

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Jövőnk anyagai, technológiái

Egyesületi hírmondó

140. évfolyam

2007/5. szám



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

Vaskohászat

- 2 Nadif, M. – Lehmann, J. – Burty, M. – Domgin, JF.

Az acél reoxidációja és az üstkglyó eltömődése folyamatos öntésnél: áttekintés

Öntészet

- 11 Holmgren, D. – Diószegi A. – Svensson, I.

A lemezesről kompaktgrafitra való átmenet hatásai az öntöttvas hővezető képességére

- 21 Bakó Károly

Öntvénygyártás Magyarországon az elmúlt néhány évtized tükrében

Fémkohászat

- 25 Bódi Dezső

A volt Országos Érc- és Ásványbányák 30 éves története és ércbányászata kohász szemmel

- 32 Török Tamás

Kémiai metallurgiai módszerek alkalmazása néhány precipitációs és felülettechnikai rendszerben

Jövőnk anyagai, technológiai

- 41 Orbulov I. – Kientzl I. – Németh Á.

Fémhabok és kompozitok előállítása infiltrációs eljárással

Egyesületi hírmondó

- 47 A Közép-európai Vaskultúra Útja elismerése Luxemburgban

- 48 Egyetemi hírek

- 51 Emlékműavatás Hammerstein Péter tiszteletére

- 52 Szakosztályaink életéből

- 55 Kitérítések

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

- Nadif, M. – Lehmann, J. – Burty, M. – Domgin, JF.: Control of steel reoxidation and CC nozzle clogging: an overview... ..2

For a long time, steel cleanliness influence on the steel properties was clear mainly for long product quality steel (tire cord, ball bearing steels.) and HIC steel. Nowadays, many studies show the direct relationship between the steel total oxygen content or the slag composition and the rate of surface defects on final products. This text reviews the different aspects of the struggle against re-oxidation of molten steel and against submerged entry nozzle clogging, which are essential to attain the required cleanness of products: quantification of re-oxidation, control of re-oxidation by slags, by air and by refractories, control of Ar injection, mechanisms and ways of reducing CC nozzle clogging.

- Holmgren, D. – Diószegi, A. – Svensson, I.: Effects of the Transition from Lamellar to Compacted Graphite on the Thermal Conductivity of Cast Iron 11

Different levels of magnesium were added to a standard grey iron alloy in order to obtain a range of graphite morphologies from lamellar to compacted graphite. The thermal conductivity/diffusivity of samples, solidified at different cooling rates, was investigated by means of the laser flash technique.

There is a significant decrease of the thermal conductivity as the morphology transitions from lamellar to compacted graphite. The thermal conductivity of grey iron decreases considerably at elevated temperatures, while the thermal conductivity of compacted graphite iron is less sensitive to changes in temperature. At increased nodularities, compacted graphite irons exhibit a maximum thermal conductivity at approximately 400°C. The influence from the cooling conditions on the thermal conductivity decreases as the morphology alters from lamellar graphite to compacted graphite. The effective thermal conductivity of cast iron is modelled by means of existing models for composites.

- Bakó, K.: Overview of the last decades of the Hungarian foundry industry... .. 21

The casting production achieved its highest level in the 1970s. Processes leading to the transformation of the industry including the casting production started 20 years ago. Having touched the bottom the industry started its recovery in the 1990s.

In the situation of competition created in a world of globalization, foundries co-operating with their customers are the best in meeting the requirements.

- Bódi, D.: 30 years history of the late National Ore and Mineral Mines (Országos Érc- és Ásványbányák) and their ore mining from the point of view of a metallurgist 25

Országos Érc- és Ásványbányák played a considerable role in meeting the domestic industrial mineral demand, base material supply of the metallurgy and export, from 1964 to its liquidation in 1994.

In this article, the author looks back upon his 30-years past. He presents the reasons of closing down the firm, its conditions, arguments and counter-arguments, possible errors for the reader to come to his/her own opinion on the events.

- Török, T.: Application of chemical – metallurgical methods in several precipitational and surface-technical systems 32

This compilation allows an insight into a part of the author's research works performed during one and a half decade and on the chair of metallurgy of non-ferrous metals in the Miskolc University, including hydrometallurgical operations of material removal, solution clearing, theoretical and experimental investigations of solution-chemical parameters affecting the crystallization, laboratory precipitation experiments substantiating novel methods for metal recovery, and detailed investigations of processes of forming amorphous Ni-P coatings precipitated on aluminum base alloys by means of chemical reduction and those of properties of coatings produced in such a way.

- Orbulov, I. – Kientzl, I. – Németh, Á.: Manufacturing metal foams and composites with infiltration method 41

The authors in their study present three types of composite materials manufactured with the tools of Metal Composite Laboratory of Material Science and Technology Chair in the Budapest Technical University, by low and medium pressure infiltration method. These are open cell and closed cell porous structural materials as well as carbon fiber reinforced composites. Open cell metal foams were produced by soluble filler technique. For manufacturing closed cell porous structural materials, the syntactic metal foams ceramic spherical shells were applied. AlSi12Mg, and Al99,5 alloys were used as matrix materials.

Tisztelt tagtársaink tapasztalhatták, hogy a BKL Kohászat múlt évi lapszámai nagy késéssel jelentek, ill. jelennek meg. A 2007. évi 2. számot még a dr. Verő Balázs felelős szerkesztő által vezetett szerkesztőség gondozta, lemondásuk után a kohász szakosztályok nagyon nehezen találtak olyan kollégákat, akik vállalták az egyes rovatok vezetését. A 3. szám dr. Dobránszky János önzetlen segítségével állt össze, majd a nyári szabadságolások után csak az október 12-i választmányi ülésen született döntés arról, hogy ebben a ciklusban nagymúltú szakmai lapunk felelős szerkesztői teendőit ellássam. Ebben a Vaskohászat rovatnál dr. Takács István és dr. Tardy Pál, az Öntészetnél a volt rovatvezetők személyében Lengyelné Kiss Katalin és Szende György, a Fémkohászatnál dr. Kórodi István, míg a Jövőnk anyagai, technológiai rovatnál ugyancsak a korábbi rovatvezetők, dr. Buzáné dr. Dénes Margit és dr. Klug Ottó lesz a segítségemre. Elődöm azt kívánta, hogy az új szerkesztőség legalább olyan segítséget adjon az új felelős szerkesztőnek, mint amilyet neki adtak a rovatvezetők. Meggyőződésem, hogy ez így is lesz.

Még most sem teljes a szerkesztőség, jó lenne, ha mindegyik rovatot két rovatvezető gondozná, s az Egyesületi hírmondónak is lenne felelőse. Mindenekelőtt ebben kérem az érdekelt szakosztályok segítségét.

Nem könnyű feladat vár ránk, nagynevű elődök munkáját kell folytatnunk. Ha csak a közelmúltra tekintünk vissza, feltétlenül meg kell említenünk és meg kell köszönnünk dr. Verő Balázs húszéves felelős szerkesztői és az azt megelőző tizenöt éves rovatvezetői tevékenységét, valamint a mintegy két évtized alatt csaknem változatlan összetételű szerkesztőség áldozatos munkáját. Nagyon nehéz időszakban (új gazdasági-társadalmi környezet kialakulása, leépülő vállalatok, csökkenő támogatás, ugyanakkor új ismeretek és

technológiák megjelenése, a számítástechnika rohamléptű fejlődése stb.) képesek voltak a lap megjelenését biztosítani, sőt szerkezetét és arculatát is megváltoztatni, frissíteni. E szám tartalmának összeállításakor és nyomtatásra való előkészítésekor tudatosult csak igazán benem, hogy mennyi munkát, gyötrődést jelenthetett egy-egy lapszám anyagának összeállítása, színvonalas szakmai cikkek vagy éppen az egyesületi eseményekről szóló beszámolók összegyűjtése.

Tisztában vagyunk azzal, hogy a technikai lehetőségek soha nem látott mértékű fejlődése veszélyezteti a papíralapú hírközlés létét, de azt is tudjuk, hogy sok tagtársunk kizárólag a lapokból tájékozódhat a szakmáinkban történt fejleményekről, csak így kap hírt az újabb tudományos eredményekről. Sokuk számára a lap jelenti az egyesülettel való egyetlen kapcsolatot, csak abból értesülhetnek az egyesület által szervezett eseményekről vagy éppen a volt kollégáikkal, barátaikkal történetekről. Rovatvezető társaimmal ezért azon leszünk, hogy az immár 140. évfolyamát élő lap továbbra is megjelenhessen. Reménykedünk, hogy ez csak rajtunk fog múlni, s ahogy már jó néhány éve, továbbra sem lesz gond a szükséges költségek előteremtése.

Mindehhez azonban magunk kevesek vagyunk. Ezért számítunk mindazok segítségére, akik szakmánk tudományának művelői, tudományos műhelyek, tanszékek vagy éppen vállalatok, vállalkozások vezetői. Számítunk az egyesület szakosztályainak, helyi szervezeteinek „krónikásaira”, akik tudósítanak és képeket küldenek a közérdeklődésre számot tartó kisebb-nagyobb rendezvényekről, helyi eseményekről. Tudnunk kell, hogy az emlékezet rostáján lassan kihull minden, csak az marad az utókorra, amit írásban, képen rögzítünk.

Célunk nem lehet más, mint az alapszabályban rögzítettek megvalósítása, a

magyar bányászat és kohászat egyetemes érdekeinek szolgálata, tudományos, műszaki és gazdasági fejlődésének bemutatása, elősegítése. Ehhez nem kívánjuk a lap szerkezetét megváltoztatni, rovatinkba vélhetően beilleszthető minden olyan közlemény, amely a szerkesztőség asztalára kerül. Most úgy tűnik, hogy az igényes, karakteres megjelenésen, különösen sem kell változtatni. Céljaink könnyebb eléréséhez, a közös gondolkodás visszaállításához, a szerkesztőség erkölcsi támogatásához újjá kell szerveznünk a szerkesztőbizottságot is.

Van néhány dolog, amin viszont változtatni szükséges. Mindenek előtt szeretnénk deklarálni és a lap borítóján is feltüntetni, hogy csak lektorált tudományos cikkeket jelentetünk meg. Ehhez fel kell kérnünk olyan, szakmájukban elismert szakembereket, akik vállalják az ilyesfajta munkát. Ezzel nyilván nem a felelősségünket akarjuk csökkenteni, inkább a lapot szeretnénk vonzóbbá tenni elsősorban azok előtt, akiknek tudományos előrehaladásához a megjelenés szükséges. Főleg fiatal kutatókra, doktoranduszokra gondolunk.

Fontosnak tartjuk, hogy egyesületünk és szakosztályaink lehetőleg minden fontosabb eseményéről időben beszámoljunk. Szeretnénk több beszélgetést közreadni részben közismert egyesületi emberekkel, részben vállalatok, vállalkozások vezetőivel. Azt is szeretnénk, ha régebbi lapszámainkhoz teljes körű lenne az internetes hozzáférés.

Az előző szerkesztőség baráti társaság is volt. Személy szerint szeretném megőrizni ezt a hangulatot, s ahogy náluk, nálunk is kerül minden összejeövetelünkhöz egy üveg bor az asztalra. Mert minden jót folytatni kell, a lap megjelentetését is.

Ehhez kívánok minden kedves olvasónknak és magunknak is jó szerencsét!

 **Dr. Lengyel Károly**
felelős szerkesztő

NADIF, M. – LEHMANN, J. – BURTY, M. – DOMGIN, JF.*

Az acél reoxidációja és az üstkagyló eltömődése folyamatos öntésnél: áttekintés

Az acél tisztaságának a hatása az acél tulajdonságaira hosszú időn át főként a minőségi hosszútermékeknel (gumiabroncs-betéthuzal, golyóscsapágyacélok...) és a HIC (hidrogén okozta repedésnek ellenálló) acélok esetében volt világos. Manapság sok vizsgálat közvetlen összefüggést mutat az acél teljes oxigéntartalma vagy a salak összetétele és a késztermék felületi hibáinak a mértéke között.

Ez a cikk áttekintést ad az acéolvadékok reoxidációja és a bemelegülő üstkagyló eltömődése elleni küzdelem különböző aspektusairól, amelyek lényegesek a termékek megkívánt tisztaságának az eléréséhez: a reoxidáció mértékének meghatározása, a salakok, a levegő és a tűzálló anyagok okozta reoxidáció korlátozása, az argoninjektálás szabályozása, az üstkagylóeltömődés csökkentésének mechanizmusai és módjai.

A reoxidáció mennyiségi jellemzése

Manapság több, egymást kiegészítő módszer áll rendelkezésre: a salak FeO-tartalmának és vastagságának a mérése; a reoxidációval kialakult zárványok azonosítása és a dezoxidációs termékek nyomjelzése ritka földfémekkel alumíniummal csillapított acélokból; a lehetséges reoxidációs források megállapítása BaO, SrO, ill. a megfelelő karbonátok segítségével, vagy a La detektálás és a SIMS (másodlagos ion tömegspektrometria) vizsgálat kombinációjának felhasználásával [1, 2].

Az ARCELOR kidolgozott egy, az alumíniummal csillapított acélokra alkalmazható lantanos nyommeghatározó módszert [3]. A lantán a dezoxidációs zárványok vegyi nyomjelzőjeként használják. Ez a közvetlen nyomkövető módszer nem igényli a lantán aktiválását. Lehetséges a lerakódások megfigyelése is az üstdugón vagy a beömlő kagylón. A fázisdiagram szerint, közvetlenül a La adagolása után a jelzett zárvá-

nyoknak LA-nak vagy LA₁₁-nek kell lenniük. A képződött LA zárványoknak reakcióba kell lépniük a reoxidációs alumínium-oxid zárványokkal (LA+10A → LA₁₁), de a reakció gyakran nem teljes. Valóban a SEM-elemzés (pásztázó elektronmikroszkóp) La_x zárványokat tár fel. Figyelmet kell fordítani a lantanadaleknak az oxidált alumíniumtartalomhoz (T[O]) való igazítására: célszerű az LA₁₁ képződésére törekedni, hogy ne zavarják a zárványok jellemzőit és viselkedését [3].

A salakok okozta reoxidáció vizsgálata

Amikor egy oxidos salak dezoxidált fémfűrdővel érintkezik, jelentős oxigén- és dezoxidálószer-koncentrációs gradiensek alakulnak ki. A salak/fém határfelület közelében az acél oldalon lévő reakciózónában az oldott oxigén és a dezoxidáló elem aktivitása olyan, hogy zárványok válnak ki. A reoxidációs zárványok káros hatása függ a termék alkalmazásától és az acélfajta összetételétől.

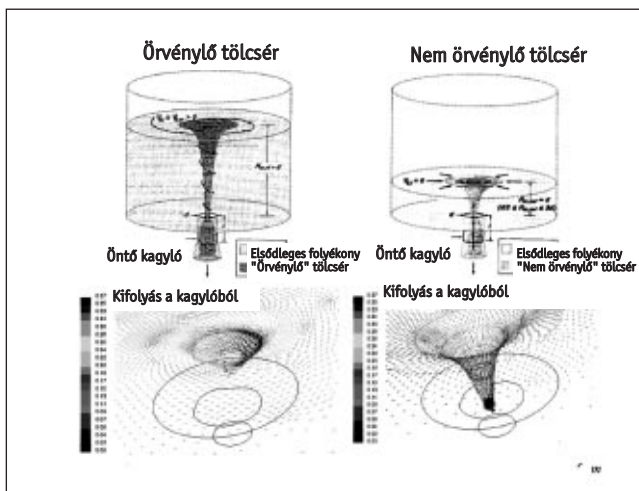
Különösen Ti-SULC (titánnal stabilizált rendkívül kis karbontartalmú) minőségek esetén, Al₂TiO₅ zárványok válnak ki Al₂O₃ helyett, ha az acélfajta Al-tartalma túlságosan kicsi a Ti-tartalomhoz képest [4]. Ezek az AlTiO_x zárványok ártalmasak az eltömődés és a színtingadozások szempontjából [5], lásd a kagyló eltömődéséről szóló részt ebben a cikkben.

Az üstök ürtésekor salak sodródik az acélfűrdőben örvénylő vagy nem örvénylő tölcserék megjelenése következtében. A numerikus szimuláció hasznos eszköz a salak csapolás közbeni viselkedésének az előrejelzéséhez, továbbá a berendezés működésének és a technológiai paraméterek hatásának az értékeléséhez (1. ábra) [6].

Módszereket dolgoztak ki a salaküstbe való átjutásának az elkerülésére. A leggyakoribbak: lándzsa a konverterhez és excentrikus fenékcspolás (EBT) a villamos ívkemencéhez. Jelenleg egy infravörös kamerás detektáló rendszer alkalmazása terjed a hatékonyság javításához [1]. Az üstben a salak által okozott reoxidáció bizonyos fókig csökkenthető az Al-mal csillapított acélok salakjának csillapításával, főként a recirkulációs vákuumozó (RH) technológiánál [1, 2]. A salakcsillapítást elsősorban alumíniumalapú termékekkel végzik, de előfordul CaC₂ alkalmazása is. Ezt főként bázikus oxigénes kemence (BOF) csapolásakor valósítják meg, néha a szekundér metallurgia végén is. Általában FeO<5%, vagy méginkább 2% elérésére törekszenek. Ti-mikroötvöztetésű, ultra kis C-tartalmú (Ti-SULC), gépkocsialkatrészek számára gyártott acél esetén ez a költséges gyakorlat már nem kötelező, feltéve, hogy az acél Al-tartalma helyileg mindig elégséges a káros AlTiO_x zárványok képződésének az elkerüléséhez az acél-

Elhangzott a 7. Nemzetközi Tiszta Acél (Clean Steel) Konferencián (Balatonfüred, 2007. június 4-6.)

* Arcelor Mittal, Arcelor Research Industrial Operations, Maizières, Franciaország



1. ábra. Örvénylő és nem örvénylő tölcser szemléltetése egy üstben (Felül: a [7] hivatkozásból származó ábrák, alul: az Arcelor numerikus szimulációjából vett ábrák [6])

gyártási folyamat minden mozzanatában [5].

A salak átjutását az üstből a közbenső üstbe gyakran olyan elektromágneses salakdetektálás alkalmazásával gátolják meg, amilyen az AMEPA® rendszer [8]. A termékek átállási salakokkal összefüggő hibaaránya 50-100%-kal csökkenthető (2-a ábra), némi különbségekkel a minőség összetétele függvényében [9]. Az ilyen salakdetektáló rendszer használata, az üst tolozárának automatikus zárásával összekapcsolva, csökkenti a hibák arányát átálláskor, de az állandósult öntés során is. Következésképpen az egy közbenső üstbe öntött adagok száma növelhető állandó, jó minőségi szinten a teljes periódus alatt (2-b ábra).

Újabb az AMEPA® jelkezelését tökéletesítették, lehetővé téve a salakcseppek észlelését az acélsugárban, ami az üstsalak eredetű hibák csökkenéséhez vezet [10].

Az üstben lévő acél mennyiségét csökkenteni lehet az ürítési tölcser megjele-

léknek a hatékonyságát [11].

A salakátvitel hatását csökkentő megoldásként olyanokat azonosítottak, mint az átmenő fémmennyiség csökkentése, bemerített üstcsapoló kúpos véggel, a közbenső üst növelt befogadó képessége, turbulenciát csökkentő gátak alkalmazása [12]. Az üst-közbenső üst közötti harangalakú védőburkolat [1] vagy újabban az LTC® rendszer [13] lehetővé teszi a biztonságos, felszín alatti nyitást, ezáltal hatékony módszer az emulgeált acél-salak keverék képződésének és a termékbe való bejutásának a megakadályozására.

A folyékony acél kisebb zárványtartalmát a fémmel kevésbé reagáló üstsalak alkalmazásával bizonyították [9]. A 3. ábra mutatja az üstsalak FeO-tartalmának 17%-ról 8%-ra való csökkentésének a hatását a közbenső üstben lévő folyékony fémben talált nagy, salakos zárványokra [9].

kenteni lehet az ürítési tölcser megjele-

A reoxidáció a közbenső üstben elkerülhető jól záró és nem reoxidáló hatású fedősalakkal, amilyen a folyékony, CaO-ban dúsalak 5-10% MgO-val a közbenső üst-bélésével való reakció korlátozására [2]. Az Arcelor által végzett numerikus szimulációk is a nagyobb viszkozitású és felületi feszültségű közbenső üst-salak kedvező hatásait mutatták az ártalmas zárványok képződésének a korlátozására (a minőségtől függően). Ez az üstsalakra is igaz [9].

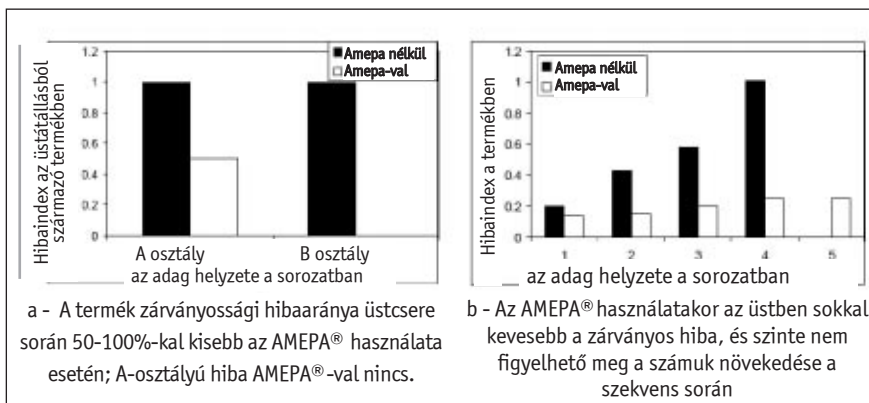
Az atmoszféra által okozott reoxidáció

Az üstben szabályozni kell a keverés intenzitását, hogy megelőzzék a fedőréteg felszakítását a gázcsóvával, és biztosítsák az üst tömör zárását és semlegesítését.

A közbenső üst töltésekor erős reoxidáció mutatható ki az első üstkagylókban a lerakódás szerkezetének a vizsgálatával, Lanal nyomjelzett acélban (1. táblázat és 4. ábra) [3]. A közbenső üst nem-oxidáló előmelegítése előnyös az oxidáló előmelegítéssel generált felrakódásoktól való megszabadulás érdekében. A közbenső üst lefedése és a közbenső üst atmoszférájának elősemlegesítése hatékony módszer a sorozat kezdetén az első öntött termékek közbenső üstben lévő levegővel való visszaoxidálódásának a megelőzéséhez [1]. A nyommérések/számítások az üst védőcsőben, a dugóban és a bemerülő kagylóban a légkörinél kisebb nyomást mutatnak, különösen a tolozár vagy a dugó közelében [1, 14]. Lényeges a tűzálló darabok és az összeállítás tömör zárásának biztosítása és az argon injektálásával történő védelem.

A tűzálló anyag által okozott reoxidáció

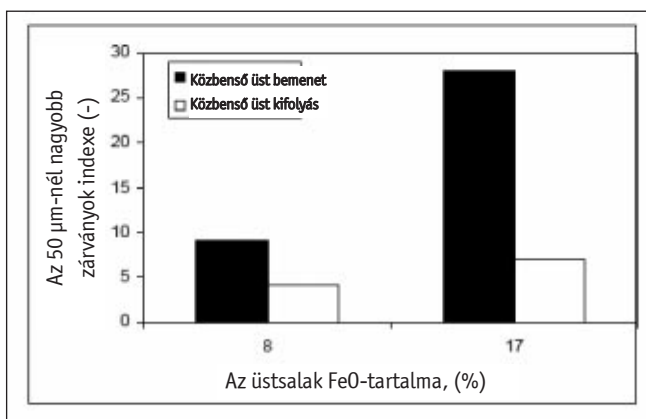
Az üstfal bélését tiszta acélok gyártásához általában jó minőségű tűzálló anyagokból készítik, pl. kis szilíciumdioxid-tartalmú



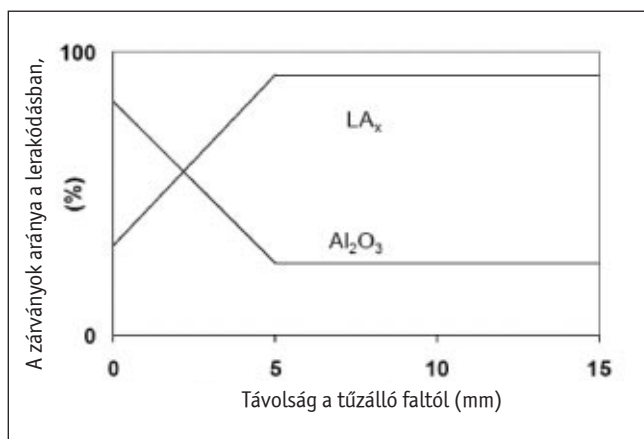
2. ábra. Az üst tolozárának automatikus zárásával összekapcsolt salakdetektáló rendszer hatékonyságát a hibák korlátozásához üstcsere és állandósult öntés során [9]

1. táblázat. A nyomjelzett zárványok arányának változása az öntés alatt, a dezoxidációs zárványok La-os nyomjelzése után [3]

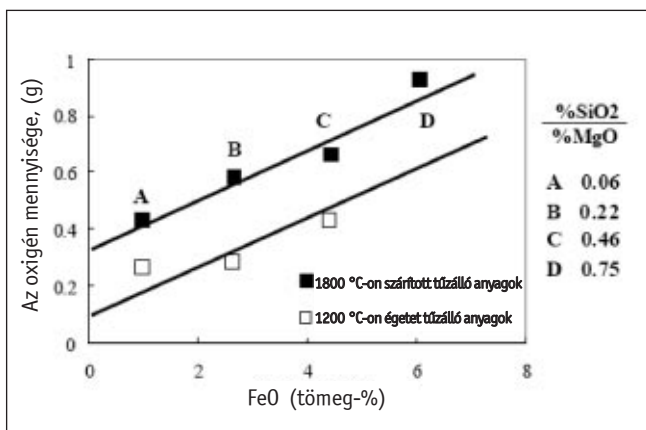
Minták	A zárványok aránya (%)	
	La-nal jelölt dezoxidációs zárványok	Reoxidációs zárványok La nélkül
Az RH-OB kezelés vége	100	0
A közbenső üst töltésének a vége	90	10
Közbenső üst (fél adag)	10	90



■ 3. ábra. A közbenső üstben lévő acélban kevesebb nagy, salakos zárványt számláltak, amikor az üst- és a közbenső üst salak dezoxidált és kevésbé reaktív volt [9].



■ 4. ábra. A lerakódás szerkezete üstkagylókban, a dezoxidációs zárványok lantános nyomjelzésével [3]



■ 5. ábra. Összefüggés az acélban lévő alumíniummal lekötött oxigén mennyisége és a tűzálló anyagok FeO-tartalma között egy óra elteltével [15]

alumíniumoxidból. Dolomitbélésű üst és MgO-C salakvonal alkalmazása esetén, a korrózió következtében Mg megy át az acélba spinell vagy CaO-Al₂O₃-MgO zárvány képződésével. A közbenső üst felszóró MgO bélése lehet a reoxidációs zárványok eredete az acél MgO-val és vízzel végbemenő reakciói révén (lehetséges a Mg átvitele is az acélba).

