Kft. végezte el. A bevonatolási eljárás előtt az acélminták felületét Ar^+ bombázással oxidmentesre tisztították, mely tisztítási eljárás után körülbelül 1 µm vastagságú TiB_2 bevonatot választottak le $5 \cdot 10^{-3}$ Pa vákuumban. A TiB_2 bevonat nélküli és a bevonattal ellátott mintákat 320 °C-os nyugvó SAC (Sn-Ag-Cu) forrasztóvadékba merítettük 5, illetve 20 nap időintervallumig, egy általunk kifejezetten erre a célra kifejlesztett oldódási szimulátorban [5]. Az oldódási tesztek minden esetben megszakítás nélkül 5, illetve 20 nap időtartamig tartottak. Az előzetes számítások után meghatározott tesztidő lejárta után a szimulátor fűtését lekapcsoltuk, és a mintákat a forrasztóvtözetbe fagyasztottuk. A megszilárdult forrasztóvtözet körbefogó boroszilikát-tégelyt mechanikusan szétvágtuk, majd a mintákat kimunkáltuk a forrasztóvtözetből úgy, hogy a SAC/ TiB_2 határületet a mikroszerkezet vizsgálatokhoz ép maradjon. A minták befagyasztása a for-

raszűrdőbe lehetőséget biztosított arra, hogy a mintadarabok felülete ténylegesen azzal a forrasztérfogattal érintkezzen, amellyel a szimuláció ideje alatt reakcióban volt. Az oldódási tesztek után a kimunkált mintákat beágyasztuk, melyekből keresztcsiszolatok készültek. Az acélok előkészítésére alkalmazott metallográfiai eljárással (mechanikai csiszolás, polírozás, maratás 2%-os Nitalban) a mintákat előkészítettük a mikroszerkezet vizsgálatokhoz. A keresztcsiszolatokon az érintkező határfelületek pásztázó elektronmikroszkópos és energiadiszperzív spektroszkópos vonalelemzés vizsgálatait hajtottunk végre (SEM+EDS) Zeiss Evo MA10+EDAX típusú berendezéssel.

Eredmények

Az 1. ábra a TiB₂ bevonat nélküli C45-ös acélminta pásztázó elektronmikroszkópos felvételét mutatja 5 nap oldódási teszt után. A felvételen már ilyen rövid tesztidőt követően is megjelenik egy kb. 15-20 μm vastagságú réteg a szubsztrát és a forrasztóanyag között. A vonalmenti elemeloszlás-vizsgálat rámutatott arra, hogy a kérdéses rétegben az Fe-koncentráció megemelkedik, míg az Sn koncentrációja lecsökken a forrasztóanyag Sn-tartalmához képest. Ez arra utal, hogy már 5 nap oldódási teszt után is kialakul egy összefüggő FeSn₂ intermetallikus vegyülefázis a szubsztrát és a forrasztóanyag között, tehát a szerszám tönkremenetelét okozó fizikai-kémiai folyamatok már ilyen rövid idő után is jelentkeznek.

A 2. ábra a TiB₂ bevonat nélküli W302-es acélminta pásztázó elektronmikroszkópos felvételét mutatja 5 nap oldódási teszt után. A pásztázó elektronmikroszkópos felvételek az erősen ötvözött acél esetében is az intermetallikus vegyülefázis jelenlétét mutatták ugyanúgy, mint az ötvözetlen C45-ös acél esetében. A vonalmenti elemeloszlás-vizsgálatok itt is bizonyították az Fe-atomok kioldódását a szubsztrátból. Az acél magas Cr-, V- és Mo-tartalma ellenére a szerszám tönkremenetelét okozó FeSn₂ intermetallikus vegyülefázis kialakulása már ilyen rövid idejű oldódási teszt alatt is megtörténik.

A 3. ábra a TiB₂ bevonattal ellátott

C45-ös acélminta pásztázó elektronmikroszkópos felvételét mutatja 20 nap oldódási teszt után. Megfigyelhető, hogy a PVD bevonat a szubsztrát felületén egyenletes vastagságú, és megfelelő határfelületet biztosít a forrasztóanyag elválasztására az acél alapanyagtól. A felvételekből továbbá az is kiderül, hogy 20 nap oldódási ciklus után sem alakul ki intermetallikus vegyülefázis a forrasztóanyag és az acél között. A vonalelemzés kimutatta, hogy a TiB₂ megakadályozza az Fe-atomok kioldódását az acélból, így pedig az FeSn₂ intermetallikus vegyülefázis kialakulása sem következik be. Az agresszív forrasztóanyag a TiB₂ bevonatot sem károsította, vagyis a réteg ellenállóan viselkedik az új ólommentes Sn-alapú forrasztóval szemben.

A 4. ábra a TiB₂ bevonattal ellátott W302-es acélminta pásztázó elektronmikroszkópos felvételét mutatja 20 nap oldódási teszt után. A felvételen megállapítható, hogy a bevonat ezen az ötvözet típuson is kialakítható egyenletes vastagságban. A vonalelemzés-vizsgálatok alapján kijelenthető, hogy a TiB₂ ezen az acélon is jó ellenállást mutat az Sn-alapú forrasztóval szemben. Sem a bevonat beoldódása, sem pedig az Fe atomok diffúziója nem történik meg, tehát a TiB₂ a W302-es acél szubsztráton is ellenálló határfelületet biztosít az agresszív ólommentes forrasztóval szemben.

Következtetések

A nyugvó SAC forrasztóval szemben a TiB₂ bevonat nélküli C45 és W302 acélmintákon a tönkremenetelt okozó FeSn₂ intermetallikus vegyülefázis már 5 napig végzett oldódási teszt után is megjelenik. A PVD TiB₂ bevonattal ellátott acélok 20 napig tartó folyamatos (éjjel-nappal tartó) oldódási tesztek után is ellenállóan viselkedtek az ólommentes forrasztóval szemben. Az FeSn₂ intermetallikus vegyülefázis kialakulását a TiB₂ bevonat mindkét vizsgált acél szubsztráton megakadályozta. Az eredményekből következik, hogy a TiB₂ bevonat ellenállóan viselkedik az Sn-alapú SAC típusú forrasztóval szemben függetlenül attól, hogy a bevonat melyik szubsztráton alakult ki.

Köszönetnyilvánítás

Sályi Zsolt munkáját a Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése projekt támogatta. A cikkben ismertetett kutatómunka egy része az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű projekt részeként, a Széchenyi 2020 keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1] Benke Márton – Sályi Zsolt: Szelektív forrasztószerszámok tönkremeneteli mechanizmusa, BKL Kohászat (2015) 148:(3) pp. 2–4.
- [2] Sályi Zs. – Benke M.: Examination of Fe-Sn Intermetallic Layer Formation on C45 Steel in Calm SAC305 Solder Melt, The Publications of the Multi-Science – XXX. microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference, 2016. pp. 1–6.
- [3] Nishikawa, H. – Komatsu, A. – Takemoto, T.: Interfacial reaction between Sn-Ag-Co solder and metals, Mat Trans 46 (2005) 2394–2399.
- [4] Watanabe, J. – Sekimori, N. – Hatazawa, K. – Uetani, T. – Shohji, I.: Study on erosion resistance characteristics of Fe-MWCNT composite plating with respect to lead-free solder, J Phys, Conf. series 379 (2012) 1–10.
- [5] Benke M. – Sályi Zs. – Kaptay, G.: Investigation of dissolution resistance of blank and gas-nitrided carbon steels in stationary SAC305 solder alloy melt, J. Min. Metall. Sect. B-Metall. 54 (3) B (2018) 283–290.
- [6] Sályi Zsolt – Veres Zsolt – Baumli Péter – Benke Márton: Development of nitrided selective wave soldering tool with enhanced lifetime for the automotive industry, Lecture notes in Mechanical Engineering F12: pp. 187–195. (2017)
- [7] Sályi Zsolt – Veres Zsolt – Benke Márton: Nitridálás alkalmazása forrasztó szerszám élettartamának növelése céljából, XXVII. Hőkezelő és anyagtudomány a gépgyártásban országos konferencia és szakkiallítás külföldi résztvevőkkel. 216 p. 2016. pp. 202–206.
- [8] Benke Márton – Sályi Zsolt – Rugóczy Péter: TiB₂ bevonattal ellátott C45 típusú acél viselkedése nyugvó SAC309 forrasztóval szemben, BKL Kohászat 151. évfolyam, 2018/3. szám

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar hírei

2019. március 21–23. között a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen tartották meg a XXXIV. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Műszaki Tudományi, valamint párhuzamosan a Kémia és Vegyipari Szekcióját.

A Műszaki Tudományi Szekcióban 412 előadás hangzott el, a legtöbb előadással a következő felsőoktatási intézmények neveztek:

1. BME 175 dolgozat,
2. Miskolci Egyetem 63 dolgozat,
3. Óbudai Egyetem 42 dolgozat

A karok szintjén nézve az elhangzott dolgozatok számát, megállapíthatjuk, hogy a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kara magasan túlteljesített a hallgatói létszám alapján elvárhatótól, hiszen karunkhoz köthető a második legtöbb dolgozat:

1. BME-GPK, 85 dolgozat,
2. ME Műszaki Anyagtudományi Kar, 31 dolgozat,
3. BME-ÉMK, 28 dolgozat.

A XXXIV. OTDK Konferencián karunk hallgatói kimagasló sikert értek el: öt 1. helyezett, három 2. helyezett, három 3. helyezett, valamint négy különdíjjal kitüntetett dolgozat született. Ezzel a kimagasló teljesítménnyel az abszolút számok (tehát nem a hallgatói létszámra vetített fajlagos értékek) alapján a harmadik legeredményesebb kar lett a Műszaki Anyagtudományi Kar (*I. táblázat*).

A párhuzamosan zajló Kémia és Vegyipari Szekcióban is sikerült eredményt elérni, egy hallgatónk különdíjban részesült.

	1. hely	2. hely	3. hely	Küöldíj
1. BME-GPK	16	20	6	16
2. BME-ÉMK	8	4	4	7
3. ME-MAK	5	3	3	4
...				
16. ME-GÉIK	0	2	0	3
...				
20. ME-MFK	0	0	1	2



■ A Műszaki Anyagtudományi Kar résztvevői – oktatók és hallgatók – az OTDK-n

Gratulálunk a kiválóan szereplő anyag- és kohómérnök hallgatóknak, valamint az őket felkészítő konzulenseknek!

A díjazott dolgozatok és szerzőik:

Első helyezett dolgozatok

Sepsi Máté (Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet): Roncsolásmentes kristálytani anizotropia vizsgálat anyagtudományi alkalmazása

Konzulens: dr. Mertinger Valéria, dr. Benke Márton

Sepsi Máté (Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet): A régészet és az innovatív roncsolásmentes textúravizsgálat egymásra találása a Seuso-lelet vizsgálat során

Konzulens: dr. Mertinger Valéria, dr. Benke Márton

Sepsi Máté kimagasló teljesítményéért, a jelenlegi és az előző OTDK-n elért összesen négy I. helyezéséért megkapta a Pro Scientia Aranyérmesek Társaságának különdíját.

Sikora Emőke (Kémia Intézet): Bambusz szerkezetű és többfalú szén nanocsövek összehasonlítása erősítő adalékanyagként PVC mátrixban

Konzulens: dr. Vanyorek László

Máté Miriam (Öntészeti Intézet): Különböző típusú tisztítósók zárva nyosságcsökkentő hatásának összehasonlító vizsgálata

Konzulens: Mende-Tokár Monika, Bíró Nóra

Bubonyi Tamás (Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet): Összetett mikroszerkezetek elrendeződésének jellemzése számítógépi képelemzéssel

Konzulens: dr. Barkóczy Péter

Második helyezett dolgozatok

Gyarmati Gábor (Öntészeti Intézet): Eltérő kezelősók olvadákinőésre gyakorolt hatásának vizsgálata AlSi7Mg0,4Cu0,5 ötvözet esetén

Konzulens: Mende-Tokár Monika, Bíró Nóra

Bubenkó Marianna (Öntészeti Intézet): A titán szemcsefinomító hatásának vizsgálata hipoeutektikus Al-Si ötvözetek esetén

Konzulens: Mende-Tokár Monika, Bíró Nóra, dr. Fegyverneki György

Bubonyi Tamás (Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet): Újrakristályosodás során végbemenő kristálytani orientáció változásának szimulációja sejtautomata módszerrel

Konzulens: dr. Barkóczy Péter

Harmadik helyezett dolgozatok:

Pethő Dániel (Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet): 3003 típusú alumíniumötvözet-lemezek fülesedése és textúra-komponensei közötti kapcsolat

Konzulens: dr. Benke Márton, Hlavács Adrienn

Jakab Zsófia (Energia és Minőségügyi Intézet): Műanyag hulladékok pirolízise folyékony tüzelőanyagok előállítására céljából

Konzulens: dr. Dobó Zsolt

Bárány Máté Tibor (Metallurgiai Intézet): Acéllemezek laboratóriumi pácolása

Konzulens: dr. Hári László, dr. Török Béla

Különdíjas dolgozatok

Gyökér Zoltán Dávid: (Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet): SAC 305 alapú forraszkompozitok fejlesztése

Konzulens: dr. Gergely Gréta, dr. Koncz-Horváth Dániel, dr. Gácsi Zoltán

Gyarmati Gábor (Öntészeti Intézet): Az olvadáskínóság pórusképződésre gyakorolt hatásának vizsgálata AISi7MgCu ötvözet esetén

Konzulens: Mende-Tokár Monika, dr. Mende Tamás, Kovács Zoltán

Nagy Miklós Nándor, Vincze Fanni Virág (Öntészeti Intézet): Hőkezelési paraméterek mechanikai tulajdonságokra gyakorolt hatásának

vizsgálata AISi9Cu1 ötvözet esetén

Konzulens: Mende-Tokár Monika, dr. Mende Tamás, Molnár Zsolt

Ilosvai Mária Ágnes (Kémia Intézet): Szuperparamágneses nanorészecskék szintézise szonokémiai módszerrel kombinált égetéssel eljárásal

Konzulens: dr. Vanyorek László

Kémia és vegyipari szekció – különdíjas dolgozat

Prekob Ádám (Kémia Intézet): Palládiumtartalmú nanoszerkezetű katalizátorok fejlesztése anilinszintézis céljából

Konzulens: dr. Vanyorek László.

Mende Tamás

Jubileumi év az Óbudai Egyetemen

Ha emlékezünk a történelemre, a mai Óbudai Egyetem szakmai elődjét 140 évvel ezelőtt, 1879-ben alapították mint Budapesti Állami Közép Ipartanodát, majd később megalakult a Mechanikai és Órásiipari Szakiskola is, amelyek a korabeli ipari fejlődést szolgálták ki. Ezen időszakban Magyarországon megindult a közoktatás fejlesztése és ezzel együtt az iskolaépítések időszaka is. Korábban csupán a Reáltanoda volt a számottevő, mint a műszaki életre előkészítő iskola (ma az Eötvös József Gimnázium), szinte egyedül volt a fővárosban.

Az Ipartanoda építészeti és vegyészeti szakosztállyal indult el, és ennek nyomán a Belezna-kertben 1883-ban megnyitották a Technológiai Iparmú-

zeumot is. A két „ipari tanlétesítmény” gyorsan fejlődött, modern elhelyezést igényelt, az új épület számára a főváros a József körút – Népszínház utca – Csokonai utca által határolt nagy telket adta. Hauszmann Alajos műegyetemi tanár tervei alapján 1885-ben indult az építkezés, és 1889-ben már elkészült a maig is látható impozáns épület, amelyet a népszerű „technológiának” nevezett (*l. képek*). 1889-től, amikor Állami Felső Ipariskolává lépett elő, már gépészeti, fém- és vasipari, vegyészeti és faipari szakosztályban folyt az oktatás. Ez az iskola az Iparmúzeummal együtt komoly nemzetközi elismerést is szerzett a hazai iparoktatásban. Az épület a későbbiekben volt műszaki könyvtár, ipari

technikum, majd Bánki Donát Főiskola, míg végül 2000-ben három főiskola (Bánki Donát Műszaki Főiskola, Kandó Kálmán Műszaki Főiskola, Könyvgyártási Műszaki Főiskola) összevonásával létrejött a Budapesti Műszaki Főiskola. 2010-ben ennek jogutódjaként alakult meg az Óbudai Egyetem.

A főiskolává válás és az egyetem megalakulásának jubileuma is jelen évünkre esik, így Réger Mihály rektor úrnak kijut az örömteli, de sok munkával járó eseményekből.

Az Óbudai Egyetem alapításának 10. évfordulóján további sikereket, jelentős eredmények elérését kívánjuk, és ehhez mondunk Jó szerencsét!

-ok-



■ Az Állami Felső Ipariskola épülete ma is áll



■ Az épület Csokonai utcai oldala

Interjú a 85 éves Boros Árpáddal, a diósgyőri kohászat nyugalmazott gazdasági igazgatójával

Boros Árpád küzdelmes, de eseményekben gazdag életútja

A beszélgetést lejegyezte: *dr. Nyitrai Dániel* (Ny.D.), a diósgyőri kohászat egykori műszaki és minőségbiztosítási igazgatója, az OMBKE Vaskohászati Szakosztály helyi szervezetének elnöke és *dr. Harcsik Béla* (H.B.), az MMKM Kohászati Múzeum muzeológusa, a BKL Kohászat szerkesztőségének tagja, a helyi szervezet titkára.

H.B.: Árpi bácsi! Arra kérjük, hogy legelőször beszéljen nekünk a szülőfalujáról és a gyermekkoráról!

Boros Árpád, a továbbiakban **B.Á.:** 1933. június 11-én, Égerszögön, egy Aggtelek melletti nagyon szép kis faluban születtem.

A szüleim – mint a falu egész Boros nemzedéke – földműveléssel foglalkoztak, ez az örökség jutott nekünk is. Mi öten voltunk testvérek, három fiú és két lány. Édesapánk azonban nagyon korán – 1945-ben –, 49 éves korában meghalt, az első világháborúban szerzett betegsége következtében. Így valamennyiünknek már gyerekként dolgozni kellett földjeinken. A ruházatunkra való pénzt pedig az erdőben való fakitermeléssel és az erdei gyümölcsök szedésével kerestük meg.