A folyékony acél tűzálló termékek okozta reoxidációja nő, ha a tűzálló anyag MgO-tartalma csökken [15]. Az 5. ábra mutatja, hogy a fő reakció, amely ezt a reoxidációt okozza, a vasoxidok redukciója, ami növekszik a tűzálló anyagok szilíciumdioxid-tartalmával, azaz az olivin arányával.

Az 5. ábra azt is megerősíti, hogy a víztartalom fontos tényező. A fémfürdőbe mérülés előtt 1200°C-on égetett tűzálló anyagok kevésbé okoznak reoxidációt, mint az egyszerűen, 180°C-on szárított tűzálló anyagok.

Más kísérletek során [15] a magnézium átvitelét vizsgálták a magnézium-oxid tűz-

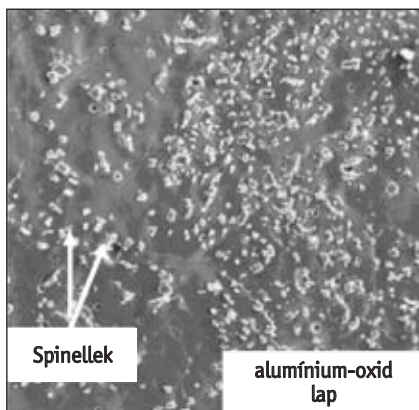
később spinellek képződéséhez vezethet, amelyek hozzájárulhatnak a lerakódásokhoz öntött alumínium-oxid tűzálló anyagokon, részt vehetnek az eltömődésben, és ártalmasak lehetnek bizonyos termékekre. A reoxidációs termékek az acél és a tűzálló anyag közötti határfelületnél részben szilárd reakcióréteg képződéséhez vezethetnek. Ennek a reakciórétegnek az összetétele, valamint fizikai állapota (azaz a folyékony fázisának a százalékos aránya), az egyik tűzálló anyagról a másikra változik. Magnézium-oxid csak a 75%-nál nagyobb MgO-tartalmú tűzálló anyagok esetében van jelen a szilárd reakciórétegben. A reakciórétegnek ezek a jellemzői közvetlenül hatnak a Mg-átvitel mértékére [15]. A közbenső üst tűzálló anyagainak a választása legyen kompromisszum: a 75%-nál nagyobb MgO-tartalmú tűzálló anyagok kedveznek az általános tisztaságnak, a reoxidáció minimalizálása révén, míg a spinell mennyisége sokkal nagyobb lesz. A spinell zárványok különösen ártalmasak a tiszta

álló anyagokból Si-Mn-nal dezoxidált acélok esetében, alumínium-oxid lap bemeztésével és az alumínium-oxid kristályok spinellé átalakulása mértékének a mérésével a lap felületén, képelemzéssel (6. ábra). A Mg átmenete a folyékony acélba növekszik a tűzálló anyag MgO-tartalmával (7. ábra), és

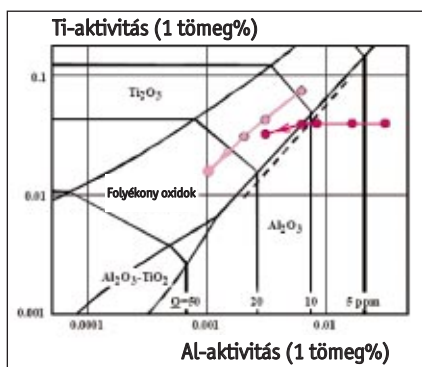
hosszútermékek (abronchuzal- vagy golyóscsapágyacélok) tulajdonságaira nézve [15].

A magnéziumoxidos tűzálló anyag folyékony acél általi redukciójának egy másik példáját adják az Al-Ti-vel dezoxidált acélokkal végzett laboratóriumi kísérletek [4]. A vizsgált tűzálló anyag közel tiszta magnézium-oxid volt (95% MgO, 3,5% SiO₂, 1,5% CaO), és különböző Al- és Ti-tartalmú acélokkal érintkezésben vizsgálták a viselkedését. A reoxidációs termékek nem csak alumínium-oxid zárványok, de a természetük, valamint a képződésük az acél kiinduló Al- és Ti-tartalmától is függ. A kísérletek jól egyeznek a CEQCSI (Chemical Equilibrium Calculation for the Steel Industry) salakmodellel végzett számításokkal. 0,03% Al és 0,04% Ti kiinduló összetétel esetén, először csak az Al folyamatos csökkenése indul meg, és a Ti-tartalom csak akkor kezd csökkenni, amikor az Al-tartalom hozzávetőleg 0,006%-ot ér el (8. ábra). A megfigyelt zárványok főként alumínium-oxid zárványok és spinellek keverékéből állnak, a spinell aránya a reakcióidővel nő. 0,006% Al és 0,08% Ti kiinduló tartalom esetén az Al- és a Ti-tartalom együtt csökken a kísérlet folyamán. A zárványok két típusát figyelték meg: spinellek, ill. Al₂O₃-ban és TiO₂-ben dús folyékony fázis. Ilyen komplex oxidokat figyeltek meg lerakódásként folyamatos öntő üstkagylókon, IF (interstitial-free) acélminőségek öntése során, és szerepüket az üstkagyló eltömődésének a mechanizmusában gyakran figyelembe veszik (9. ábra) [4].

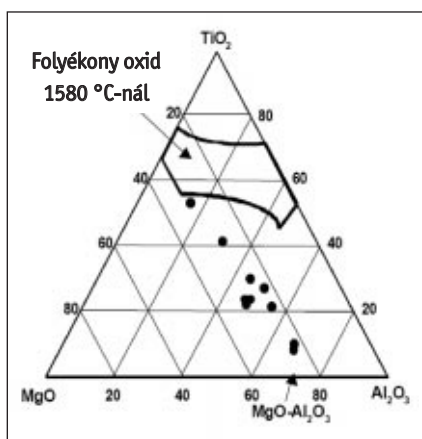
A folyamatos öntőmű alumínium-oxid-grafit részei bonyolult reakciók helyei: CO-képződés a tűzálló anyag szennyezőinek (Na₂O, K₂O, Fe₂O₃ vagy szilícium-dioxid)



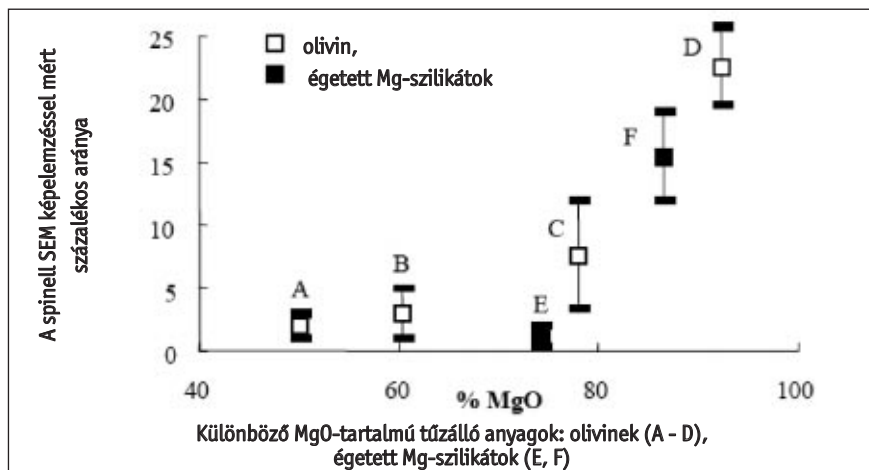
■ 6. ábra. Alumínium-oxid lap felületének SEM képe (77,8% MgO, 15,1% SiO₂, 1,4% CaO, 1,3% Al₂O₃, 1,9% Fe) [15]



■ 8. ábra. Az Al- és Ti-tartalom alakulása két kísérletben, az Fe - 0,12% Mn - 0,03% Si - Al - Ti - O rendszer számított egyensúlyi diagramján, 1580°C-on ábrázolva. A szaggatott vonal a határ az olvadék + spinel és az Al₂O₃ + spinel tartományok között, 0,5 ppm Mg esetén [4]



■ 9. ábra. Al-Ti-nal dezoxidált acél magnézium-oxid tűzálló anyaggal történt reoxidációja következtében képződött zárványok kísérleti összetétele (fekete pontok). Ezek a zárványok spinel és folyékony oxid különböző arányú keverékei. A folyékony oxidos tartomány kiterjedését CEQCSI-vel számítva, 1580°C-on, a vastag vonal mutatja [4]



■ 7. ábra. Alumínium-oxid lap spinellel borított felületének aránya a tűzálló anyag összetételének függvényében, kétórás folyékony acélba merítés után [15]

redukciója révén, a CO redukciója az acél által, és egy első zárványréteg képződése az alumíniummal csillapított acéllal való érintkezés helyén (2. táblázat). C-mentes bélés használata hatékonyan korlátozza ezeket a reakciókat [16].

Az üstkagyló eltömődésének vizsgálata

Az „eltömődés” szót akkor használják, amikor a dugó gyorsan felemelkedik vagy pedig „kidugulás” megy végbe, amit a dugó hirtelen süllýedése jelez; mindkettő a szint nagy ingadozásával jár a kristályosítóban. Ekkor fennáll az öntött féltermék leminősítésének a veszélye, és javításra lehet szükség. Az öntési folyamatot illetően az eltömődés gyakran az öntés megszakadásához vezet, korlátozva az egy közbenső üstre jutó adagok számát. A folyamatos öntőkagyló eltömődése nagyobb termelési költségeket, fokozott biztonsági kockázatot, kisebb termelékenységet, nagyobb belső leminősítési arányt, és végül vevői visszautasítást eredményez. A tűzálló darabokon, például Ti-ULC acél öntése után vastag fehér anyag

található a kagyló felső részén, míg a furata gyakran tiszta.

Az újabb eredmények a kritikus technológiai paraméterek hatását bizonyítják az eltömődésre [17]. Sok paraméter hat, és nem csak a folyamatos öntés számít, hanem a szekundármetallurgiai eljárás is.

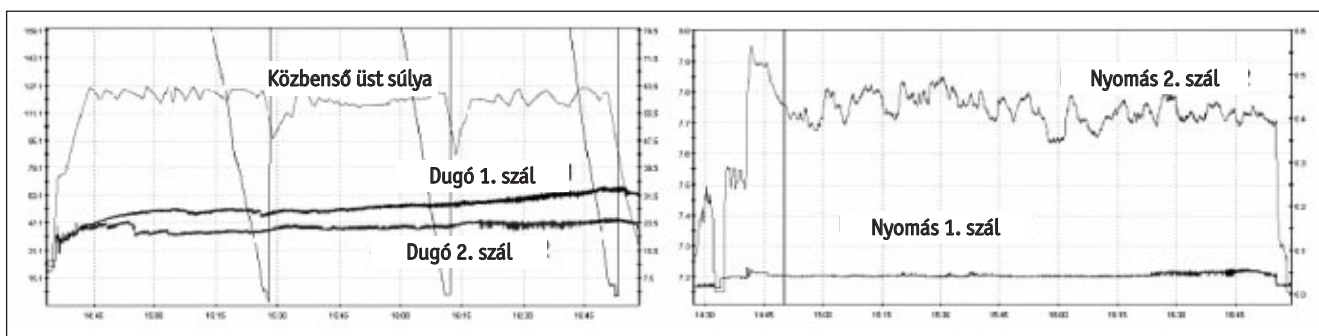
Az eltömődést csökkenti az argon injektálása, amelyet általában a dugórúdon át végeznek. Argon injektálása nélkül aligha lehetséges több mint 600 tonnát önteni egy kagylón át, komoly felületminőségi problémák nélkül. Ha két szál közül csak az egyik lép fel eltömődés (10. ábra) [5], az gyakran speciális problémára utal az argonadagoló körben. A megfelelő nyomás jó index lehet: nulla és lapos jel. Az öntés alatt a dugóba lépő gáz összetételének innovatív on-line és real-time elemzését végezték el [14]. Kimutatták, hogy a levegő beszívódás lehetősége az argonkörbe eltömődéshez vezet. Tömör csatlakozások esetén nem észlelhető a levegő (nitrogén) nyoma.

A megoldások közül a következőket javasoljuk [5]:

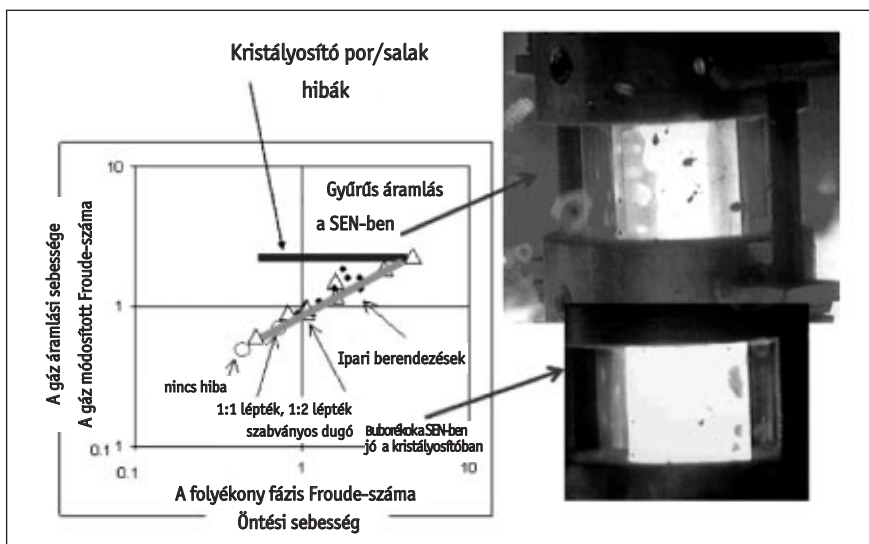
- különös figyelmet kell fordítani a dugó és

2. táblázat. Alumínium-oxid képződése a folyamatos öntőkagyló anyaga és az Al-mal csillapított folyékony acél közötti határfelületnél [16]

Tűzálló anyag $P_{O_2} = 10^{-17}$ atm	Határfelület	Acél $P_{O_2} = 10^{-17}$ atm
$C_{(s)} + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_{(g)}$ $CO_{(g)} \rightarrow C_{(Fe)} + [O]_{Fe}$ $MO_{(s)} + C_{(s)} \rightarrow M_{(g)} + CO_{(g)}$ $M_{(g)} \rightarrow M_{(Fe)}$ M: Si, Na, K	$Al_2O_3 (s)$ $MO_{(s)}$ Oxid kiválás	$\leftarrow [Al]_{Fe}$ $\leftarrow [O]_{Fe}$ $\leftarrow Al_2O_3 (s)$



■ 10. ábra. Eltömődés csak az egyik szálon: szívárgást észleltek az argont adagoló körben [5]



■ 11. ábra. A gyűrűs áramlás és a buborékos áramlás közötti átmenet képe. Az argonáramlás túlzott sebessége a fém-salak határfelület erős zavarását okozza a kristályosítóban [18]

az argonkör szerelésére,
– fémcsőveket kell használni, és azokra felügyelni,
– kalibrált tömegáramlás-szabályozókat kell használni,
– általában 5–7 liter/perc értékre kell állítani az argonáramot (11. ábra). Ezt célszerű az öntési sebességhez igazítani [18], állandó argon – folyékony acél áramlási arányt tartva a bemező üstkagylóban, és elkerülni a kristályosítóban az erős fém-salak keveredést. 3–4 t/perc öntési sebesség esetén tipikusan 7–10 liter/perc alkalmazható,
– a dugó csúcsánál mintegy 2 mm átmérőjű, kalibrált fúvókát vagy többlyukú dugót célszerű használni [19].

A tűzálló darabok minősége és terméshatást gyakorol az injektálásra névleges argonáramlási sebességnél. Az argonkörbe levegő szívódhat be. Különös gondot kell fordítani a tűzálló darabok szerelésére. Nem ritkán okoznak problémákat a tűzálló anyag minőségének a módosulásai/változásai/eltérései. Az eltömődési és hibain-

dex erősen változhat a tűzállóanyag-szállítók között, sőt egy szállító adagjai között is. Hatékony tűzállóanyag-megoldás az úgynevezett alumínium-oxid kagyló karbonmentes béléssel: kevesebb oxidáló gáz a tűzálló anyagból, jobb hőszigetelés és kisebb érdesség magyarázza a hatékonyságát [16]. Az ilyen tűzálló anyag előmelegítését szabályozni kell.

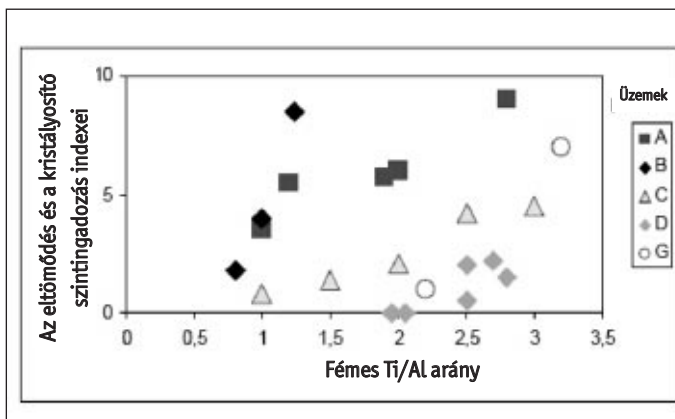
A dezoxidációs zárványok lantános nyomkövetése, valamint a folyékony acélban és a lerakódásokban lévő zárványok közötti összefüggés világosan mutatja [3]: az eltömődés a szekundér metallurgiai folyamatban képződött szilárd nemfémes zárványok lerakódása a tűzálló darabokon. Ezek a zárványok karbonacélok esetén főként alumínium-oxid és aluminátok, Ti-nal stabilizált rozsdálló acélok esetében pedig titán-oxidok és TiN. A későbbi reoxidáció és nitrogénfelvétel zavarja az öntést. A zárványkiválás a fém hőmérsékletének esésével másodrendű paraméter. A teljes zárványmennyiségnek mindössze néhány százaléka elegendő a kagyló furatának az elzá-

rásához. A tűzálló darab alakja és az olvadék áramlása a turbulencia miatt hat a zárványok lerakódására [20].

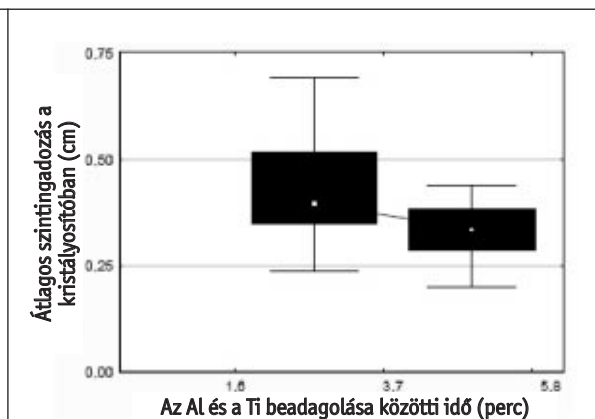
Az eltömődés összefügg a zárványpulációkkal, amikor mindkét szál érintett. Ez egyszerű módszer az eltömődés valószínű eredetének értékeléséhez. Az eltömődés sebessége nő a zárványtartalommal és a zárványok méretével [5]. A dezoxidáció, ill. a reoxidáció során képződött nagyméretű, nem stabil $AlTiO_x$ zárványok – amelyek akkor képződnek, ha helyileg nincs elég alumínium a Ti megvédéséhez az oxidációtól – károsak az eltömődésre és szintingadozásra a kristályosítóban [5]. Ezek képződése meggátolható kellő Al/Ti aránnyal a folyékony acélban és elegendő idővel az Al és a Ti adagolása között, hogy teljes lehessen az alumínios dezoxidáció a Ti hozzáadása előtt (12. és 13. ábra) [5].

A Ca-kezelés az alumíniummal csillapított acélok esetén az egyik megoldás az eltömődésre. Lehetséges az argon nélküli öntés. Ca-ötvözet adagolásakor az öntési hőmérsékleten folyékony kalcium-aluminátok képződnek. Az adalék mennyisége függ a fém összetételétől és a teljes oxigéntartalomtól. A szilárd kalcium-aluminátok az eltömődés szempontjából károsak [21]. Az egyik ok a sikertelen Ca-kezelés, a másik a fém és salak közötti reakció. Különösen ártalmasak lehetnek a kalcium-aluminát zárványok az Al-mal csillapított minőségekben az üstsalak CaO- és alumíniumoxid-tartalma közötti túl nagy arány, (14. ábra), az acél és a dolomit üst közötti reakciók (15. ábra), az üstsalak átvitele vagy a kalciumot tartalmazó ferroötvözetek használata következtében.

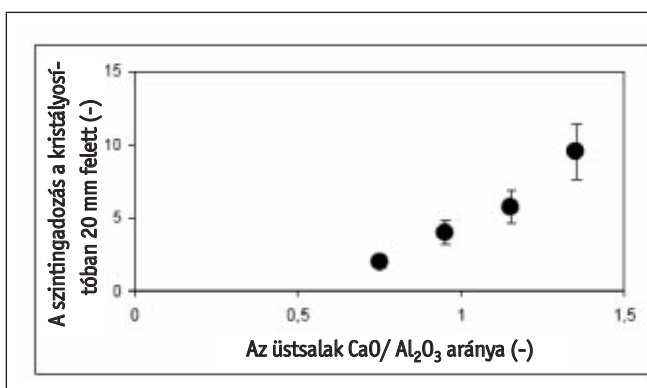
Néhány százalék Ca-aluminát elegendő ahhoz, hogy súlyos eltömődést okozzon (16. ábra). Az Arcelor gyors röntgensugárzás módszert dolgozott ki, amely lehetővé teszi a ferroötvözetek Ca-tartalmának a meghatározását 0,01%-ig [22]. A korai öt-



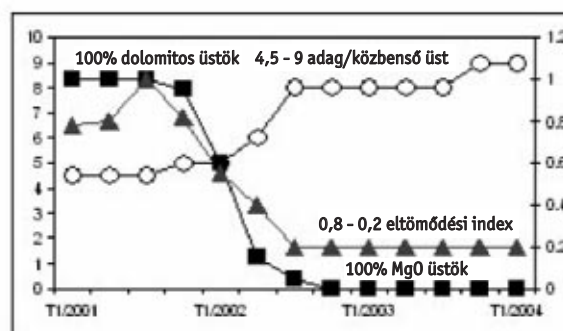
■ 12. ábra. Az eltömődés és a szintingadozás a kristályosítóban a fémes titán/alumínium aránytól függően [5]



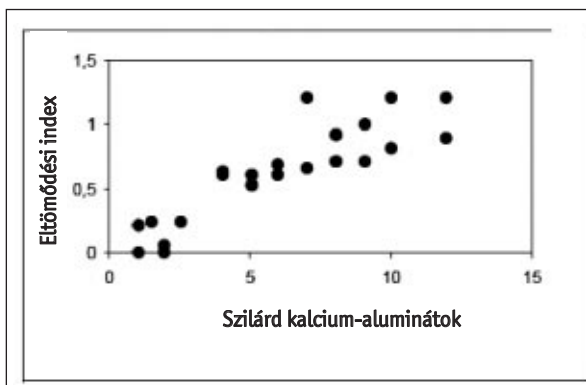
■ 13. ábra. A hosszabb várakozási idő az Al és Ti beadagolása között korlátozza a vegyes oxidok képződését és csökkenti a szintingadozást a kristályosítóban [5]



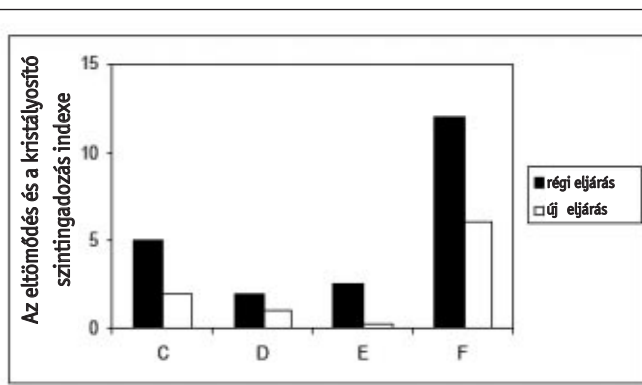
■ 14. ábra. Az üstsalak CaO-Al₂O₃-tartalma közötti arány csökkentése előnyös az eltömődés csökkentéséhez [5]



■ 15. ábra. Dolomit üst nélkül erősen nőtt a szekvens öntés hossza és javult a minőség [5]



■ 16. ábra. Néhány százalék kalcium-aluminát elég ahhoz, hogy súlyos eltömődést okozzon [5]



■ 17. ábra. A korai ötvözes vagy a ferroötvözetek helyes kiválasztása nagyon hatékony (C-F jelű üzemek tapasztalata)

vözes vagy a ferroötvözetek e módszer használatával történő kiválasztása lehetővé teszi az ilyen nem kívánatos zárványok elkerülését (17. ábra).

Hatékony mód a zárványpopuláció bármely változásának az észlelésére a közbenső üstből vett minták rendszeres online minősítése olyan gyors módszerrel mint a PDA (Pulse Discrimination Analysis) [23].

Következtetések

A káros reoxidáció korlátozása az acélgyártás és az öntés különböző szakaszaiban lényeges a termékek megkívánt minőségének az eléréséhez. Az acél kellő tisztaságának a biztosításához minden intézkedést meg kell tenni: tiszta acélnek kell érkeznie a folyamatos öntő berendezéshez, tömör öntőművi tűzálló anyagokra és argonos

semlegesítés alkalmazására van szükség, el kell kerülni az acél szennyezését az öntési sorozat indulásakor vagy új üst nyitásakor.

A tiszta, kis karbontartalmú, alumíniummal csillapított és a Ti-SULC acélfajták öntése szabályozott argoninjektálást és helyesen kiválasztott tűzálló anyag használatát és ellenőrzését igényli. A kulcskérdés azonban a zárványmennyiség szabályozása. Mind a folyamatos öntés, mind a

szekundér metallurgiai eljárás fontos. Kulcspona a dezoxidációs zárványok kis mennyisége és az acél minimális káros reoxidációja. A hatékony, hosszú sorozathoz vezető intézkedéseket meghatározták, érvényesítették, és azok ma normák az Arcelor európai üzemében. Jellemzően 1600 tonna Ti-SULC acélt lehet önteni egy bemező tölcserrel [22].