1949-ben – 16 évesen – a rudabányai ércbányába mentem dolgozni. Oda a faluból többen jártunk, a műszakkezdés előtt 12 kilométert kellett gyalogolni, ami nagyon fárasztó volt.

Ny.D.: Ismereteink szerint 1950-ben Miskolcra költözött és a diósgyőri kohászatba jött dolgozni. Ez hogyan és miért történt?

B.Á.: A rudabányai ércbánya és a szülőfalum közötti nagy távolság, korai felkelés, gyaloglás hosszú távra nem volt biztató számomra. Ezzel egy időben a barátaim pedig már a diósgyőri

gyárban dolgoztak és csábítottak is. A csábítás hatására és a jobb élet reményében 1950. augusztus 1-én – biciklivel – velük Miskolcra jöttem. Másnap reggel a városi Munkaerő-közvetítő Irodában jelentkeztem, és onnan kúldtek a diósgyőri kohászatba felvételre. Ott fogadtak és elkészítették számomra a fényképes gyári belépőt, amivel délután 14 órára már a Martin Acélmű kemencesorán kellett jelentkeznem munkára, ahol kegyetlen meleg volt.

A Martin kemencesoron dolgozva egy idő után az acélgyártást felügyelő mérnök – kedvesen mosolyogva – megkérdezte tőlem, hogy nem akarsz-e valami mást tanulni a gyárban, amire én nagy örömmel válaszoltam, hogy de igen. És mit szeretnél tanulni? Én vasesztergályos szeretnék lenni. Egy óra múlva közölte velem, hogy munka után jelentkezsek a gyár oktatási osztályán, ahol azonnal felvettek vasesztergályos tanulónak a Mechanikai Üzembe. Nagyon élveztem a szakmaváltást, a fémforgácsolást és a tanulást.

Minden nagyon jó volt, de a tanulónak nem járt fizetés és eközben albérletet kellett fizetni, azonkívül az élelemre is pénz kellett. Miután pénzt nem tudtam kitől kérni, édesanyámnak meg panaszkodni is szégyelltem volna, így csak egyetlen lehetőség volt számomra. A „rohammunka”, a vagon-ürítés és a téglapakolás délutánonként és éjszakánként, amiket a munka végén mindig készpénzben fizettek. E munkák végzéséről kegyetlen emlékeim vannak (mész és reve kipakolás, forró tűzálló téglarakodás), de helytálltam és mentem a megkezdett úton.

A tanoncidő után vasesztergályosként normában dolgozva 110%-os átlagom volt, de nem sokáig élvezhettem a szakmámat, mert leveényeltek a III. sz. Nagyolvasztó építéséhez dol-

gozni, miután azt 8,5 hónap alatt fel kellett építeni, az építőmunkás pedig kevés volt. Én a kohó felvonó- és a torokszerkezet szerelésén dolgoztam, a munka érdekes és élvezetes is volt számomra. A kohó határidőre elkészült, de a gépészeti vezetők engem már nem engedtek vissza a Mechanikába azzal az indokkal, hogy szerintük a kohó működtetésénél nagyobb szűkség van rám. A kohó fűvógépházába vezényeltek dolgozni, ahol munka mellett meg kellett tanulni a kazánpépsz és a turbinagépsz szakmát is.

H.B.: Ebben az időben azonban az egészséges fiatalembereknek a tényleges katonai szolgálatot is teljesíteni kellett. Mikor és hol töltötte a katonaidéjét?

B.Á.: A tényleges katonai szolgálatra 1953-ban, a Nyíregyházi Híradó Tiszthelyettesi Iskolába kaptam behívóparancsot. Az iskola egyéves volt, amit kitüntetéssel végeztem el, abban bízva, hogy a második év már kényelmesebb lesz. Ehelyett az „ipar kenyere a szén” akkori jelszó alapján, a szénbányászok számának növelése érdekében az Országos Bányász Alakulaton belül a Miskolci Zászlóaljhoz vezényeltek bennünket, ahonnan először az edelényi, majd az izsófalvai szénbányákba jártunk „fakarusszal” dolgozni. Én azonnal a szénfejtésre kerültem dolgozni, ahol nagyon kemény fizikai munka várt rám, de helytálltam. A bányavezetés javaslatára, a 10 hónapi kiemelkedő teljesítményem alapján a Szénbányászati Minisztériumtól „Kiváló Bányász” kitüntetést kaptam, amit akkor – a Miskolci Katonai Alakulat katonái előtt – *Maléter Pál* ezredes, a Bányász Alakulatok főparancsnoka adott át és tűzte a jelvényt a mellemre.

Ny.D.: A bánya vezetői szerintünk azt remélték, hogy a vágárelőkészítő iskola elvégzése után majd a bányában marad dolgozni. Milyen érzelmek és érvek döntöttek a gyárba való visszajövetel mellett?

B.Á.: A katonai szolgálat teljesítésének befejezése után bennem változatlanul a gyárba való visszajövetel és a megkezdett úton való továbbhaladás gondolata élt. Ezt is tettem, és a munka mellett – levelező tagozaton – a Gépipari Technikumban tanultam.

A kohók fűvógépházát időközben a Keleti Erőmű üzemhez csatolták, ahol a szorgalmas munka és a folyamatos tanulás eredményeként a turbinagépszakmában – vizsga alapján – a „Szakma Ifjú Mestere” kitüntető címet is megszereztem.

A vállalat vezetése a régi gázfűvógépek kiváltására új gőzturbina meghajtású fűvógép építését határozta el. A beruházás műszaki ellenőrzésére az üzem vezetése engem jelölt. A gép átadásánál a gép működőképességének bemutatását én vezényeltem le. Az átvevő üzem vezetésének ez a vállalkozásom úgy megtetszett, hogy a sikeres esemény után – egy rövid időn belül – Kiváló Dolgozóvá választottak és vezető gépésszé neveztek ki.

Az 1950-es évek végén a vállalat szervezési vezetői 20 főt – köztük engem is – arra kértek, hogy írásban véleményezzük a vállalat előző évi szervezési intézkedéseit. A feladat nekem nagyon tetszett, és rövid időn belül hasznomra is vált.

Ny.D.: Árpi bácsi! E sikeres tevékenysége után miért változott meg a pályafutása, hogyan került mégis a Gazdasági Igazgatóságra?

B.Á.: Szerintem a vállalat kombinatív tevékenységi köre iránti érdeklődésem következménye lett a változás oka, ugyanis 1959 végén a Gazdasági Igazgatóságra, egy kombinatív jellegű feladatra, műszaki gazdasági ellenőrt kerestek. *Dr. Almássy József* osztályvezető – a vállalat szervezési intézkedéseiről írt vélemények elolvasása után – beszélgetésre hívott magához. A beszélgetés végén azt kérte, hogy menjek hozzá dolgozni, ami 1961. január 14-én meg is történt. Először *Bozsik Pál* gazdasági igazgatóval és



■ Boros Árpád gazdasági igazgató a dolgozószobájában

Tóth András főkönyvelővel ismerkedtem meg és maradtam kapcsolatban. Az igazgatóság tevékenységének megismerése közben mindig a hibák okait és azok megszüntetésének megoldásait kerestem. Ezek között volt például a vállalat kocsiállás költségeinek a szerintem elfogadhatatlan nagysága, amin – a konkrét napi feladataim elvégzése mellett – erőteljesen elkezdtem dolgozni. Egy éves következetes munka eredménye alapján *Valkó Márton* vezérigazgató 1962 végén már a vállalat legjobb 50 dolgozója közé sorolt, amiről írásban értesített. A levelet még most is őrzöm.

A következetes és szorgalmas munka eredménye alapján 1964-ben osztályvezető-helyettes, 1967-ben osztályvezető, 1975-ben a Szervezési és Ellenőrzési Főosztály főosztályvezető-helyettese, 1983-ban az Igazgatási és Ellenőrzési Főosztály főosztályvezetője és egyben a 15 fős Igazgató Tanács titkára lettem.

1985-ben a megüresedett gazdasági igazgatóhelyettesi funkció betöltésére pályázatot írtak ki, amelyre – emlékezetem szerint – több mint tíz pályázat érkezett. Ennek ellenére 1986. január 10-én (nem pályázva) mégis engem neveztek ki gazdasági igazgatóhelyettesnek úgy, hogy az új munkaköröm ellátása mellett az Igazgató Tanács titkári feladatait továbbra is nekem kellett ellátni.

Az 1961-től elindult szakmai fejlődésem biztosítása érdekében – a szabadidőm rovására – esti és levelező tagozatokon végeztem a felsőfokú tanulmányaimat. A vezető-továbbképzést 1976-ban a Nehézipari Műszaki Egyetem, 1986-ban pedig a Budapesti Műszaki Egyetem keretei között végeztem el.

Az új gazdasági igazgatóhelyettesi beosztásom két évig viszonylag élvezetes volt, de utána kegyetlen időszak következett. 1987-ben az új bankrendszerek kialakításával egy időben a Magyar Hitelbank vezetése – minden indoklás nélkül – visszavonta az addig folyamatosan biztosított 2,2 Mrd forint forgóalappótló hitelűnköt, amit ezután már egyetlen banktól sem lehetett megkapni. A problémákat tovább növelte a KGST összeomlása, a külkereskedelmi válság megszűnése, az acélipari válság megjelenése.

A rendszerváltást követően pedig kezdődtek a privatizációk, amikből a diósgyőri kohászatot négy érintette és ezeket négy felszámolás követte. Én ezekből kettőt-kettőt éltem át gazdasági és pénzügyi igazgatóként és a felszámoló helyi megbízottjaként 2004-ig. Ekkor azonban 70 évesen – 54 évi szolgálat után – végleg kiléptem a gyárból.

Ny.D.: 2004-ben a gyárból való kilépésekor az igazgatói iratszekerényt ki kellett üríteni, ami ismereteink szerint nem volt egyszerű. Ez hogyan történt?

B.Á.: Igen, ez nem volt egyszerű, mert abban 36 év olyan iratai voltak, amelyek egy felelős vezetői munkakör ellátásához mindig szükségesek lehetek. Nagy részük irattárba került, a történeti értékű iratokkal pedig a Megyei Levéltárban, *Dr. Dobrossy István* igazgató úrnál jelentkeztem. Ő viszont egy rövid beszélgetés után beszervezett a „Tanulmányok Diósgyőr történetéhez” című könyvsorozat könyvíróinak sorába. A könyvsorozatban eddig 21 könyv jelent meg, amelyből én ötöt és egy különkiadást írtam, illetve jelentettem meg. 2013-ban az „Életem” megírása után a miskolci Lézerpont Stúdió Kft. igazgatójának, *Barna György* úrnak javaslatára mindamelllett még négy képeskönyvet is készítettem a diósgyőri kohászat életéről. Arról a gyárról, ahol a csúcsidejében közel 20 ezer ember dolgozott, és hosszú időn keresztül évi 1 millió tonna minőségi acél is tudtak gyártani. A könyveimben – figyelemfelhívásként – azt is leírtam, hogy a gyár alapítója, *Fazola Henrik* Miskolcon szobrot érdemel.

H.B.: Miskolcon mindenki tudja, hogy Árpai bácsi nagyon szereti a sportot, a labdajátékokat, amiből a munkája mellett nagyon szépen és eredményesen kivette a részét. Beszéljen nekünk erről is, hogy hogyan tudta mindent végezni?

B.Á.: A labdajátékokat már gyermekkoromban is nagyon szerettem, a gyár üzemi bajnokságaiban is aktívan szerepeltem. A felelős gazdasági munkám mellett 1982-től 1997-ig pedig a diósgyőri női kosárlabdázás szervezője és irányítója voltam. Kezdetben 1982-től 1991-ig a DVTK Kosárlabda Szakosztály, 1991–1997 között már a DKSK Klub elnökeként dolgoztam. 1998-ban a Klub örökös tiszteletbeli elnökévé választottak.

Irányításom alatt a Diósgyőri Női Kosárlabdacsapat jelentős sikereket (kilenc alkalommal dobogós helyet) ért el, amit 1993-ban Miskolc Megyei Jogú Város Közgyűlése „Az Év Sportolója Díj” adományozásával ismert el. A végzett sportvezetői munkáért 1984-ben az OTSH elnökétől a Magyar Népköztársaság Minisztertanácsa által alapított Kiváló Társadalmi Munkáért, 1995-ben a Belügyminisztertől a Magyar Sportért kitüntetés, 1998-ban a Magyar Kosárlabdázók Országos Szövetségétől elismerő plakettet, 2003-ban Miskolc Megyei Jogú Város Közgyűlésétől PRO URBE kitüntető címet kaptam.

Az általam irányított DKSK kiemelkedő eredményei alapján 1993-ban a Magyar Kosárlabdázók Országos Szövetségétől Miskolc Megyei Jogú Város megkapta a KOSÁRLABDA-SPORT VÁROSA kitüntető címet (emléktáblát és zászlót), ami szerintem egy nagyon szép elismerés a város számára. A felelős gyári munkaköreim ellátása mellett a DKSK elnöki teendői minden szabadidőmet lekötötték, de a mérkőzések hangulata – a további munkához – viszont mindig erőt adott és megszínezte az életemet.

H.B.: Milyen egyéb fontos kapcsolatai és feladatai voltak még?

B.Á.: A munkám során, részben a gazdasági vezetői munkaköreim, részben a sportban viselt tisztségem



■ Boros Árpád 2016-ban bemutatja a Diósgyőri Kohászatról készített hat szöveges és négy képekonyvét

alapján rendkívül jelentős és széleskörű kapcsolataim voltak. Elsősorban a Miskolci Egyetemen, ahol több fiatal munkatársamnak segítettem a tanulását, diplomamunkájának elkészítését, és az egyetem felkérése alapján végeztem el szakdolgozataik bírálatát. Több évtizede tagja vagyok, 1990-től 2000-ig pedig szakértője is voltam az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek.

Jelentős szerepem volt a Budapest, Bem József u. 20. szám alatt 1969-ben megnyílt Öntödei Múzeum létrehozásában is. Ezért jelképesen a múzeum alapításának 25., működésének 20 éves jubileuma alkalmából emléklapot kaptam.

2006-ban az „Északkelet–Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány”-nak egyik alapítója voltam, 2008-tól az MTA Miskolci Akadémiai Bizottság Tudomány- és Technikatörténeti Komplex Bizottság tagjaként tevékenykedtem.

Ny.D.: A rendkívül széleskörű tevékenységei során milyen maradandó élményei vannak?

B.Á.: A sok közül elsőként említtem, hogy 1983-ban az akkori Szovjetunió Cserepoveci Kohászati Kombinátjában egy 20 fős küldöttséget vezettem. Ott, mint testvérgyári dolgozókat vendégként fogadtak bennünket. Az a kombinát akkor 42 ezer főt foglalkoztatott. A gyár, majd Vologda, Leninigrád, Moszkva bemutatása számomra rendkívüli élményt nyújtott, amiből akkor a Diósgyőri Munkás újságban is részletesen beszámoltam. A másik nagy élményem volt az 1991. évi amerikai utam, amely a Miskolci Fűtőmű

területére tervezett erőmű építésével volt összefüggésben, ami nagyrészt amerikai tőkével került volna megépítésre. A 10 napos utunk során először New Yorkban egy felépült, de működésbe nem hozott atomerőmű megtekintése történt viaszos védőruhában a föld alatt. Ez után Washingtonban a magyar követségen a beruházással kapcsolatos tanácskozás, majd Tom Lantos képviselő dolgozószobájában való meghitt beszélgetés számomra örök emlék marad.

Ny.D.: Mi a legutóbbi élménye, emléke, amelyre szívesen gondol vissza?

B.Á.: A legutóbbi a közelmúltban az volt, amikor 2018. július 21-én a szülőfalum önkormányzata – a községből való elköltözésem után 68 évvel – a szerintük példaértékű életművem elismeréseként részemre „Égerszög Község Díszpolgára” kitüntető címet adományozott. Ez egy életút nagyon szép befejezése, amit a köszönetem kifejtése végén a hangom elhalkulása és a szememből a könnyecsepp kiesése igazolt legjobban.

H.B.: Mivel szeretné befejezni a beszélgetést?

B.Á.: Azzal, hogy az életművem érdeme nemcsak az enyém, hanem a feleségemé, aki mindig mindenben segített engem, a fiamé, aki okleveles gépészmérnök és mérnöküzemvezetőként rendkívül sokat segített a könyveim megírásában, technikai szerkesztésében és az ő családjáé, nem utolsósorban a barátaimé, a volt diósgyőri kohászati vezetői, dolgozói közösségemé, mert én nélkülük az elmondottakra nem lettem volna képes. A támogatásukat ezúton is nagyon köszönöm!

Ny.D.: Kedves Árpai bácsi! Köszönjük szépen ezt a tartalmas, szép életutat bemutató beszélgetést. Életének további napjaira jó egészséget, családja körében sok boldogságot kívánunk. Kívánjuk, hogy még hosszú ideig nagy tapasztalatával, aktivitásával segítse, gazdagítsa ipari emlékeink, a vaskohász szakma megtartását és közreadását.

Dr. Gagyí Pálffy András méltatása

Ifjabb Gagyí Pálffy András 1943-ban született Temesvárott, Dél-Erdélyben, Romániában. Magyar érzelmű bányamérnök édesapja Észak-Erdély visszatérése után Bradról Nagybányára váltotta munkahelyét, majd 1944-ben a front miatt Recskre került a lahócai ércbánya főmérnökeként. András a bányatelepen gyerekként szinte természetesnek tartotta a golyósmalom monoton zúgását, a flotációs meddőhányók és bányavágatokból kiáramló bányalevegő szagát és a barnás bányavíz savassága miatt a bányát járó emberek vízcspepektől kilyuggatott ruháit. 1951-ben édesapját Budapestre helyezték, ahol Andrásnak idegen volt az aszfalt- és körengeteg.