Fordította: Szende György

Irodalom

- [1] NADIF, M. – BURTY, M. – LEHMANN, J.: et al (Arcelor Research, France), "Control of steel re-oxidation and CC nozzle clogging", IISI study on Clean Steel: State of the Art and Process Technology in Clean Steelmaking, Literature survey, IISI Committee on Technology (TECHCO), © International Iron and Steel Institute 2004, pp. 87-164
- [2] CUI, J. – ZHI, J. – ZHENG, J. – JIANG, X. – CHEN, H. – ZHANG, L. – MOU, J.: (Baoshan, P.R. China and University of Illinois, Urbana, USA), "Castability Improvement of the Slab Continuous Casting at Baosteel", ECCO 2005, Nice, June 20-22, 2005
- [3] BURTY, M. – DUNAND, P. – RITT, JP. – SOULARD, H. – BLANCHARD, A. – JEANNE, G. – PENET, F. – PLUQUET, R. – POISSONNET, I.: (Arcelor France), "Control of DWI steel cleanliness by lanthanum tracing of deoxidation inclusions, ladle slag treatment and a methodical approach", 80th Steelmaking Conference proceedings, Chicago, April 1997, pp. 647-653
- [4] DOMGIN, JF. – GARDIN, P.: (Arcelor Research, France), "Limitation of slag entrainment in tundish and consequent reduction of ladle heel", SOHN Symposium International "Advanced Processing of Metals and Materials", San Diego, August 2006
- [5] SANKARANARAYANAN, R. – GUTHRIER, I.L.: (Montreal Univ., Canada), "Slag entraining vortexing funnel formation during ladle teeming: Similarity criteria and scale-up relationships", Ironmaking and Steelmaking, Vol. 29, N°2, 2002
- [6] WUNNENBERG, K.: (HKM, on behalf of IISI Clean Steel WG), "IISI Study on Clean Steel", ECCO 2005, Nice, June 20-22, 2005
- [7] BURTY, M. – DOMGIN, J.F. – PUSSÉ, C. – SOULARD, H.: (Arcelor Research, France), "How to maximize metal cleanliness in transient casting periods in tundish?", Scanmet II, Lulea, Sweden, June 6-9, 2004
- [8] PETRY, S. – GESELL, M. – BEIRER, G. – GRZIWOTZ, U.: (Thyssen Krupp Steel AG, Germany), "Prevention of Ladle Slag Carry-over by an Advanced Slag Detection System", ECCO 2005, Nice, June 20-22, 2005
- [9] LANGE, M. – CLAES, J. – JOLY, A.: (Arcelor Chertal), "Clean Steel Block - New developments towards clean steel", La Revue de Métallurgie-CIT, June 2003
- [10] BURTY, M. – TAVERNIER, H. – DOMGIN, JF. – PUSSÉ, C. (Arcelor Research, France) – RUSSIER, H. – BECQUERELLE, P. (U&A) – SIRUGUE, O.: (IUP Imphy), "Methodology of fluid flow assessment in tundish to control metal cleanliness", 4th European Stainless steel science and Market Conference, La Vilette (Paris), June 2002
- [11] ANDRY, E. (Arcelor Cockerill-Sambre, Chertal) – BOISDEQUIN, V.: (Vesuvius Systems Division, Belgium), "New "Clean Steel" Ladle Slide Gate Installed in Arcelor Chertal", ECCO 2005, Nice, June 20-22, 2005
- [12] SJÖSTRÖM, U. (MEFOS) – BURTY, M. – GAGGIOLI, A. – RADOT, JP.: (Arcelor), "An experimental study of argon injection and aspiration of air into stopper rods in continuous casters", 1998 Steelmaking Conference proceedings, Toronto, March 1998, pp. 63-72
- [13] LEHMANN, J. – BOHER, M. – KAERLE, MC.: (Arcelor Research), "An experimental study of the interactions between liquid steel and a MgO based tundish refractory", Proceedings of the 2nd International Symposium on advances in refractories for the metal industry, Montreal, Canada, 1996, pp. 25-29.
- [14] RUBY-MEYER, F. – LEHMANN, J. – GAYE, H.: (Arcelor), "Thermodynamic analysis of inclusions in Tideoxidized steels", Scandinavian Journal of Metallurgy, 29 (2000), 206-12
- [15] GUIBAN, M. A. – POIRIER, J. – DE LORGERIL, J. – GUYOT, V. – DIOT, C. (Arcelor) – HANSE, E. – DUMAS, P.: (Vesuvius), "Development of new continuous casting refractories to reduce alumina clogging", 26th McMaster Symposium on Iron and Steelmaking, Hamilton, June 2-4, 1998
- [16] SUMIDA, M. (NSC), – NADIF, M. (Arcelor Research, France), – TUSSET, V.: (CRM), "ULC and LC grades", IISI study on Clean Steel: State of the Art and Process Technology in Clean Steelmaking, Industrial Practice Worldwide, IISI Committee on Technology (TECHCO), © international Iron and Steel Institute 2004, pp.365-405
- [17] BURTY, M. – PEETERS, L. – PERRIN, E. – MÜNZER, S. – COLUCCI, P. – SALVADORI, D. – SCHADOW, F. – VALCARCEL, JM. – CLAES, J.: (Arcelor FCSE), "Some keys to reach long-sequence casting", Stahl und Eisen / Revue de Métallurgie, Nov. 2005
- [18] BURTY, M. – LARRECQ, M. – PUSSÉ, C. – ZBACZYNIAC, Y.: (IRSID), "Experimental and theoretical analysis of gas and metal flows in submerged entry nozzles in continuous casting", La Revue de Métallurgie-CIT, October 1996, pp. 1249-1255
- [19] BURTY, M. (Arcelor Research) – GESELL, M. (TKS) – DE SANTIS, M.: (CSM), "Behaviour of argon bubbles in the casting machine", ECSC 7210/PR/ 013 97- C3 project, July 1997 – June 2000
- [20] DAWSON, S.: (BRITISH STEEL), "Tundish nozzle blockage during the continuous casting of Al-killed steel", I&SM 17/4, pp. 33-42, April 1990
- [21] FAULRING, GM. – FARELL, JW. – HILTY, DC.: "Steel flow through nozzles: influence of calcium", Electric Furnace Conference proceedings, Vol. 37 (1979), pp. 219-229
- [22] VALCARCEL, J. – PEETERS, L. – BURTY, M. – SCHADOW, F. – PERRIN, E. – COLUCCI, P. – SALVADORI, D.: (Arcelor FCSE), "Zero clogging at continuous casting", ATS International Days, Paris, December 14-15, 2006
- [23] MEILLAND, R. – RUBY-MEYER, F. – BURTY, M. – MEDINA-DIAZ, F.: (Arcelor FCSE), "Use of PDAOES technique in Arcelor steel plants", ATS International Days, Paris, December 15-16, 2005

Pereházy Károly: Az európai kovácsoltvas-művesség története

Az európai kovácsoltvas-művesség történetét és tárgyi emlékeit szakszerűen ismertető, szép stílusban írt, páratlan értékű könyvet vehet kezébe a vasművesség és kultúrtörténet iránt érdeklődő olvasó. A könyv második és egyben bővített kiadás; az első 1984-ben jelent meg. Sajnálatos, hogy a szerzője, *Pereházy Károly* e második kiadást már nem élhette meg, de ennek előszavát még megírta: záró – talán búcsúzó – mondata: „A rég elfogyott kötet jelenlegi, reprezentatívabb közreadása reményeim szerint a szakmabelieknek és a sajátos művészet iránt érdeklődőknek egyaránt újdonságot jelent, és remélhetőleg sok új barátot szerez magának a művességnek.” Köszönet illeti a kiadás szerkesztőit, *Német Anikó Annamáriát* és *Lőrinczi Zsuzsát*. Őket is idéznem kell: „Az igényes kivitelű kiadással reményeink szerint méltó emléket állítunk e letűnőben lévő művességnek és annak talán utolsó igazán avatott hazai szakértőjének, e kötet szerzőjének, aki saját bevalása szerint a kovácsoltvas-remek szelermese volt.” Bizton állíthatjuk, hogy mind a szerző, mind a szerkesztők reményei teljesültek. A kovácsoltvas-művesség története az általános művészettörténet és művelődéstörténet egyik speciális, jobbára az építészethez tapadó ága, melynek emlékei – főként ajtók, kapuk, rácsok – az egymást követő építőművészeti korok ipartörténetének vonásait is viselik. Az egyes, könyvben vizsgált korszakok változó alakzatát, szerkezetét, stílusát szemléltető képeken és leírásokban ismerhetjük meg.

A preromán vasművesség az ókori kultúrák, az ókeresztény, bizánci és barbár népek művészetének stílusjegyeit viseli, ha tárgyi emlékei maradtak volna. Nem maradtak, de számos régi ábrázolás bizonyítja, hogy a vasnak az építészetben való tudatos felhasználása az ajtódeszkákat összefogó egyszerű vaspántokkal kezdődött.

A román kor kezdetét Kr. u. 1000 körülre teszik. A magas színvonalú római civilizációt a népvándorlás elpusztította. Az újonnan kialakult feudális társadalmi rendben Európa szellemiségét évszázadokon át az egyház határozta meg. A művé-

szi kovácsolás fontosabb területei a templomok, kolostorok és várak voltak: legrégibb vas emlékeink az ajtóvasalatok, amelyek már nem egyszerűen a deszkákat összetartó pántok, hanem közöttük a mezőket díszítő elemekkel is kiegészítették. A megmaradt magyar ajtópánt emlékek kevéssé díszesek, de céljaiknak megfeleltek. A vasrácsok közül egyszerűségükben is szép ajtórácsokat, szentélyrácsokat, kápolnárácsokat ismerünk meg Európa néhány templomából.

A gótikus korban városházák, raktárak, nagyobb polgári házak, középületek is épültek, így a kovácsoltvas-művesség hatóköre kitágult. Szépen díszített ajtópántok, ajtóvasalások, vaslemezzel bevont vasajtók készültek és maradtak meg napjainkig hazánkban is. A gótikus rácsok sok változatának szöveges és képi bemutatása külön tanulmánynak is beillik. A lemezki-
vágások és domborítások műveleteivel készült, csodálatra méltó európai szentség-házajtók rácsai között a magyar remekművek is tekintélyes helyet kapnak.

A reneszánszban a világi és egyházi építészet egyensúlyba került egymással, az egyházi építmények mellett paloták, tőzsdék, iskolák, könyvtárak, kastélyok épültek. Új esztétikai hatást jelentett a fémberakás és maratás, a tausírozás, majd a perspektivikus ábrázolás. Az ajtópántok

egyszerűsödtek. A rácsok sűrűbb hálózattal, több díszítőelemmel, finomabb kivitellel készültek. A kor vasművességében a németeké a vezető szerep. A német műlakatosok híres művészek által készített metszetek után kovácsolták műveiket.

A barokk építészet kiemelkedő alkotásai voltak az uralkodói, egyházfejedelmi és főúri paloták és kastélyok. Mint az építészetet, úgy a vasművészetet is a díszítőelemek bősége jellemzi. A német-osztrák vasművesség központja Bécs. Itt kiemelhető a Belvedere főkapuja (1. ábra); már csak azért is, mert azt az 1720-as években az a *Johann Georg Oegg* mester készítette, akinek a kezei alatt tanult *Fazola Henrik*, a később Egerbe szegődött lakatos, az európai híru egri rácsok és kapuk kovácsa és a diósgyőri (hátori) vasgár alapítója. Az olvasó szebbnél szebb, Európa különböző részeiből származó rácsokban gyönyörködhet és olvashat alkotóikról. Az egykori Magyarország területéről ugyancsak sok szép vasműves emlék maradt meg ebből a korból.

A rokokó a barokk fejlődésének utolsó, fényes korszaka. A csodálatos paloták fényűzően dekoratív vasművészeti remekeket kaptak. Természetesen most is a rácsoké a főszerep. A rokokó kovácsoltvas-művességét a francia *Jean Lamour* és a német *Johann Georg Oegg* munkássága



■ 1. kép. Bécs, a Belvedere főkapuja

fémjelzi. A külföldi rácsok sokasága mellett Sümeg, Eger, Fertőd, Gödöllő, Pécel, Fertőszéplak, Tata, Tihany és Kassa kovácsoltvas remekei is megjelennek a képeken. A Kárpát-medence legjelentősebb rokokó emléke az egri Megyeháza két kapurácsa és felülvilágító rácsa.

A klasszicizáló késő barokk művészete a polgárság ízlésének megfelelő formákat keresi. A rokokó túlzottan díszes vasművességének ellenáramlataként jelenik meg egy egyszerűbb ornamentikával, visszatekint a klasszikus formákhoz. E fejezetben a magyar világi vasművesség is rangos helyet kap.

A művészeti formák évszázadokig töretlen fejlődése a XIX. században abbamarad, a klasszicizmus jegyében alkotó művészek a régi formákat másolják. A vasművesség alkotásai a praktikumot szolgálják. A tűzkovácsolást kiváltja a hidegalakítás, a korszak végére megjelenik az öntöttvas is, és számos területen kiszorítja a kovácsvasat. Az ajtópántok és vasajtók készítése rutinfeladattá egyszerűsödik. Rácsból a művészeti megjelenésben jelentéktelenebb munkák száma nőtt, ezért közülük a könyv is csak keveset emel ki. A kor átlag színvonalára fölé emelkedő munkának tekinthető a budavári Dísz tér 13. sz. ház lépcsőházkapuja.

A historizmus korszakában a romantika az öntöttvasé, az eklektika a kovácsoltvasé. Az eklektikára jellemzően a korábbi művészeti stílusokból válogatott elemek jelennek meg. A vasművesség mai mesterei számára különleges feladatokat jelent a régi épületek felújítása eredeti vasműves kapukkal, lambériákkal, rácsokkal együtt.

Magyarországon a vasművesség ragyogó korszaka ez, igazi virágkora. Sok kitűnő, európai hírnevet szerzett műlakatosunk van. Nevüket a könyv is megörökíti. A korszak talán legnagyobb mestere *Jungfer Gyula*; munkái közül az Andrassy u. 88-90. ház kapuját mutatjuk be (2. ábra). A magyar művészek rangját érzékelteti, hogy a korszak itt képeken bemutatott és nevesített 13 művészi munkájából 11 mű magyar.

A szeccszíó vasművességének jellemzője a díszítések vonalrendszerének kusza futása, vastagítása, vékonyítása. A séccszíó = elszakadás azt fejezi ki, hogy a mű-

vészet elszakad a megelőző történeti stílusoktól; új szemlélet, új dekorativitásra való törekvés jelenik meg. A szeccszíó, mint stílus megenged a műalkotásban nemzeti motivitást is beépíteni. Hazánkban a milenniumi évek kedvező feltételeket teremtettek a keleti beütésű (perzsa, török) magyaros stílus megteremtésének. Számos kiváló hazai műlakatos alkotott remekművet itthon és Európa-szerte.

A népi vasművesség termékei a különféle szerzőszámok, háztartási felszerelések, gyertyatartók, ajtó- és ablakrácsok, kopogtatók, ostyasütők, szélkakasok, temetői sírkeresztek stb. Ezeknek elsősorban használati értékük volt, de az évszázadok előrehaladtával már díszeket is hordoztak. A falusi templomok és közösségi épületek felszerelését általában a helybeli mesterek készítették, így sok templomi és kápolnai rács, persely, keresztelőkút és állvány falusi kovács munkája.

A könyv igen szép nyomdatechnikával készült kereken 200 – igen apró betűkkel írt – oldala 235 képpel több kötetnyi terjedelmű tudományos anyagnak felel meg. További 27 oldalon 1375 hivatkozás, névmutató (540 névvel) és képjegyzék növeli tudományos értékét.

A maga művészeti területén páratlan értékű könyv bizonyosan maradandó hatással lesz olvasóira. E sorok írójának – mint kohásznak – az érzékelvilágához a forrasztott vas (forrasztott acél) korszakában kézzel kovácsolt vaslemezről, vas-



■ 2. ábra. Budapest, az Andrassy út 88-90. parkkapuja

szalagból és vasrudacskákból álló, a lakatosok, kovácsok vagy klastromi barátok által alakított és Isten nagyobb dicsőségére tűzben egybeforrasztott gótikus és reneszánsz vasremek állnak közelebb. A gazdag uralkodók, főurak és főpapok a maguk nagyobb dicsőségére művészekről rendelt tervek alapján hengerelt folytacél lemezekből, szalagokból és alakos rudakból műlakatosok által, fejlett technikával alakított és összeszerelt művészi remekei viszont örömmel töltötenek el. Ismét bebizonyosodott, hogy a vas (acél) nem csak nélkülözhetetlen szerkezeti anyag, hanem kovácsolva (vagy öntve) az emberiséget gyönyörködtetni is képes.

📖 Sziklavári János

A könyv kapható az OMM Öntödei Múzeumában, ára: 5000 Ft.

HOLMGREN, D. – DIÓSZEGI, A. – SVENSSON, I. L.*

A lemezesről kompaktgrafitra való átmenet hatásai az öntöttvas hővezető képességére

Különböző mennyiségű magnéziumot adtak szabványos szürkevashoz, hogy a grafitalakok egy tartományát állítsák elő a lemezestől a kompaktgrafitig. Lézervillanásos módszerrel** vizsgálták a különböző hűlési sebességgel szilárdult minták hővezető képességét/hődiffúzitását. A hővezető képesség jelentősen csökken, amint a grafit alakja lemezesről kompakra alakul át. A szürkevas hővezető képessége növelt hőmérsékleten számottevően csökken, míg a kompaktgrafitos vas hővezető képessége kevésbé érzékeny a hőmérséklet változásaira. A fokozottan gömbszemcsés kompaktgrafitú vasak közelítően 400 °C-on mutatják a legnagyobb hővezető képességet. A hűlési körülményeknek a hővezető képességre gyakorolt hatása csökken, amint a morfológia lemezgrafitosról kompaktgrafitosra változik. Az öntöttvas valódi hővezető képességét a kompozitok meglévő modelljeinek a segítségével modellezték.

Bevezetés

Az első ismert öntöttvasat Kínában állították elő, Kr. e. 600 körül, bár az öntött-

vas tömeggyártása a 18. században kezdődött [1]. Az alakítható (gömbgrafitos) öntöttvasat, amelyben a grafit lemezek he-

lyett gömbszemcsék formájában van jelen, 1948-ban gyártották először, gömbösítő szereket, például magnéziumot és cériumot adagolva az öntöttvasolvadékhoz [1]. Ha a módosító anyagok adagolása elégtelen, közbelső kompaktgrafitalak fordulhat elő, amelyet vermikuláris vagy féregalakú grafitnak neveznek. Erre az első szabadalmat 1965-ben adták meg [1].

A különféle grafitalakokkal kristályosodó öntöttvasak hővezető képességét korábban már áttekintették [2]. A grafit morfológiájának a hatását az öntöttvas hővezető képességére több munkában tárgyalták, például a [3-13] alatt hivatkozottakban. Az öntöttvasban a kiterjedt, nagy hővezető képességű grafitáló növeli a hőve-

HOLMGREN, DANIEL (sz. 1972) a Jönköpingsi Egyetem valamint a Göteborgi Chalmers Műszaki Főiskola közreműködése keretében szerzett doktori diplomát 2006-ban „Öntöttvasak hővezető tulajdonságai” témában. Tanulmányait befejezve a Göteborgi Daros Piston Rings AB, hajómotorok dugattyúgyűrűt gyártó cég öntödéjének a termelését, valamint az öntészeti technológia fejlesztését irányítja. Egyedi kutatásait a Jönköpingsi Egyetemen részidőben folytatja.

DIÓSZEGI ATTILA (sz. 1962) egyetemi kutató, adjunktus. A Kolozsvári Műszaki Egyetemen szerzett öntőszakos anyagmérnöki képesítés után 1990-től a Volvo teherautógyár öntödéjében szerszámtervező, majd számítógépes öntészeti technológiai tervező-fejlesztő. A Jönköpingsi Egyetem, valamint a Linköpingi Műszaki Egyetem közreműködése keretében szerzett doktori diplomát 2004-ben „A szövetszerkezet és az anyagtulajdonság kialakulása szürkevas ötvözetekben” témában. A doktori fokozat megszerzésével, pályázati úton egyetemi kutatói-tanári állást nyert a Svéd Tudás Alapítvány (Swedish Knowledge Foundation), valamint a Scania és a Volvo teherautógyár támogatásával. A Jönköpingsi Egyetem öntészeti kutatócsoportjában a vasötvözetek kutatását vezeti, főbb kutatási területei az öntészeti jelenségek számítógépes modellezése, valamint halmazállapot-változások termikus elemzése.

SVENSSON, INGVAR (sz. 1948) egyetemi tanár. A Stockholmi Királyi Műszaki Főiskolán (Royal Institute of Technology) szerzett doktori diplomát 1984-ben „Nátrium-szilikát alapú kötőanyagok tulajdonságai” témában, ahol később öntészeti technológiát tanított. Kutatási tevékenységét az öntöttvas, alumínium- és magnéziumötvözetek öntése, valamint az öntvények dermedése, szövetszerkezete és tulajdonságai számítógépes modellezése területén fejté ki. 1995-ben meghívták a Jönköpingsi Egyetemen alakuló Gépész-, Öntéstechnológiai és Öntészeti Tanszék vezetőjének. Az öntészeti kutatócsoport a vezetésével jelenleg nyolc doktori fokozattal (PhD) rendelkező kutatót és tizenkét doktorandusz hallgatót foglalkoztat.

A szerzők elérhetősége: e-mail: Daniel.Holmgren@ing.hj.se, Attila.Dioszegi@ing.hj.se, Ingvar.Svensson@ing.hj.se

* Ez a cikk angol nyelven megjelent az International Journal of Cast Metals Research című folyóiratban (Vol. 19, no. 6, pp. 303-313. Dec. 2006.). A magyar fordítást (Szende György) a szerzők engedélyével közöljük.

** A hődiffúzitás sok esetben megbízhatóan mérhető lézervillanásos módszerrel. A próbatest mellső felületére lézervillanással rövid (1 milliszekundumnál rövidebb) hőimpulzust alkalmaznak, és a hátsó felület hőmérsékletének a változását infravörös detektorral mérik. A rendszert automatikus adatgyűjtésre, kriogén hőmérsékletektől 2500 °C-ig terjedő tartományra tervezik. (Szende György)

zetési tulajdonságokat, míg a hő továbbításának a képessége folyamatosan csökken, amint a lemezes grafit kompakt, majd gömb-szemcsés grafitná változik.

Ennek a tanulmánynak a célja azt vizsgálni, hogyan hat az öntöttvas hővezető képességére a maradó magnéziumtartalom és a dermedési sebesség. Átmeneti szövetszerkezetű öntöttvasakat állítottunk elő, hogy értékeljük olyan kompaktgrafitos vasak hővezető képességét, amelyeknek a grafitalakjai közel vannak a szürkevasakban kristályosodotthoz. A nagyobb maradó magnéziumtartalmú szürkevasak hővezető képességét is vizsgáltuk. Ezenkívül értékeltük a grafit morfológiáján alapuló meglévő modelleket a hővezető képesség előrejelzéséhez.

Öt különböző magnéziumtartalmú öntöttvas hővezető képességét értékeltük. Az olvadékot különböző anyagú formákba öntöttük, hogy három különböző hőelvonási sebességet állítsunk elő. Ennek eredményeként 15 különböző anyagkombinációt vizsgáltunk. Ezeknek az anyagoknak a szakítási tulajdonságait másutt vizsgálták [14].

Az öntöttvas hővezető képességének modellezése

Korábban analitikai munkát végeztek, hogy számíthassák különböző öntöttvasak valódi hővezető képességét az átlagtér-közelítések alapján kifejezések segítségével [15]. Az alkalmazott kompozitmodell három különböző fázist foglalt magába; ezek az α , β és γ [15]

ahol,

$$\lambda^* = \lambda_p^* + \frac{1}{3} f_{\alpha} \lambda^* \left(\frac{\lambda_{\alpha,x} - \lambda_{\beta}^*}{\lambda^* + p_z(\epsilon)(\lambda_{\alpha,x} - \lambda^*)} + 2 \frac{\lambda_{\alpha,x} - \lambda_{\beta}^*}{\lambda^* + p_x(\epsilon)(\lambda_{\alpha,x} - \lambda^*)} \right) + 3 f_{\gamma} \lambda^* \frac{\lambda_{\gamma} - \lambda_{\beta}^*}{2\lambda^* - \lambda_{\gamma}} \quad (1)$$

$$p_x = \epsilon (2 - 2\epsilon^2)^{-1} [(1 - \epsilon^2)^{-1/2} \arccos(\epsilon) - \epsilon], \quad (2)$$

és

$$p_z = 1 - 2p_x. \quad (3)$$

A fenti (1) egyenletben; λ^* - a γ fázis szferoidjai és az α alkotó β komponensből álló mátrix által körülvevett ellipszoidális korongjai kombinációjának a valódi hővezető képessége [15]. Az α alkotónak R hosszúságú féltengelyei vannak az x és az y mentén, és egy ϵR , $\epsilon < 1$ hosszúságú, merőleges féltengelye a z irányban, ahol az ϵ egy alakfénytényező, amelyet rendszeren karcsúsági aránynak neveznek, azaz a zárványok kis és nagy tengelyének az aránya. Ebből adódóan, egy teljesen speciális részecske ϵ értéke 1, míg az ϵ nullához közeli értékei hosszú és vékony alakokat írnak le, például egy lemezét.

Továbbá, az α alkotó jelentős mértékben anizotróp; $\lambda_{\alpha,x} = \lambda_{\alpha,y}$ és $\lambda_{\alpha,y} \gg \lambda_{\alpha,z}$, míg a β fázis megfelelő összefüggései; $\lambda_{\beta,x} = \lambda_{\beta,y}$ és $\lambda_{\beta,y} > \lambda_{\beta,z}$. A γ fázist izotrópnak feltételezzük. Ezenkívül a λ_{β}^* -át a [15] irodalomban leírtak szerint számítják:

$$\lambda^* = \frac{1}{4} \left[\lambda_x + (\lambda_x^2 + 8\lambda_x \lambda_z)^{1/2} \right] \quad (4)$$

ami véletlenszerűen orientált, anizotróp szemcsékből álló mátrix izotróp általános hővezető képességét írja le. Helyettesítve λ_z -vel a lemezre merőleges perlit hővezető ké-

pességét, és λ_x -szel a lemezzel párhuzamos vezető képességet, megállapíthatók a perlites mátrix hővezető képességének az értékei [15]. A lemezekkel párhuzamosan és azokra merőlegesen a perlit hővezető képessége a keverékek szabályával határozható meg [15]:

$$\lambda_{\parallel}(\text{perlite}) = f(Fe_3C)\lambda(Fe_3C) + f(\text{ferrite})\lambda(\text{ferrite}) \quad (5) \text{ és}$$

$$\lambda_{\perp}(\text{perlite}) = \left[f(Fe_3C)/\lambda(Fe_3C) + f(\text{ferrite})/\lambda(\text{ferrite}) \right] \quad (6)$$

A leírt modellezési megközelítéssel az öntöttvasak hővezető képessége becsülhető a grafitrészecskék karcsúsági arányából, a mikroalkotók valódi térfogati arányaiból és hővezető képességeikből. Mikroszkópiai elméletek alapján, *Helsing és Grimvall* előre jelezték az ötvöztött ferrit hővezető képességét az alábbi szerint:

$$\lambda(Feal) = \left(\frac{1}{\lambda_{ph}(Fe)} + \sum_i A_i c_i \right)^{-1} + \left(\frac{\rho(Fe)}{L_e T} + \frac{1}{L_0 T} \sum_i \rho'_i c_i \right)^{-1} \quad (7)$$

ahol $\lambda_{ph}(Fe)$ - fononos*** vezetés bcc-vasban, A_i és ρ_i - az ötvöző elemek által okozott szórás meghatározásához használt együttthatók, c_i - az ötvöző elemek koncentrációja atomszázalékban, és T az abszolút hőmérséklet. 300 K-nál, a 2.44×10^{-8} és $2.03 \times 10^{-8} \Omega W/K^2$ értékeket használták az L_0 -nak és az L_e -nek megfelelően. *Helsing és Grimvall* munkáiban az egyes elemekhez tartozó A_i és ρ_i értékek megtalálhatók az 1. táblázatban [15].

Egyedi vezetőképeségeket alkalmazva a 2. táblázatban megadott, bemutatott fázisokhoz, *Helsing és Grimvall* 44,8 W/mK hővezető képességet számítottak a 3,50% C-tartalmú, perlites szürkevasra [15]. *Helsing és Grimvall* az azonos karbontartalmú, fehértöretű vas valódi hővezető képességét is prognosztizálta 15,8 W/mK-ben, a szintén 3,50% C-tartalmú, ferrites gömbgrafitos vasét 34,7 W/mK-ben, a perlitét 25,624 W/mK-ben, míg a szferoiditét 26,499 W/mK-ben, a kompozitok különböző elméleteit

1. táblázat. Az A_i (mK/W at.%) és ρ_i ($10^3 \times \mu\Omega cm/at. \%$) együttthatók kísérleti úton meghatározott értékei [15,16] (hivatkozás a [15]-ben), [17] (hivatkozás a [15]-ben)

	Al	Sn	Si	Ti	V	Cr	Mn	Ni	Co	Mo	Ru	W
ρ_i	6,4	10	7	-	3,0	4,6	5	2,7	1,1	4,8	4,5	5
A_i	7	-	8	3	-	0,1	10	4	-	13	15	40

2. táblázat. A szövetelemek *Helsing és Grimvall* szerinti modellezésben használt hővezető képessége és fajlagos villamos ellenállása [15]

	λ , W/mK	ρ , $\mu\Omega cm$
Tiszta ferrit	78,5	10,0
Ötvöztött ferrit (2% Ni, 1,5% Si)	30	36
Cementit	8	107
Grafit	500	
Grafit	10	
Lemezes, ötvöztött perlit	27,3	39,2
Lemezes, ötvöztött perlit	22,5	44,7

*** A fonon egy merev kristályrácsban előforduló rezgési mód. A fononok tanulmányozása a szilárdtestfizika egyik fontos része. A fononoknak nagy a szerepük a szilárd anyagok sok fizikai tulajdonságában, köztük a hővezetésében is. (Sz. Gy.)

alkalmazva. Ezeket az eredményeket szemlélteti az 1a. ábra. Az A oszlop a perlitet, a B oszlop a szferoiditet, a C oszlop a fehértöretű vasat, a D oszlop a ferrites, gömbgrafitos vasat, és végül az E oszlop a perlites szürkevasat mutatja. Az 1b. ábra a számított összefüggést szemlélteti a grafitrészcsek karcsúsági aránya vagy alaktényezője (ε) és a hővezető képesség között [15].

Helsing és Grimvall [15] a szürkevas hővezető képességét úgy is modellezte, hogy a mikroszerkezetet gömbök együttesének tekintette. Az ilyen modelleket Schulgasser [18] vezette le, aki perlitgömböket feltételezett, általános izotróp vezetőképeséggel, gömbös grafitbevonatokkal rétegezve, anizotróp radiális és tangenciális vezető képességekkel. A grafitból álló, külső héj folyamatos és összekapcsolt vázat képez. Az ilyen geometria hővezető képességét az alábbi módon számították [15]:

$$\lambda_{\text{eff}} = \lambda_{\alpha, \text{rad}} \left(\frac{\eta(\mu + 1) + 1}{\mu - 1} \right), \quad (8)$$

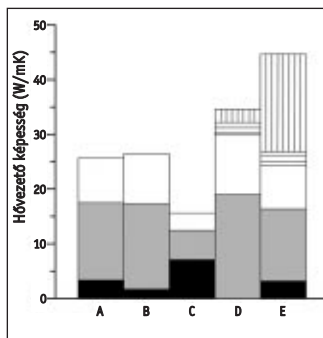
pótlólagosan

$$\eta = \frac{1}{2} \left[\left(1 + 8 \lambda_{\alpha, \text{tan}} / \lambda_{\alpha, \text{rad}} \right)^{1/2} \right], \quad (9)$$

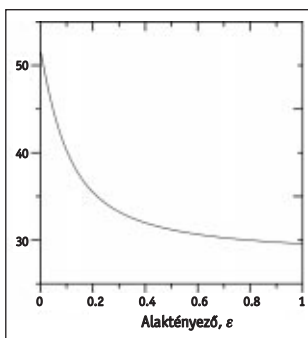
$$\mu = \left(\frac{\lambda_{\beta}}{\lambda_{\alpha}} \right) \left(\frac{\lambda_{\beta} + (\eta + 1) \lambda_{\alpha, \text{rad}}}{\lambda_{\beta} - \eta \lambda_{\alpha, \text{rad}}} \right) \quad (10) \text{ és}$$

Ha a hővezető képesség azonos értékeit alkalmazzuk a bemutatott fázisokra, és ugyanazokat a térfogati arányokat, (9,06% grafitral perlites mátrixban), amint azt az 1a. ábra E oszlopával szemléltetett példában használták, a perlites szürkevas modellezett hővezető képessége 51,1 W/mK lesz [15].

$$v = \frac{-(2\eta + 1)}{3} \quad (11)$$



■ 1a. ábra. Öntöttvasak/öntöttvas mátrixok modellezett hővezető képessége [15]. A különbözően aránykolt területek a különböző komponensek és transzportmechanizmusok relatív hozzájárulását mutatják a teljes hővezető képességhez. A szürke az elektronok hozzájárulását jelzi, a fehér az (ötvözött) α -vas fonon részét, míg a fekete a Fe_3C -t képviseli. Továbbá, a vízszintes vonalak a grafit hasábsíkok, míg a függőleges vonalak az alapsíkok hozzájárulását mutatják.



■ 1b. ábra. A valódi hővezető képesség mint az alaktényező (a grafitzárványok legrövidebb tengelye/leghosszabb tengelye, néha karcsúsági arány) függvénye, perlites öntöttvasakra [15], ahol ε - alaktényező, többnyire karcsúsági arány, azaz a zárványok kis és nagy tengelyének az aránya. Innen, egy teljesen speciális részecske tényezője $\varepsilon = 1$, míg a nullához közeli ε -értékek hosszú és vékony alakokat, például egy lemez alakját írják le.

Nem régen, jó egyezéssel modellezték különféle grafitmorfológiájú öntöttvasak rugalmassági tényezőjét, kompozitoknak az irodalomban létező modelljeit használva [19]. A grafitzárványokat ellipszoidális korongoknak tekintették, z hosszúságú forgás-féltengellyel és arra merőleges x hosszúságú féltengellyel [19].

Következésképpen, a számításokban z/x ellipszoidális karcsúsági arányt használtak a korongokhoz, amelyet Gaudig és társai [20] dolgoztak ki, hogy az alábbiak szerint meghatározhassák a grafitrészcsek szélesség/hosszúság arányát:

$$\eta = \frac{2 + (z/x)^2}{3 \times (z/x)^2} \times \frac{2}{1 + \frac{\arccos(z/x)}{(z/x) \times \sqrt{1 - (z/x)^2}}} \quad (12)$$

A (12) egyenletben a η egy paraméter [21], amelynek a meghatározása:

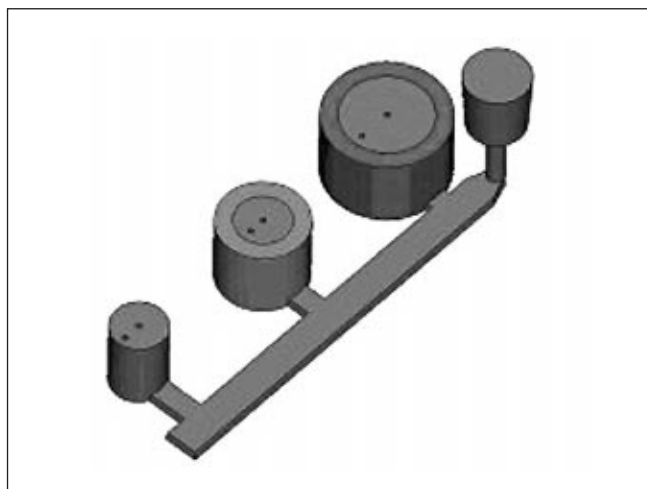
$$\eta = \frac{\pi}{4} \frac{l_{\text{max}}^2}{A} \quad (13)$$

ahol l_{max} - a grafitrészcsek fő metszésponti hosszai, és A - metszeti területei. Ennek a paraméternek az inverzét néha kerekességnek nevezik [19].

A kísérleti eljárás Az öntési eljárás

A kísérletek az öntőiparban szokásosan használt, Sr-tartalmú beoltóanyaggal kezelt, szabványos öntöttvas ötvözetben alapultak. Az olvadékat kupolókemencében állítottuk elő, majd villamos hőn tartó kemencébe csapoltuk, mielőtt kéziüstbe öntöttük volna, amelybe egyidejűleg a módosítóanyagot adagoltuk, hogy jó keveredést érjünk el. Az üst fenekére tehát a megtöltése előtt FeSiMg5 -öt helyeztünk. A FeSiMg5 szokásos gömbösítőanyag, amely megváltoztatja a grafit morfológiáját, gömbgrafitos vas előállítása céljából.

A gömbösítőadaleket acélforgáccsal takartuk le, hogy késleltessük a reakcióját a fémolvadékkal. Öt különböző adagot készítettünk, változó mennyiségű FeSiMg5 -tel kezelve. Vegyi elemzéshez érme alakú próbatesteket öntöttünk, a 2. ábrán látható próbatestek leöntése előtt. A különböző adagok vegyi összetételét a 3. táblázatban találjuk. A 4. táblázat a karbon egyenértéket, az egyes sorozatokban adagolt gömbösítő- vagy módosítóanyag mennyiségét és az Mg/S arányt mutatja.



■ 2. ábra. A próbatestek öntésének elrendezése

A 2. ábrán látható próbatestek leöntésére szolgáló formarész három hengeres üreget összekötő elosztócsatornából állt. Mindegyik hengert különböző formázóanyaggal vettük körül, hogy három megkülönböztethető hűlési sebességet érjünk el; fémkokillával, homokkal és szigetelőanyaggal. A megfelelő dermedési idők közelítően: 40 s, 300 s és 1100 s-ra adódtak. Mindegyik henger felső és alsó felületeit szigeteltük, hogy közel egydimenziós laterális hőáramlást generáljunk. A hengerek 80 mm magasak voltak. A homokkal és a kokillával körülvelt üregek átmérője 50 mm volt, míg a szigetelt üregé 80 mm. Az egész együtttest furánkkötésű homokba formáztuk.

Fizikai tulajdonságok

Az anyagok hővezető képességének a számításához a következő kifejezést használtuk:

$$\lambda = \alpha \rho C_p \quad (14)$$

ahol: C_p – a fajhő és ρ – a sűrűség.

Az α hődiffúzitást a 3. ábrán látható Netzsch LFA 427, lézervillanásos készülékkel mértük [22]. A módszer elvét Parker és társai [23] dolgozták ki az 1960-as évek elején. A hődiffúzitás méréseire vonatkozó kísérleti megjegyzések egy korábbi munkában találhatók [24]. A hődiffúzitási görbék a 12. ábrán láthatók.

A fajhő meghatározását Netzsch DSC 404 C Pegasus differenciál szkennelő kaloriméterrel végeztük a különböző vegyi összetételű (C; 2,80-3,62%, Si; 1,77-3,41%, Mn; 0,54-0,7%, Cu; 0,18-0,38%) öntöttvas mintákon. A minták tömege a 83-84 mg tartományban volt. A műszer becsült pontossága $\pm 2,5\%$. A differenciál szkennelő kaloriméterrel felvett fajhőeredmények átlaga alapján szabványos görbét használtunk a hővezető képesség

3. táblázat. A vizsgált anyagok vegyi összetétele (%)

Adag	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mg
1	3,32	1,93	0,57	0,04	0,08	0,09	0,03	0,18	0,0020
2	3,21	2,27	0,55	0,03	0,06	0,09	0,03	0,18	0,0173
3	3,19	3,05	0,56	0,03	0,05	0,09	0,03	0,18	0,0665
4	3,05	3,41	0,56	0,04	0,04	0,09	0,03	0,18	0,0696
5	2,99	3,59	0,56	0,04	0,04	0,09	0,03	0,18	0,0707

4. táblázat. A kísérleti adagokhoz bevitt módosítóanyag (FeSiMg5) mennyisége, a Mg/S arány és a karbon egyenérték számított értékei

Adag	FeSiMg5	Mg/S	CE*
1	0	0,026	3,97
2	0,68	0,279	3,97
3	2,73	1,257	4,22
4	3,40	1,860	4,20
5	4,10	1,990	4,20

$$*CE = (C(\%) + Si(\%) / 3 + P(\%) / 3)$$

meghatározásához. Az általános fajhőgörbét és a kísérletileg meghatározott értékeket a 13. ábra mutatja be.

A sűrűséget növelt hőmérsékleteken (ρ_T), a következő képlettel közelítettük meg:

$$\rho_T = \rho_{RT} / (1 + 3\alpha\Delta T) \quad (15)$$

ΔT a (15) egyenletben – a hőmérséklet növekedése, ρ_{RT} – a sűrűség szobahőmérsékleten, és α – a lineáris hőtágulási együttható. A térfogati sűrűséget szobahőmérsékleten úgy állapítottuk meg, hogy mértük a minták tömegét ismert hőmérsékletű levegőn és desztillált vízben. A minták sűrűségét tehát az Archimedes-elv segítségével határoztuk meg. A 6. és 7. táblázat mutatja a sűrűséget szobahőmérsékleten, és a vizsgálat során kezelt próbatestek lineáris hőtágulási együtthatóját. A lineáris hőtágulási együtthatót Netzsch DIL 402 C dilatométerrel mértük. A fent leírt eljárással a hővezető képességet 25°C körüli szobahőmérséklettől közelítően 700°C-ig lehet meghatározni.

Mikroszerkezet és krisztallográfiai orientáció

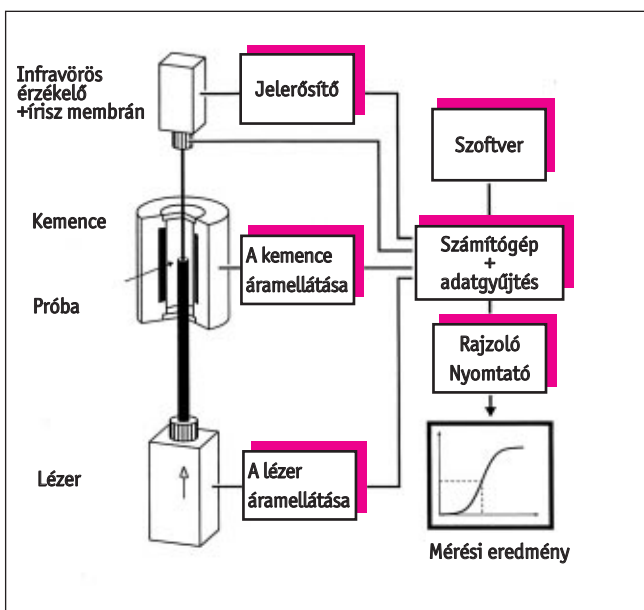
Digitális képelemzést végeztünk Zeiss KS300 Imaging System, Release 3.0. képalkotó rendszerrel, hogy meghatározzuk a grafit-részecskék alakját, eloszlását, és területi arányát.

5. táblázat. A mikroalkotóknak a számításokban használt hővezető képességi értékei

	λ (W/mK)
Cementit	8
Grafit, λ_{gr} [1010]	800
Grafit, λ_{gr} [0001]	10

6. táblázat. A sűrűség szobahőmérsékleten (kg/m³)

Minta	Kokilla	Homok	Szigetelő
1	7270	7281	7242
2	7203	7244	7209
3	7105	7179	7186
4	7172	7115	7113
5	7185	7175	7130



3. ábra. Lézervillanásos készülék

A ferrit arányát az öntöttvasakban másutt vizsgálták [14]. A grafit gömbösségét a [25, 26] szerint határoztuk meg:

$$\text{Gömbösség} = \frac{\sum A_{\text{Gömbök (ISO form)}} + 0,5 \sum A_{\text{Átmenetiek (ISO form)}}}{\sum A_{\text{Részecskék}}} \quad (16)$$

ahol a 0,525 és 0,625 közötti gömbölyűségű gömböket ISO form IV-es és V-ös gömböknek nevezik. A 0,625-nél nagyobb gömbölyűségű grafitot ISO form VI-os gömbökként sorolják be [25, 26]. A mikroszerkezet értékelésének az eredményei a 8. táblázatban találhatók.

Az EBSD-detektorral felszerelt FEG-SEM-ben (Field Emission Gun-Scanning Electron Microscope = téremissziós elektronágyú - scanning elektronmikroszkóp) végzett vizsgálatok lehetővé tették a grafit kristályszerkezete orientációjának a megállapítását a lemezes és a kompaktgrafit közötti átmeneti morfológiákban. Ennél a módszernél a beeső sugárból visszaverődő elektronok diffrakciós mintát képeznek a fluoreszcens képernyőn. Minden krisztallográfiai szerkezet specifikus mintát generál, amelyből könnyen származtatható az orientáció. A méréseket Stockholmban, Svédországban, a KIMAB Korrozio- és Fémkutató Intézet AB-nél (Corrosion and Metals Research Institute AB) végezték.

A modellező eljárás

A különböző öntöttvasak valódi, általános hővezető képességét a vizsgálat során az (1) egyenlettel modelleztük.

Az öntöttvas hővezető képességének a modellezésekor, a (12) egyenlettel számított, ellipszoidális karcúsági arányt használtuk a grafitrészecskék geometriájának a leírására. A vizsgált ötvözetek összetételével azonos Si-, Mn-, Cr- és Ni-ötvöztetésű ferrit hővezető képességét a (7) egyenlettel számítottuk. Az ezekre az elemekre kapott A_i és ρ_i értékek azonosak az 1. táblázatban bemutatottakkal. Ennek megfelelően pedig az L_o , L_e és ρ (Fe) azonosak voltak a Helsing és Grimvall által alkalmazottakkal [15]. Ezenkívül, a $\lambda_{ph}(\text{Fe})$ -t a [16] hivatkozási számú forrásból vettük. Ezt követően, a perlit hővezető képességét a (4-6) egyenletekkel számítottuk. A cementit és a ferrit arányát a durván 0,8% karbontartalmú perlitben a Fe-

C fázisdiagramból határoztuk meg. A cementit és a grafit hővezető képességét a 6. táblázatban adjuk meg. A cementitre a számításhoz alkalmazott hővezető képesség hasonló az irodalomban létező adatokhoz, és ugyanezt az értéket használta Helsing és Grimvall is [15]. Az irodalomban [2] a grafit hővezető képességére számos érték található, és mi valamelyest önkényesen az 5. táblázatban található értékeket választottuk. Az öntöttvas hővezető képességének a modellezésekor a különböző alkotók megbízható adatainak a hiánya probléma volt, amit korábban Ormerod és társai is [10] hangsúlyoztak.

Az eredmények és kiértékelésük

A grafit morfológiáját a homokba öntött szürkevasakban a 4a-c ábrák mutatják. Az 1., 2. és 3. sorozatban, a homokba és a szigetelőanyagba öntött anyagok lemezes grafitja az A típusba sorolható. A fémkokillába öntött szürkevas minták, Kokilla 1., Kokilla 2. és Kokilla 3., főként túlűtött grafitot tartalmaztak. Amint az FeSiMg5 módosítóanyag mennyisége nő, a grafitlemezek hosszabbá és egyenesebbé válnak, amíg kompaktgrafit nem képződik, lásd 4a-c ábrák, amit másutt [14] figyeltek meg. A 3. sorozatban a valamivel nagyobb karbonegyénérték hozzájárul a grafitlemezek hosszának további növekedéséhez.

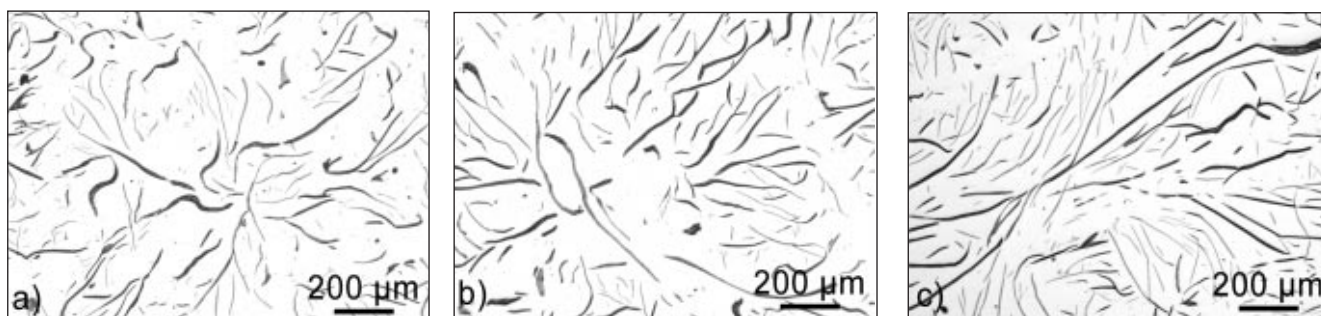
A 4. sorozatban az FeSiMg5 mennyiségének a további növelésével a grafit kerekesebb és vastagabbá válik (lásd az 5. ábrát). A Homok 4. minta grafitmorfológiája egyes gömbökkal kompaktnak tekinthető, míg ugyanez az ötvözet kisebb dermedési sebességgel öntve – Szigetelés 4. – nagy arányban tartalmaz lemezes grafitot, valamelyest tompább csúcsokkal, kompaktgrafitos területekkel kombinálva (lásd az 5. a és 5. b ábrákat). Ezért, a Szigetelés 4. minta valódi átmeneti morfológiának tekinthető a lemezes és a kompaktgrafit között. Ezzel szemben a kokillába öntött próbatest számottevően gömbösebb grafitot tartalmaz (lásd az 5. c ábrát). A grafit morfológiájának ez a hűlési sebességtől való függése teljesen egyezik az általános véleményrel. A maradómagnézium-tartalom további növekedése az 5. sorozatban fokozott gömbösséget eredményez.

Mivel a gömbösítőszert is tartalmaz bizonyos mennyiségű Si-ot, a módosítóanyag mennyiségének a növelésével a ferrit aránya is nő, mivel a szilícium ferritképzőként működik. A ferrit arányát a kompakt- és a gömbgrafit képződése is fokozza. A ferrit arányai a mintákban a 8. táblázatban találhatók. A vizsgált anyagokban némi fehéren szilárdult terület is van, majdnem kizárólag a Kokilla 4. és a Kokilla 5. mintákban.

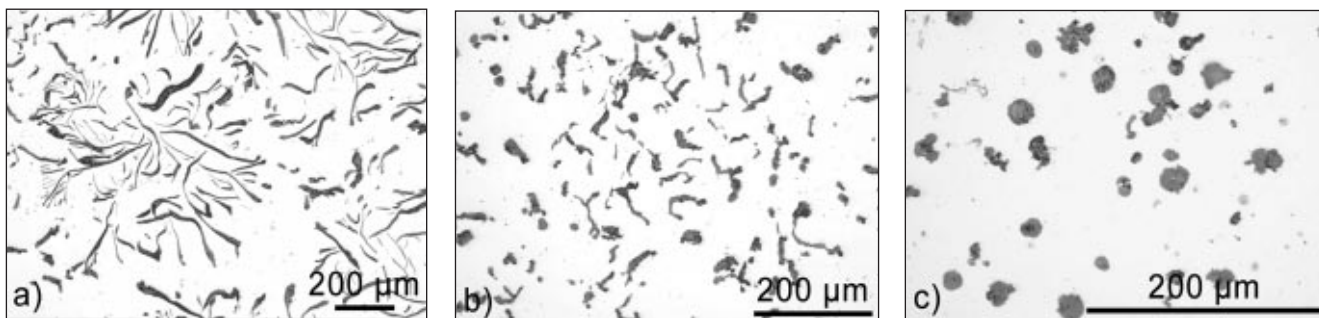
Az öntöttvasaknak a (14) egyenlettel számított hőmérséklet – hővezető képesség összefüggését a 6. ábra szemlélteti. A mérsé-

7. táblázat. Lineáris hőtágulási együttható ($10^{-6}/\text{K}$)

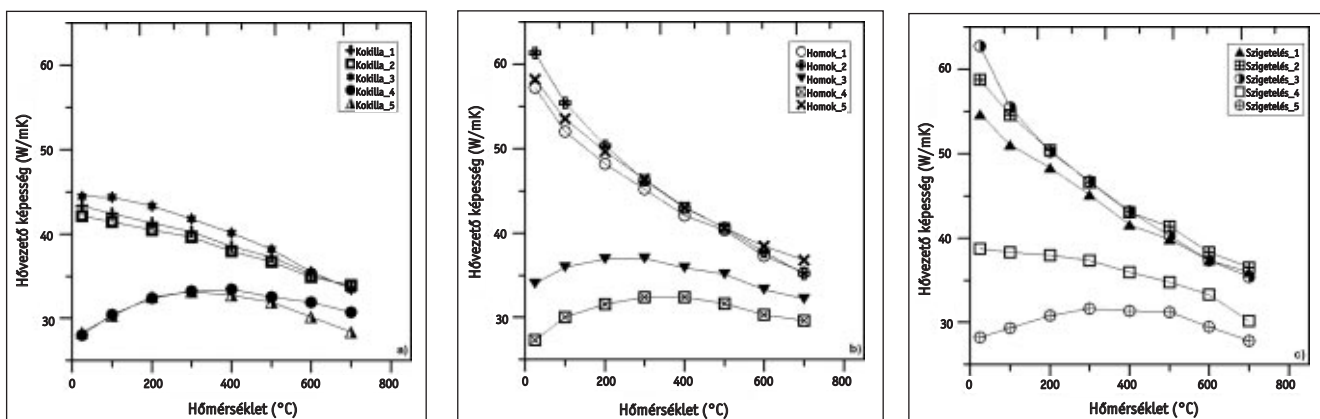
Minta	Kokilla	Homok	Szigetelő
1	14,6	14,6	15,3
2	14,5	15,3	14,7
3	15,0	15,1	14,7
4	14,7	14,8	15,0
5	14,9	15,1	14,7



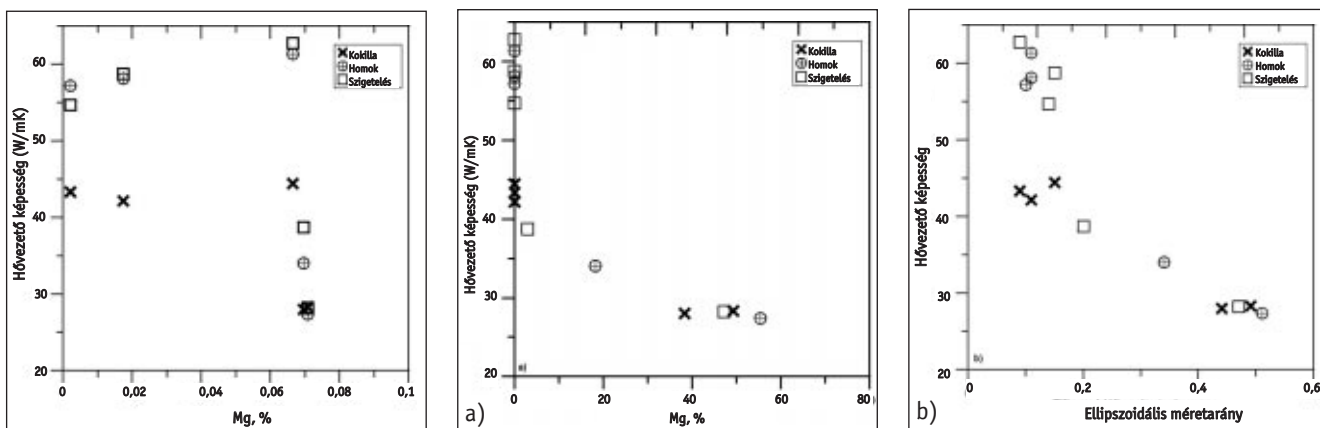
4. ábra. Grafitmorfológia a Szigetelés 4. (a), a Homok 4. (b) és a Kokilla 4. (c) mintákban



■ 5. ábra. Grafitmorfológia, a) Szigetelés 4, b) Homok 4 és c) Kokilla 4.