1961-ben kitüntetéssel érettségizett, és megkezdte egyetemi tanulmányait a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. 1966-ban kapta meg bányaművelő mérnöki oklevelét.

1966 és 1969 között üzemmérnökként, üzemvezető-helyettesként dolgozott a Gyöngyösorszi Ércbányánál.

1969-ben egyetemi doktori címet szerzett ércelőkészítés és operációkutatás témakörben.

1979-ig az Országos Érc- és Ásványbányáknál területi főmérnök, majd 1986-ig a Központi Bányászati Fejlesztési Intézet fejlesztési és tervezési igazgatója, később műszaki vezérigazgató-helyettese volt. Ezután két évig az Ipari Minisztérium Bányászati és Energetikai Főosztályán fő-

munkatársi beosztásban dolgozott.

1988-tól az Országos Érc- és Ásványbányákból kiváló Recski Ércbánya Vállalat igazgatóhelyettese, 1989-től a recski bánya privatizálására alapított Hungarocopper Rt., majd a Mátrabánya Rt. vezérigazgatója volt 1994 végéig, a felszámolás megkezdéséig.

1995-ben nyugdíjba vonult.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek 1963 óta tagja. 1997–2001 között az OMBKE Ellenőrző Bizottság elnöke volt. 2001-től 2018 decemberéig az ügyvezető igazgatói feladatokat látta el.

Gagyí Pálffy András többgenerációs, selmeci gyökerű bányászcsaládból származik, a selmeci elvek szerint nevelkedett és él. Életében legfontosabb: az ércbányászat, az Egyesület és a család.

Gondolkodására, érdeklődésére a bányászat és a matematika szimbiózisa jellemző. Ő a legjobb bányász a matematikusok között és fordítva, a legjobb matematikus a bányászok között! Már középiskolásan tagja volt a magyar matematikai diákolimpiai csapatnak. 1965-ben egyetemistaként az Országos Tudományos Diákköri Konferencián matematikából I. díjat kapott. Tagja volt az MTA Matematikai és Fizikai Osztály Operációkutatási Bizottságának és a Földtudományok Osztály Bányászati Tudományos Bizottságának is.

Kiemelkedő elemzési készséggel bír, amit nemcsak ipari vezetőként, de

egyesületi munkájában és a MTESZ főtitkáráként is jól kamatoztatott.

Szakmai munkája során mindvégig az 1967-ben felfedezett recski mélyszinti ércelőfordulás kutatásával, a nagyberuházás tervezésével és előkészítésével foglalkozott. Heroikus harcot folytatott a megvalósításhoz szükséges külföldi tőkebevonás érdekében – sajnos mindhiába.

Túrávezető, túraszervező készségét bizonyítják az EMT konferenciákhoz kapcsolódó erdélyi, és a selmeci szalamanderhez kapcsolódó felvidéki egyesületi kirándulások.

Az ércbányászat iránti elkötelezettségét, szeretetét bizonyítja a sok tárgyi emlék, amit lakásában és hétvégi házában gyűjtött össze, amelyek szinte múzeumnak tűnnek.

Gagyí Pálffy András most ugyan befejezi az egyesületünk érdekében végzett áldozatos munkáját, de tudom, hogy továbbra is segíteni fogja az egyesületet. Gondolom, más téren sem fog tétlenül élni a következő években. Ma Magyarországon nagyon kellene egy recski kormánybiztos is, amire egyedülálló ismeretei miatt dr. Gagyí Pálffy András lenne a legalkalmasabb személy. A hazai ércbányászat utóbbi 70-80 évről szintén egyedülálló ismeretei vannak, ennek történetét is meg tudná írni.

Most mindenesetre köszönetet mondunk neki sok éves munkájáért!
Jó egészséget! Jó szerencsét!

Dr. Tolnay Lajos

Beszámoló a Közép-európai Vaskultúra Útja Egyesület Magyar Tagozatának 2018. évi tevékenységéről

1. Bevezetés

A Tagozat munkájában a hagyományos kohászati tevékenységhez kapcsolódó Diósgyőrben, Ózdon, Salgótarjánban és Dunaújvárosban működő szakmatörténeti és szakmai cso-

portosulások tagjai, továbbá az illetékes múzeumok, egyetemi tanszékek és a témában érdekelt budapesti szakemberek vesznek részt az alábbi csoportosítás szerint:

Miskolc

Északkelet-Magyarország Ipartör-

ténetének Ápolásáért Alapítvány
OMBKE Diósgyőri Szervezete
Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Intézet
MMKM Kohászati Múzeum

Ózd

Ózdi Ipari Örökségvédők Baráti Köre

OMBKE Ózdi Csoportja.

Salgótarján

OMBKE Salgótarjáni Szervezete

Dunaújváros

OMBKE Vaskohászati Szakosztály helyi csoportja

Veszprém

Az MTA Veszprémi Akadémiai Bizottság Iparrégészeti Munkabizottsága

Budapest

A BME Anyagtudomány és Technológia Tanszéke

továbbá az **OMBKE Történeti Bizottsága, ill. a Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum**

2. A tagozat munkájának összefoglalása

A tagozat meglehetősen szerteágazó munkát végzett 2018-ban is. A tevékenység legfontosabb területei az alábbiak voltak:

- Országos és helyi rendezvények szervezése és lebonyolítása;
- Ipari emlékek gyűjtése, megőrzése és bemutatása;
- A hazai vaskohászat történelméről szóló könyvek, egyéb dokumentumok kiadása;
- Archeometallurgiai, iparrégészeti kutatások, az eredmények és tevékenység publikálása hazai és nemzetközi kiadványokban, előadásokban;
- Együttműködés hazai és nemzetközi szervezetekkel.

3. Országos rendezvények 2018-ban

- XII. Fazola Fesztivál (Miskolc, szeptember 21–22.), ~ 3000 résztvevő
- X. Ipari Örökségvédelmi Konferencia (Ózd, május) ~ 100 résztvevő
- VIII. Őskohász Tábor (Somogyfajs, július 6–11.), 29 résztvevő



■ **1. kép.** Az őskohó „beindítása” a XII. Fazola Fesztivál alkalmából

– Salgótarjáni Ipartörténeti Emléknep (Salgótarján, szeptember 7.) ~ 80 résztvevő

Ezeknek a rendezvényeknek összességében több ezer résztvevője, ill. látogatója volt.

4. A vaskohászat történelmi központjaiban folytatott munka

4.1. A Miskolcon dolgozó munkacsoportok eredményei

XII. Fazola Fesztivál

A legjelentősebb esemény 2018-ban is a Fazola Fesztivál volt. A tudományos konferencián megemlékeztek a 150 évvel ezelőtt alapított Diósgyőri Vasgyárról, a Diósgyőri Kolóniáról és a Diósgyőri Gépgyárról. A kohász-bányász-erdész szakestély ápolta a selmeci hagyományokat, erősítette az egyesületi kapcsolatokat és barátságokat. Az újmassai Szabadtéri Fesztiválon a látványcsapolás az újmassai Fazola műemlékközből (*1. kép*), a tiszteletbeli kohász avatás, a formázási, öntési, kovácsolási és hengerlési interaktív bemutatók, miskolci társaságok bemutatói, az erdei iskola nagyon népszerű volt a kilátogatók és főképpen az ifjúság körében.

Ipari emlékek gyűjtése, dokumentálása és megőrzése

- A gyűjtött anyagok bővítése, feldolgozása és bemutatása az Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány Ipartörténeti Emlékházában (évi ~ 1000 látogató),
- Boros Árpád „A diósgyőri vasgyár története képekben 1770–2015” c. könyv kiadása,
- „Az acélváros végnapjai” c., 2017-ben kiadott könyv ismételt kiadása és terjesztése,
- „Amikor még fűjt a gyár” (a diósgyőri gyártelep történetét bemutató kiállítás).

Előadások, közösségi rendezvények

Az MMKM Kohászati Múzeum új vezetése jelentősen növelte a szakmai közösség aktivitását: sikeresen kapcsolódott a „Múzeumok éjszakája” és a „Salkaházi Sára program” eseményeibe. Ugyancsak részt vettek az „Anyagtudományi tábor” és a „Balektábor”, ill. szakestélyek szerve-

zésében. Ezeknek összesen több mint 1000 résztvevője volt.

4.2. Az Ózdon folytatott munka

Az Ózdi Ipari Örökségvédők Baráti Köre 2018-ban is folyamatosan működve, a kohászati és bányászati ipari örökség ápolását, gondozását és minél szélesebb körű megismertetését szem előtt tartva tevékenykedett.

Legjelentősebb rendezvényük a jubileumi, immár a X. Ipari Örökségvédelmi Konferencia volt az Ózdi Hétvölgy Fesztivál nyitó rendezvényeként májusban, mintegy 100 fő részvételével, hat színvonalas előadással.

Aktívan részt vettek az OMBKE ózdi csoportjának újbóli megszervezésében és az alakuló közgyűlés lebonyolításában. Az újjáalakult szervezetben dolgozó fiatalok bevonása az örökségvédelmi munkába fontos feladat.

2018. november 12-én immár 14. alkalommal rendezték meg az Ózdi Hagyományápoló Szakestélyt a Tiszti Kaszinó dísztermében.

4.3. Salgótarján

A Salgótarján környékén élő bányász és kohász társaink szeptember 7-én együtt emlékeztek olyan jelentős ipartörténeti eseményekre, amelyek éppen 150 évvel ezelőtt történtek.

Az Emléknep során délelőtt mind a bányászoknak, mind az acélgyáriaknak emléktáblát avattak.

Mindkét szakma megemlékező előadására délután került sor a Dornyay Béla Múzeumban.

4.4. Dunaújváros

Rendezvényeik közül kiemelkedik a XXIV. Szent Borbála Napi Kohász Szakestély. Ezen 126 fő jelezte részvételét, ami azért érdekes, mert 2018-ban volt az OMBKE megalakulásának 126. évfordulója.

5. Iparrégészeti, archeometallurgiai tevékenység

Ezen a területen a Miskolci Egyetem és a Veszprémi Akadémiai Bizottság, továbbá a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékének munkabi-

zottságai, ill. csoportjai végeztek nemzetközileg is figyelemre méltó munkát.

5.1. Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Intézete

A munkát Török Béla tanszékvezető irányítja. A legfontosabb eredmények az alábbiak:

- A UISPP 2018. június 4–9. között Párizsban megrendezett világkongresszusán Török Béla az „Archaeometry of prehistoric and proto-historic stone, metal, ceramics and glass” c. szekció főszervezője és lebonyolító elnöke volt.
- Megkezdődött a 2019 júniusában, Miskolcon tartandó V. Archaeometallurgy in Europe nemzetközi konferencia rendezési folyamata. A konferencia főszervezőjeként Török Béla több partnerszervezet és a rendezői bizottság munkáját koordinálja, irányítja. Felállt a konferencia 12 fős nemzetközi tudományos bizottsága és körvonalazódtak az egyes programelemek.
- Részt vettek a Zrínyi-Újvár régészeti ásatásából származó vasszegek és ólomgolyók archeometriai vizsgálataiban.
- Tollukból nyolc, nagyrészt külföldi publikáció jelent meg.

5.2. MTA VEAB Iparrégészeti és Archeometriai Munkabizottság

A munkát Gömöri János irányítja. Legfontosabb eredményeik:

- Közreműködés A nemes- és színesfémek régészete, története és néprajza a Kárpát-medencében, Készítéstechnikai, archeometriai és társadalomtörténeti megközelítések c. interdiszciplináris konferencia



■ 2. kép. Bucakemence készítése a Somogyfajsi Óskohász Táborban

szervezésében. (Magyar Nemzeti Múzeum, 2018. november 14–15.). Konzultáció régészeti ásatásokon:

Egy objektum feltárásában közreműködtek és az ásatásvezetővel konzultáltak a kópházi Árpád-kori bányamező ásatásánál.

5.3. A BME Anyagtudomány és Technológia Tanszéke

A munkát – mint korábban is – lényegében Thiele Ádám végezte. A legfontosabb tételek a következők:

- X. Jubileumi Óskohász Tábor szervezése Somogyfajszon (29 résztvevővel, 2018. július 6–11., 2. kép)
- Horvát és cseh kollégákkal közös kutatómunka a Zágráb melletti régészeti feltárásról származó 12–13. századi kések komplex archeometriai vizsgálatával.
- A középkori vasbucakohászatban a szén- és foszfortartalom módosítási lehetőségeinek megismerésére irányuló próbakohósítások kísérleti régészeti módszerekkel.

6. Az OMBKE Történelmi Bizottsága / Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum közreműködése a munkában

A Bizottság elnökeként és a Magyar

Olaj- és Gázipari Múzeum igazgatójaként Tóth János rendszeresen részt vett a Tagozat és az Egyesület elnökségi ülésein. A munkát a következő módokon támogatta:

- helyet és lehetőséget biztosított egyes ülésekre;
- konferenciákat, szimpóziumokat, kiállításokat szervezett elsősorban a szakterületéhez kapcsolódó témákban.

7. Tagjaink előadási, publikációs: összesen 12 publikáció, ebből 4 angol nyelven

A fentiek mellett számos (~ 10) szakmatörténeti előadás hangzott el a Tagozat közreműködésével rendezett hazai rendezvényeken.

8. Problémák, nehézségek

Az előző években tapasztalt problémák, nehézségek továbbra is fennállnak:

- a működés anyagi-pénzügyi fedezete rendkívül szűkös. Az önkormányzatokkal általában jó a kapcsolat és támogatásra is készek, de az ő lehetőségeik korlátozottak.
- Sajnálatos, hogy a kormányzati, nemzetközi pályázatokon csak kivételes esetben lehet támogatást nyerni.
- A tevékenységet döntő mértékben nyugdíjas, idős, ugyanakkor lelkes szakemberek végzik. Utánpótlásuk egyelőre nem látszik biztosítottnak; fontos cél ezért a fiatalok bevonása.

Úgy gondoljuk, hogy a szerény lehetőségek ellenére a tagozat 2018-ban is eredményes munkát folytatott.

Dr. Tardy Pál
a Tagozat elnöke

„KÖNNYŰ és mégis NEHÉZ”

Alumínium italosdoboz-hulladék szakmai nap a Fémszövetségnél

A Fémszövetség Csepelen az Inter-Metal Recycling Kft. vendégeként 2018. november 22-én, az „Európai Hulladékcsökkentési Hét” időszakában „KÖNNYŰ és mégis NEHÉZ”

címmel tartott szakmai napot az alumínium italosdoboz-hulladékok begyűjtésének és feldolgozásának hazai helyzetéről és aktuális kérdéseiről.

A Fémszövetség tagságán túl a

résztevők között ott voltak az érintett hatóságok részéről az Információs és Technológiai Minisztérium és a Nemzeti Hulladékgazdálkodási Koordináló és Vagyonkezelő Zrt., a szakterületen

érintett társszervezetek részéről pedig a Hulladékhasznosítók Országos Szövetsége, a Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége, a Fővárosi Közterület Fenntartó Zrt. és a Magyar Sörszövetség képviselői is

Vincze Gábor, a Fémszövetség elnöke köszöntötte a szakmai nap résztvevőit, majd rövid visszatekintést adott a rendezvény létjogosultságáról: 2016-ban a Magyar Sörszövetség megrendelésére a Returpack Kft. egy átfogó tanulmányt készített a hazai alumínium italdoboz-begyűjtés helyzetéről, melyre adatszolgáltatóként szövetségünket is felkérte. Miután általánosan közös érdekünk az italdoboz-begyűjtés hatékonyságának növelése, a szakmai napra meghívtuk az illetékes hatóságokat és a témában érdekelt társszervezeteket.

A bevezetőt követően dr. Vitányi Márton bemutatta a megjelent vendégeket. Majd átvéve a levezetői elnöki posztot, kérte az előre jelzett előadások megtartását:

1. Visszapillantás a hazai italdoboz-begyűjtés kezdeteire (Hajnal János, ügyvezető titkár, Fémszövetség)

2. Italdoboz-hulladékok előkészítése az Inter-Metalnál (Hartai Zoltán, Inter-Metal Recycling Kft. alumínium üzletágvezető)

3. Az alumínium italdoboz-kibocsátás és újrahasznosítás Magyarországon (dr. Duma László, Returpack Kft. ügyvezető). Célélördáshoz dr. Kiskovács Miklós mint a felmérésben aktív szerepet vállaló Green Tax Consulting Kft. vezetője szímszerű kiegészítéseket adott a konkrét felmérésekről.

Az előadásokat közel egy órában hozzászólások, viták követték, melynek keretében a tagvállalati képviselők mellett szinte valamennyi meghívott vendég is hozzászólott.

A mindenki részéről jobbító szándékú hozzászólásokat követően Vitányi Márton összefoglalójában hasznosnak ítélte a szakmai nap megtartását, majd házigazdaként büfébédre hívta meg a résztvevőket.

A szakmai nap üzemlátogatással zárult. Hartai Zoltán mutatta be az Inter-Metalnál üzemelő két italdoboz-feldolgozó sort. Az első soron az ömlesztett állapotban, lazán beérkező

dobozok kohászati előkészítése történik. Az adagolórendszerbe történő feladást követően két fokozatban mágnesdobokon választják le az acéldobozokat, illetve egyéb mágnesezhető hulladékokat, majd kézi válogatószalagon szedik le az egyéb idegen anyagokat.

A szalagról közvetlenül a bálázógépre kerülnek az idegen anyag mentes alumíniumdobozok, majd a 20-22 kg tömegű bálákból 1 tonna körüli egységgrakományokat képeznek.

A 2. feldolgozósoron a gyűjtő, kereskedő partnerektől beérkező nagyméretű laza dobozbálák feldolgozása történik. Itt egy bálabontó célgép egyedi dobozdarabokra veri szét a bálákat, majd a már laza doboztömeg mágnesdobon, majd örvényáramú szeparátoron mentesül az idegen anyagoktól, mielőtt a fentiekhez hasonlóan kisméretű bálázásra kerülne.

A raklap nélküli, de targoncával jól kezelhető bála-egységgrakományokat közvetlenül a nyugati „dobozból dobozt” olvasztóművek felé értékesítik.

Hajnal J.

Elektronmikroszkópos szakmai nap a veszprémi Pannon Egyetemen

Az MTA Veszprémi Területi Bizottsága (VEAB) Metallurgiai Munkabizottsága, az MTA Miskolci Területi Bizottság (MAB) Anyagtudományi és Technológiai Szakbizottsága, az MTA (MAB) Metallurgiai Munkabizottsága és a Pannon Egyetem Multidiszciplináris Kiválósági Kutatóközpont Elektronmikroszkópos Laboratórium „Vizualitás a fémekben” címmel szakmai napot tartott a Pannon Egyetemen 2018. november 16-án.

Horváth János, a VEAB Metallurgiai Munkabizottság nevében köszöntötte a szakmai nap résztvevőit és az elnökséget. Az elnökség tagja volt Pósfai Mihály akadémikus, a VEAB elnöke, Török Béla, MAB Metallurgiai Munkabizottság elnöke, Nagy Endre VEAB Műszaki Szakbizottság elnöke. A szakmai nap célkitűzése a kutatók számára – akik napi gyakorlatként használják ezt a vizsgálati technikát –

az, hogy megismerjék az új transzmissziós elektronmikroszkóp által kínált lehetőségeket. A metallurgiai ipar vezetői számára a cél az, hogy a kutatókkal együttműködve, segítséget adjon az új termékek fejlesztéséhez, a

technológiák tudatosabb megismeréséhez, üzemviteli problémák megoldásához.

A bevezető előadás előtt a résztvevők tisztelettel emlékeztek a nemrég elhunyt dr. Voith Márton tanszékveze-



tő egyetemi tanárra, a műszaki tudományok doktorára, aki a képlékenyalakítás hazai és nemzetközileg is elismert professzora volt, és nevelte, tanította kohómérnökök nemzedékeit.

Pósfai Mihály (Pannon Egyetem, az új transzmissziós elektronmikroszkóp beruházásának szakmai irányítója): Áttekintette a különböző elektronmikroszkópos vizsgálati módszereket. Mint az új beruházás előkészítésének szakmai vezetője, indokolta a beruházás szükségességét. A transzmissziós elektronmikroszkópia, mint egy interdiszciplináris vizsgálati módszer alkalmazható az orvostudományban, geológiában, anyagtudományban és a tudomány számos más területén is. Elmondta a megvalósítás fő lépéseit. Rendkívül szigorú kritériumoknak kell megfelelni. Az épületet rezgésmentesen kellett alapozni, szigorú klimatizált körülményeket kell állandóan biztosítani. Azért történt ez a beruházás, hogy a legkorszerűbb vizsgálati módszer álljon rendelkezésre a legkülönbözőbb tudományterüle-

tek számára. Örömet fejezte ki, hogy a szakmai napon köszönheti a fémek feldolgozásával és a fémes anyagtudománnyal foglalkozó ipari vezetőket és kutatókat. Részükre és használatukra is rendelkezésre áll az új vizsgálati technika. Elmondta, bízik abban, hogy együttműködéssel sikerül jól kihasználni ezt az új vizsgálati lehetőséget. Együttműködéséről és nyitottságáról biztosította a résztvevőket.

A további előadások a következők voltak:

Kovács Árpád (Műszaki Anyagtudományi Kar): Az elektronmikroszkópia használata a fémtani kutatásokban a Miskolci Egyetem Fémtani Képlékenyalakítási és Nanotechnológia Intézetében.

Pázmán Judit (Dunaújvárosi Egyetem): Az elektronmikroszkópia szerepe a DUE kutatási projektjeiben.

Czinege Imre, Csizmadia Ferencné (Széchenyi Egyetem): Alumíniumötvözetek vizuális vizsgálata.

Jurij Sidor (ELTE-Savaria Campus): Imaging microscopy: practical purpo-

ses and modelling issues.

Kovács Kristóf (Pannon Egyetem): Korrozio és zárványok – SEM-vizsgálatok.

Pekker Péter (Pannon Egyetem): TEM-technikák, új lehetőségek a fémek vizsgálatában. A Pannon Egyetemen működő FEI Talos típusú, 200 kV-os, téremissziós sugárforrással szerelt transzmissziós elektronmikroszkóp hagyományos és pásztázósugaras képalkotási módjai.

Az előadások után került sor a laboratóriumi látogatásra a résztvevők nagy száma miatt (48 fő) három szakmai csoportban. Minta-előkészítés, a transzmissziós elektronmikroszkóp bemutatása, az iparból származó alumíniumminták közös értékelése képezte a laboratóriumi bemutatót.

A látottak után az ipari szakemberek és az anyagtudománnyal foglalkozó kutatók véleménye szerint az új vizsgálati eszköz komoly lehetőséget kínál a metallurgiai és fémtani kutatásokban.

Horváth János

Az OMBKE kohászati szakosztályainak 2018. évi tevékenysége*

Vaskohászati Szakosztály

2019. március 21-én Dunaújvárosban az OMBKE Vaskohászati Szakosztályának vezetősége a Dunaújvárosi Helyi Szervezet vezetőségével közösen áttekintette az elmúlt évben a szakosztály szervezeteinek tevékenységét, helyzetét.

A szakosztály szervezetei és 2018. december 31-i létszámai:

Budapesti Helyi Szervezet	55 fő
Diósgyőri Helyi Szervezet és Drótygyár	21 fő
Dunaújvárosi Helyi Szervezet	178 fő
Ózdi Helyi Szervezet	40 fő
Salgótarjáni Osztály	12 fő
Összesen	306 fő

Pártoló jogi tagjaink szerződéses kötelezettségeiknek eleget tettek, és 2 M Ft-tal támogatták egyesületünk működését. Az egyéni tagdíjak befizetésének biztosítása folyamatosan munkát ad a szervezetek vezetőségének.

A Vaskohászati Szakosztály szervezeteinek tevékenysége igen jelentősen eltér egymástól, alkalmazkodva a helyi sajátosságokhoz, a tagság életkorához és az ipari háttér meglétéhez vagy hiányához.

A Diósgyőri Helyi Szervezet rendszeresen együttműködik a Miskolci Bányászati Szervezettel. A Salgótarjáni Osztály tagságában lévő kohász kollégák területi elven szerveződve szintén együtt dolgoznak a bányászattal. Ezen szervezeti határoktól függetlenül a Vaskohászati Szakosztály tagjainak tartja a salgótarjáni kohászokat.

Általában elmondható minden szervezetről, hogy a központi rendezvényeken, egymás rendezvényein kölcsönösen részt vesznek, ezért ezeknek a tételes felsorolásától ebben az esetben a beszámolóban eltekintünk.

A Vaskohászati Szakosztály szervezeteinél és a szakosztálynál is rendszeresen megtörtént 2018-ban a tisztújítás. Külön említést érdemel, hogy kiváló kapcsolatokat ápolnak a másik két Kohász Szakosztállyal.

A **Budapesti Helyi Szervezet** tevékenységét meghatározza, hogy tagsága döntő többségében nyugdíjas. Rendszeresen tartanak vezetőségi üléseket, részt vesznek az egyesületi munkának otthont adó Óbudai Egyetem rendezvényein is.

Önálló szervezésben rendszeresen, így a tavalyi évben is szakmai kiránduláson vesznek részt az ország különböző részein. Másik nagy sikerű önálló rendezvényük a Luca-napi szakestély, amelynek lebonyolítása, levezetése példaértékű.

Tevékenységük motorja *Nagyné Halász Erzsébet*, a helyi szervezet tit-

* A szakosztályok beszámolóit alapján összeállította BT

kára, aki a tavalyi évben Szent Borbála-émlékérem miniszteri kitüntetést kapott.

A **Diósgyőri Helyi Szervezet és Drótygár** havonta összejöveteleket tart a felsőháromi Kohászati Múzeumban. 2018-ban is változatos, színes programot kínáltak tagságuknak és az egyesület többi tagjának. Összejöveteleiken foglalkoznak hazai iparpolitikával, ipartörténettel. Látogatást tettek az OAM Kft.-ben Ózdon.

Kiemelkedő rendezvényük a Fazola Fesztivál, amelynek szervezésében más szervezetekkel is együttműködtek.

Széleskörű kapcsolatokat ápolnak a régiójukban működő társszervezetekkel, például a Borsodi Bányász Helyi Szervezettel, a Miskolci Egyetemmel, az Ózdi Örökségvédők Baráti Körével, a miskolci Herman Ottó Múzeummal, az Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvánnyal, az MTA Miskolci Akadémiai Bizottsággal stb.

Egyesületi munkájuk szervezésében kiemelkedett *dr. Harcsik Béla* tevékenysége, aki a 2018. évi májusi küldöttértekezleten egyesületi érem kitüntetést kapott.

A **Dunaújvárosi Helyi Szervezet** a Szakosztály legnagyobb létszámú ipa-

ri háttérű helyi szervezete. Tevékenységük gerincét a rendszeresen megtartott klubdelutánok adják, amelyekben aktuális szakmai témájú előadások hangzanak el. 2018-ban foglalkoztak többek között az innovatív alacsony szén-dioxid-kibocsátású acélpipari technológiákkal, a munkahelyek megfelelő alapdomborításával, a hengerléskor gondot jelentő revésedési problémák kezelésével, a nyúlásméréssel és a rendszeresen vizsgálandó Legionella baktériumokkal kapcsolatos tudnivalókkal.

2018. április elején Gyulafehérváron a 20. EMT Konferencián *dr. Móger Róbert* és *dr. Hári László* előadást tartott.

Jól sikerült akciót szerveztek az ISD Dunaferri Zrt. főbejárata melletti Ipari Skanzen műtárgyainak, illetve ezek környezetének rendbetételével. Látogatást szerveztek a Hamburger Hungária Kt. dunaújvárosi üzemeibe. 2018. július 13-án a Vasas és Kohásznapon már második alkalommal léptek fel a Dunaújvárosi Vegyeskarral közös produkcióban.

A helyi szervezet legnagyobb rendezvénye a 24. alkalommal megrendezett Szt. Borbála-szakestély, melyen részt vett az OMBKE elnöke is.

A Dunaújvárosi Egyetem hallgatóival 2018-ban ismét sikerült megtalálni

a kapcsolatot, amelynek keretében együttműködtek a balekoktatásban.

Munkájukat rendszeresen támogatja az ISD Koksizoló Kft. és a Dunaferri Labor Nonprofit Kft.

Orova István tagtársuk Szent Borbála-émlékérem kitüntetést vehetett át.

Az **Ózdi Helyi Szervezet** – és egyben a Vaskohászati Szakosztály – életében az egyik legfelemelőbb esemény volt, hogy 2018. október 9-én újjáalakult a helyi szervezet. Itt is köszönetet kell mondani minden tagtársnak, pártolóknak azért a támogatásért, amivel az újjáalakulást lehetővé tették, segítették.

Az évből hátralévő időben megszervezték a 14. Hagyományápoló Szakestélyüket, és előadást szerveztek az ózdi munkásság életéről.

A **Salgótarjáni Osztály** – a Salgótarjában, illetve annak környékén élő bányászok, kohászok iparvállalatai megszűntek, ezért ottani tagjaink területi szervezet keretében dolgoznak. Havonta tartanak klubnapot, életben tartják a Bányász-Kohász Dalkört.

Megszervezték a salgótarjáni Emléknapot, és emlékhelyet avattak a munkájuk során elhunyt bányászok tiszteletére.

Az osztálynál kiemelkedő munkát végzett *dr. Liptay Péter*.

Öntészeti Szakosztály

Bevezető

Az Öntészeti Szakosztály 2019. január 18-án tartotta évzáró-évnitó vezetői ülését Budapesten, az Öntödei Múzeumban.

Rövid helyzetlemezés keretében elhangzott, hogy az ország több nagyvárosában is jelentős autópipari OEM beruházások valósultak meg, a könnyűfémöntödékek 2018-ban várhatóan sikeres évet fognak zárni, viszont az öntödékek is szembesültek a minden munkakörben fellépő, jelentős szakemberhiánnyal. Az öntészeti vállalkozások és a nekik beszállító cégek kiegyensúlyozott gazdasági helyzete azonban továbbra is lehetővé teszi az OMBKE, a szakosztályok és a helyi szervezetek támogatását, másrészt pedig a kiadások megfontolt, előre tervezett szinten tartását.

Szervezeti élet

Az Öntészeti Szakosztály vezetősége 13 választott és 20 delegált tagból áll, utóbbiak a helyi szervezeteket és a szakcsoportokat képviselik. Dr. Lengyel Károly az Alapszabály Bizottság elnöke, dr. Szombatfalvy Anna az Ifjúsági Bizottság elnöke.

Részvétel az egyesületi szintű eseményeken

A 2018-ban megtartott választmányi üléseken és a főbb egyesületi eseményeken, ill. azok megszervezésében, lebonyolításában a szakosztály képviselői is részt vettek.

Az ott elhangzottakról a szakosztály-vezetőségi üléseken beszámoltak, tudósításuk a BKL Kohászban is megjelent.

Az Öntészeti Szakosztály rendezvényei

2018-ban négy szakosztály-vezetőségi ülés és két nagyobb szabású szakmai rendezvény volt.

Márc. 22. Budapest: szakosztály-vezetőségi ülés. Az éves program, költségvetési tervezet, kitüntetési javaslatok előterjesztése, megbeszélése, elfogadása, aktuális feladatok, illetve az OMBKE és a szakosztály tisztújításával kapcsolatos feladatok egyeztetése történt.

Ápr. 20. Budapest: tisztújító vezetői ülés, ahol a szakosztályvezetés beszámolóját követően tisztújítás következett. Az elnök dr. Fegyverneki György, a titkár dr. Lukács Sándor lett.

Aug. 24–26. Dunakiliti: XXV. Pivarcsi László Szigetközi Tudományos Szakmai Napok és Baráti Találkozó.

Szervező: a Ferencz István Észak-dunántúli Kohászati Regionális Szervezet, a szakosztályvezetéssel együtt.

Okt. 5. Budapest, Csepel Metall Kft.: szakosztály-vezetőségi ülés, az elkövetkező ülések időpontjainak egyeztetése. A vezetőség Berecz Tamást javasolta a 2018. évi Szent Borbála kitüntetésre.

Nov. 17.: Dr. Zsák Viktor győri, dr. Bakó Károly székesfehérvári, Pivarcsi László sárvári és dr. Nándori Gyula soproni sírjánál tisztelgett a kilencfős csapat, akik koszorúkat helyeztek el, mécseseket gyújtottak és elénekelték a himnuszokat.

Nov. 22. Győr, Busch-Hungária Kft.: szakosztály-vezetőségi ülés, a 27 vezetőségi tagból 22 volt jelen. A Kohászati Lapok öntészet rovatának szerkesztői feladatait dr. Szombatfalvy Anna átmeneti időszakra vállalta. A vezetőség megszavazta Dobóczy István számára az Öntészeti Szakosztályért emlékérem kitüntetését, amelynek átadása a 2019. január 18-i vezetőségi ülésen történt.

2019. jan. 18. Budapest, MMKM Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény: évzáró-évnnyitó vezetőségi ülés, a 2018-as év összefoglalása, a 2019-es év terveinek megbeszélése.

A szakosztály helyi szervezeteinek 2018-as tevékenysége

A *Budapesti Helyi Szervezet* a legnagyobb létszámú, 81 fővel, nagyrészt nyugdíjasok, nehezen mozgósíthatók, de így is kiemelkedő létszámban vettek részt rendezvényeken.

A *Csepeli Helyi Szervezet* döntően a Csepel Metall Vasöntöde Kft.-ben dolgozó tagokból áll, létszámuk 42 fő. Az év során több alkalommal szerveztek összejövetelt. Támogatóiknak (Csepel Metall Vasöntöde Kft., Csefém Kft., Csepeli Szerszámedző Kft., K+K Vas Kft., Nemes Kft.) köszönik egész éves segítségüket.

A *Ferenc István Észak-dunántúli Regionális Kohászati Szervezet* az egyik legnagyobb és legaktívabb helyi szervezet, létszámuk 76 fő. Tagjai aktívan részt vettek az egyesületi és saját szervezésű rendezvényeken.

A *Diósgyőri Helyi Szervezet* a gyárbezárások és a tagság elöregedése miatt működését az OMBKE más miskolci helyi szervezetével történő ösz-

szefogással oldja meg. Létszámuk nyolc fő. Az Északkelet Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvánnyal közösen működtetik az Ipartörténeti Emlékházat, szoros kapcsolatuk van az MMKM Kohászati Gyűjteményével, és részt vesznek a Fazole Fesztivál előkészítésében és lebonyolításában is.

A *Székesfehérvári Helyi Szervezet* 2018. március 31-én a megszűnés mellett döntött.

Az *Apci Helyi Szervezet* létszáma 15 fő. Részt vesznek az egyesületi rendezvényeken.

A *Sátoraljaújhelyi Helyi Szervezet* döntően a Prec-Cast Kft. segítségével tevékenykedik, létszámuk 8 fő. Munkahelyi elfoglaltságaik miatt ebben az évben nem szerveztek rendezvényt, de tagságuk több országos rendezvényen is részt vett.

A *Szegedi helyi szervezet* létszáma 12 fő, legfőbb támogatójuk a Szegedi Öntöde Kft. Havonta, kéthavonta rendszeresen „beszélgetős esteket” tartanak.

A *Mintakészítő Szakcsoport Budapest* és környékén dolgozó vállalkozásokkal kapcsolatot tartva működik. Többször szakcsoport-megbeszélést tartottak, emellett gépbemutatókon, gyárlátogatásokon, hajókiránduláson és öntödelátogatáson vettek részt.

Az *Öntészettörténeti és múzeumi szakcsoport* tagsága rendszeres és tartalmas munkát végzett. Tevékenységük elsődleges célja volt régi üzemek bemutatása, a magyar ipar fejlődéséért sokat tett személyekről történő megemlékezés.