■ 6. ábra. A hővezető képesség a hőmérséklet függvényében, a) kokillába öntött anyagok, b) homokba öntött anyagok és c) szigetelőanyagba öntött anyagok



■ 7. ábra. Hővezető képesség szobahőmérsékleten a Mg-tartalom függvényében

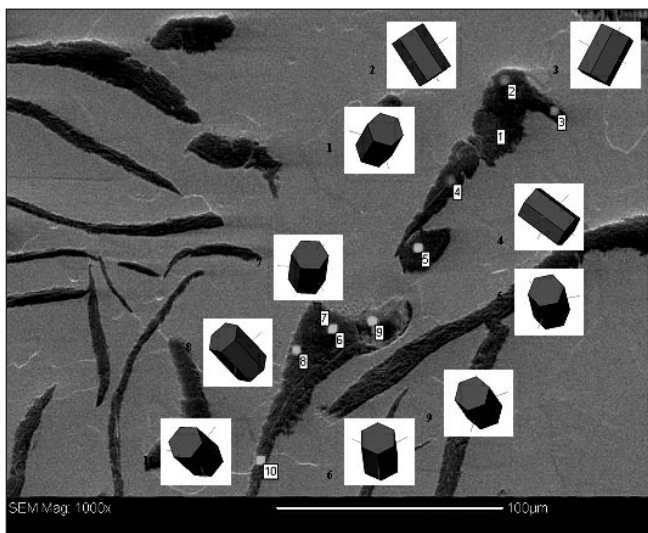
■ 8. ábra. A hővezető képesség szobahőmérsékleten a gömbösség (a) és a ellipszoidális karcsúsági arány (b) függvényében

kelt és kis hűlési sebességgel szilárdult szürkevasaknak vannak a legnagyobb mért értékei, míg a kokillába öntött szürkevasak jelentősen kisebb hővezető képességet mutatnak. Majdnem kizárólag az 1-3. sorozat szürkevasának a hővezető képessége nő a maradómagnézium-tartalom növekedésével, kivéve a Kokilla 2. mintát, amely valamivel kisebb hővezető képességet mutat a Kokilla 1-hez képest, (lásd a 7. ábrát). Ez a rövidebb és görbébb grafitlemezek hosszabbra és egyenesebbre változásával magyarázható, ami a hő hatékonyabb terjedését eredményezi.

A hővezető képesség kifejezetten csökken, amint a lemezes grafit kompaktgraffitá alakul át, és gömbök kezdenek megjelenni a mikroszerkezetben (lásd a 8. ábrát). A homokba öntött mintákon 24 W/mK körüli csökkenést mértünk, míg a kisebb dermedési se-

bességgel öntött vasak esetében a csökkenés közelítően 27 W/mK volt. A hővezető képesség tovább csökkent, amint a gömbösség foka növekedett, ami logikus a nagyobb gömbösségnél az összekapcsolódó grafitálózatok csökkent foka következtében. Mégis a csökkenés jelentősen kisebb, mint a lemezesről kompaktgraffitá való átmenet következtében fellépő csökkenés. A hővezető képesség az ellipszoidális karcsúsági arány függvényében a 8. b ábrán látható.

A nagy hőmérsékleten való alkalmazásra szánt kompaktgraffitos vas tekintetében, még 200 °C-on is, a hővezető képesség a jelentősen eltérő Szigetelés 4. és a Homok 4. jelzésű minta között nem különbözik (lásd a 6. ábrát). Ennek megfelelően, tekintettel a grafit gömbösségi fokára, ez azt jelzi, hogy lehet viszonylag nagy gömbösségi fokú, kompaktgraffitos vasat használni amellet, hogy



■ **9. ábra.** A grafit kristályorientációja a Szigetelés 4. mintában, elektronvisszaverődési diffrakcióval kimutatva

biztosítjuk a hőátadás egyenlő szintjeit az alkalmazás során.

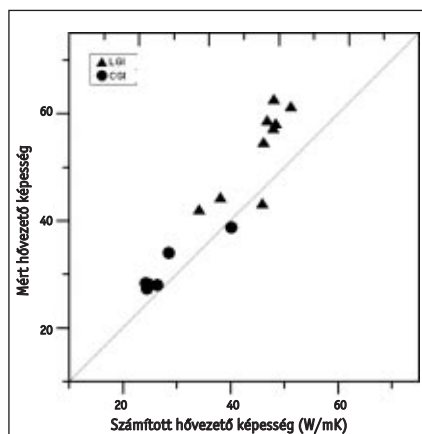
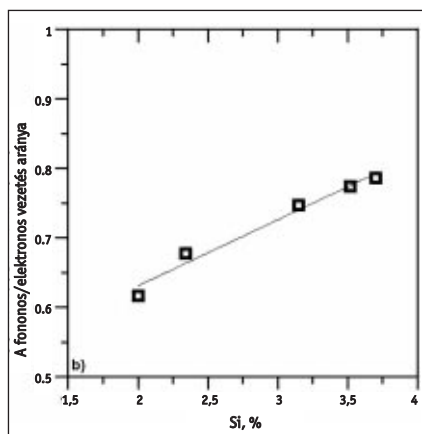
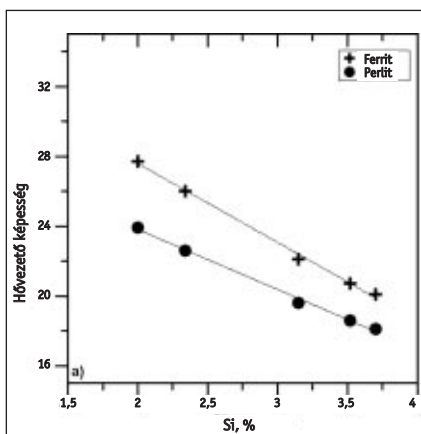
A 9. ábra a legömbölyített grafitrészecskék kristálytani orientációját mutatja az átmeneti szerkezetben, a Szigetelés 4. mintában. Teljes körű vizsgálatot nem tudunk elvégezni, így a kristályorientációt csak néhány pontban detektáltuk. Az a-orientáció bizonyos túlsúlya gyanítható, bár az orientáció nem nagyon rendezett, ami a növekvő (1010) határfelület instabilitásának következtében fellépő ikresedéssel/dőléssel magyarázható. A felső részecske csúcsában, azaz a 2. és 3. pontban, a grafit növekedése megdőlni látszik, gömbösebb módon kristályosodik.

Széles körben elfogadott, hogy a hővezető képesség a grafit hexagonális egységcellájának az a-iránya mentén jelentősen nagyobb, mint a c-iránya mentén. Ez okból a Szigetelés 4. minta figyelemremélően csökkent hővezető képessége a grafit uralkodó növekedési iránya részleges megváltozásával magyarázható, a hexagonális kristály a-irányából a c-irányába, aminek – úgy tűnik – azonnali hatása van a hővezető képességre, amikor a morfológia lemezesről kompakra változik. A 3. sorozattal ellentétben, ahol a

növelt maradó Mg-tartalom elősegíti a hosszú és egyenes grafitlemezek képződését, növelve a hővezető képességet, a csak enyhén magasabb Mg-tartalmaknál, a növekedés során a c-irány nagyobb hatása a 4. sorozatban hatékonyan csökkenti a hővezető képességet. Ez a grafit vastagodásának és görbülésének a hatása, ami növeli a távolságot a megrövidült részecskék és a szomszédos eutektikus cellák között, kombinálva a kevésbé kedvező kristályorientációval a grafitcsúcsokban. Tehát az öntöttvas hővezető képessége akkor optimális, amikor a grafit növekedését a hexagonális grafitkristály a-irányában teljesen elősegítik, például ötvözőadalekkel és a hűlési sebesség változtatásával.

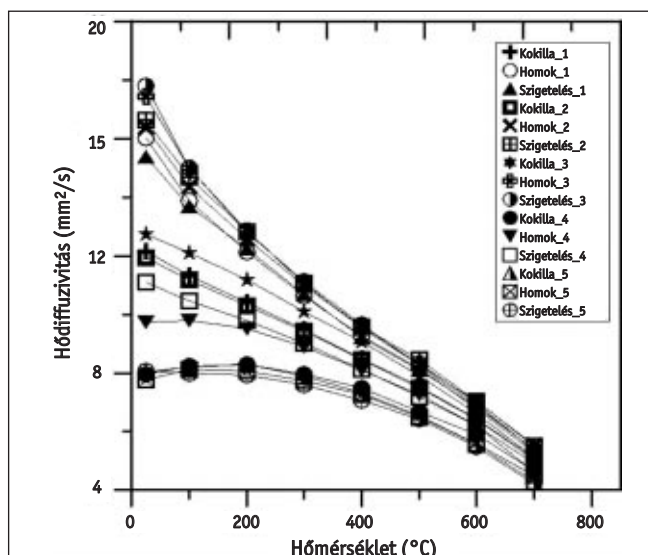
A szürkevasak szobahőmérsékleten mért hővezető képessége nagy különbségeket mutat a hűlési sebesség függvényében, összehasonlítva az 1-3. sorozatokat, míg gyakorlatilag egyáltalán nem állapíthatók meg különbségek nagyobb gömbösség esetén az 5. sorozatban (lásd a 6. ábrát). A 9. táblázat adja meg a legnagyobb mért különbségeket az egyes sorozatokon belül a vizsgált hőmérsékleteken. A kisebb gömbösségi fokú, kompaktgrafitos vas (4. sorozat) hővezető képességének a függése a hűlési sebességtől a másik két fajtaé között van. Ezért a kompaktgrafitos vas hővezető képességének a falvastagság-érzékenysége a gömbösség fokának a növekedésével csökken, bár a különbségek növelt hőmérsékleteken kisebbek. Következésképpen megállapíthatjuk, hogy a grafit morfológiája a legfontosabb a szürkevas hővezető képességére nézve, míg a mátrix hatása a kompaktgrafit képződésével nő, és nagyobb gömbösségi fokoknál tovább nő. Ez meg egyezik a [4] hivatkozásban található tárgyalással.

A szürkevas hővezető képessége a hőmérséklet növekedésével folyamatosan csökken, (lásd a 6. ábrát). Ez részben a kompaktgrafitos vasra, Szigetelés 4. is igaz, bár a csökkenés kevésbé kifejezett. Nagyobb gömbösségnél, Homok 4. és 5. sorozat, a hővezető képesség nő, amíg eléri a maximumot 300-400°C hőmérsékletnél. Ennek megfelelően, a különbség növelt hőmérsékleteken csökken, ami egyezik az irodalomban közöltek nagy részével [2]. A hőmérsékleti függés jelentősen változik valahol a 3% és 18% közötti gömbösségi szinteknél. 400°C feletti hőmérsékleteken, az eltérések a különböző öntöttvasfajták hővezető képességei között eléggé állandóvá válnak.



■ **10. ábra.** a) Az ötvözött ferritnek és perlitnek a (4-7) egyenletekből számított hővezető képessége a Si-tartalom függvényében. b) Az ötvözött ferrit fononos és elektronos hővezető képessége közötti, a (7) egyenletből számított arány a Si-tartalom függvényében. A különböző Si-szinteket kivéve, a számítások az aktuális adatokéval egyenlő, hasonló Mn-, Cr- és Ni-tartalmakon alapulnak

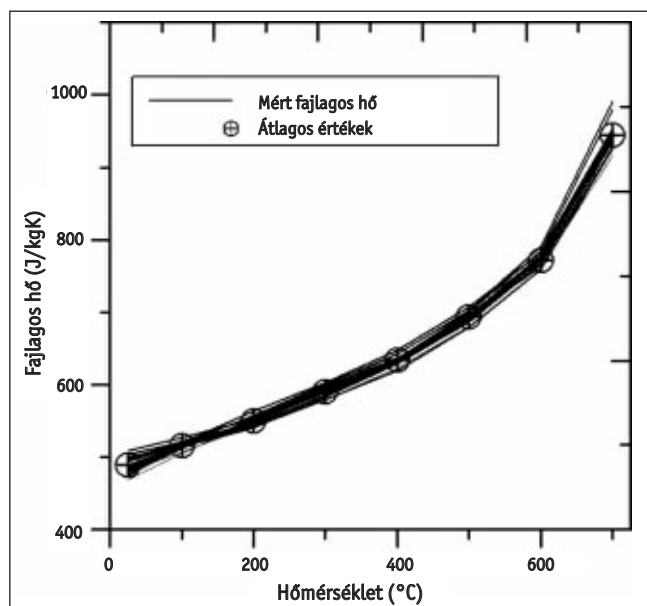
■ **11. ábra.** A mért és a modellezett hővezető képesség közötti összefüggés szobahőmérsékleten, LGI = lemezgrafitos vas, CGI = kompaktgrafitos vas



12. ábra. A vizsgált öntöttvasak hődiffúziója a hőmérséklet függvényében. A minták az 1-3. sorozatban szürkevasak, a 4. sorozatban kompaktgrafitos vasak, és az 5. sorozatban növelt gömbösségű, kompaktgrafitos vasak

A vizsgált anyagok esetén a növelt ferritarány nem látszik nagy hatást gyakorolni a hővezető képességre. Például a Kokilla 1., Kokilla 2. és Kokilla 3. jelű, kokillába öntött szürkevasak különböző mennyiségű ferritet tartalmaznak. Minden más vonatkozásban ezek az anyagok teljesen összehasonlíthatók. Mégis, a minták hővezető képessége gyakorlatilag azonos. Tekintve, hogy a Si-alapú beoltó- és módosítóanyagok elősegítik a ferritképződést, nagyobb Si-tartalmaknál várható a ferrit hővezető képességének a csökkenése, mivel az ötvözőelemek a vezető elektronok és fononok szóródási pontjaként hatnak a mátrixban.

Összegezve a kísérleti eredményeket: ha növeljük a maradó Mg-tartalmat a szürkevasban, a grafitlemezek hosszabbá és egyenesebbé válnak, amíg kompaktgrafit nem képződik, ami növeli a hővezető képességet. Amint a lemezes grafit kompaktgrafittá alakul át, a hővezető képesség határozottan csökken. Ennek a javasolt magyarázata az, hogy a domináns növekedési irány a hexagonális kristály-irányról a c-irányára vált, ami azonnali hatást látszik gyakorolni a hővezető képességre. A hővezető képesség a gömbösség fokának a növekedésével tovább csökken, az összekapcsolódó grafitálózatok csökkent mértékének következtében nagyobb gömbösségeknél. A vizsgált anyagok esetében a növelt ferritarány nem látszik jelentős



13. ábra. A fajlagos hő a hőmérséklet függvényében

hatást gyakorolni a hővezető képességre, ami a mátrix növelt szilíciumtartalmának a következménye lehet. Továbbá, a hővezető képesség falvastagság-érzékenysége a szürkevasakban a legnagyobb, és a nagy gömbösségi fokoknál a legkisebb. A falvastagság-érzékenységi különbségei azonban növelt hőmérsékleteken csökkennek.

A 10. a ábra szemlélteti a lineáris összefüggést az ötvözött ferritnek a (7) egyenlettel számított hővezető képessége és a szilíciumtartalom között. A perlitnek a (4-6) egyenletekből számított megfelelő görbéje ugyanazon az ábrán található. A 10. b ábra azt mutatja, szobahőmérsékleten hogyan növekszik az arány az ötvözött ferrit fononos és elektronos hővezető képessége között a szilíciumtartalom növekedésével. A (7) egyenlet jobb oldalán az első kifejezés adja a fononos részt, a második kifejezés pedig az elektronos részt. Így, a számítások szerint, a bcc-vasban oldott szilícium erősebben növeli az elektronszóródást, mint a fononszóródást. Ha a két ábrát kombináljuk, az lehetővé teszi a két különböző mechanizmus abszolút hozzájárulásának a meghatározását. Így, a legalacsonyabb Si-tartalomnál, a rács hozzájárulása a ferrit általános hővezető képességéhez durván 10-11 W/mK. Az elektronos részé közelítően 17 W/mK.

A 11. ábra mutatja az összefüggést a vizsgált öntöttvasaknak az (1) egyenlettel számított, modellezett hővezető képessége és a ki-

8. táblázat. Mikroszerkezeti adatok

	1			2			3			4			5		
	C	S	I	C	S	I	C	S	I	C	S	I	C	S	I
Grafitarány (%)	9,4	10,4	11,4	8,5	11,0	12,0	8,5	11,9	11,9	9,7	11,1	13,5	9,5	10,9	10,3
Közepes hossz (μm)	21	56	68	15	59	81	14	54	89	21	33	53	22	38	50
Kerekség	0,11	0,12	0,16	0,13	0,13	0,7	0,13	0,10	0,12	0,51	0,39	0,23	0,56	0,58	0,54
Legnagyobb hossz (μm)	123	318	720	52	435	754	54	618	1166	63	127	533	50	115	257
Gömbösség (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38,3	18,1	3,0	49,4	56,0	47,3
Ferritarány (%)	0	0	0	18	0	0	60	nyom	nyom	35	32	51	31	27	36
Eutektikus cellaméret (μm)	327	1248	2028	290	1171	1923	381	1357	2175	-	-	-	-	-	-
η paraméter a (13) egyenletben	9,09	8,33	6,25	7,69	7,69	5,88	7,69	10,00	0,33	1,96	2,56	4,35	1,79	1,72	1,85
Ellipszoidális karcsúsági arány a (12) egyenletben	0,09	0,10	0,4	0,11	0,11	0,15	0,11	0,09	0,10	0,44	0,34	0,20	0,49	0,51	0,47

9. táblázat. A hővezető képesség legnagyobb mért eltérése a különböző sorozatokon belül (W/mK)

Hőmérséklet (°C)	Sorozatok				
	1	2	3	4	5
25	13,9	16,6	18,3	10,7	0,9
100	9,7	13,1	11,3	7,9	1,0
300	7,0	9,9	7,1	5,6	1,7
400	5,0	7,0	4,9	4,1	1,5
500	3,6	5,0	3,1	2,5	1,5

sérletileg meghatározott értékek között. A számított értékek jól egyeznek a túlűtött szürkevas (azaz az ábrán a három legalsó háromszög) és a kompaktgrafitos vas mért hővezető képességével, bár az A-típusú lemezgrafitos vas mért hővezető képessége észrevehetően nagyobb a modellezett értékeknél, amikor a karcsúsági arányt a (12) egyenlettel határoztuk meg. Ha azonban az öntöttvas háromdimenziós grafitmorfológiáját digitális képelemzéssel értékeljük, a grafitrészek metszeti alakja csak kétdimenziós felületként állítható elő, ami valamelyest hibás. A 11. ábrán bemutatott eredményekkel kapcsolatban gyanítható, hogy a metszési effektusok hatásai a közönséges lemezgrafitos szerkezetekben a legnagyobbak az erős grafitfüggőség következtében ezekben az anyagokban, és hogy a lemezes grafit valódi karcsúsági aránya kisebb a számításokban használnál. Továbbá, az eutektikus cellán belül összekapcsolódó lamellájú, pelyhes grafit bonyolult morfológiája geometriailag nehezen reprodukálható matematikai kifejezésekkel. Ezenkívül a mikroalkotók hővezető képességéről több adatra van szükség. Következésképpen, az öntöttvas mátrix hővezető képességét vizsgálni kell, hogy modellezési célokra megbízható értékekhez jussunk. Az öntöttvasban a grafit valódi hővezető képességét ezután inverz modellezéssel lehet meghatározni, ha a kompozit anyagok alkalmas modelljeit használjuk.

Következtetések

- (I) A szürkevastól a kompaktgrafitos vashoz való átmenet a hővezető képesség határozott csökkenését eredményezi. Így a hexagonális grafitkristály domináns növekedési irányának a megváltozása miatt fellépő hatások azonnalinak látszanak, rövidebb és kevésbé összekapcsolódó grafitos hálózatokat okoznak, kevésbé kedvező kristályorientációval.
- (II) Ebben a vizsgálatban a ferritarányok növelt szilíciumtartalmak által elősegített növekedésének tulajdonítható, nyilvánvaló hatásokat nem állapítottunk meg.
- (III) A kis maradómagnézium-tartalmak növelik a szürkevas hővezető képességét. Ez azzal magyarázható, hogy hosszabb és egyenesebb grafitlemezeket eredményeznek, amelyek a hőterjedés hatékonyabb ösvényeit kínálják.
- (IV) Az öntöttvas hővezető képességének a falvastagság-érzékenysége a szürkevasban nagy, és a gömbösödés mértékének növekedésével csökken. A grafit morfológiájának tehát nagy a hatása a szürkevas hőtovábbító tulajdonságaira, míg a mátrix hatása a kompaktgrafitos vasban nő.
- (V) A szürkevas hővezető képessége a hőmérséklet növekedésével csökken. Ez a kompaktgrafitos vasakra is igaz, ha a göm-

bösödés mértékét alacsonyan tartjuk. Ha azonban a gömbösödés mértéke nő, a kompaktgrafitos vas hővezető képessége is nő, egy 300°C és 400°C közötti maximumig. Az eltérések tehát növelt hőmérsékleteken csökkennek. A hőmérsékletfüggés átmenete valahol a 3%-os és a 18%-os gömbösség között megy végbe. 400°C felett, a különböző öntöttvasfajták hővezető képessége közel egyenlővé válik.

- (VI) A különböző öntöttvasfajták hővezető képességét a szakirodalomban létező modellekkel számítottuk. A modellező eljárás a kompaktgrafitos vasra és a túlűtlt grafitos szürkevasra jó pontossággal alkalmazható, míg az A-típusú lemezgrafitos szürkevas esetén az eredmények valamelyest eltérnek. Ez a grafitmorfológia kétdimenziós síkban végzett képelemzéséből származó metszési hatásokkal magyarázható.

Köszönetek

Ez a közlemény része egy nagyobb projektnek, amelyet a Swedish Knowledge Foundation finanszíroz, a School of Engineering a Jönköpinger Egyetemmel, a Volvo Powertrain AB, Skövde, Volvo Powertrain AB, Gothenburg és Daros Piston Rings AB, Gothenburg vállalatokkal együtt. Hálás köszönetünk az összes intézménynek/vállalatnak. Ezenkívül köszönetünket fejezzük ki a következő személyeknek: *Mr. Leif Andersson, Mr. Lars Johansson, Torsten Sjögren Ph. D. hallgató és Mrs. Lena Ryde* a Corrosion and Metals Research Institute AB, KIMAB-nál.

Irodalom

- [1] *Davis, J.R.* (ed.): ASM Speciality Handbook 'Cast Irons', 1996, ASM International, ISBN 0-87170-564-8.
- [2] *Holmgren, D.* : Int. J. Cast Metal Res., 2005, 18, 331-345.
- [3] *S. Shao, S. Dawson, M. Lampic*: Conference on 'Materials for Lean Weight Vehicles', Gaydon, UK, November 1997.
- [4] *T. Okamoto és társai*: Journal of Japan Foundrymen's Society, 1983, 55, 32-36.
- [5] *Monroe, R.W. – Bates, C. E.*: AFS Trans., 1982, 90, 615-624.
- [6] *K. B. Palmer*: BCIRA Journals, 1960, 8, 266-272.
- [7] *Fitzgeorge, D. – Pope, J. A.*: Transactions of the North East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders, 1959, 75, 99-104.
- [8] *Sergeant, G. F. – Evans, E.R.*: British Foundrymen, 1978, 71, 115-124.
- [9] *Kempers, H.*: Giesserei, 1966, 53, 15-18.
- [10] *Ormerod, J. – Taylor, R. – Edwards, R. J.*: Metals Technology, April, 1978, 109-113.
- [11] *Green, P. A. – Thomas, A.J.*: AFS Trans., 1983, 55, 32-36.
- [12] *Blackmore, P. A. – Morton, K.*: Int. J. Fatigue, 1982, 4, 149-155.
- [13] *Sykes, N. – Musiol, C. – Draper J. M.*: SBB Conference 'Materials, Experimentation and Design in Fatigue', Warwick, UK, 1981.
- [14] *Diószegi, A.*: 'On Microstructure Formation and Mechanical Properties in Grey Cast Iron', Linköping Studies in Science and Technology Dissertation No. 871, 2004.
- [15] *Helsing, J. – Grimvall, G.*: J. Appl. Phys., 1991, 70, 1198-1206.
- [16] *Williams, R. K. és társai*: J. Appl. Phys., 1981, 52, 5167-5175.
- [17] *Bass, J.* : 'Landolt-Börnstein New Series', edited by K.-H. Hellwege and J. L. Olsen, Springer, Berlin, 1982, Vol. III/a5a.

- [18] Schulgasser, K.: – J. Appl. Phys., 54, 1983, 1380-1382.
- [19] Sjögren, T. – Svensson, I. L.: Int. J. Cast Metal Res., 2004, 17, 271-279.
- [20] Gaudig, W. – Mellert, R. – Weber, U. – Schmauder, S.: Comp. Mater. Sci., 2003, 28, 654-662.
- [21] Löhe, D. – Vöhringer, O. – Macherauch, V. E.: Z. Metallkunde., 1983, 74, 265-273.
- [22] <http://www.ngb.netzsch.com> (Acc.16/01/2005).
- [23] Parker, W. J. – Jenkins, R. J. – Butler, C. P. – Abbot, G. L.: J. Appl. Phys., 1961, 32, 1679-1684.
- [24] Holmgren, D. – Svensson, I. L.: Int. J. Cast Metal Res., 2005, 18, 321-330.
- [25] Sjögren, T.: 'The influence of Graphite Morphology on the Elastic Behaviour of Cast Irons', Linköping Studies in Science and Technology Licentiate Thesis No. 1140, 2005.
- [26] SinterCast Nodularity Rating Chart: 1997, SinterCast.

Beszámoló konferenciáról

19. magyar öntőnapok – In memoriam dr. Nándori Gyula

2007. október 14-16., Miskolc

1959 óta rendszeresen, az utóbbi két évtizedben általában két-évenként szerveznek a magyar öntődék és öntő szakemberek a hazai öntőipar műszaki és gazdasági helyzetének áttekintését szolgáló kiállítást és konferenciát, a szakma legnagyobb rendezvényét.

A konferenciát ez évben is az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület és a Magyar Öntészeti Szövetség szervezte, és október 14-16. között, a lillafüredi Palota Szállóban és a Miskolci Egyetemen bonyolította le.

A program október 14-én, vasárnap délelőtt a szakmai kiállítással kezdődött, melyet dr. Vörös Árpád tiszteleti tag nyitott meg. 10 cég (Acheson Industries Deutschland, Foseco GmbH, Grimas Ipari Kereskedelmi Kft., Ke-Tech Kft., KMU Umweltschutz GmbH, NCH Hungary Kft., Öntőgépszerviz Kft. – IDRA Pressen GmbH, Robot-X Hungary Kft., TP Technoplus Kft., Zitai) állította ki termékeit, szolgáltatásait a szálloda halljában felállított standokon. A konferenciának 212 regisztrált résztvevője volt (ebből 22 külföldi), 88 cég képviselői jelentek meg, és 10 országból érkeztek a vendégek.

A konferenciát dr. Bakó Károly, a MÖSz elnöke nyitotta meg, majd az alábbi plenáris előadások hangzottak el:

- Dr. Bakó Károly (MÖSz): Az öntvénygyártás fejlődésének tendenciái
- Dr. Viets, Roman (AUDI Hungária Motor Kft.): Az öntődékekkel szemben támasztott követelmények a motorgyártásban
- Dr. Tilch, Werner – Dr. Polzin, Hartmut (Bergakademie, Freiberg): Formázóanyagok innovatív fejlesztése maggyártáshoz Németországban.

Ezután a szakmai és információs előadások több szekcióra osztva hangzottak el. Összesen 40 előadást tartottak, ebből 8 cégismertető volt. A poszterszekcióban négy előadást tartottak meg.

Egy kerekasztal-megbeszélést is rendeztek „A környezetvédelmi moratóriumok lényege és a hazai öntődék feladatai” tárgykorban.

Az elmúlt évekhez hasonlóan a szervezők ún. doktorandusz-szekcióban biztosítottak előadási lehetőséget a Miskolci Egyetem doktoranduszai és diákjai, ill. az ARGE Metalguss doktorandusza részére.

Ebben az évben is szerveztek szakmai látogatásokat. Az Apcon működő QUALIFORM Zrt. (alumínium kokillaöntőde), az ADACAST



■ Dr. Bakó Károly megnyitó előadását tartja

Kft. (alumínium nyomásos öntőde) és az ALUBLOCK Kft. (szekunderalumíniumtömb-gyártó) fogadta a konferencia érdeklődő – mintegy 50 – résztvevőjét.

A konferencia második napján, a szakmai előadásokat követően dr. Nándori Gyula professzor születésének 80. évfordulója tiszteletére a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kara, a Metallurgiai és Öntészeti Tanszék, az OMBKE Egyetemi Osztálya és Öntészeti Szakosztálya, az MTA MAB Kohászati Szakbizottsága és a Magyar Öntészeti Szövetség rendezésében az egyetemen emlékülést tartottak. Itt dr. Bakó Károly c. egyetemi tanár tartott előadást „Nándori professzor öröksége: az öntészet oktatása. Európai kitekintés” címen, majd dr. Dúl Jenő tanszékvezető egy. docens emlékezett az Öntészeti Tanszék alapítójára, ill. dr. Tilch, Werner, a Freibergi Bergakademie Öntészeti Intézetének professzora tartott előadást Nándori professzor öröksége, a nemzetközi oktatási és kutatási együttműködés címmel.

Az emlékülést követően az Öntészeti Tanszék előterében dr. Lengyel Károly OMBKE főtitkárhelyettes avatta fel Kutas László szobrászművész Nándori Gyuláról készített mellszobrát, mely az Öntődei Múzeum panteonjában felállított szobor másolata, s ké-

szítését ugyancsak az öntészeti szakosztály és a professzor úr tanítványainak adománya tette lehetővé.

Este a Palota Szálló különtermében a több mint 270 év óta élő és tiszteletben tartott selmeci diákhagyományoknak megfelelő, autentikus szakestély keretében elevenítette fel az alma mater és a szakma hagyományait, ünnepelte az együvé tartozást, a szakma tagjainak élő összefogását a résztvevő mintegy 180 fő. A szakestély elnöke dr. *Sohajda József* volt, s a jó hangulatot *Kiss Csaba*, a *Balhés Charley* hozzászólása is fokozta.

A konferenciát dr. Bakó Károly, a MÖSz elnöke a harmadik nap záróülésén rövid értékelés mellett zárta be. A konferencia szekcióvezetőinek javaslatára több témakörben megállapodásra jutottak a résztvevők abban, hogy a magyar öntőipart egészében foglalkoztató kérdések (pl. környezetvédelem, szakképzés-szakoktatás stb.) szakmai érdekképviselőt a rendező szervezetek a jövőben is egységesen és az eddigieknél határozottabb fellépéssel képviselik. Az elnök zárszavában kiemelte azt az örömdetes tényt, hogy a Miskolci Egyetem és a Dunaújvárosi Főiskola diákjai szép számmal vettek részt a konferencia szervezési és lebo-

nyolítási munkáiban, az előadásokat az egész rendezvény alatt folyamatosan, nagy érdeklődéssel látogatták. A jelenlevők elfogadtak ajánlásokat, melyeknek végrehajtását a szakosztály vezetőségének ajánlották figyelmébe.

A rendezvényt az alábbi cégek, illetve társaságok támogatták: Acheson Industries Deutschland, Adacast Kft., Air Liquide Hungary Kft., Alublock Kft., Csefém Kft., Csepel Metall Kft., Fémalk Zrt., Foseco GmbH., Grimas Ipari Kereskedelmi Kft., Ke-Tech Kft., K+K Vas Kft., KMU Umweltschutz GmbH., Magyar Öntészeti Szövetség, ME Műszaki Anyagtudományi Kar Öntészeti Tanszék, NCH Hungary Kft., Qualiform Zrt., Öntőgépszerviz Kft., IDRA Pressen GmbH., Robot-X Hungary Kft., TP Technoplus Kft., Zitai. A rendezvény kiemelt támogatói az Air Liquide Hungary Kft. és a Qualiform Zrt. voltak.

2009-ben, 50 évvel az első öntőnapok megrendezése után a 20. magyar öntőnapok rendezvénye következik, melyet a tervek szerint ismét Lillafüreden fognak megtartani.

 Dr. Hatala Pál

BAKÓ KÁROLY

Öntvénygyártás Magyarországon az elmúlt néhány évtized tükrében*

Áttekintés a magyar öntészet utóbbi évtizedeinek fejlődéséről. Az 1970-es években készült hazánkban a legtöbb öntvény. 20 éve indultak be azok a folyamatok, melyek az ipar, s benne az öntvénygyártás átalakulásához vezettek. A mélypont után a '90-es években kapott az iparág újra erőre. A globalizálódó világ által támasztott versenyhelyzetben a felhasználókkal együttműködő öntődék tudnak a követelményeknek legjobban megfelelni.

Bevezetés

Joggal merülhet fel a kérdés, miért 2007-ben tekintjük át, mi is történt öntészetünkben a mögöttünk hagyott néhány évtizedben. Először is: 1987 őszén indul-

tak be gőzerővel azok a folyamatok, amelyek a rendszerváltozáshoz, ezzel az ipar, benne az öntvénygyártás szerkezeti átalakulásához vezettek. Az 1970-es években készült hazánkban a legtöbb öntvény. A mélypont után a 90-es évek

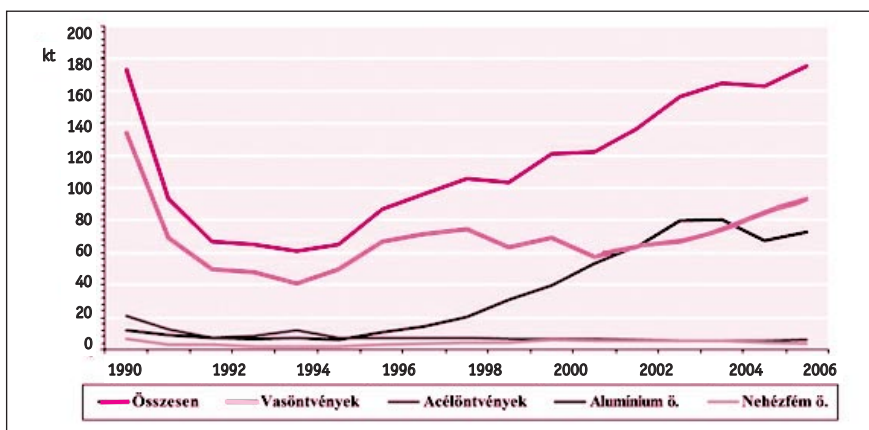
közepén kapott öntészetünk újra erőre.

Nem mehetünk el szótlánul egy 750 éves évforduló mellett sem: a szolidaritáson alapuló bányász önszegélyezés, a Knappenschaft-mozgalom 750 éve indult meg a németországi Goslarban. Az OMBKE tagjaiként emlékezzünk erre is, hiszen a téma újra aktuális.

Öntvények előállítása az alkotó embert a történelmi időktől, évezredek távolából kíséri a civilizáció fejlődésére, a technika és a gazdaság fejlesztésére irányuló erőfeszítéseiben. Őseink öntvényeket használtak az élelmet előkészítő eszközök, ugyanakkor fegyverek előállítására. Napjainkban öntvényekkel találkozunk járművekben, repülőgépekben, a háztartásunkban, számtalan területen. A modern társadalomban a fogyasztókhoz kerülő készülékek, berendezések több mint 90, a gépek közel 100%-a tartalmaz öntvényeket.

Dr. habil Bakó Károly okl. kohómérnök, egyetemi magántanár, 1966-ban végzett a Nehézipari Műszaki Egyetemen. Első munkahelye a Csepel Művek Vas- és Acélöntödéje volt, majd az Öntészeti Tanszék oktatási és kutatási munkájában vett részt. Tudományos munkásságát a Vasipari Kutató Intézetben folytatta. Az OMBKE ügyvezető főtítkáráként megismerkedett a bányászat és kohászat szakmai-társadalmi kérdéseivel. A Magyar Öntészeti Szövetség és az Európai Öntészeti Szövetségek Bizottsága (CAEF) elnöke, az OMBKE tiszteleti tagja.

*A 19. magyar öntőnapok nyitó előadása



■ 1. ábra. Magyarország öntvénytermelése (1990–2006)

Az öntödék éles, feszült versenyhelyzetben szállítják felhasználóiknak termékeit. Ez a versengés nem kizárólag az ágazaton belül érvényesül: nap mint nap meg kell küzdeni a hegesztett acélszerkezeteket, kovácsolt és műanyag termékeket gyártók ajánlataival. Ezek a körülmények készítetik az öntőipart arra, hogy folyamatosan fejlődjön, állítson elő egyre jobb öntvényeket olyan korszerű gyártástechnológiákkal, amelyek mind a felhasználó, mind a társadalom – környezetvédelem! – igényeit kielégítik.

Az öntödék beszállítóikkal és felhasználóikkal együttműködve képesek a fogyasztók, a piac minőségi igényeit megfelelő áron kielégíteni. Különösen a járműiparban találunk az ilyen jellegű együttműködésekre számos példát.

Az öntvénygyártás meghatározó felvevőpiaca a járműgyártás, beleértve a személyes tehergépkocsi-, a vasúti jármű-, a hajó- és a repülőgépgyártást. Ezt követi a szerszámgépek és a berendezések gyártása, a bányás és az építőipar. 2006-ban az európai személygépkocsi-gyártás megközelítette a 18,5 millió darabot, ami 2%-kal haladja meg a 2005-ös adatot. És ez csak Európa: Kína tavaly 8 millió autót gyártott, és ott van még Japán, India, Dél-Korea is, nem beszélve az amerikai kontinensről. Európa öntőipara összességében világszerte, alumíniumöntvényből Európában gyártják a legtöbbet. Kiemelkedően fejlődik a vasöntvénytermelés (Kína után a második), míg az USA-ban, Japánban és Oroszországban ez csökken. Európa napjainkban is meghatározó iparral rendelkezik, a világ ipari potenciáljának csaknem 40%-a itt működik.

Az öntvényigény fejlődésében hosszabb távon sem várható változás, inkább ártrendeződés. A járműgyártásban tovább

emelkedik az alumínium- és magnézium-öntvények aránya; az öntvénygyártás egyes országokra szakosodik: Németország a járműipari öntvényekre, Franciaország az infrastrukturális, így a csatornaöntvényekre, Olaszország a nem vasalapú fémöntvényekre – a termelése 2006-ban meghaladta az 1 millió tonnát. A szakosodás az öntödét közvetlenül érinti, dönteniük kell, hogy beszállítóként mely végtermékre építenek. Szorosan együtt kell működniük a felhasználókkal, nem öntvényeket, hanem beépíthető, megmunkált, szerelt egységeket kell gyártaniuk. Megjelent Kína és India, mint az európai öntödék potenciális versenytársa. Amennyiben az öntödék fejlesztései a felhasználók folyamatosan növekvő minőségi igényeinek a kielégítésére irányulnak, piacuk kiépítésével egy részük a nagysorozatú, míg más részük az egyedi vagy kissorozatú bonyolult, igényes öntvényekre összpontosít, az öntőipar változatlanul meghatározó szereplői maradnak, nem kell tartaniuk az egyszerűbb öntvényeket gyártó távol-keleti konkurenciától. A fejlesztési irány eldöntése rendkívül szerteágazó, nehéz feladat. A CAEF egyébként az öntödéknek a következő három ötöst ajánlja: évi 5% növekedés, a forgalom 5%-a beruházás, 5% eredménynövekedés pedig a termelékenység javulásából származzon.

Érdekes kérdés, hogy teremt-e az öntvénygyártás fejlődése új munkahelyeket. Megválaszolása nem egyszerű. Jó példa erre a Közép-Európába települt autógyárak esete: ez a várakozásokkal ellentétben az illető országok öntőiparát eddig még igazán nem érintette. Számos öntöde gyárt ugyan járműipari öntvényeket, de többnyire nem közvetlenül a felhasználóknak szállítanak. Így könnyen megeshet, hogy a magyar alumíniumöntvény Szlovákiában elő-

állított személyautó alkatrésze lesz. Ma egyébként Európa leginkább fejlődő, és egyben a legtöbb új munkahelyet teremtő gazdasági ágazatai a szoftverfejlesztés, az egészségügyi, például kórházi és az alternatív energiaforrások kihasználásához szükséges berendezések gyártása.

Az öntvények versenytársai

A világon egyre több öntvényt gyártanak. Az USA gazdaságában az öntvénygyártás az iparon belül a 6. helyet foglalja el. Köszönhető ez többek között annak, hogy a gyártási folyamat viszonylag egyszerű: folyékony fémeket kell a megfelelő beömlő rendszer útján a formába juttatni úgy, hogy a beépítendő darabéhoz leginkább hasonlító öntvényt kapjunk. Az öntészet tudomány: a fém metallurgiai kezelése, az áramló fém sajátosságai, az öntvények dermedését kísérő és befolyásoló tényezők, a formák és az öntvények üregeit kialakító magok alap- és kötőanyagai, a gyártástechnológiák, az újrahasznosítás lehetőségei, a környezetvédelmi szempontok betartása mind olyan tételek, amelyek az egyszerűségnek ellentmondanak. Az állítás mindezek ellenére igaz: ha kovácsolt, hengerelt és/vagy forgácsolt termékekből hegesztünk össze szerkezeteket, több mint valószínű, hogy drágább, nehezebb a végeredmény, mint a célnak megfelelő öntvény. Ugyanez a helyzet a kovácsdaraboknál: a szerszám ára, az esetleges – az első darabok gyártása után szükséges módosítások nehézkes keresztülvihetősége a gyártást versenyképtelenné teszi.

Évekkel korábban az öntvények felhasználásának beszűkülését jövendőlték, műanyag alkatrészeknek ígérték a jövőt. Ezzel szemben az új ötvözt alumínium- és magnéziumöntvények piaca az, ahol kis tömegű, magas szilárdsági értékeik és legfőképpen újrahasznosíthatóságuk következtében a műanyag alkatrészeket alsóbbrendű felhasználási területekre szorították vissza. És ekkor a környezetvédelem szempontjairól még nem is tettünk említést: az elhasznált gépekben, berendezésekben lévő öntvényeket 100%-ban felhasználhatjuk új öntvények gyártásában.

Öntvénygyártásunk alakulása: magyarországi helyzetkép

A Kárpát-medencét elfoglaló magyarság már ismerte a fémek megmunkálásának szá-

mos módját: bronz gyertyatartókat, víz-öntő edényeket, majd feszületeket, később harangokat öntöttek. Szoboröntészetünk legrégebbi emléke, a Kolozsvári testvérek által 1373-ban öntött Sárkányölő Szent György-szobor a prágai Hradzsínban látható.

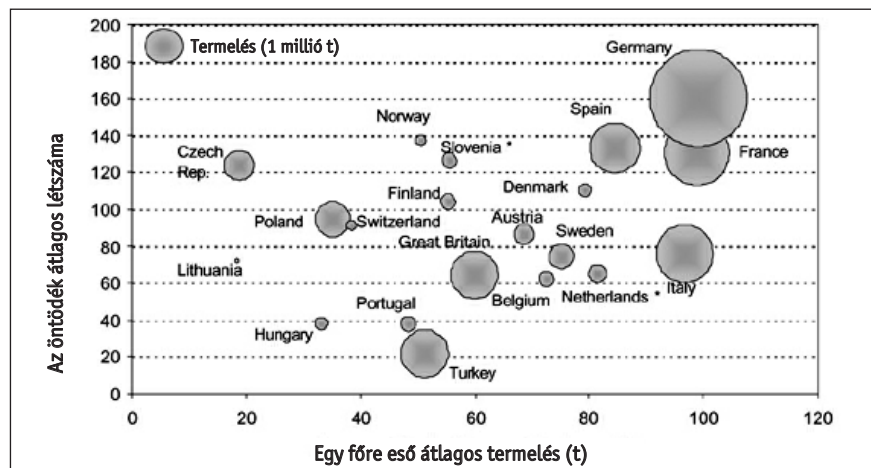
Az üzemszerű öntvénygyártás a bronz- és sárgarézöntő kézműves műhelyek XIX. század végi átalakulásával kezdődött meg. Ekkor már tűzoltókészülékeket, szivattyúkat is előállítottak.

A hazai vasöntvénygyártás kezdetei a XVI. századra nyúlnak vissza. Elterjedése együtt járt a nagyolvasztók számának növekedésével. Vasból először sírtáblákat, szobrokat, tűzhelylapokat, edényeket, ágyúgolyókat öntöttek. Az 1700-as évek végétől már iparszerű vasöntvénygyártásról beszélhetünk, a századforduló idején évi kb. 25.000 tonna vasöntvény készült. A XIX. század második negyedében megjelentek a vasművektől független öntödék, így Ganz Ábrahám svájci születésű öntőmester 1845-ben alapította saját öntödéjét Budán. Ma az épület az Öntödei Múzeumnak ad otthont.

Acélöntvényt is először a vasművekben gyártottak. Az első nagyüzemi acélöntöde az 1884-ben létesült diósgyőri, ezt követte Weiss Manfréd acélöntödéje Csepelen, majd 1914-ben a győri Magyar Waggon- és Gépgyár acélöntödéje.

Magyarország 1800 és 1938 közötti összes vas- és acélöntvénytermelésére két megbízható adatunk van: 1898-ban 67,3 kt vas- és 11,4 kt acélöntvényt, 1906-ban 83,9 kt vas- és 18 kt acélöntvényt gyártottak. Alumínium öntéséről 1912 óta állnak rendelkezésre adatok. Ahogy bővült a vilamos közlekedés, a motor- és repülőgépgyártás, úgy nőtt az alumíniumöntvény termelés is. A II. világháborút megelőző években 6-8 nagyobb alumíniumöntödét tartottak számon.

A II. világháború pusztításait gyorsan helyreállították, az ország újjáépítéséhez, a jóvátétel teljesítéséhez gépekre, berendezésekre, járművekre volt szükség. Az átlamosítás egyik öntödét sem kerülte el, középtávú és éves tervekkel beindult a központi tervutasításos rendszer. A rohamos iparfejlődés kötelezően előírta az öntödék fejlesztését. Ismeretes volt, hogy az öntödék színvonala a szerény szinten lévő gépgyártást sem éri el. Néhány öntödét kiemelten fejlesztettek, de az átlagkép változatlanul elmaradt technológiai állapotot



2. ábra. Az európai öntödék termelékenysége 2005-ben

tükrözött. Feladatuk szinte kizárólag a hazai felhasználók igényeinek kielégítése volt, ez évtizedekre meghatározta sorsukat. A KGST megalakulása magával hozta a tagországok közötti szakosodást, személygépkocsit nem gyárthattunk, azaz nem épültek nagysorozatú gyártást lehetővé tevő korszerű vasöntödék. A gépipar növekedése által gerjesztett mennyiségi öntvényigények teljesítése érdekében a 70-es években politikai intézkedéseket hoztak, amelyek eredménye az volt, hogy a mezőgazdaságból felszabaduló munkaerőt termelészövetkezeti melléküzemágakban, elsősorban alumíniumöntödékben foglalkoztatták. Tovább nőtt az ágazat szétaprózottsága, csökkent a műszaki színvonal.

A 70-es évek közepén 81 vas-, 2 temper-, 13 acél-, 35 precíziós, 130 könnyű- és 30 színesfémöntöde működött. Szükség volt vertikumi öntödék fejlesztésére a saját igények kielégítésére, újak építésére a kiemelt kormányprogramokban szereplő feladatok teljesítése érdekében. Így létesült a Rába acélöntödéje Győrött, az olajipar acélöntödéje Orosházán, nyomásos alumínium öntöde épült Ajkán. Rekonstruálták a Csepeli Vas- és Acélöntödét, a Soroksári Vasöntödét. A lakásépítési programhoz kapcsolódva fürdőkáöntöde épült Kecskeméten, fémszerelvénnygyár Mosonmagyaróvárott és Csornán. Magyarország összes öntvénytermelése 1977-ben mintegy 373 kt-val érte el csúcspontját. Ettől kezdve öntvénygyártásunkat az előállított mennyiség folyamatos csökkenése jellemezte: ennek okát a piaci viszonyok megváltozásában találjuk meg. A vaskohászatban nőtt a folyamatos acélöntés részaránya, egyre kevésbé volt szükség acélműi kokillákra, alaplapok-

ra. Az öntöttvas radiátorok mellett megjelentek a lemezzradiátorok, a műanyag és lemez fürdőkádak folyamatosan szorították ki a vasöntvényből készületeket. A szerszámgépipar tömegében kevesebb, de korszerűbb vasöntvényeket igényelt, a műszeripar pedig erőteljesen fejlődő alumíniumöntvény-felhasználónak bizonyult.

A piaci követelmények változása az öntvénygyártás szerkezetében is változásokat hozott: A Rába például csak gömbgrafitos vasöntvények felhasználásával előállított hátsóhidakat tudott értékesíteni, így az acélöntödét 1987-ben gömbgrafitosra alakította át.

Áttekintés az utóbbi évtizedekről

A politikai rendszerváltozás következménye többek között a KGST felbomlása volt, ami együtt járt a keleti piacok teljes összeomlásával. A szerszámgépipar nem tudta a nyugati piacokon azt produkálni, amit a keletiek anno tudott. Az öntvénygyártás így – miután mind Nyugatra, mind Keletre irányuló közvetlen exportja jelentéktelen volt – súlyos válságba került. Amíg 1988-ban a magyar öntödék 202 kt vasöntvényt, közel 34 kt acélöntvényt, 15 kt alumíniumöntvényt, 9,6 kt nehézfém öntvényt gyártottak, addig 1994-ben a termelés az 1988. évinek csupán 23,5%-a volt. A vas- és acélöntödék közül több ezt nem élte túl, a felszámolást nem kerülhették el. Néhány kapacitásának jelentős csökkentésére kényszerült (1. ábra).

Az öntödék magánosítása erre az időszakra tehető. A megmaradt vas- és acélöntödék közül a Jászberényi Acélöntöde részben, a csepeli vasöntöde teljesen kül-

földi (UBP Csepeli Vasöntöde) kézbe került: ma újra magyar kézben van. A többség magyar tulajdonban maradt, műszaki színvonaluk, a piacok elvesztése nem vonzotta a befektetőket. A nagyobb és viszonylag korszerű nyomásos alumínium öntödék esetében viszont a fordítottja zajlott le: többségük többségi külföldi tulajdonúvá vált, amit a képzett és olcsó munkaerő mellett az alumíniumöntvények iránt folyamatosan növekvő kereslet indokol. Megnőtt az öntödék közvetlen exportja, sőt a biztos igénynövekedés több külföldi befektetőt arra ösztönzött, hogy zöldmezős beruházásban öntödét építsen. Kiemelkedik ezek közül az Opel hengerfejeket gyártó VAW Alumíniumtechnika Kft. (ma Nemak) Győrött, a Le Belier Rt. alumínium-kokillaöntödéje, a Prec-Cast Öntödei Kft. sáttoraljaúj helyi nyomásos öntödéjének folyamatos fejlesztése. A magyar tulajdonban lévő jelentős öntödék közül a Fémalk Zrt. és a Csaba Metall Zrt. nyomásos öntödéje említendő. Folyamatosan állnak be a termelésbe újabb és újabb fémöntödék.

1997-ben a vasöntvények 18,5%-át értékesítették külföldön, ennek több mint 90%-a lemezgrafitos (szürke) vasöntvény. Gömbgrafitos vasöntvény kizárólag hazai felhasználásra készült – természetesen itt nem vettük figyelembe az exportra kerülő gépekbe, berendezésekbe, Rába hátsóhidakba stb. beépített megmunkált öntvényeket, temperöntvényt pedig már csak egy öntöde gyártott. Acélöntvény exportunk csökkenő tendenciájú, kivételt képezett a precíziós öntvény: a gyártott mennyiség 30%-a, ebből 60% erősen ötvözött, külföldre kerül.

A Magyar Öntészeti Szövetség adatai szerint 1997-ben az alumíniumöntvények 83,3%-át külföldön értékesítették. A maradék fele megmunkálást, gépekbe való beszerelést követően szintén külföldre jutott. A nehézfém öntvények szinte teljes mennyiségét Magyarországon használták fel. Ezzel szemben a sárgaréz öntvények felét, a cinköntvények 80%-át exportálták. Az export legfontosabb célországa Németország, jelentős vevők közé tartoznak angol, francia és osztrák cégek is.

A megváltozott piaci szerkezet jelentősen átalakította az öntvénygyártás anyagminőségek szerinti felépítését. Amíg a

vasöntvények gyártásában 1988-ban a korszerű gömbgrafitos vasöntvények a teljes termelésből kerekén 8%-kal, addig 1997-ben már 19%-kal részesedtek. Az acélöntvények közül 1988-ban még 71% ötvözetlen, 1997-re ez a szám 53%-ra csökkent.

Az alumíniumöntvény-termelésben 1988-ban 32% a nyomásos öntvények, 44% a kokillában és 24% a homokformában előállított alumíniumöntvények aránya. Ugyanebben a sorrendben az arány 1997-ben: 48, 49 és 3%, ami az új, korszerű nyomásos öntödék létesítésére vezethető vissza.

A bronzöntvények több mint 60%-a változatlanul homokformázással, a sárgarézöntvények 98%-a kokillában, a cinköntvények 98%-a nyomásos öntőgépen készül.

1975-ben Magyarországon 81 vasöntöde, 2 temperöntöde, 13 acélöntöde, 35 precíziós öntöde, 130 könnyű- és 30 nehézfémöntöde működött. 1996-ban 29 vasöntöde, 9 acélöntöde, 8 precíziós öntöde, 31 alumíniumöntöde és 16 nehézfémöntöde szolgáltatott a statisztikai hivatalnak adatokat. Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a 20 főnél kevesebb dolgozót foglalkoztató öntödék száma lényegesen nagyobb, főleg az alumíniumöntödékkel együtt.