A Kohászati Lapok

A lap Öntészet rovatát és a szakosztályt érintő tudósításokat a szakosztály részéről hosszú ideig Lengyelné Kiss Katalin és Szende György gondozta, azonban 2018-ban lemondtak a szerkesztőségi munkáról. A Szakosztály részéről a megfelelő kollégák megbízásáig dr. Szombatfalvy Anna átmenetileg elvállalta a szerkesztői feladatokat.

A lap megjelenítésének költsége kb. 5,3 M Ft/év, lényeges eleme az egyesület kiadásainak. A FémAlk Zrt. 2018-ban is támogatta a Kohászati Lapok négy kohászati számának megjelenítési költségét 4,8 M Ft-tal.

Felhívjuk a figyelmet az OMBKE internetes honlapjára (www.ombkenet.hu) ahol 2003 óta a BKL összes száma elérhető, sőt a korábbi, 1868–1950 közötti számok is. A Morvai Tibor-féle OMBKE levelező listán mindenki naprakész információkat kaphat szakmánkról, problémáinkról és sikereinkről.

Kapcsolatok

A Választmány ülésein két fővel képviselteti magát a szakosztály, illetve bizottsági funkciókból adódóan további tagtársak (dr. Szombatfalvy Anna, Fodor Krisztina, dr. Lengyel Károly és Katkó Károly) vesznek részt az üléseken. Kapcsolatunk az OMBKE ügyvezetéssel tényszerű és elfogadható. A társ szakosztályokkal, főleg a Fémkohász Szakosztállyal szorosan tartják a kapcsolatot, egymás rendezvényein lehetőség szerint részt vesznek.

A fiatalabb korosztállyal való kapcsolattartás fontos. Ezen a téren meghatározó és eredményes tevékenységet végez a Ferencz István Észak-dunántúli Regionális Kohász Szervezet és a Csepeli Helyi Szervezet.

A Magyar Öntészeti Szövetséggel kialakult szinte napi, kollegiális kapcsolat az 1999. december 16-án aláírt együttműködési szerződésen alapul. Ebben az évben is megvalósult a vezetőségi üléseken való kölcsönös részvétel, a rendezvények közös szervezése. Immár több éve a szakosztály meghatározó pártolói tagja a MÖSZ is, jelentős anyagi segítséget nyújtva az Egyesületnek.

A Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény (Öntödei Múzeum) működését mind a szakosztály vezetősége, mind a tagsága szívügyének tekinti. Sajnos, az utóbbi időben az Öntödei Múzeum lehetőségei is jelentős mértékben beszűkültek (létszámleépítés, nyitvatartási idő és anyagi támogatás csökkentése).

A szakosztály gazdálkodása

A szakosztály gazdasági helyzete 2018-ban az egyesületi nehézségek ellenére is kiegyensúlyozott volt. A tagdíjakkal, a rendezvények bevételeivel és a pártolói támogatásokkal sikerült megteremteni azon lehetőségeket, melyekkel biztosítani lehetett a szak-

osztály működését, fizetni tudták a szakosztályra háruló egyesületi közös költségeket és a WFO tagság díját. Sikerült megtartani a pártolói támogatásokat, viszonylag jó a tagdíjfizetési fegyelem, és megvalósult egy eredményes Öntőnapok rendezvény.

Az OMBKE és a szakosztály nem tudná végezni hagyományápoló, szakmánkat fenntartó, fiatalokat szervező tevékenységét a támogatók és szponzorok anyagi és erkölcsi segít-

sége nélkül. A támogatások összege 2018-ban mintegy 1.045 E Ft volt.

Támogatók voltak: ABM Kuprál Kft., ALBA METALL 1991 Kft., Alu-Block Kft., Csefém Kft., Csepel Metall Vasöntöde Kft., FÉMALK Zrt., K.+ K.-Vas Kft., Kaszimpex Kft., Magyar Öntészeti Szövetség, M+M Mintakészítő és Műanyagfeldolgozó Kft., Nemak Győr Kft., Patina Kft., P-Metall Kft., PREC-CAST Öntöde Kft., PYROVEN Kft., RDX-REDEX Kft.,

Salker Kft., Szegedi Öntöde Kft.

Kitüntettek

2018-ban az OMBKE-ben végzett munkájáért kitüntetésben részesült: Berez Tamás (Csepeli Helyi Szervezet) Szent Borbála-érem miniszteri kitüntetés; Kovács Sándor egyesületi emlékérem; Farkas György egyesületi emléklap; Dobóczky István OMBKE Öntészeti Szakosztályért érem (N 46 sorszám).

Fémkohászati Szakosztály

A munkaterv szerint – folytatva a hagyományokat – a márciusi ünnepi vezetőségi ülésel indult az év. A szokásos program mellett a cikluszárás beszámolója és a szakosztály új vezetésének megválasztása is napirenden szerepelt. Ezúttal a fővárost elhagyva, Székesfehérváron az ARCONIC-Kőfém Kft. továbbképzési központjában gyűlt össze a kibővített szakosztályvezetés. *Csurgó Lajos* elnök üdvözlését követően *Dánfy László* tagtársunk tartotta meg szokásosan sikert hozó 1848-as megemlékezését. Ezt Sándor István titkárnak a szakosztály éves és elmúlt négyéves tevékenységének beszámolója követte, melynek vitája után a szakosztályvezetés lemondását jelentette be. A taggyűlés küldöttgyűléssé alakult, levezetésére *dr. Tolnay Lajos* tiszteleti elnököt kérték fel. A jelölőbizottság vezetője, *Hajnal János* ismertette a helyi szervezetek választási eredményeit, majd a szakosztályi jelölés előkészületeiről számolt be, és tett javaslatot az új vezetés összetételére. (Ennek eredményéről a BKL Kohászat 2018/2. száma már részletesen beszámolt.) A sikeres választást követően – melyen a korábbi elnök és titkár egyaránt újra bizalmat kapott – ezúttal a szokásos csülkös vacsora helyett marhapörkölt mellett indultak a baráti beszélgetések.

Az első féléves kibővített vezetőségi ülésel egybekötött üzemlátogatásos szakmai napot júniusban, ezúttal az Inotai Helyi Szervezet vendégeként töltötték. A két jelentős gazdasági társaság, az INOTAL Zrt. és a Martin Metals Kft. egyaránt beszámolt cégeik legutóbbi teljesítményéről, elsősorban

fejlesztéseikről, illetve képet adtak a helyi szervezeti élet emlékezetesebb pillanatairól is. A szíves vendéglátást követően megtekintették a Martin Metal új olvasztóművét (Alumelt) és az INOTAL huzalhúzó üzemét, a legutóbbi korszerűsítési fejlesztéseket is megismerve. A késő tavasz, illetve a nyár folyamán természetesen nagy számban vettek részt az egyesületi központi rendezvényeken.

Rendhagyó módon indult az őszi program. Okt.1-én rendkívüli kibővített szakosztály-vezetőségi ülést tartottak egyetlen napirendi ponttal: megünnepelelték Tolnay Lajos 70. születésnapját. Valamennyi társszakosztály részéről is hívtak vendégeket. Így a központi köszöntést *dr. Károly Gyula* professzor tartotta, miközben a folyamatosan kivetített mintegy 200 fotó emlékeztetett az ünnepelelt életútjára. A minden jelenlévő által aláírt köszöntő-emléklappal együtt Csurgó Lajos elnök adta át a szakosztály ajándékát, egy kisplasztikát, amely egy összehajló alumínium tenyérpárban egy OMBKE feliratú bronz érem. A talapzatán a rézlapra vésett szöveg: „Tolnay 70 – Fémkohász Szakosztálytól”. Több egyéni köszöntőre az ünnepelelt is válaszolt, majd jókedvű anekdotázásokkal folyt a program.

A legjelentősebb éves rendezvény ezúttal is a Fémkohászati Szakmai Nap volt. Ezúttal Székesfehérváron az ARCONIC-Kőfém vendégeként és szponzorálásában. A hagyományos konferenciaprogram annyival bővült, hogy az autóbusszal érkező miskolci egyetemisták (hisz elsősorban az ő érdekükben tartják ezt a rendezvény-sorozatot) gyárlátogatáson vettek

részt a cég Keréktárcsa és Hengermű üzemeiben. A rendezvény színvonalát emelte, hogy ezzel egy időben az MTA Metallurgiai Bizottsága is Fehérváron tartotta soros ülését, és tagjai nagy számban részt vettek a konferencián, melyen nyolc előadás hangzott el. (A rendezvényről részletes beszámoló olvasható a BKL Kohászat 2018/5-6. számának 32. oldalán.) Az előadásokat követően Csurgó Lajos szakosztályvezető hagyományos pohárköszöntőjét egy jó hangulatú szakestély követte, melyet a magyar alumíniumiparnak ajánlottak.

Végül az OMBKE központban tartották immár hagyományosan a szakosztály-vezetőség és a budapesti helyi szervezet Borbálára emlékező, egyben évbúcsúztató estjét.

Természetesen a helyi szervezetek is gazdag programokat bonyolítottak le: A budapesti helyi szervezet szokásosan a közgyűlés előtt sírkoszorúzással emlékezett meg Soltz Vilmosról. Ugyanígy a székesfehérváriak szervezésében novemberben a kálózi temetőben emlékeztek Kunos Endrére. Fehérvárnál – mint legnagyobb helyi szervezetnél – maradvá havi rendszerességgel változatlanul megtartották szakmai előadásokkal bővített klubnapjaikat. Kiemelt rendezvényük volt továbbá a Múzeumok Éjszakája az Alumíniumipari Múzeumban, illetve a hagyományos Mikulás bál.

Kiemelkedően aktív élet folyik a budapesti helyi szervezetnél. A Lean szakcsoporttal közösen több üzemlátogatással egybekötött szakmai napot rendeztek elsősorban a gépjárműgyártással kapcsolatos cégeknél (Audi, Mercedes stb.). Ugyancsak

aktív élet jellemzi a kecskemétiakat. Jelentősebb rendezvényeik: Kecskeméti Szakmai Nap, Tiszántúliak Társasága Szakmai Nap, Cserhát-Börzsöny emléktúra, és immár Szent Borbála mellett Szent Hubertusról is megemlékeztek. Dicséretes, hogy valamennyi programjukról részletes beszámolót jelentetnek meg lapunkban. Visszafojtottabb programok jellemezték az ajkai, csepeli és inotai helyi szervezeteket. A

tatabányai tagságunk pedig félig beintegrálódva a helyi nagyszámú bányász szervezetbe éli egyesületi életét.

A fentebb részletezett szakosztályi és helyi szervezeti programok mellett, a szakosztály természetesen képviselte magát valamennyi központi rendezvényen is. Így a közgyűlésen, a „Jó Szerencsét” köszöntés hagyományos inotai ünnepén, a selmeci Salamanderen, a tatabányai „Hogyan to-

vább OMBKE?” rendezvényen és a központi Borbála ünnepségeken.

Végül hadd álljon itt a 2018-ban kitüntetett szakosztályi tagok névsora: *Horváth Csaba* (Székesfehérvár – Szent Borbála), *Hajnal János* (Budapest – tiszteleti tag), *Erős András* (Tatabánya – Kerpely Antal-emlékérem), *Antal Ferenc* (Kecskemét – OMBKE emlékérem) és *Bagi János* (Csepel – OMBKE emlékérem).

35 éves a kohász díszegyenruha

1961. június 27-én volt az OMBKE Ózdi Helyi Szervezetének alakuló ülése. Ez egy régen fennálló igényt elégített ki, mert az egyesületi tagok tevékenységét keretbe foglalta: az azonos szakma iránt érdeklődő szakemberek munkáját tervszerűbbé, szervezetté tette, és a kohász hagyományok ápolására lehetőséget teremtett.

Az Ózdi Kohászati Üzemek (ÓKÜ) támogatásával sok éven keresztül sikeres munkát végezhattünk. Házigazdaként Országos Hengerész Konferenciákat szerveztünk, több alkalommal Kohász Napokat rendeztünk. Az ÓKÜ anyagi támogatásával szakmai tanulmányutakat szerveztünk és tapasztalatcseréken vettünk részt a környező országok üzemeiben. A kohász hagyományok ápolásaként évente rendszeresen Kohász Szakestélyeket tartottunk.

1984. március 14-én a helyi szervezetünk vezetőségi ülésén igen jelentős elhatározás született: a bányászok díszegyenruhájához hasonlóan nekünk, kohászoknak is díszegyenruhát kellene készíttetni, mintegy a kohászathoz való ragaszkodásunk jelképeként. Kezdeményezésünket lelkesedéssel fogadta vezérigazgatónk, *dr. Pethes András*, és megfelelő támogatást is kaptunk tőle. A következő szakosztályvezetőségi ülésünkön bejelentettük elhatározásunkat, és egyben kértük a vezetőség segítségét, támogatását az egyenruha megvalósításában. A szakosztályvezetés örömmel nyugtázta kez-



■ 1. kép. Szoboravatás az Öntödei Múzeumban

deményezésünket, és kellő támogatást is ígért. Tervünk az volt, hogy az ősszel, októberben esedékes VIII. Országos Hengerész Konferenciára 12 fő részére elkészíttetjük a kohász

díszegyenruhákat. Ez szinte megvalósíthatatlannak tűnt, hiszen igen rövid idő állt rendelkezésre, mely alatt meg kell tervezni az egyenruhát, jóváhagyatni a szakosztályvezetéssel és kivitelezőt keresni, aki igen rövid idő alatt el is készíti. Szívós kitartásunk eredményeként azonban – melyben igen nagy szerepe volt *Grega Oszkár* Történelmi Bizottság vezetőnek és *Máté László* titkárnak – végül is a konferencia előtt egy héttel a Miskolci Méretes Ruházati Szövetkezet (MÉRUSZ) soron kívül elkészítette a 12 egyenruhát.

Az egyenruhák konferencián való bemutatását egy főpróba is megelőzte, mégpedig október 5-én Budapesten, az Öntödei Múzeum Pantheonjában, *z. Zorkóczy Samu* szobrának avatásán. Az Ózdi Vasgyár volt igazgatójának szoboravatásán az ÓKÜ képviselőjében, a helyi szervezet nevében – az országban első alkalom-



■ 2. kép. Öten az első díszegyenruhások közül: Kelemen Sándor, Vincze Endre, Schottner Lajos, Máté László, Sike József

mal kohász díszegyenruhában – *Schottner Lajos* elnök és *Máté László* titkár helyezte el koszorút (1. kép). (A jelvények – melyek az Állami Pénzverőben soron kívül készültek – nem érkeztek meg, csak a konferencia előtt két nappal. Ezért a koszorúzáson az egyenruhánkról még hiányoztak a jelvények.)

Izgatottan készültünk a VIII. Országos Hengerész Konferenciára, nem csupán a díszegyenruha miatt, hanem azért is, mert vezérigazgatónk, *dr. Pethes András* állásfoglalása szerint

Ózdon kell megrendezni a konferenciát. Az előadások lebonyolításához, kulturális programhoz a felújított, kicsinosított és korszerűsített Liszt Ferenc Művelődési Központ alkalmassá vált.

Az október 9–11. között megrendezett VIII. Országos Hengerész Konferenciának, a hengerész konferenciák történetében először valódi „házigazdái” lehettünk, mivel ózdi környezetben került lebonyolításra. E konferencia jellegzetessége volt még a kohász díszegyenruhák bemutatkozása. Helyet érdemel azok neve e történeti megemlékezésben, akik hazánkban elsőként ölthették magukra

a kohászok díszegyenruháját: dr. Pethes András, dr. Horogh Lajos, Schottner Lajos, dr. Molnár László, Mura Imre, dr. Polencsik József, Marczis Gáborné, Kelemen Sándor, Máté László, Vincze Endre, Lőrincz József, Sike József (2. kép).

Egy évvel az egyenruha bemutatkozása után az OMBKE 73. tisztújító küldöttközgyűlésén 1985. november 16-án Budapesten, a MTESZ-székházban a kb. 200 bányász egyenruhas küldött mellett az ózdiakon kívül már Soltész István OMBKE elnök, dr. Bakó Károly OMBKE főtítkárhelyettes és több egyetemi oktató jelent meg kohász díszegyenruhában.

Az elmúlt 35 év folyamán sokan, büszkén viselhették kohász díszegyenruhánkat, tehát kezdeményezésünk nem volt hiábavaló.

Én, aki elmondhatom, hogy részese lehettem a kohász díszegyenruha „születésének” és az elsők között ölthettem magamra a büszkén viselt kohász díszegyenruhám, öt évvel ezelőtt úgy döntöttem, hogy az Ózdi Városi Múzeumnak adományozom, mint kohász „ereklyét”. Azóta ünnepi alkalmakra – bár már kissé szűk lett – kikölcsönzőm és büszkén viselem továbbra is!

Máté László

Sajtótájékoztató a GMTN 2019 szakvásárról és látogatás a Bühler cégnél

A 2019. június 25. és 29. között Düsseldorfban rendezendő vásárnégyes – a GIFA, METEC, THERMOPROCESS és NEWCAST (GMTN) – osztrák, szlovák és magyar szakújságíróknak tartott sajtótájékoztatót a St. Gallen kantonban található Uzwil városkában. A nagylelkű felajánlást és a vendéglátást az 1860 óta családi vállalkozásként működő Bühler részvénytársaságnak köszönhetjük. A düsseldorfi vásár szervezői, a Bühler cég kommunikációért felelős vezetője és a nyomásos öntőgépgyártó részlegének vezetői által közöltekben csak ízelítőt adunk a lap terjedelmi korlátja miatt. A sajtótájékoztatót követő üzemlátogatás betekintést nyújtott egy világméretű vállalat gyártási folyamataiba.

Ez évben is Düsseldorf az öntészet és a metallurgia nemzetközi találkozóhelyévé válik. A világ minden pontjáról közel 2000 kiállító mutatkozik be a vezető nemzetközi GIFA, METEC, THERMOPROCESS és NEWCAST vásárokon.

A vásárnégyes lefedi a kohászati ipari palettát az öntészeti eljárásoktól, a metallurgián, a termikus folyamaton át az öntvényekig. A szakma csúcsrendezvényére 2019-ben közel 78.000 látogatót várnak. A globális szereplők és piacvezető cégek 12

csarnokban mutatják be a megnyitás előtti utolsó óra legfőbb tendenciáit, innovációit, csúcstechnológiáit.