A kb. 7000 főt foglalkoztató öntőipar 1997-ben 96 kt öntvényt gyártott. Ennek megoszlása kerekítve:

vasöntvény	71 kt
(ebből 13,5 kt gömbgrafitos)	
acélöntvény	7 kt
(ennek közel fele ötvözött)	
alumíniumöntvény	14 kt
(fele kokilla, fele nyomásos öntvény)	
nehézfém öntvény	4 kt (0,3 kt bronz, a maradék fele sárgaréz, fele cink).

Csupán összehasonlításképp: 1996-ban az USA vas-, acél- és temperöntvényből 12 mt-t, Franciaország 2 mt-t, Olaszország 1,5 mt-t, Nagy-Britannia 1,25 mt-t gyártott. A Magyarországgal összehasonlítható országok közül ugyanabban az évben Finnország öntvénytermelése 118 kt, Hollandiáé 123 kt, Norvégiáé 55 kt, Ausztriáé 167 kt, Svájcé 111 kt volt. A környező volt szocialista országok mindegyike hazánknál több öntvényt termelt. Németország 1996-ban önmagában 640 kt könnyű- és nehézfém öntvényt állított elő.

Összefoglalás

Végül néhány mondat hazai öntvénygyártásunk jövőjéről. Vas- és acélöntvény gyártásunk a jelenlegi szinten stabilizálódik. Az öntödék száma a szigorodó környezetvédelmi feltételek, a nem kielégítő jövedelemteremtési szint következtében fenyegető fejlesztési forráshiány miatt valószínűleg tovább csökken. A megmaradók egyedi darabok, kis és közepes sorozatok gyártására lesznek képesek. Természetesen nem zárható ki új öntöde létesítése ezen a területen sem.

Főleg a személygépkocsi- és -alkatrészgyártás hazánkba települése tovább ösztönzi az alumíniumöntvény-gyártókat további fejlesztések indítására. Vannak olyan vélemények, hogy néhány éven belül a termelés elérheti akár a 100 kt-t is. A nehézfém-öntvénygyártás jövőjét leginkább a fémszerelvénygyártás sorsa határozza meg.

A fejlődés ütemét az anyag- és energiaárak mellett egyre erőteljesebben befolyásolja majd a munkabérek emelkedése. Kiemelkedően fontos, hogy a jövő öntödevezetői szaktudásuk mellett vállalatirányítási és idegen nyelv ismeretekkel rendelkezzenek. Műszaki-technológiai szempontból figyelmüket a következőkre kell irányítsák:

- CAD az öntvényt szimuláció és a szerzőtervezés területén,
- alternatív magkészítő és formázóanyagok,
- nagynyomású formázás,
- gyors prototípusgyártás,
- korszerű elveszőmintás, finomöntő eljárások,
- az öntvénytisztítás gépesítése.

Néhány következtetést vonhatunk le az eddigiek alapján. A jelentősebb öntödék esélye a megmaradásra, a fejlődésre a nagy öntvényfelhasználók, a járműgyártók, illetve azok beszállítóinak kezében nyugszik (2. ábra).

A globalizált világ által diktált versenyhelyzetnek az öntödékkel együttműködő felhasználók tudnak megfelelni. A konstrukciócentrikus közös fejlesztés, az öntvényekből alkatrészeket, részegységeket formáló szemlélet alapozza meg a sikeres együttműködést akár még konkurens öntödék között is.

BÓDI DEZSŐ

A volt Országos Érc- és Ásványbányák 30 éves története és ércbányászata kohász szemmel

Az 1964-től 1994. évi megszűnéséig az Országos Érc- és Ásványbányáknak jelentős szerepe volt az export mellett a hazai ipari ásvány szükséglet biztosításában és a kohászat alapanyag-ellátásában.

A cikkben a szerző az a vállalat 30 éves múltjára tekint vissza. Bemutatja a cég megszűnésének okait, a körülményeket, érveket, ellenérveket, feltehető tévedéseket, hogy az olvasó maga alkothasson véleményt a megtörtént eseményekről.

Előzmény

Az 1964-től 1994. évi megszűnéséig működött Országos Érc- és Ásványbányáknak jelentős, esetenként nélkülözhetetlen szerepe volt az export mellett nemcsak a hazai ipari ásvány szükségletünk biztosításában, hanem a kohászat alapanyag-ellátásában is. Emellett a vállalatnál széleskörű eredményes K+F munkákat, művelő készletfeltáró kutatásokat is végeztek. Az ilyen ismeretanyag, üzemi tapasztalatok stb. „átöröktetése” nyilvánvalóan nagymértékben hozzájárulhatott ahhoz, hogy a későbbi privatizálással kivált, megfogytakozott számú utódüzemek jelenleg is eredményesen működjenek. Ezek termelése azonban már sokkal kisebb arányban szolgálja a kohászatot.

A cikkben a szerző az ércbányászatra részletesebben kitérve a vállalat 30 éves múltjára tekint vissza. Vitatott megszűnése okainak megítélését – a közölt körülmények, érvek, ellenérvek, azok esetleges

tévedéseinek figyelembevételével – végül is a kedves olvasóra bízta.

A kohómérnök cikkíró 1977-1989 között a vállalat budapesti központjában részben K+F munkákban is illetékes területi főmérnök volt, így saját élményeiről, tapasztalatairól is tájékoztat.

Trianontól az országos vállalat alapításáig (1920-1964-ig)

A trianoni békediktátum következtében súlyos, sőt kilátástalan helyzetbe került az osztrák-magyar kiegyezés utáni Magyarország bányászata is. Ezen belül elvesztette ércbányászatának 98,3%-át, működő ércbányaként csupán a rudabányai vasércbánya és az 1917-től termelésbe vont úrkúti mangánércbánya maradt meg. [1] A recski, Lahóca-hegyi rézércbányát az időben nem művelték, később, a két világháború között az ottani termelés évi 500-4000 kg Cu, („mellékterméként”) 25-170 kg Au, 500-4000 kg Ag ki nyerését biztosította. Az előbbi időszak-

ban az évezredes múltú rudabányai vasérctermelés évi 50-300 kt között változott, az úrkúti mangánércbányászat pedig a II. világháborús években elérte az évi 75 kt-t is.

A II. világháború után (1946) a szénbányászat, (1948) bauxitbányászat és alumíniumtermelés államosítását 1949-ben az érc- és ásványbányászat követte, azokat 1949-ben az új alkotmány is megerősítette. A későbbi iparági szerveződés alapját 1951-ben a Bánya- és Energiaügyi Minisztérium Ércbányászati és Ásványbányászati Főosztályainak létrehozása teremtetette meg. A két főosztály összevonását követően (1957) 1964-ben alakult meg az Érc- és Ásványbányászati Országos Vállalat, amelyet később Országos Érc- és Ásványbányáknak neveztek (további szövegben OÉÁ).

Az eddigi általános fejlődési arányokra jellemző: 1950-től a 3750 fő foglalkoztatottak létszáma 1964-ig kétszeresére, a termelés viszont ötszörösére nőtt.

Előbbihez nagyban hozzájárult a főleg kis kapacitású, elmaradt színvonalú, nem érces ásványbányászat egyesítésére 1949-ben megalakult, és 1951-ben a leírt integrációba beolvadt Vegyes-ásványbányászati Nemzeti Vállalat látványos fejlődése is. Főbb termékei voltak: kaolin, öntődei homok, mészkő, dolomit, tűzálló és kerámiai anyag, bentonit.

A fellendülés éve (1965-1985-ig)

Gazdasági szempontból a fellendülés, folyamatos fejlődés egyik fő jellemzőjeként említhető OÉÁ szinten a termelékenység növekedése, ami egyben a termelés növekedése mellett a létszám reális csökkenésével járt (pl. 1964-től 1980-ig 10%-kal).

A tárgyalt időszakhoz tartozó 1980-as

Dr. Bódi Dezső 1956-ban szerezte meg vas- és fémkohómérnöki oklevelét, majd 1976-ban a doktori fokozatot a miskolci Nehézipari Egyetemen. 1957-ig ugyanott tanársegéd. 1957-től az apci Fémtermia Vállalatnál üzemvezető. 1959-1974 között a Fémipari Kutató Intézet kutatója. 1974-1977 időszakban a Magyar Szabványügyi Hivatal főelőadója. 1977-1989 években, a nyugdíjazásig az Országos Érc- és Ásványbányáknál területi főmérnök. Jelenleg ipari szakértőként dolgozik. Számos újítás, találmány, kutatási eredmény fűződik nevéhez.

A kézirat 2007 júliusában érkezett szerkesztőségünkbe.



■ 1. ábra. Az Országos Érc- és Ásványbányák bányái és előkészítő üzemei 1980-ban

évből pl. az OÉÁ bányáit és előkészítő üzemait az 1. ábra szemlélteti [1]. Az országos vállalatot irányító központ és igazgatósága a budapesti székházban volt (akkor Nép-köztársaság u. 126.), amelynek tervező részlege (ERÁTI) és anyagellátó üzemé is volt. A többi hozzátartozó, önálló vezetésű és elszámolású üzemek területi művi központjai Úrkúton (Mangánérc Mű), Pilisvörösváron (Dunántúli Mű), Gyöngyösoroszi-ban (Mátrai Mű), Recskén (Rézérc Mű), Egerben (Kutató és Termelő Mű), Rudabányán (Vasérc Mű), és Mádon (Hegyaljai Mű, teljes elnevezése pl. OÉÁ Hegyaljai Művei) működtek művi igazgatással.

Általában az érc és ipari ásványok bányászata, előkészítése tekintetében néhány jellemző adat: A külfejtéses (közöttük rudabányai) bányászat elterjesztése és gépesítése révén 1980-ra 3,7 Mt ilyen módszerű termelést értek el, amely az 1964. évinek 5,5-szöröse. Ugyanakkor a mélyszerű termelés értéke, 0,55 Mt-ra csökkent. Az ásvány-előkészítés 1980-ban a nyers bányatermékek 88,7%-ára terjedt ki, az 1950. évi 17,8%-kal szemben. Színesfém érceknél flotálással, vasércnél mágneses dúsítással, mangánércnél mosással nyerték ki a dúsítmányt, száraz finomörlést pedig nem érces ásvány végtermékek előállítására alkalmaztak (pl. mészkeőrlmények), úgyszintén az iszapolást is (pl. kaolin esetében).

A továbbiakban tekintsük át az időszak ércbányászatát ágazatonként, illetve lelőhelyenként, kitérve a kohászatban felhasznált nem érces ásványokra is.

A recski rézércbányászat

A recski, nagy múltú Lahóca-hegyi rézércbányát Péch Antal építette ki 1863-65-ben, akkoriban korszerűnek tekinthető bányateleppé.

Az 1950-es évektől végzett készletkutatások és ércdúsítási fejlesztések eredményeként a főleg enargitos (Cu_3AsS_4) rézérctermelés kb. 60-70 kt volt (2. ábra [1]) évente. Abból flotálással évi 6-8 kt rézkonzentrátumot állítottak elő, majd külföldi (volt NDK) bérkohósításával Cu mellett évente kb. 60 kg Au-t és 500 kg Ag-t nyertek ki. Gazdaságossági okokból itt a bányászatot 1979-ben megszüntették.

A lelőhelyről mintegy 200 év alatt csaknem 3 Mt rézércet termeltek ki, de a mélyben még visszamaradt néhány Mt 0,2-0,3% Cu-tartalmú, gyenge minőségű érc, amely néhány kt Cu-t jelent. Kinyerhetőségének vizsgálatára 1978-81 között „in situ” mikrobiológiai (pl. *Thiobacillus* baktériummal) üzemi lúgzási kísérletet is végeztek több, összesen 500 kt robbantással lazított lahócai érc tömzsben, amelyek során pénzügyi okok miatt is, nem sikerült az ipari bevezetés feltételeit tisztázni. Megemlítenéd, hogy egy ausztráliai tulajdonú cég 1995-96. évi próbafúrásai legkevesebb 31 t (Au 2-2,2 g/t) aranyat valószínűsített e bányában. Ezt követően a szerző, aki részt vett az üzemi lúgzási kísérletekben és azokat koordinálta, a kísérleteket összegző cikkében foglalkozott a további lehetőségekkel is [2].

A működő bánya egy részlete az 5. ábr-

rán [1], a recski ércelőkészítőmű látképe pedig a 6. ábrán látható.

Szinte a Lahóca-hegy alatt helyezkedik el az 1965-72. évi földtani kutatások során talált, mélyben rekedt mintegy 150 Mt kb. 1,2% Cu-t tartalmazó szulfidos, szubvulkáni érctelep és a kapcsolódó több tíz Mt Pb-Zn ércesedés. Ott jelentős állami támogatással többek között termelés-előkészítő, 1200 m mély szállító-, illetve légakna is elkészült, összekötő vágatokkal. A lelőhely jövője azonban több sikertelen privatizációs próbálkozás után kétséges.

A gyöngyösoroszi ólom-, cinkércbányászat

E bányában 1954-ben kezdték meg az ipari termelést az 1949-55. évi kutatások eredményeként vékonyteléres szulfidos polimetallikus, főleg Pb-Zn érclelőhelyen. Altárójához kapcsolódott akkoriban a mátraszentimrei és bányabérci telérekhez vezető, termelést szolgáló két akna is. A bányát szállítócsilllével összekötött közeli ércelőkészítő-flotációs üzem feladási kapacitása az eredeti 75 kt-ról 1964-ben már háromszorosára növekedett. Az üzemben szulfidos Pb és külön Zn koncentrátumot állítottak elő, amelyből külföldi (bulgáriai) bérkohósítással Pb illetve Zn fémeket, emellett Au-t és Ag-t nyertek ki. A „melléktermék” pirítkonzentrátumból egy időben hazánkban kénsvavat is gyártottak. Az érctermelés alakulását 1945-80 között a 2. ábra szemlélteti.

Csökkenő termelés mellett a bányát a Gazdasági Bizottság (GB) döntése alapján gazdaságtalan működésével indokolva 1986. január 1-jétől bezárták (pontosabban szüneteltetésre előkészítették).

Megemlítenéd, hogy már korábban súlyosbította a helyzetet, hogy a bánya altáróján kifolyó, nehézfém-tartalmú, savas bányavíz mennyisége fokozatosan növekedve esetenként elérte az évi 1,5 millió m^3 -t, ideiglenes kezelése nem volt hatásos. A szerző által kidolgozott alaptechnológia és a miskolci NME Automatikai Tanszék folyamatirányítási megoldásának megvalósításával 1984-ben elkészült korszerű (jelenleg is működő) mészhidráto semlegesítő üzemben sikerült e problémákat kiküszöbölni [3, 4].

A pátkai ólom-, cinkércbányászat

A velencei-hegységi geológiai kutatások eredményeként (1950-1960) ott gránit-

hoz kötött fluorit és szulfidos Pb-Zn érclelőhelyeket találtak. A kitermelt, Pátkán feldolgozott, kohászatban is felhasznált fluorit 11 éven át fedezte az ország teljes szükségletét. Készletének kimerülése után Pátkán 1973-ig termeltek ki Pb-Zn ércet a tömzsös lelőhelyen, amelyből a helyi flotációs üzemben koncentrátumot állítottak elő. A bánya bezárása után az áttelepített flotálómű 1974-től Rudabányán üzemelt az ottani rezes pátvasérc feldolgozására, szintén flotátumra.

Figyelemreméltó, hogy mint korábban Recskén, a közeli Nadap térségi Meleghegyen is voltak nemes- és színesfémérc bányanyitási próbálkozások egy angol tulajdonú cég részére kutatási engedély megszerzésével [5]. Az engedélyt később a veszprémi Bányakapitányság a környékbeli lakossági tiltakozások, fellebbezések után visszavonta.

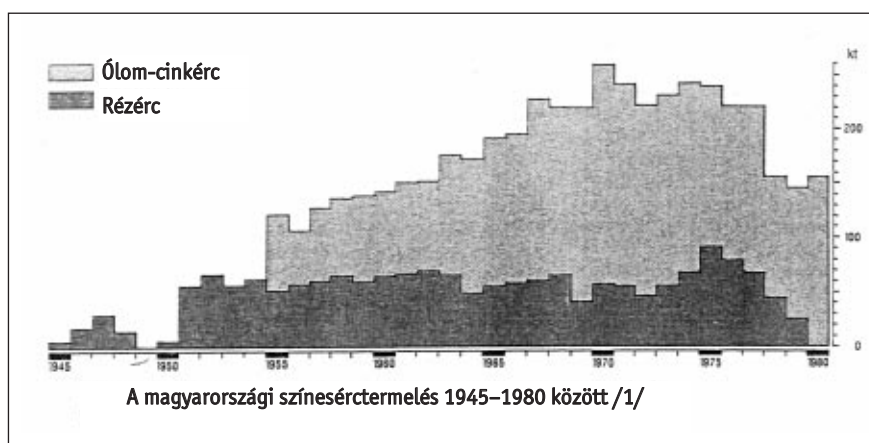
A rudabányai vasércbányászat

Az évezredes múltú Rudabánya vasérctermelése 1964-ben tetőzött 775 kt-al, majd a karbonátos ankerit bányászat megszüntetésével csökkent (4. ábra, [1]). A további termelést alapvetően a bányászati, köztük a mélyszinti fejlesztések mellett a szintén karbonátos pátvasérceknél a korszerű mágnesező pörkölést követő mágneses dúsítás biztosította. Kohászatunk szükségletének 5-6%-át kitevő, bázikus jellegű rudabányai érc jól szolgálta a savanyú, szovjet import vasérc mellett a kohóelegy bazicitási fokának beállítását.

Végül e bánya sorsa ugyanaz lett, mint a gyöngyösoroszié. Gazdaságtalanságra hivatkozva a GB döntése alapján 1986. január 1-jétől a termelést megszüntették (bár az intézkedést több szakember vitatta). Úgyszintén leállították a már leírt, Pátkáról áttelepített flotálóművi rezes pátvasérc dúsítását is.

Az úrkúti mangánércbányászat

Az 1917-ben termelésbe vont úrkúti bányászat meghaladva a háborús évek maximumát, már 1949-től gyorsan nőtt (3. ábra, [1]). Oxidos ércet a készlet kimerüléséig, 1975-ig Eplényben, és úgynevezett vasas mangánércként a Csárda-hegyen is termeltek 1963-1979 között. Az oxidos érc mosással 38-40% Mn-ra dúsítható, amelyet ferromangán ötvöző gyártásra használtak fel.



■ 2. ábra. A magyarországi színesérctermelés 1945-1980 között [1](ólom-cinkérc: Gyöngyösoroszi, rézérc: Recsk)

Az 1950-es évek elején Úrkúton felismert több tízmillió tonnás készletű, kb. 18% Mn tartalmú karbonátos érc termelése 1966-ban elérte a 121 kt-t. Viszonylag alacsony Mn tartalma miatt, és mert fizikai módszerekkel nem volt dúsítható, legfeljebb csak kohászati adalékként volt megfelelő. A szerző és munkatársa nagylaboratóriumi és besztecerbányai, üzemi kísérletei szerint abból elektrolízissel 99,95% Mn tartalmú elektrolitmangán állítható elő [6]. Ő további kutatásokat végzett az elektrolízis fejlesztésére [7].

Az úrkúti mangánérckészletünk világviszonylatban is jelentős, az európai készleteket tekintve az akkori adatok szerint a (volt) Szovjetunió után hazánk a 2. helyen áll. Az úrkúti mangánércbánya privatizálva jelenleg is működik.

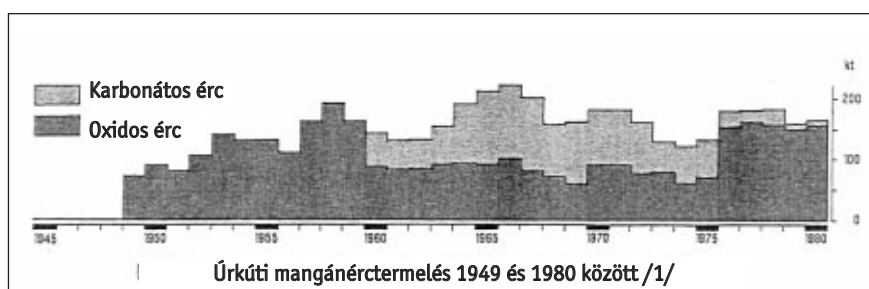
Kohászati, nem érces ásványok

Ezek között említendők a kohászatban, illetve öntödékben felhasznált segédanyagok, adalékok stb.: iszkaszentgyörgyi, alsótelekesi, pilisvörösvári dolomit; kisőrsi, sósúti öntödei homok; istenmezeji öntészeti bentonit; felnémeti mészkö; mindszentkálai és mádi kvarcit

(FeSi ötvöző gyártáshoz); erdőbényei kovaföld; pátkai fluorit. A közölt dolomitok sokféle felhasználhatóságára és minőségére példaként érdemes megemlíteni, hogy azokból az apci Fémtermia Vállalat kísérleti üzemében 1957-ben sikerült a szerzőnek szilikotermikus vákuumredukcióval világszínvonalú minőségű, fém-magnéziumot előállítani, majd gyártani (Mg = 99,9%) [8].

A vállalat (OÉÁ) eddigi, 1985. évig terjedő időszakában fennállása óta évről évre növekedően nyereséges volt, szintén növekvő termelékenységgel. Ehhez döntően hozzájárult, hogy a bezárt ércbánya árbevételének kiesését átmenetileg az ásványbányászat kompenzálta. A távlati megoldást azonban az illetékesek a következő fejezetben leírt, úgynevezett termékszerkezet-váltási programtól remélték.

Megemlítendő, hogy 1964-től 1973-ig műszaki igazgató helyettesként, majd nyugdíjba vonulásáig, 1984. december 31-ig igazgatóként néhai id. dr. Gagy Pálffy András (1951-től NIM főosztályvezetőként is) jelentős érdemeket szerzett az OÉÁ megalapításában, majd vezetésében, valamint a recski, hatalmas mélyszinti rézérclelőhely feltárásában is.



■ 3. ábra. Úrkúti mangánérctermelés 1949 és 1980 között [1]

Termékszerkezet-váltás, hanyatlás, majd a vállalat megszűnése (1986-1994-ig)

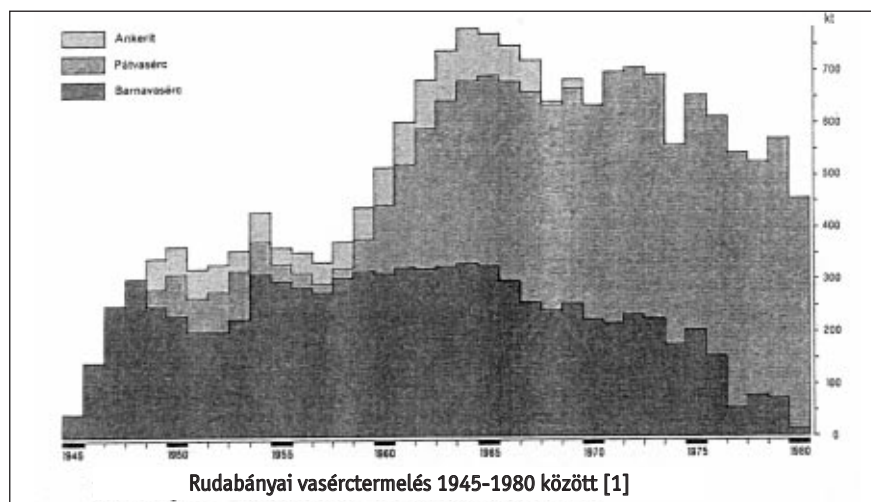
A közölt problémák ellenére az OÉÁ 1986-ban még stabil, jövedelmező helyzetben volt. A mintegy 6000 fős létszámmal működő vállalat 8 földalatti bányáüzemmel, 21 külfejtéssel, 28 előkészítő üzemmel, 33 telephellyel, 41 üzemvezetőséggel rendelkezett. Évente mintegy 4 Mt nyersanyagot termeltek ki, emellett kb. 1,4 Mt meddőt. Előbbinek 90%-át tovább finomították (pl. mikroörleményekre, a kaolint iszapolással stb.) A több mint 200 féle termék belföldi értékesítése 2,1 Mrd Ft-ot, a „szocialista” export (bérkohósítással) 120 millió Ft-ot, a „tőkés” export 120 millió Ft-ot tett ki. Akkoriban már csak az úrkúti mangánércbányában termeltek ki ércet, a kohászatnak pedig bentonitot, ötödei homokot, dolomitot, mészkövet. Egyre jelentősebb bevételt jelentett a pilisvörösvári dolomit (pl. a Terranova alapvakolatgyártáshoz, sűrűlószerkezetekhez), a fehérvárcsurgói üveghomok, a pálházai perlit („hőduzzasztott” állapotban hőszigetelő vakolat előállításához), a Rudabánya mellett, Alsótelekesen bányászott gipsz, kiskörsi, sóskúti ipari homok (a VÁÉV-BRAMAC tetőcserép alapanyaga), Tokaj-hegyaljai zeolit, kaolin stb.

A további fejlemények megismeréséhez a szerző és mások adatai mellett nagyban segített, hogy 1986. évtől havonta megjelent az OÉÁ lapja, az Érc- és Ásványbányász (továbbiakban OÉÁ újság).

A termékszerkezet-váltási program

Ennek részletei az OÉÁ újság 1986. februári számának címlapján olvashatók [9]. Eszerint 1986. január 31-én ünnepélyes keretek között a Pénzügyminisztérium nevében Csáki Gyula miniszterhelyettes, az Ipari Minisztérium nevében Czipper Gyula miniszterhelyettes, az OÉÁ részéről Mező Barna vezérigazgató együttműködési szerződést írt alá. Az aláírásnál többek között jelen volt az Állami Fejlesztési Bank igazgatóhelyettese is. A továbbiakban OÉÁ-IPM-PM megállapodás „biztosítja a bányabezárási és termékszerkezet-váltási feladatok maradéktalan elvégzését, anélkül, hogy a vállalat gazdálkodása veszteséggé válna”.

Eszerint az OÉÁ a rudabányai vasércbánya bezárási költségként 226 millió Ft, a gyöngyöSOROSZI bánya pedig tartós szüneteltetési költségként 132 millió Ft állami támogatást kap, előbbi 4 év, utóbbi 3 év meg-



■ 4. ábra. Rudabányai vasérctermelés 1945-1980 között [1]

valósítási idővel. Emellett ezen két bánya termékszerkezet-váltási céljaira az Állami Fejlesztési Bank (ÁFB) és OÉÁ között későbbi, témánkénti megállapodás szerint (a majdani árbevételből) 6,7%-os fix járadék fizetésű állami alapjuttatással saját rész kötelezettség nélkül 450-500 millió Ft várható alapkeretet kap 3 év megvalósítással.

Az előbbieken túlmenően az ásványbányászat termékszerkezetének fejlesztésére későbbi, témánkénti ÁFB-OÉÁ megállapodás alapján várható állami alapjuttatási keretszükségletként a vállalat 270-300 millió Ft-ot kap 4 év megvalósítási idővel.

A fentiek összesen 1078-1158 millió Ft-ot tesznek ki. (Az összeg a közölt 1986. évi OÉÁ termékértékesítésnek mintegy fele, de pl. 10-15-ös szorzóval átszámolva jelenleg is jelentős, tízmilliárd Ft nagyságrendet jelent.)