A GIFA a 14. öntészeti szakkiállítás, vásár és szakmai fórum, amely központi helyül szolgál a műszaki újdonságok és újítások számára az öntészeti ipar teljes területén. A világ meghatározó országaiból több mint 900 kiállító fog bemutatkozni a 10-, 13- 15- és 17-es csarnokban.

Különleges kiállítással, először mutatkozik be a GIFA 13-as csarnokában az additív gyártás. Az újszerű eljárásban a minta-, forma- vagy magké-

szítés, de akár a közvetlen fémnyomtatás terén is új lehetőségek lesznek láthatóak.

A NEWCAST az öntvények 5. nemzetközi vására a 13-as 14-es csarnokban, ahol több mint 400 kiállító hívja fel a figyelmet az öntvénygyártás globális szerepére.

A METEC nemzetközi metallurgiai szakkiállítás és konferencia az előző rendezvényekhez hűen az idei 10. alkalommal is sikerek elé néz. A világ számos pontjáról érkező több mint 500 kiállító a 3-as és 4-es csarnokokban mutatja be a nyersvas, acél és



fém előállítását és a felhasználását szolgáló berendezéseket.

Emberek milliárdjai állnak napi kapcsolatban a hetedik generációs **Bühler család** tulajdonában álló óriásvállalat technológiáival, hogy alapszükségleteiket, élelmiszer, vagy utazási igényüket kielégítsék. Számítalan ember valamilyen Bühler berendezéssel gyártott élelmiszert fogyaszt, utazik olyan járművel, melynek alkatrészei valamilyen Bühler gépen készültek, visel szemüveget, használ okos telefont, olvas újságot vagy folyóiratot, amit mind a Bühler által kifejlesztett technológiák vagy megoldások alapján gyártottak. A cég éves forgalmának

5%-át fordítja kutatásra és fejlesztésre. A svájci családi vállalkozás világszerte 140 országban van jelen és 30 különböző helyszínen folytat termelőtevékenységet. A Bühler cég a digitális cella alapján készült legújabb öntőcelláját kívánja a GIFA-n a szakmának bemutatni a 11-es csarnokban.

A Bühler ez alkalommal először állítja ki SmartCMS-rendszerét. A rendszer képes az összes periféria berendezéstől gyűjtött információt egy egységes rendszerben tárolni. Ezáltal a gépkezelő képes a teljes cella teljesítményéről véleményt alkotni, valamint a cellát proaktívan vezérelni. A SmartCMS minden egyes nyomásos

öntvényhez részletes visszakövethetőséget kínál a teljes öntési folyamatra. SmartCMS, azaz „az okos agy” képessé teszi az öntőcellát, hogy önmagát optimalizálja és kiválassza az egyes termékekhez tartozó legjobb gyártási paramétert.

A Bühler új innovációs campust (CUBIC) és Technológiai Központot épít a nyomásos öntőipar részére, amelyet idén tavasszal adnak át. A két új létesítmény számos lehetőséget kínál kutatásra, fejlesztésre, alkalmazások kipróbálására, vevői oktatásra vagy tanácsadásra.

Sándor Balázs

Ember a szobor mögött – Cserenyei Kaltenbach István szobrászművész, atlétikai mesteredző életmű-kiállítása

A Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Kohászati Gyűjteményében (Miskolc-Felsőhárom) 2019. március 22-én időszaki kiállítás nyílt meg *Cserenyei Kaltenbach István* halálának 40. évfordulója alkalmából.

A művész 1903-ban Verebélyen, Bars vármegyében született, édesapja Kaltenbach Rezső királyi járásbírói aljegyző, majd törvényszéki tanácselnök. Lőcsén járt gimnáziumba, majd 1918-tól Sátoraljaújhelyen fejezte be középiskolás éveit.

Az Iparművészeti Főiskolán folytatta tanulmányait, ahol 1929-ben jeles diplomával végzett, mellette atlétaként a nemzeti válogatott tagja volt. Pályája során párhuzamosan volt szobrászművész és sportoló, illetve nehézatléta mesteredző.

1933-tól Budapesten a Magyar Atlétikai Szövetségben edzőként, majd Bukarestben és Belgrádban is szövetségi trénerként dolgozott. 1939-től ismét Magyarországon edzősködött.

1941-ben megnősült, felesége *Dubay Margit*, gyermekei Katalin, Éva és István. 1941–1949 között Győrben dolgozott, mint vagongyári tisztviselő, emellett a győri ETO atlétikai edzője, valamint a Vagongyár szobrászművésze is volt.

1949-ben Miskolcra került, ahol főállásban atlétikai edzőként dolgozott.



■ Ganz Ábrahám mellszobra az Öntődei Múzeum kertjében

Európai színvonalra emelte a DVTK dobóatlétáival a miskolci atlétikai szakosztályt. Kiemelkedő edzői tevékenységét mesteredzői címmel ismerték el 1961-ben, még ebben az évben a Lenin Kohászati Művek szobrászművésze lett. Vasas képzőművészeti kört vezetett kohászati dolgozóknak és fiatal tehetségeknek, ahol a szobrászmesterség alapjaival ismertette meg a résztvevőket.

Sportolókról, munkásokról készített szobrokat, érmeket, emlékplaketteket, egyik legfontosabb feladata a gyár által alapított Központi Kohászati Múzeum kiállítási tárgyainak (szobrok,

diorámák, plakettek) megtervezése és elkészítése volt. Több munkája megtalálható a Kohászati Múzeumban (pl. Olvasztár, Martinász), illetve az Öntődei Múzeumban (*Ganz Ábrahám, I. kép*), továbbá országos hírű a debreceni Arany Bika szállóban található *Hajós Alfréd*ot ábrázoló szobra is.

1979. március 20-án halt meg Miskolcon. A diósgyőri temetőben nyugszik.

A kiállítás felhívja a figyelmet a Kohászati Múzeum állandó kiállításának részét képező művekre, bemutat még a művész családjának birtokában lévő szobrokat, eredeti gipszmintákat, vázlatokat, érmeket, plaketteket és szobrok, síremlékek fényképeit. A sportsikereit illusztráló cikkek és fényképek szintén részét képezik a kiállításnak.

A kiállítást a művész valamikori tanítványa, *Szanyi Péter* szobrászművész nyitotta meg, aki megemlékezett Cserenyei Kaltenbach István szerénységéről, emberi és művészi nagyságáról. A kiállítás megnyitóját a művész dédunokája, *Tóth Norbert Márk* szavallata zárta. A kiállítás kurátora *dr. Harcsik Béla*, a MMKM Kohászati Gyűjtemény muzeológusa volt.

A kiállítás 2019. augusztus 20-ig tekinthető meg a múzeum nyitvatartási ideje alatt: csütörtök-péntek-szombat 10–16 óra között.

Az Öntödei Múzeum 50 éve nyitotta meg kapuit

2019. szeptember 24-én lesz 50 éve, hogy az öntészeti és kohászati szakma, valamint az akkori ipari minisztérium és a művelődési tárca összefogásával, *Kiszely Gyula* szervezőképessége és áldozatos munkássága eredményeként *Ganz Ábrahám* egykori öntödéjében, Buda első ipari műemlékében megnyitották az Öntödei Múzeumot, mai nevén: a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum *Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjteményt*.

A félévszázados jubileumra készülődve *dr. Hollód Szilvia Andrea* PhD, az MMKM Ipari Főosztályának vezetője irányításával az Öntészeti szakosztály (*Katkó Károly* és *dr. Lengyel Károly* alelnökök), valamint a Magyar Öntészeti Szövetség (*dr. Hatala Pál*) segíti, hogy az év folyamán több rangos rendezvény hívja fel a szakma és a nagyközönség figyelmét Buda első ipari műemlékére, Közép-Európa első, az 1860-as évektől 1964-ig vasöntödeként

működő öntészeti bemutatóhelyére. A gyűjteményben 2019 elejétől *Molnár Álmos* segédmuzeológus és *Magó László* adattáros végzik az értékmű munkát. Öröndetes, hogy az épület egyik részéből kialakított MMKM kiállítási területen kohászati témájú kiállítást is rendeztek, ami ma már az Alumíniumipari Múzeumban látható. A szakosztály vezetőségi tagja, *dr. Lengyelné Kiss Katalin* programjavaslatokkal és önkéntes munkatársak bevonásával segíti a munkát. Az Öntészettörténeti és Múzeumi Szakcsoport (ÖMSZ) *Lathwesen László* elnök és *Káplánné Juhász Márta* titkár vezetésével havi rendszerességgel itt tartja üléseit, tartalmaz előadásokkal tekintenek vissza a szakmai értékekre.

A 2019 elején már megvalósult események

Elindult az 50 éves múzeumi emlékkötet kéziratának összeállítása (*Molnár Á., Bagó L., L. Kiss Katalin*). Készül egy rövid ismertető leporelló a látogatók részére (*Molnár Á., Magó L.*).

Január 24. ÖMSZ ülés (helyszín: OMBKE Október 6. utcai tanács-terme): *Káplánné J. Márta Zsigmondy Vilmos* és unokaöccse, *Zsigmondy Béla* munkásságáról tartott előadást. *Horváth Péterné*, a Budapesti Városvédő Egyesület tagja a Schlick-féle Vasöntöde és Gépgyár által a 19/20. század fordulóján kivitelezett öntött épületdíszek és tartószerkezetek terén végzett kutatásairól számolt be.



■ 1. kép. Kiszely Gyula múzeumalapítóra emlékeztünk emléktáblájánál

Február 24. ÖMSZ ülés (helyszín: ÖM): *L. Kiss Katalin*: Kiszely Gyula munkássága, az Öntödei Múzeum létesítése (1. kép) és *Tokár István*: A Kőbányai Vas- és Acélöntöde története c. előadások hangzottak el.

Márciusban megkezdődött a leesett fémöntészeti feliratok pótlása. (*Molnár Á., Lengyelné*)

Március 13–15-én a 1848–49-es ünnep alkalmából *Huszics György*, *Lathwesen L.*, *dr. Lengyel K.* és *L. Kiss Katalin* múzeumpedagógiai foglalkozást, ill. tárlatvezetést tartottak a látogatóknak. *Révész Emese* aludobozszabászati foglalkozást tartott 2x30 iskolás gyermeknek.

Március 21. ÖMSZ ülés (helyszín: ÖM): *dr. Patay Pál*, legidősebb egyesületi tagunk köszöntése, idén megjelent könyvének bemutatása. Egyesületünk elnöke, *dr. Hatala Pál* az ünnepeltnek *Kerpely Antal*-emlékérmet nyújtott át. Ezután A magyar vasgyártás története az Árpád-kortól Hunyadi Mátyás uralkodásáig címmel *Lathwesen László* előadása hangzott el.

A jubileumi év további tervezett programjai

Remények szerint az MMKM rendezvényeivel és az ÖMSZ havonta megtartott üléseivel összehangolva az alábbi események fognak megvalósulni ebben az évben:

A tavasz folyamán: Öntészettel kapcsolatos ércek kiállítása. Szakértő: *Káplánné J. Márta*;

Május: Gyermekfoglalkozáshoz alkalmas segédeszközök rendbetétele, foglalkozások beindítása (MMKM, önkéntesek);

Június: A vas öltöztette fel a várost! – Fotópályázat kiírása civilek részére;

Július: Kohászati bélyegek kiállítása *Csehil György* diósgyőr-vasgyári kohómérnök gyűjteményéből;

Szeptembertől hetente a BME gépészhallgatóinak szakmai tárlatbemutatója indul (*dr. Dévényi László*, *dr. Lengyel K.*);

Szeptember: Mechwart-vetélkedő meghirdetése négy-öt műszaki középiskolának (2008-ban nagy siker volt);

Szeptember végén: Konferencia az öntészethez kapcsolódó ipartörténeti témákról és az Öntödei Múzeum 50 éves jubileumi ünnepe (OMBKE Önt. Szakosztály és MÖSZ);

Október: A Lánchíd átadásának 170. évfordulója (MMKM kiállítás);

November 6. A tudomány napja. Mechwart-vetélkedő lebonyolítása;

December 15. *Ganz* halálának évfordulóján koszorúzás a *Ganz*-mauzóleumban.

Az intézmény elérhetősége: www.mmkm.hu/tagintezmenyek

tel.: +36 30 693 3408

(nyitvatartási időben).

e-mail: ontode@kozlekedesimuzeum.hu
Nyitvatartás: márc.15. – okt. 31. K–Szo: 11.00–19.00, nov. 1. – márc. 14. Cs–Szo:10.00–16.00.

Öntészeti kiállítóhelyünk megújult tevékenységéről a későbbiekben is tudósítunk.

Lengyelné Kiss Katalin

Együttműködési szerződés Miskolc város önkormányzata és az OMBKE között



■ Dr. Hatala Pál, az OMBKE elnöke és dr. Kriza Ákos, Miskolc polgármestere aláírja a szerződést

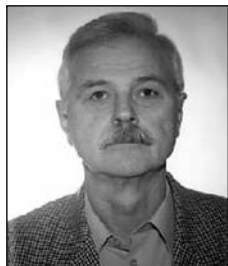
2019. április 4-én dr. Kriza Ákos, Miskolc polgármestere és dr. Hatala Pál, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület elnöke együttműködési szerződést írt alá. Az együttműködés 2023 év végéig érvényes.

A szerződésben rögzítették, hogy az egyesület vállalja a bányász, kohász szakmák hagyományörző rendezvényeinek gondozását, a szakmák hagyományainak megismertetését, hozzájárulva a város kulturális és idegenforgalmi céljának eléréséhez. Miskolc város önkormányzata vállalja, hogy támogatja az OMBKE hagyományörző tevékenységét.

■ KÖSZÖNTÉSEK

70. születésnapját ünnepelte

Bolyky Gábor Pál 1949. február 21-én született. Általános iskoláit Ózdon végezte, majd 1963–67 között a kazincbarcikai Vegyipari Technikumban szerzett vegyésztechnikusi képesítést. Ezt követően egy évig dolgozott az akkori Borsodi Vegyi Kombinátban, ahol a szabályozás és automatika felkeltette érdeklődését, így jelentkezett a Nehézipari Műszaki Egyetem Vegyipari Automatizálási Főiskolai Karára, Kazincbarcikára, ahol 1971-ben mérés- és szabályozástechnikai üzem-mérnökként végzett.



1971-től dolgozott az Ózdi Kohászati Üzemekben, kezdetben minőségellenőrként, majd a színekpelemző laboratóriumban elektrikusként. 1989-ben kinevezték a Rúd- és Dróthen-germő Minőségellenőrzési Osztály vezetőjének, ahol a végellenőrzés és anyagvizsgálat területén bevezetett módszerei eredményesek voltak.

1992-től a az Ózdi Hengermű Kft.-hez szerződött, mint MEO vezető.

1993–94 évben a Budapesti Műszaki Egyetemen minőségügyi mérnök képesítést szerzett. Közben hozzáfogott a kft. minőségbiztosítási rend-

szerének kidolgozásához. A rendszer bevezését követően annak tanúsítását a Lloyds Register végezte, sikeres eredménnyel.

1995-ben kinevezték a Minőségellenőrzési és Marketing Főosztály vezetőjének, feladata volt a társaság értékesítési és marketing stratégiájának kialakítása, bevezetése, minőségbiztosítási rendszerének működtetése, mely feladatokat sikeresen megvalósította.

A Hengermű megszűnését követően 2002-ben a Borsodi Tranzit Non-profit Kft. munkatársa lett. Itt projektmenedzserként az aktuális programok koordinációs, irányítási és ellenőrzési feladatok ellátása, a konzorciumi tevékenység irányítása volt a munkája 2012. december 31-ig.

2002 és 2012 között a Bolyokvasvári Polgári Kör Egyesület elnökeként végzett társadalmi munkát a hagyományörzés és örökségvédelem területén.

Hajnal János 1949-ben született a bácskai Nagybaracskán, a baranyai Dunaszekcsőn járta az alapiskolát, majd Pécssett szerzett vegyipari gépész technikus oklevelet, mellyel egy éven át Baján a Kismotor és Gépgyár diszpécserként ismerte



meg az ipari munka világát. 1968-ban nyert felvételt a NME-re, ahol 1974-ben vette át kohómérnöki diplomáját. Időközben, negyedik év végén, „amikor már az embert az Isten sem menti meg a diplomától” egy egyetemi adminisztrációs félreértést követően – mint öntő ágazatos hallgató – vasöntő munkásnak állt Pesterzsébeten, ahol elmondása szerint sokat tanult.

Nem volt sikeres a mérnöki pályakezdés. A kemencetervezést ugyan megkedvelte a KGYV-nél, de kitartóan új munkahelyet keresett. 1977-től lett az ALUTERV-FKI Kohászati Tervezési Irodájának munkatársa. Kiváló műhely volt, a szakma nagy öregjeivel egy teremben ülni és aktív segítségüket élvezni. Elmondása szerint igazán itt lett mérnök. Jelentős feladatokat kaptak már a fiatalok is. Így nagy élmény volt az új ajkai nagynyomású öntőde tervezésében való aktív részvétele, majd a Sri Lankába tervezett titánsalakgyár tervezése, amely a világot is kinyitotta előtte. Később főként az inotai tervezési munkák kapcsán Európán túl eljuthatott Japánba, Kanadába, végül Kínába is. Az intézetben – ahol osztályvezető, majd irodavezető-helyettes volt – eltöltött 15 év után – amikor már önszorgalomból beleásta magát a szekunder alumínium lehetőségeinek világába – a MAT vezetése kinevezte a Tatabányai Alumíniumkohó fejlesztési igazgatóhelyettesévé. A feladat előbb egy sze-

kunder olvasztómű telepítése volt, majd rövidesen a visszafejlesztés, kapubezárás, illetve az üzemszerek értékesítése. Közben helyi kollégákkal kerítésen belül létrehozták a METALKO Kft.-t a minőségi öntészeti ötvözetgyártás megvalósítása céljából. A gyárterületre betelepülő 10 vállalkozást pedig ipari parkká szervezve létrehozták az ALUPARK Kft.-t, melynek alapító társügyvezetője lett. A HUNGALU bizonytalan helyzetét látva, az alumíniumkohászatot elhagyva 1994-től lett a MÉH, illetve a francia ERECO fémkereskedője, majd az akkor ébredező hulladékgazdálkodás meghatározó cége, a Fe-Group Invest Zrt. színesfém ágát irányította, aktív részeseként az akkori hulladéktörvény-alkotási folyamatoknak, úgy is, mint a Hulladékhasznosítók Országos Egyesületének szakosztályvezetője. 1998-ban a MAL Zrt. megkeresésére került vissza az alumíniumiparba, mint az ajkai ALUFÉM Ötvözetgyártó Kft. ügyvezetője. Ötéves tevékenysége alatt közel egymilliárdos fejlesztést irányítva és lebonyolítva egy jó hangulatú és sikeresen működő cégtől vált meg 2003 végén. A gazdasági eredmények mellett a szakág elismeretése volt a célja: a betelepülő autógyári alumíniumöntödékek minőségi öntészeti ötvözetekkel való ellátása. Szakmai image szempontjából a „tömbösítés” kifejezés kiirtását, helyette az „ötvözetgyártás” elfogadtatását tűzte ki célul. Sikerült. Távozását a feletteseivel való szekunder alumíniumipar sajátosságait illető egyet nem értésük váltotta ki. Nem neki volt ez irányban hiányos előlétele. Visszatért a fémhulladék-gazdálkodáshoz, a Fe-Ferrum Kft. kereskedelmi igazgatója lett, majd közel a nyugdíjhoz az Inter-Metal Kft.-hez került. Vonzotta, hogy a cég akkor induló négy vidéki telepét elindíthatta, betaníthatta, mind a fémipar műszaki, mind a kereskedelmi alapjaira. Így lett több mint öt éven át a telepek vezetője, sokat utazva Csepelről Csomára, Szekszárdra, Orosházára és Polgárra is. Közben a fémtörvény megjelenésével a szakmára oktathatta a NAV pénzügyőreit. Az alumínium italosdobozok után pedig a Nespresso kapszulák alutartalmának hasznosításában is úttörő lehetett.

Szakmai-társadalmi tevékenysége tekintetében kiemelkedik az OMBKE. 1981 óta tagja a Fémkohászati Szakosztály vezetőségének. Többek

között 12 éven át volt titkár, illetve 20 éven át a BKL Kohászat rovatvezetője. Titkársága alatt indult útjára a miskolci Fémkohászati Nap, melyet ma is menedzsel. A Szent Borbála-érem kitüntetés mellett 2018 óta az OMBKE tiszteleti tagja. Időközben alapító tagja volt a MÖSZ-nek és a Fémszövetségnek is. 2014-től az utóbbi szervezet ügyvezetői titkára ma is. Bibliográfiájában 60-nál több cikket jegyez, és számtalan hazai konferencián volt előadó. Minden pozíciójában célja volt minél közelebb hozni egymáshoz a fémhulladék-gazdálkodást és a fémkohászatot. Elérni, hogy a hulladékgazdálkodás a kohászat szerves része, annak előszobája legyen. Mint anno az ércelő-készítés! Ezen a téren még mindig tevékenykedik...

Lomniczy Dezső 1949. április 13-án Budapesten született. Középiskolát a székesfehérvári József Attila Gimnáziumban, majd a budapesti Kaffka Margit Gimnáziumban végezte. Édesapja szakmáját választva 1967-től a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Kar kohászatechnológusi szakának hallgatója volt, 1974-ben szerzett diplomát a Székesfehérvári Könnyűfémű ösztöndíjasaként.

A KÖFÉM Hengerművében technológusként dolgozott 1981-ig. Közben 1979-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen képlékenyalakítási szakmérnöki oklevelet kapott. 1981-től 1992-ig a VIDEOTON öntödéjében volt üzemmérnök, majd műhelyfőnként dolgozott. Egy évig kiemelt mérnökként hőntartó kemencék modernizálása, nyomásos öntőszerszámok előmelegítésének korszerűsítése volt a feladata. 1992-ben a BME-n okleveles mérnök-tanár képesítést szerzett. 1993-ban közel egy évig dolgozott az érdi Hammar Kft.-ben, mint kovácsolási technológus.

1993 decemberétől tanár a Segélyesi Eötvös József Szakképző Iskolában. Matematikát, fizikát, szakmai tantárgyakat tanított nappali tagozatos diákoknak. Felnőttképzés kere-

tében érettségire készített fel tanulókat matematikából és fizikából. 2009-ben ment nyugdíjba, de továbbra is folytatta pedagógusi tevékenységét. Négy évig a székesfehérvári Gárdonyi Vendéglátó Szakiskolában matematika és fizika, az Aranykéz szakiskolában fizika tantárgyat tanított óradóként. Jelenleg a várapoltai Képeségfejlesztő Magániskolában tanít közép- és általános iskolai képzésben.

Az OMBKE-nek 1972-től tagja. Mikor tanári pályára lépett (kb. 1993-tól), a tagságát szüneteltette. 2006-ban ismét tagja lett az OMBKE Fémkohászati Szakosztály székesfehérvári helyi csoportjának. Igyekszik minden rendezvényen aktívan részt venni.

Dr. Dévényi László Tatabányán született, középiskolába a Veszprémi Vegyipari és Alumíniumipari Technikumba járt színesfémipari szakon, majd olvadék elektrolizáló kádak melletti beosztott kohász volt a Tatabányai Alumíniumkohóban. A Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán 1973-ban technológus kohómérnök diplomát szerzett. NME műszaki doktor 1980-ban, MTA műszaki tudomány kandidátusa 1991-ben lett, a BME Gépészmérnöki Karán 1997-ben PhD-fokozatot kapott.

Egy évig a NME Fémtani Tanszékén MTA tudományos ösztöndíjas gyakornok, majd a BME Gépészmérnöki Karán MTA tudományos segédmunkatárs, metallográfiai laboratóriumvezető volt, 1982–83-ban az Állami Pénzverőben technológus mérnöki munkakört töltött be. Műszaki doktori dolgozatában az ön felületén létrehozott „maratási gödrök” orientációs viszonyaival foglalkozott. Kandidátusi munkájának témaköre erőművi melegsziárd anyagok kúszási, regeneráló hőkezelési folyamatai.

1992-től egyetemi docens, 1993-tól tanszékvezető-helyettes, a Villamosmérnöki Oktatási Csoport vezetője, 2002–2012-ig a Gépészmérnöki Kar gazdasági dékánhelyettese, 2007–2013 között tanszékvezető, 2014-től c.



egyetemi tanár. Az elektromos áram Joule-hőjével végzett gyors hőkezelési kutatásokban vett részt, ebből szabadalom is született. Ipari kutatási tevékenysége erőművi anyagokhoz, illetve gépészeti és elektrotechnikai, elsősorban fémes anyagok leromlási folyamataihoz, műszaki károsodás-analízishez kötődik. Résztevője hat OTKA kutatásnak, ebből kettőben témavezető volt. Egyetemi előadásokat (BSc, MSc, PhD) tartott a követke-

ző tárgyakból: Anyagtechnológia, Anyagtudomány, Elektrotechnikai anyagok (NME), Hőkezelés, Károsodás-analízis. Hét doktorandusza szerzett PhD-oklevelet.

106 publikációja jelent meg hazai és külföldi folyóiratban, konferenciakötetben. Közéleti tevékenysége: OMBKE, GTE, MTA bizottságok és köztestület, American Society of Materials, Magyar Mérnöki Kamara, Magyar Mérnökakadémia, Országos Tudományos

Diákköri Tanács, Nemzeti Akkreditáló Hatóság.

Szakmai és társadalmi elismerései: Tanulmányi emlékérem (NME), Széchenyi Professzori Ösztöndíj, Magyar Gépészmérnökért Gillemot-díj, Sóltz Vilmos-érem, Zielinszky Szilárd-díj, ALCOA Professzori Ösztöndíj, Magyar Érdemrend Lovagkereszt, Apáczai Csere János-díj, Pro Juventute Universitatis kitüntetés.

NEKROLÓGOK

Komár László 1921–2019



Életének 98. esztendejében, 2019. január 25-én elhunyt Komár László vasokleveles kohómérnök kollégánk. Ózdon született 1921. november 12-én, középiskoláit Egerben, a ciszterci gimnáziumban végezte. Érettségi után vették fel a soproni József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem kohómérnöki tagozatára. 1951. február 9-én, mint vaskohómérnök végzett a soproni egyetemen.

Apai nagyapját 1856-ban hozatták le a Felvidékről hengermeisternek az ózdi vasgyárba, innen a család kötődése a kohászathoz! Az Ózdi Kohászati Üzemek Nagyolvasztóművében kezdte mérnöki munkáját, kezdetben üzem-mérnöként, majd a Technológia és Kutatási Főosztályon folytatta tevékenységét, mindvégig a nyersvasgyártás területén. 1980-ban a vezérigazgató tanácsadó szervezetében lett műszaki-gazdasági tanácsadó, itt dolgozott nyugdíjazásáig (1983-ig), majd ezután 1987 végéig.

Az 1950-es évek minden nagyarányú kohótechnikai és -technológiai fejlesztés előkészítésében és kidolgozásában, üzemi bevezetésében részt vett. Számos kutatás-kísérlet vezetője volt. Külföldi és hazai tanulmányúttain szerzett tapasztalatait igyekezett hasznosítani, például optimális földgázbe-fűvás kohókba, nyersvas kéntelenítés,

optimális salakösszetétel megállapítása, a termovízió alkalmazása üzemi berendezések meghibásodásánál.

Különböző újítások szerzője, társszerzője volt, például a zsugorítvány minőségjavításához a kettős keverés megjavítása, az öntészeti nyersvas kohón kívüli előállítás.

Az 1950-es években a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem ózdi esti tagozatán a vas- és acélöntészet előadója volt. Előadásokat tartott a mérnöki továbbképzés keretében és tanfolyamokon. Cikkei jelentek meg az Ózdi acél szaklapban.

Többszörös Kiváló Dolgozó, a kohó- és gépipari miniszteri Kiváló Munkáért-díj, Vállalati Alkotói Nívódíj, Eötvös Loránd-díj, OMBKE 50 éves tagságért kapott Sóltz Vilmos-emlékérem tulajdonosa.

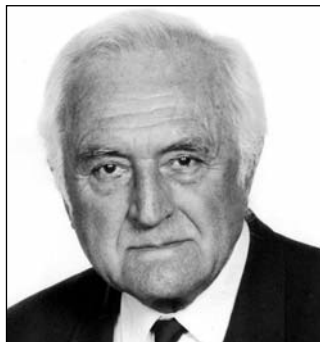
Őszinte, segítőkész, jóindulatú, tiszta szívű embernek ismertük. Egyénisége pályájához hasonlóan színes, sokoldalú volt. Kiváló hangulatteremtő képességeit, zenei adottságait még nyugdíjas korában is élvezhettük. Népszerű volt, mindenki szerette, akivel kapcsolatba került.

2019. február 7-én kísértük utolsó útjára az ózdi gyári temetőben. Fájó szívvel, emlékéit megőrizve búcsúzunk és kívánunk utolsó Jó szerencsét!

Máté László

Mándoki Andor

1920–2019



A hazai vaskohász szakma ismét szegényebb lett: 99 éves korában elhunyt Mándoki Andor gránitdiplomás kohómérnök. A sokak által tisztelt és elismert szakember 1920. február elején született Salgótarjánban. 1942-ben szerzett mérnök-közgazdász diplomát a József Nádor Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karán, Sopronban. Két professzorának ajánlása alapján 1942-ben a Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű Rt.-be, ezen belül a Salgótarjáni Acélárugyárba került, ahol 1964-ig dolgozott. Ez a látszólag stabil pálya számos fordulatot hozott számára.

1949-ben egy országos üzemszervezési pályázaton első díjat nyert; ennek eredményeként az Üzemszervezési Tudományos Egyesület alelnökévé választották. 1950-ben kinevezték a Salgótarjáni Acélárugyár vezérigazgató-helyettesévé. A szépen alakuló pályát megtörte, hogy disszidálási kísérlete miatt 1952–55 között bányamunkásként kellett dolgoznia. 1956-ban a gyár munkástanácsának elnökévé választották. 1958 után a hideghengermű korszerűsítésének tervezését és beruházását irányította.

1964-ben a Kohó- és Gépipari Minisztérium Vaskohászati Igazgatóságának (a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés jogelődjének) kutatás-fejlesztési osztályára került, ahol rövid idő alatt főosztályvezető lett. Elnöke lett a KGST Vaskohászati Másodtermék Albizottságának. A vaskohászat fejlesztéséről írt értekezését a Marx Károly Közgazdasági Egyetem summa cum laude minősítéssel fogadta el. 1981-ben a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés műszaki igazgatójaként ment nyugdíjba.

Nyugdíjas éveit folyamatos munkával töltötte el. 1983-tól nyolc éven át a Vasipari Kutató és Fejlesztő Vállalatnál megszervezte és irányította a Ferinov külkereskedelmi irodát.

A rendszerváltást követően érdeklődése közgazdász képzettségét és az

iparban szerzett tapasztalatait kihasználva mindenekelőtt a rendszerváltás gazdasági vonatkozásainak és a globalizáció és a nemzetállamok viszonyának vizsgálatára irányult. 1989-ben csatlakozott a Kereszténydemokrata Néppárt-hoz. Egyik megalkotója volt a párt szociális piacgazdaság tézisén alapuló közgazdasági programjának. A kilencvenes években ötletgazdája volt a KDNP által indított, hazai termékeket népszerűsítő mozgalomnak, igazgatója a Hazai Termék, Hazai Munkahely Alapítványnak.

Rendszeresen bírálta a szocialista és liberális gazdaságpolitika visszasságait, rámutatott a globalizáció veszélyeire. Rendszeresen publikált a KAPU című folyóiratban, ahol gazdasági rovatvezető volt.

Több szabadalom tulajdonosa; az egyikkel Brüsszelben 1970-ben a Feltalálók Kiállításán ezüstérmét nyert. Ennek értékesítése kapcsán egy évet Svédországban töltött.

Egyesületünknek 1949-ben lett tagja. Szakmai teljesítményéért 1981-ben Wahlner Aladár, 1989-ben és 1999-ben Sóltz Vilmos-émlékérmét kapott. 2017-ben, diplomázásának 75. évfordulója alkalmával a Miskolci Egyetemen gránitoklevélben részesült.

2010-ben a köztársasági elnök „a nemzet érdekét mindig szem előtt tartó közgazdasági gondolkodásáért, sokoldalú gazdasági, vezetői, kutató-fejlesztői tevékenységéért, életműve elismeréseként” a Magyar Köztársasági Érdemrend lovagkeresztje polgári tagozata kitüntetését adományozta.

Gondolkodásmódját, hitvallását a gránitoklevél átvétele alkalmával készített riport egy mondatával szemléltetjük: „...szeretem a hazámat, Magyarországot, nagyra becsülöm a családi összetartást, mint a társadalom fenntartásának egyik bázisát, nagyra becsülöm a tisztességes, szorgalmas munkát, a hozzáértő tudást.”

Tardy Pál

GIFA



METEC



THERM
PROCESS



NEWCAST



The Bright World of Metals

25-29 JUNE
2019

DÜSSELDORF/GERMANY

Ni
worldwide

A fémkohászat világpiaça

A fémek csillogó világa:
A nemzetközi szakvásárok négyes csoportja a világ vezető szakmai seregszemléje az öntészeti technológia, a fémek előállítása és feldolgozása, valamint a hőkezelési technológia területén.

Halmozódó szinergiák

Négy kirkat, egyetlen cél:
a „Fémek csillogó világa” témáihoz kapcsolódó technológiai fórumok kínálnak további lehetőségeket a széles körű szakmai ismeretekhez.

Önt is Várjuk Düsseldorfba!

tbwom.com



eco Metals
EFFICIENT PROCESS SOLUTIONS

BD-EXPO Kft.
Hűvösvölgyi út 4. H-1021 Budapest
Tel. +36(1)346 0273 _ office@bdexpo.hu _ www.bdexpo.hu
Utazási és szállásinformációk: Tours For You Kft.
Tel. +36(1)250-8132 _ info@toursforyou.hu



Messe
Düsseldorf

„Hogyan tovább OMBKE?”

vitadélután a Miskolci Egyetemen 2019. február 15-én



Cikkek szerzők szerinti csoportosítása

Vaskohászat

Farkas Ottó – Farkasné Mayr Klára – Harcsik Béla: A kokszkemencegáz nagyolvasztókoksztot részlegesen helyettesítő képessége5-6/1

Hári László – Török Béla – Bárány Máté – Szabó Lajos Ádám: A bucavasolvasztás torokgáz-összetételén alapuló féldinamikus modellje5-6/7

Illés Péter – Kemeléné Halasi Mónika: Munkahengerek megfelelő alapdomborításának biztosítása az ISD Dunaferr Zrt. Meleghengerművében1/9

Marosváry István: A Diósgyőri Hengerművek története ..2/7

Mucsi András: A lágyacél szalagok feldolgozásakor jelentkező törésvonalasság jellegzetességei1/5

Portász Attila – Szabó Gábor: Innovatív kis szén-dioxid-kibocsátású technológiák az acéliparban.....2/1

Tardy Pál: 1970–2018: A tíz Clean Steel konferencia történelme5-6/11

Tardy Pál: Az indirekt acélkereskedelem1/1

Török Béla – Barkóczy Péter – Kovács Árpád – Költő László – Fehér András – Szóke Béla Miklós: Pannóniai kora középkori ékelt vasbucák összehasonlító archeometriai vizsgálata3/1

Öntészet

Bárdos András – Walczér Csaba: Rézrotor nagy hatásfokú villamos motorokhoz2/13

Bubenkó Marianna – Fegyverneki György – Tokár Mónika: Al-Si olvadék zárványtartalmának csökkentésére irányuló vizsgálatok2/18

Gyarmati Gábor – Fegyverneki György – Tokár Mónika: Az öntészeti Al-Si ötvözetek kémiai szemcsefinomítása. I. rész. irodalmi áttekintés3/14

Halász Béla – Petus Róbert: Vasúti fékberendezések – öntészet a Knorr-Bremse Budapestnél3/10

Lennart Elmquist – Stephen Hall – Torsten Sjögren – Erik Dartfeldt – Peter Skoglund – Jessica Elfsberg – Marta Majkut: Öntöttvas mechanikai és szerkezeti jellemzése szinkrotronfény használatával5-6/16

Marcialek Péter: Nagy szilárdságú alumíniumötvözetek a gépjárműipar számára1/18

Sándor Balázs: Alternatív nyomásos öntészeti technológia I.1/21

Szalva Péter: Vákuumöntésű nyomásos alumínium alkatrészek fogyóelektrodás, védőgázos hegesztése ..1/14

Török Antal: Alumíniumöntvények hőkezelése a Hőker Kft.-ben5-6/18

Fémkohászat

Benke Márton – Sályi Zsolt – Rugóczy Péter: TiB₂ bevonattal ellátott C45 típusú acél viselkedése nyugvó SAC309 forraszolvadékban3/24

Dobóczy István: Alapanyag-irányzatok a csaptelepek gyártásában az EU Ivóvíz-irányelv (Rev: 1998) 2013-tól

érvényes előírása alapján1/25

Hegedűs Balázs – Kékesi Tamás: Lehetőség az alumínium olvasztási salakok melegfeldolgozási maradványainak hidrometallurgiai kezelésére1/29

Horánszky Márton – Török Tamás István: A lítiumfelhasználás Magyarországon is növekszik3/21

Németh Tamás: Az alumínium keskenyszalag öntvehengerlés sebességének növelése5-6/28

Sebestyén János: Az alumíniumprofil-sajtolás számítógépes támogatása.....3/26

Szabó Gábor – Szűcs Máté – Mikó Tamás – Puszkás Csaba: Kötött rétegek felszakadásának modellezése háromrétegű alumíniumlemezek továbbhengerlése során.....2/27

Szurdán Szabolcs – Medgyes Bálint – Mende Tamás: Mangánnal és bizmuttal mikroötvözött ólommentes ónforrasztó ötvözetek fejlesztése az elektronikai ipar számára..2/23

Török Tamás István: Fém-oxidos bevonatok fém hordozókon: a zománckötés5-6/22

Anyagtudomány

Bubonyi Tamás – Barkóczy Péter: Kristálytani változások szimulációja egydimenziós sejtautomata segítségével ..3/32

Cseh Dávid – Mertinger Valéria – Lukács János: Maradó nyomó feszültség üzem közbeni stabilitása5-6/33

Godzsák Melinda – Lévai Gábor – Vad Kálmán – Csik Attila – Haki József – Kulcsár Tibor – Kaptay György: Ipari körülmények között megvalósított színező tűzihorganyzás2/31

Maloveczky Anna – Karai Ambrus: Horganyzott karosszérialemez lézersugaras hegesztése3/30

Meszlényi György – Bitay Enikő: Az egyimpulzusos lézersugaras fűrés folyamatának elemzése5-6/40

Szabó Attila – Balla Sándor – Lovas Antal: A gyorsűtés és hidrogénoldódás okozta makroszkópos feszültség szerepe néhány vasalapú féműveg tulajdonságaiban ..1/40

Varbai Balázs – Gál István – Fábíán Enikő Réka – Fazakas Éva – Májlinger Kornél: Ausztenites és duplex korrózióálló acélok vegyes kötéseinek korróziós tulajdonságai1/36

Veres Zsolt – Rónaföldi Arnold – Nagy Csaba – Roósz András: Mágneses keverés hatására kialakuló periodikusan változó rúdtávolság Al-Al₃Ni eutektikumban2/36

Hírmondó

Dr. Bohus Géza – dr. Tóth Lajos Attila – dr. Verő Balázs: A selmeci diákhagyományok továbbélése, fejlesztése – Szakestély-korsó alapítások4/38

Dr. Izsó István: Selmecebánya bányászatának kezdeteiről4/31

Réthy Károly: Herzsa- és Kisbánya bányászata és kohászata4/45

Dr. Szilágyi Zsombor: Két lépés előre, egy lépés vissza – A világ energetikai folyamatai4/42

Közlemények

Vaskohászat

10. Nemzetközi Clean Steel Konferencia	2/12
50 éves a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés	3/4
A változás éve. Taggyűlést tartott az MVAE	1/13
Jubileumi ünnepség az MVAE-nél	3/9
K+F az acéliparban: források, lehetőségek, követelmények	5-6/15
Megújul az ipari skanzen Dunaújvárosban	5-6/15

Öntészet

73. Öntészeti Világkongresszus.....	5-6/20
A világ öntvénytermelése 2016-ban	1/24
Beszámoló a XXV. Pivarcsi László Szigetközi Szakmai Napokról.....	5-6/21
Beszámoló szakmai konferenciáról	5-6/21
Meghívó	3/20
Öntészeti Szakmai Nap Herceghalmon 2018. június 19-én	3/20

Fémkohászat

Beszámoló a XIX. Fémkohászat Szakmai Napról	5-6/32
Korrózióvédelmi – felülettechnológiai küldetés nyilatkozat	3/29
XI. Fazola Fesztivál 2018. szeptember 20–23.	2/30

Anyagtudomány

25 éves a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.	3/35
-------------------------------------------------------------------------	------

Felsőoktatás

A Miskolci Egyetem hírei 2017. november – 2018. február	1/45
A Miskolci Egyetem hírei	2/42, 3/40, 5-6/45
Beszélgetés Mertinger Valériával	2/40
Emlékezés soproni professzorunkra, dr. Romwalter Alfréd egyetemi nyilvános rendes tanárra	2/43
Felhívás	1/46
Interjú dr. Tardy Pál tiszteleti taggal, az OMBKE exelnökével	3/36
MultiScience – XXXII. microCAD konferencia	5-6/47
Százhuszonöt éve született Pattantyús-Ábrahám Imre okl. vaskohómérnök, egyetemi tanár	3/38
Vegyésszmérnök alapszak indul a Miskolci Egyetemen	5-6/46
XVI. Képlékenyalakító Konferencia a Miskolci Egyetem szervezésében	1/46

Egyesületi hírmondó

A Fémalk Zrt. a negyedévente megjelenő üzemi lapja (2015–2017) tükrében.....	2/52
A Fémkohászati Szakosztály 2017. évi tevékenysége és tisztújító küldöttgyűlése	2/50
A Fémkohászati Szakosztály vezetőségi ülése Inotán	5-6/52

A Közép-európai Vaskultúra Útja Egyesület Magyar Tagozatának 2017. évi tevékenysége.....	3/44
A MÖSZ 29. közgyűlése	3/48
Az OMBKE 108. (tisztújító) küldöttgyűlése	4/2
Az OMBKE főbb rendezvényei 2018-ban	1/49
Az OMBKE Vaskohászati Szakosztály vezetőségi ülése	2/45
Az Öntészeti Szakosztály 2017-es tevékenysége és tisztújító közgyűlése	2/48
Bányász–kohász–földtani konferencia Gyulafehérváron	2/51
Borbála-napi ünnepség	1/47
Borsodi technikatörténeti tanulmányút.....	5-6/53
Budapesti vaskohászok kirándulása	1/52
Egyesületi hírek	2/45, 4/14, 4/48
Emlékeztető a 2017. december 13-i OMBKE választmányi ülésről (kivonat)	1/49
Emlékeztető a 2017. november 14-i OMBKE választmányi ülésről (kivonat)	1/48
Emlékeztető a 2018. április 26-i OMBKE választmányi ülésről (kivonat).....	3/41
Emlékeztető a 2018. február 22-i OMBKE választmányi ülésről (kivonat).....	3/41
Emlékeztető a 2018. szeptember 12-i OMBKE választmányi ülésről (kivonat).....	5-6/51
EMT-konferencia 2018. április 5–8.	2/B4
Évzáró Szakmai Nap Kecskeméten a BOSAL Hungary Kft.-nél.....	1/53
Felhívások, közlemények	1/46
Hazai hírek.....	4/41, 4/55
Interjú dr. Tolnay Lajossal, egyesületünk tiszteleti elnökével	5-6/48
Képek a 108. Küldöttközgyűlésről Budapest, 2018. május 26.	3/B3, 3/B4
Képek a 2017. évi Szent Borbála-napi központi ünnepségről	1/B3
Késői megemlékezés az alumíniumfeldolgozás egy kiemelkedő szakemberéről	3/53
Könyvismertetés	4/53
Környezettudatos működés, etikus üzleti magatartás.....	3/47
Köszöntések	2/56
Dr. Darvas Zoltán.....	5-6/60
Gergely Károlyné Varga Edit	3/52
Hollósi Béla	5-6/59
Lathwesen László	3/52
Dr. Lengyel Károly	5-6/59
Marosváry István	5-6/60
Rendesi János	5-6/60
Zombori György	3/53
Külföldi hírek	4/37, 4/47, 4/52
Luca-napi szakestély a budapesti vaskohászoknál ..	1/52
Megfiatalodó OATK	1/55
Meghívók, hirdetések	1/56, 1/B4, 4/B3, 4/B4
Metallurgiai Munkabizottság alakult a Magyar Tudományos Akadémia Veszprémi Területi Bizottságában	3/45
Múzeumi hír	2/55, 3/49
Múzeumok Éjszakája a Ganz Ábrahám Ötödei Gyűjteményben	3/49
Múzeumok Éjszakája a Kohászati Gyűjteményben ..	3/50
Múzeumok Éjszakája az Ózdi Muzeális Gyűjteményben	3/51



Nekrológ

Dr. Ágh József (1941–2018).....	3/54
Balogh B. Károlyné Tóth Ilona (1930–2018)	3/55
Dallos József (1933–2018)	5-6/64
Fegyverneki Gyula (1952–2018)	2/60
Dr. Gillemot László (1944–2018)	3/56
Haller János (1934–2018)	2/58
Hegymegi-Kiss György (1944–2018)	2/58
Horváth György (1924–2017)	1/58
Hullán Szabolcs (1940–2017).....	1/59
Iváncsi István (1943–2018)	5-6/63
Jakab István (1938–2018)	3/55
Dr. Kócsó Illés (1927–2017)	1/59
Kovács Istvánné (1947–2018)	2/59
Nagy László (1955–2018).....	2/57
Osvald Zoltán (1931–2017)	1/58
Dr. Palotás Árpád (1937–2018).....	5-6/62
Pálovits Pál (1926–2018)	5-6/61
Papp Péter (1946–2017)	2/57
Pék József (1931–2018)	5-6/63
Dr. Rempert Zoltán (1922–2017)	1/56

Varga Ferenc (1955–2018).....	1/60
Prof. dr. Voith Márton (1934–2018)	5-6/64
Selmeci Szalamander 2018	5-6/55
Serlegbeszéd (dr. Hatala Pál).....	3/43
Szakmai nap a szegedi ELI-ALPS Kutatóközpontban.....	5-6/58
Szakmai nap Cegléden	5-6/53
Szent Hubertus- és Szent Borbála-szakestély Solton1/53	
Tartalom és tárgymutató – 2017	2/II–IV
Tisztújítás az MTA Metallurgiai Tudományos Bizottságában	1/50
Tisztújítás az OMBKE Vaskohászati Szakosztálynál 2/46	
Új elnök és titkár a dunaújvárosi szervezet élén	2/45
Új vezetőséget választott az OMBKE	3/42
X. Ózdi Ipari Örökségvédelmi Konferencia	3/46
XII. Fazola Fesztivál 2018	5-6/57
XII. Fazola Fesztivál 2018. szeptember 21–22.	5-6/B4
XIII. Ózdi Hagyományápoló Szakestély	1/51
XVIII. Fémkohász Szakmai Nap, Miskolc	1/50
XXIII. Szent Borbála Szakestély Dunaújvárosban	1/54

Betűrendes névmutató

Vaskohászat

Bárány Máté.....	5-6/7
Barkóczy Péter	3/1
Farkas Ottó	5-6/1
Farkasné Mayr Klára	5-6/1
Fehér András.....	3/1
Harcsik Béla.....	5-6/1
Hári László	5-6/7
Illés Péter	1/9
Kemeléné Halasi Mónika	1/9
Kovács Árpád	3/1
Költő László.....	3/1
Marosváry István.....	2/7
Mucsi András.....	1/5
Portász Attila	2/1
Szabó Gábor	2/1
Szabó Lajos Ádám.....	5-6/7
Szőke Béla Miklós.....	3/1
Tardy Pál	1/1, 5-6/11
Török Béla	3/1, 5-6/7

Öntészet

Bárdos András.....	2/13
Bubenkó Marianna	2/18
Dartfeldt, Erik	5-6/16
Elfsberg, Jessica	5-6/16
Elmquist, Lennart.....	5-6/16
Fegyverneki György.....	2/18, 3/14
Gyarmati Gábor.....	3/14
Halász Béla	3/10
Hall, Stephen	5-6/16
Majkut, Marta	5-6/16
Marcalek Péter	1/18
Petus Róbert	3/10

Sándor Balázs.....	1/21
Sjögren, Torsten.....	5-6/16
Skoglund, Peter	5-6/16
Szalva Péter	1/14
Tokár Mónika	2/18, 3/14
Török Antal.....	5-6/18
Walczer Csaba	2/13

Fémkohászat

Benke Márton	3/24
Dobóczy István	1/25
Hegedűs Balázs	1/29
Horánszky Márton.....	3/21
Kékesi Tamás	1/29
Medgyes Bálint	2/23
Mende Tamás	2/23
Mikó Tamás	2/27
Németh Tamás.....	5-6/28
Puskás Csaba	2/27
Rugóczy Péter.....	3/24
Sályi Zsolt	3/24
Sebestyén János.....	3/26
Szabó Gábor	2/27
Szurdán Szabolcs	2/23
Szűcs Máté	2/27
Török Tamás István	3/21, 5-6/22

Anyagtudomány

Balla Sándor	1/40
Barkóczy Péter	3/32
Bitay Enikő.....	5-6/40
Bubonyi Tamás	3/32
Cseh Dávid	5-6/33
Csik Attila	2/31



Fábián Enikő Réka	1/36	Rónaföldi Arnold	2/36
Fazakas Éva	1/36	Roósz András	2/36
Gál István	1/36	Szabó Attila	1/40
Godzsák Melinda	2/31	Vad Kálmán	2/31
Hakl József	2/31	Varbai Balázs	1/36
Kaptay György	2/31	Veres Zsolt	2/36
Karai Ambrus	3/30		
Kulcsár Tibor	2/31	Hírmondó	
Lévai Gábor	2/31	Bohus Géza	4/38
Lovas Antal	1/40	Izsó István	4/31
Lukács János	5-6/33	Réthy Károly	4/45
Májlínger Kornél	1/36	Szilágyi Zsombor	4/42
Maloveczky Anna	3/30	Tóth Lajos Attila	4/38
Mertinger Valéria	5-6/33	Verő Balázs	4/38
Meszlényi György	5-6/40		
Nagy Csaba	2/36		

Tárgymutató 2018

A, Á

acél	
–, duplex	1/36
– hegesztése	1/36
– horganyzása	2/31
–, korrózióálló	1/36
– mechanikai tulajdonságai	5-6/33
acélhenglerlés	1/5, 1/9, 2/7
acélipar	1/1
acéllemez	
–, horganyzott	3/30
–, járműipari	3/30
alumínium	
– hegesztése	1/14
– henglerlése	2/27
– hőkezelése	5-6/18
alumínium keskenyszalag	5-6/28
alumíniumöntés	
–, nyomásos	1/14, 1/21
alumíniumöntvözet	
–, járműipari	1/18
– kristályosodása	2/36
–, nagyszilárdságú	1/18
–, öntészeti	2/18, 3/14, 5-6/18
– szemcsefinomítása	3/14
– vizsgálata	2/18
– zárványossága	2/18
alumíniumprofil	3/26
alumíniumsalakok	1/29
archeometria	3/1

B

bucavas	3/1, 5-6/7
---------------	------------

C

CO ₂ -kibocsátás	2/1, 5-6/1
-----------------------------------	------------

D

domborítás	1/9
------------------	-----

F

felsőoktatás	2/40, 4/38
forrasanyag	2/23, 3/24

H

hegesztés	
–, lézersugaras	3/30
henglerlés	
–, többrétegű	2/27
hengerművi hengerek	1/9
hidrogén oldódása	1/41
hidrometallurgia	1/29

I

ivóvíz	1/25
--------------	------

K

képlékenyalakítás	3/26
kereskedelem	1/1
koks	5-6/1
környezetvédelem az acéliparban	
2/1	
kristályosodás	2/13
–, irányított	2/36

L

lágycél	1/5
lézersugaras fúrás	5-6/40
lítium	3/21

M

Magyarország(on)	
– acélipara	1/1, 2/7
– kohászata	4/31, 4/45
– vaskohászata	3/4
maradó feszültség	5-6/33

NY

nyersvasgyártás	5-6/1
– modellezése	5-6/7

O, Ó

OMBKE küldöttgyűlés	4/2
ónolvadék	3/24
öntvözet	2/23

Ö, Ő

öntés	
– likvidusz-hőmérséklet alatt	1/21
– sebessége	5-6/28
öntöttvas	
–, gömbgrafitos	3/10
–, járműipari	3/10
– mechanikai tulajdonságai	5-6/16
– sugárkárosodása	5-6/16
öntvehenglerlés	5-6/28
öntvözetek	
–, amorf	1/41

R

rézöntészet	2/13
rézöntvözetek	1/25

S

salakfeldolgozás	1/29
sárgaréz	1/25
sejtautomata	3/32

T

törésvonalasság	1/5
tűzhorganyzás	2/31
tűzzománc	5-6/22

U, Ú

újrakristályosodás	3/32
--------------------------	------

V

vákuumöntés	1/14
-------------------	------

Z

zománcozás	5-6/22
------------------	--------