A megállapodás szerint „lejárta után az OÉÁ a témáról összefoglaló jelentést készít, mely alapján a PM és IPM átfogóan értékeli a megállapodásban foglaltak teljesítését”.

Röviden rátérve a pályázatok listájára, az ÁFB 1986. 11. 18.-i keltű táblázata szerint az általuk elfogadott ásványbányászati (dolomit, mészkő stb.) és ércbányászati termékszerkezet-váltási pályázatok közül a legnagyobb tétel a gyöngyöSOROSZI HAF (hulladék akkumulátor feldolgozó) üzem beruházása volt összesen 486 millió Ft összeggel, ebből 198 millió Ft importtal, a remélt bevételből szintén járadékfizetéssel, a beruházás tervezett 1988. 12. 31.-i befejezésével. E csoportban szerepelt még a rudabányai gipszbánya és égetőmű létesítése (188 millió Ft-tal) és a recski őrleménygyártás (18 millió Ft-tal). Valamennyi közül a megvalósulás tekinte-

tében igazán csak a gyöngyöSOROSZI HAF beruházásával volt probléma.

Az 1987 utáni OÉÁ újságokból kitűnik, hogy a közölt ásványbányászati fejlesztési eredmények (különösen a Terranova vakolat-„család” gyártási sikerek) egyre kevésbé tudták kompenzálni a gyöngyöSOROSZI HAF beruházás elhúzóódása miatti hátrányokat. Ezért a továbbiakban indokolt e tervezett beruházás körülményeire részletesebben kitérni, amely az OÉÁ sajtóközlemény szerint [12] „...ország-világ előtt meggyőző példája lehet a termék-szerkezet korszerűsítésének!”

Bányászat helyett kohászat? A gyöngyöSOROSZI HAF „életútja” röviden

A szerződéskötésről a fenti újságban [12] P. G. tájékoztat, aki a szöveg szerint vélhetően az egyik legilletékesebb jelenlevő OÉÁ képviselő lehetett. A cikk szerint a HAF beruházásra vonatkozó szerződést több előző tárgyalás után Kölnben 1987. március 13-án kötötték meg. Az aláírók a VOEST-ALPINE/KHD konzorcium megbízottai mellett az OÉÁ részéről Mező Barna vezérigazgató, a NKIEX Külkereskedelmi Vállalat részéről Papolczy László üzletkötő voltak. A tárgyalásokon részt vett dr. Kádár László igazgató (Budapest Bank) és Pálffy Gábor műszaki és fejlesztési főmérnök (OÉÁ). Kiemelt figyelmet érdemel a cikkíró szövegéből, miszerint „...határidő-mulasztása a konzorcium számára nyújtott kedvező lehetőségeket, sőt kibúvókat, elsősorban a garanciális kötelezettségeik tekintetében”.

„...Folyamatos, kitartó munkára van szükség ahhoz, hogy ...fejlesztésünk ...az

1989. december 31-i befejezési határidőre, várható és váratlan körülmények között is, teljesíthető legyen.”

A közölt nevek ismeretében a kohászati szakmát – a nyilván jól felkészült konzorciumi gárdával szemben – a külföldi tárgyalásokon az OÉÁ részéről bányá- illetve gépészmérnök-közgazdász képviselte. De ha már így történt, jó lett volna legalább annak előzetes ismerete az OÉÁ szakemberek előtt, hogy mit tartalmazott a konzorcium műszaki-technológiai ajánlata, milyen volt arról a hivatalos magyar zsűrivélemény (ha egyáltalán volt ilyen), az mit tartott legcél-szerűbbnek stb. Így a témába, tárgyalásokba előzetesen be nem vont vállalati szakemberek (köztük a szerző) utólag szembe-sültek a problémákkal.

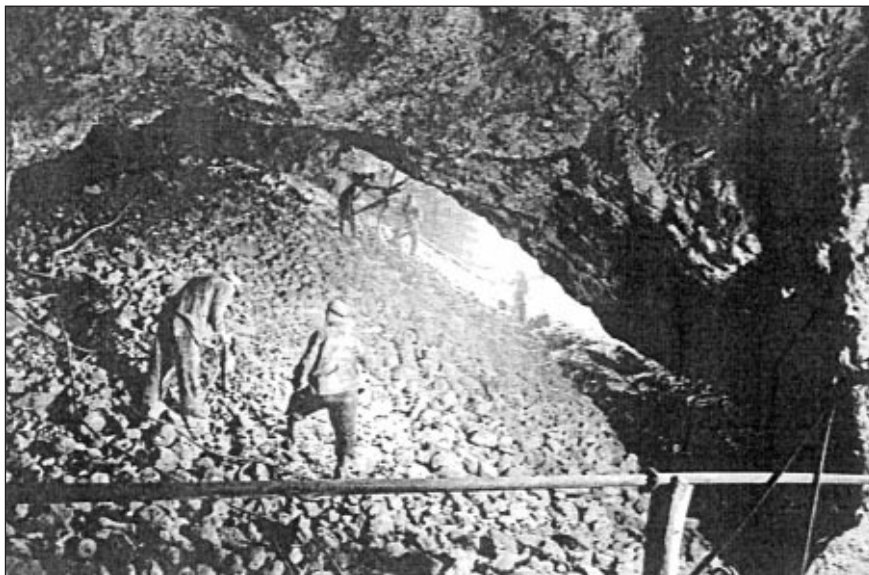
Természetesen voltak közöttük segítő szándékú bírálók. A fenti határidő nem teljesült, de a beruházás sem.

A BKL Kohászat dicsérendően már 1991-ben felajánlotta a fővállalkozó VOEST cégnek a témára vonatkozó szakcikk közlését, de azt a cég elhárította [13]. Erről értesülve a szerző alaposabban tájékozódott a történetekről, és azokról több kritikus tényfeltáró, de a lehetőségek szerint (pl. az akkú-sav újszerű – az illetékesek által mellőzött – hasznosítására) segítő szándékú cikket írt [14, 15, 10] más lapokban is.

A vállalat további sorsának „főszereplőjeként” az OÉÁ-n kívül még két településen 15 éven át sikertelen HAF létesítési próbálkozásokat ezúton csupán vázlatosan foglalom össze:

A gyöngyösesorszi HAF üzem tervezett évi hulladékakku feladási kapacitása 20-25 kt volt. A rendszerváltás után az építkezést főleg a helyi lakosság (mint már ismert, nem alaptalan) heves tiltakozására leállították. A beruházást többek között a viszonylag kis kapacitás miatt működésének gazdaságtalanságára, illetve a lakossági tiltakozásra hivatkozva akkor több főhatóság, közöttük a Pénzügyminisztérium is ellenezte. A kormány ennek ellenére 1992. július 8.-i 3311/1992. sz. határozatával, parlamenti jóváhagyással a beruházás mintegy 0,5 milliárd Ft összegű állami támogatással történő folytatása mellett döntött.

Ezután az illetékes hatóságoknál történt sikeres lakossági fellebbezések eredményeként 1997-ben az OÉÁ jogutódja, a HAF Rt. a Mátraalján (további állami támogatás igényével, a gyöngyösesorszi technológia, berendezések áttelepítésével) tervezett apci beruházásától visszalépett.



■ 5. ábra. Értárolásos, ún. magazinfejtés a Lahóca hegyi bányában

Apcot követően a már privatizált HAF Rt. a Komló, Béta-akna területére irányozta elő az üzem létesítését, mégpedig a csupán kb. 20 millió Ft-ért megvásárolt gyöngyö-sorszi technológiai berendezések áttelepítésének szándékával. A 3 milliárd Ft összköltségű beruházáshoz a hiányzó 1 milliárd Ft megszerzésére pályáztak és egyéb állami juttatásokat igényeltek. A komlói tervek végül szintén a telepítésben érintett lakosság, civil szervezetek fellebbezéseinek eredményeként hiúsultak meg. A várható társadalmi hatásokra hivatkozva a pécsi Dél-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség (DdKF) 2001-ben nem adta ki a beruházónak a környezetvédelmi engedélyt az üzemeltetéshez. Ezzel a mintegy 15 évig tartó, bizonyára a gyöngyösesorszi, vitatott műszaki színvonalú berendezések „átmentését” szolgáló próbálkozások időszaka véget ért. Az OÉÁ kb. 0,5 milliárd Ft összegű államadóssága, amely jelenleg több milliárdos összeget jelenthet, már nyilvánvalóan a magyar adófizetőket terheli.

A vállalat utolsó évei

Átlapozva a rendszerváltás utáni OÉÁ újságokat, azokban nincs szó arról, hogy milyen árbevétel-kiesést okozott az elhúzó HAF beruházás, és az egyáltalán összefüggésben van-e a vállalat egyre növekvő (pl. az 1991. I-VIII. havi 199 millió Ft-os) veszteségével [15]. Viszont azokban – főleg a címlapon – egyre gyakrabban olvashatunk ásványbányászati privatizáció sikertörténeteiről, ezek vagyonértékéből származó, illet-

ve várható bevételeiről. A privatizációt előkészítő, 1991. október 11-i igazgatótanácsi ülésen Nagy Sándor vezérigazgató közölte, hogy „több híres nyugat-európai cég érdeklődik a német orientáltságú gyöngyösesorszi üzem után” [16]. Ez előbbiekből már tudjuk, hogy később ő lett annak a HAF Rt.-nek a vezérigazgatója, részvényese (vagy tulajdonosa), amelyik töredékáron megvásárolta az üzemet illetve berendezéseit. Még hozzá olyan elnyert pályázaton, amelyre – hivatalos, publikus hírforrások szerint – csupán e cég jelentkezett. Egyébként az 1991-ben 70%-ban elkészült beruházás már egymilliárd Ft értéket képviselt [15], így arra az OÉÁ nyilvánvalóan jelentős összeget költöthetett a 0,5 milliárd Ft állami támogatáson felül.

Az OÉÁ újság 1992. júliusi számának címlapján olvasható [17]: „Jó ütemben halad a privatizáció”. Ugyanitt a cikk ismerteti a vezérigazgató tájékoztatóját egy kibővített ülésen: „...a privatizációt 1994. április 1-jéig kell végrehajtani.” A Terranóvának eladták a közös vegyesvállalatban lévő OÉÁ 50%-os üzletrészt, mivel a vállalatnak komoly pénzügyi nehézségei vannak. A bevétel 400 millió Ft lenne, a szerződést aláírták, s az AVÜ-nél folyik az ügyintézés.”

„Szabó Iván ipari és kereskedelmi miniszter felvállalta az üzem sorsának rendezését. Július 1-jével az OÉÁ-nak meg kellett volna kezdenie az 560 millió Ft-os állami alapjuttatás visszafizetését. Az IKM a Környezetvédelmi Minisztériummal együtt a kormány elé vitte az OÉÁ témáját, s a döntés 2 év haladék.”



■ **6. ábra.** A recski ércelőkészítőmű (háttérben a Lahóca hegy)

Nyitott kérdés maradt, hogy mi pótolja a 2 év haladék miatti ólomárbevétel veszteséget. Talán a Terranova üzletrész várható 400 milliója?

A cikk szerint a vezérigazgató az ülésen elmondta, hogy 850 millió Ft bevétel mellett „közel 1 milliárdos tartozása van a vállalatnak”.

Még ezidőben is a helyi önkormányzatot és más tiltakozókat okolták a vállalat egyes illetékesei a HAF építkezés elhúzó-dásáért. Holott már közismertek voltak a technológiai, környezetvédelmi hiányosságok, többek között az, hogy probléma van a szerződésben állítólag felvállalt kb. 5000 t ólmos végsalak áthelyezésével, és a hulladék akkukénsav értékesítésével. Később az illetékes főhatóságok kezdetben elhallgatták, majd elismerték a HAF körüli problémákat. Utóbbiakat tömören foglalta össze a szerző levelére válaszként Kovács Árpád (akkori) KTM államtitkár-helyettes 1997. évi levélválaszában egy mondata: „A hulladék akkumulátorok ártalmatlanítására kidolgozott korábbi tervek eredménytelenségéhez nagyban hozzájárult az Ön által is említett szakmai, információs, pénzügyi rendezetlenség és a telepítéssel érintett lakosság tiltakozása.” [10]

A végelszámolás

A történetek után nem lehetett meglepő az OÉÁ sajtó [18] 1994. májusi számának címlapján közölt hír, miszerint az Állami Vagonügynökség (AVÜ) igazgatótanácsa határozatával 1994. március 1-jével megkezdődő végelszámolással a vállalatot jogutód nélkül megszünteti Boza István végelszámoló vezetésével. Interjúja szerint az AVÜ az Andrassy úti központi iroda-

házat már 1994 februárjától „elvonta” a vállaltól. A sors firtora, hogy ebben az évben volt az OÉÁ alapításának 30 éves évfordulója. E jubileumról azonban az illetékesek „elfeledkeztek”. A privatizációs sikertörténetekből viszont nincs hiány az OÉÁ sajtóban. Pl. annak 1995. július-augusztusi száma címlapján a fényké-

pével közölt interjújában Mező Barna (volt OÉÁ vezérigazgató) mint a francia cég tulajdonába került Magyar Terranova Kft. igazgatója nyilatkozik a kft. termékeinek dinamikus fejlődéséről [19]. Tovább tallózva e sajtóban (máshol is) több megválaszolatlan kérdés merülhet fel. A közölt termékszerkezet-váltási megállapodás szerint „lejárta után az OÉÁ a témáról összefoglaló jelentést készít, amely alapján a PM és IpM átfogóan értékeli a megállapodásban foglaltak teljesítését”.

Mit tartalmazott az előbbi jelentés, illetve értékelés? – A végelszámoló 1994-ben számos feladatát sorolta fel [19], ezek között a vállalat pénzügyi, gazdasági helyzetéről, készleteiről és meglévő vagyontárgyairól, azok értékesítéséről szóló jelentés készítése stb. Mindezekről átfogóan semmit sem tudhatott meg az e vagyonokat létrehozó vállalati dolgozó, annak tartozásait fizető magyar állampolgár a sajtóból. – Nem ismeretes, hogy a volt OÉÁ lelőhelyei milyen arányban kerültek magánkézbe. A régebbi adatok szerint csupán a mészko-, dolomit- és gipszkészlet több száz millió t, az úrkúti mangánérc pedig több tízmillió tonna. Ezek már önmagukban is kimagasló értéket képviselnek, ha ismerjük a következőket: A Magyar Geológiai Szolgálat által összeállított kiadvány szerint 2005-ben az Országos Ásványvagyon nyilvántartás több mint 3200 ismert lelőhely 30,6 Mrd t földtani és 12,9 Mrd t ipari vagyonát foglalja magába, amely több mint 7300 Mrd Ft nominális gazdasági eredményt (n.g.e.-t) jelent (n.g.e.: az ipari ásványvagyon mennyiségének a fajlagos árbevétel és a fajlagos ráfordítás különbségével való szorzata, amely nincs diszkontálva) [20]. Feltehető, hogy az új külföldi tulajdonosok a lelőhelyek megvá-

sárlása nélkül is jelentős többletprofithoz juthattak a hazai szokásos alacsony bányajáradék fizetés mellett. Hazánk nemcsak a környező, hanem az EU-s országokhoz képest is jelentős mennyiségű, jó minőségű, az előbbiek szerint a nem fémes ásványok esetében gazdaságosabb, külszíni termelésbe vonható készlettel rendelkezik. Így nem véletlen, hogy az ilyen készletek kitermelésére (dolomitkomponensű nemesvakolat, „duzzasztott” perlitből hőszigetelő vakolat, üveghomok, zeolit stb.) az OÉÁ-nál kiépített privatizációja viszonylag gyorsan végbement. Egyes vélemények szerint az előbbi privatizációk reálértékben vélhetően nagyobb anyagi veszteséget okoztak, mint a sikertelen termékszerkezet-váltás. Érdemes lenne előbbieket is most már csupán ipartörténeti szempontból részleteiben áttekinteni és megírni.

Végül illik rövid tájékoztatást adni a Vállalat sokezeres „fölöslegessé” vált dolgozóinak végelszámolás utáni sorsáról is. Akik tehették (öregségi, korengedményes, rokkant stb.) nyugdíjba mentek. A többiek több-kevesebb sikerrel új munkahelyek után néztek, mások tartósan a munkanélküliek akkor már népes táborát gyarapították. Utóbbiak közül a szerző beszélt egy olyan fiatalabb vājárral, aki könnyező szemmel mondta el, hogy mennie kell. Mint közölte, nemcsak azért volt ilyen szomorú, mert ebben a szakmában sehol sem talált állást, de „átképzősként” sem, hanem azért is, mert nagyon szerette a bányát és bányász kollektíváját.

A vállalat budapesti központjának mintegy 150 fős alkalmazottjai kevés kivétellel lényegében az előbbiek sorsára jutottak. A vezetők közül a központ jól működő (pl. kereskedelmi) egységeit a mai szóhasználatul „kiszervezték” saját alapítású kft.-jükbe.

Ezek után sokan mondhatnák, hogy a vállalat megszűnésének körülményei elvileg tulajdonképpen egy rendszerváltás utáni szokásos csődtörténet. Volt azonban a kettő között egy lényeges különbség: a várható gazdasági hanyatlás, csőd elkerülésére az OÉÁ már 1986-ban termékszerkezet-váltási és egyéb intézkedéseket tett, amelyhez milliárdos (az akkori vállalati éves árbevétel felét kitevő) állami – adófi- zetői – támogatást kapott. Hogy az előbbi intézkedések miért nem voltak eredményesek, azt a cikk alapján talán kiderítheti a tisztelt olvasó.

Az a kérdés is felvetődhet sokakban, hogy vannak-e, voltak-e személyi, állami

intézményi stb. felelősei az OÉÁ ilyen csőd-jének. E cikk célja nem az előbbieket kiderítése volt, hanem a területi lehetőségek szerint a történeti körülmények – esetleg tévedésekkel is járó – minél hitelesebb leírása, a témában az eddigi hallgatást megtörve. Így az most már inkább olyan ipartörténeti adalékként szolgálhat, amely az ügyben tovább segíti az eligazodást és az egyéni vélemények kialakítását pl. az ásványvagyon-gazdálkodásban, -feldolgozásban a jövőre vonatkozóan is.

Irodalmi hivatkozások

- [1] FÜLÖP, J.: Ásványi nyersanyagok története Magyarországon. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1984
- [2] BÓDI, D.: A recski Lahóca bányabeli mikrobiológiai Cu lúgzási kísérletek és eredményei, újabb lehetőségek az Au (Ag) és Cu kinyerésére. BKL Kohászat 1996. 4. sz. 145-151. old.
- [3] BÓDI, D. – KISS, M.: Az OÉÁ gyöngyösi orosz automatizált technológiai eljárással létesített bányavízisztítója. BKL Kohászat 1991. 9. sz. 377-380. old.
- [4] BÓDI, D. – KISS, M.: A bányászatban és kohászatban keletkező kénssavas, nehézfémion tartalmú szennyvizek tisztítása. BKL Kohászat 1994. 6. sz. 253-256. old.
- [5] Napi Gazdaság, 2004. július 30-31. 5. old.
- [6] BÓDI, D.: 40 éve sikerült úrkúti mangánércből Mn-t előállítani. BKL Kohászat 2006. 3. sz. 40-45. old.
- [7] BÓDI, D.: A mangánelektrolízis továbbfejlesztésének vizsgálata. Egyetemi doktori értekezés I-II. kötet. 1975 (Miskolci Egyetem)
- [8] BÓDI, D.: Volt egyszer egy magnéziumkohó. BKL Kohászat 2006. 2. sz. 30-32. old.
- [9] Érc- és Ásványbányász. Az OÉÁ havilapja, 1986. február, 1. old.
- [10] BÓDI, D.: A hazai hulladék ólomakkumulátor feldolgozó üzem létesítésének sikertelen próbálkozásai. BKL Kohászat 2004. 3. sz. 29-31. old.
- [11] Érc- és Ásványbányász 1987. június, 3. old.
- [12] Érc- és Ásványbányász 1987. május, 3. old.
- [13] BKL Kohászat 1991. 7-8. sz. 332. old.
- [14] Hulladék ólomakkumulátor feldolgozás és környezetvédelem. BKL Kohászat 1992. 1. sz. 33-38. old.
- [15] BÓDI, D.: A hulladék ólomakkumulátorok hazai feldolgozásának sikertelen tíz évéről. BKL Kohászat 1998. 11-12. 365-370. old.
- Érc- és Ásványbányász. Az OÉÁ havilapja:
- [16] 1991. október, 1. old.
- [17] 1992. július, 1. old.
- [18] 1994. május, 1. old.
- [19] 1995. július-augusztus, 1. old.
- [20] BKL Kohászat 2006. 1. sz. 53. old.

Új előrelépések a kémiai metallurgia magyar tudományos műhelyeiben

A magyar fémelőállító és fémalakító ipar jelentős átalakulása mellett a kapcsolódó tudományos kutatói kapacitások is átrendeződtek. Ennek eredményeként a metallurgiai tudományos kutatások a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán koncentráltak. Az ipari fejlesztésekhez szükséges kutatások nagy részét ugyanitt végzik a Kar oktató-kutatói a hallgatók bevonásával és nagyrészt a Mechatronikai és Anyagtudományi Kooperációs Kutatási Központ menedzselésében. Ez a konstrukció úgy tűnik életképes, hiszen a jelentős hazai termelési és fejlesztési kapacitás-rendeződések ellenére is magas szintű tudományos eredményekről lehet beszámolni az utóbbi 3 éves időszak tekintetében. Talán nem is volt még ilyen termékeny „kampány” a metallurgia tudományterületén a komplex habitusvizsgálattal és megvédett értekezéssel elérhető legmagasabb magyar tudományos fokozat, az akadémiai doktori cím megszerzésében. Érdemes visszatekinteni a nemrégiben sikerrel lezárult akadémiai doktori eljárások témáira: 2004.-ben Dr. Vadasdi Károly védte meg a „Volfrámanyagok gyártására szolgáló környezetkímélő hidrometallurgiai eljárások” c. értekezését,

majd alig egy évvel utána dr. Kaptay György nyújtott be és védett meg értekezést – szintén a kémiai metallurgia területén – „Határfelületi energiák, erők és jelenségek fizikai-kémiai modellezése a metallurgia és a fémes anyagmérnökség egyes területein” címmel. Még 2005-ben sor került a következő sikeres védésre, „Anioncserés elválasztások ultra-nagy tisztaságú réz előállítására” címmel, mellyel dr. Kékesi Tamás akadémiai doktori eljárása zárult le. Az ultra-nagy tisztaságú fémek előállítása témában kibontakozott magyar-japán kutatási kooperáció nemzetközi tudományos kitüntetést is szerzett, az amerikai The Minerals, Metals and Materials Society "2003 Extraction and Processing Science Award" formájában.

A legfrissebb eredményként, az elmúlt év során, dr. Török Tamás eljárására került sor, ismét a kémiai metallurgia tárgykörében. Az MTA Metallurgiai Bizottsága 2006 decemberében a hivatalos előterjesztők véleményére alapozva lefolytatta a szükséges – szigorú – habitusvizsgálatot, és a szerzett pontszámokkal alátámasztva megállapította, hogy Török Tamás a hazai hidrometallurgia egyik vezető személyisége, és számottevő eredménye-

ket ért el a fémfelületek védőbevonatainak kialakításával kapcsolatos elméleti és gyakorlati kérdések tisztázásában. Dokumentált tudományos teljesítményével és magas szintű egyetemi oktatói munkájával bizonyította alkalmasságát az MTA doktora cím megszerzésére. Értekezését a „Kémiai metallurgiai módszerek alkalmazása néhány precipitációs és felülettechnikai rendszerben” címmel készítette el és védte meg 2007 decemberében az MTA székházában.

A legutóbbi tudományos előrelépés és a megelőző rövid időszak magas szintű tudományos eredményei egyértelműen jelzik a hazai kémiai metallurgia kutatási terület dinamizmusát és nemzetközi színvonalát. Az eredmények a Miskolci Egyetemen kialakult anyagmérnöki BSc és kohómérnöki (metallurgiai) MSc képzésben, valamint az itt eredményesen működő „Kerpely Antal” Anyagtudományok és -technológiák Doktori Iskola működésében feltétlenül hasznosulnak. A nemzetközi színvonalú kémiai metallurgiai ismeretek átadása fontos feltételét jelenti a széles körben hasznosan elhelyezkedni képes MSc és PhD fokozattal rendelkező metallurgus kohómérnökök képzésének.

 Dr. Kékesi Tamás

Kémiai metallurgiai módszerek alkalmazása néhány precipitációs és felülettechnikai rendszerben

A jelen összeállítás a szerzőnek mintegy másfél évtized alatt és a Miskolci Egyetem fémkohászattani tanszékén végzett kutatásainak egy részébe enged bepillantást, melyek között szerepeltek: a hidrometallurgiai anyagleválasztási műveleteket, oldattisztítást, kristályosítást befolyásoló oldatkémiai paraméterek elméleti és kísérleti vizsgálatai, a fémvisszanyerést célzó és újszerű eljárások kifejlesztését megalapozó laboratóriumi precipitációs kísérletek, továbbá az alumínium alapú ötvözetekre kémiai redukciós úton leválasztott amorf, nikkel-foszfor bevonatok kiépülése folyamatainak és az így nyert bevonatok tulajdonságainak részletes vizsgálatai.

1. Bevezetés

A kohászati (metallurgiai) gyártástechnikai módszerekkel és eljárásokkal már jó ideje nemcsak ércet dolgoznak fel, hanem a nagyhőmérsékletű (pirometallurgiai) és a vizes közegű (hidrometallurgiai) módszerek alkalmasan kihasználhatók a fémes és fémtartalmú hulladékok feldolgozására, újrahasznosítására, továbbá új anyagok (prekursor porok, különleges fémes, felvesztető-réteg és összetett bevonatok stb.) előállítására. Emellett a fémipari, metallurgiai tudományokban általában is, az energiatakarékos, környezettudatos és az ún. fenntartható fejlődés koncepció szerinti irányok váltak a meghatározókká. A kilencvenes években például sorozatban szerveztek nagy nemzetközi konferenciákat "The Recycling of Metals", "Clean Production Technologies" és hasonló címekkel. A vizes oldatos kémiai metallurgiai gyártástechnológiákhoz – az ásványlúgzástól a mikroelekttronikai panelek maratásáig – a korábbiaknál hatékonyabb, a környezetet kevésbé terhelő, az emberek egészségét nem veszélyezte-

tő, új és innovatív (például membrán-technikai) módszerek kidolgozása és bevezetése vált szükségessé. A Fémkohászattani Tanszéken az előző, mintegy másfél évtizedben ilyen szellemben végzett kutatásaink egyik meghatározó jellemzője volt a hagyományos nyersanyag-feldolgozási technológiákkal korábban nemzetközileg elismerten magas színvonalon foglalkozó szakmai közösség tevékenységét olyan interdiszciplináris szakterületek művelésének kezdeményezésével bővíteni, amelyek elsősorban a vizes közegű kémiai metallurgiai folyamatok hatékonyabb, illetve újszerű területeken lehetséges néhány további, elsősorban felülettechnikai alkalmazását célozták.

2. Alkalmazott kísérleti módszerek

A hidrometallurgiai oldat-rendszerek kutatásának tárgykörében célunk volt a megelőző évtizedekben egyre fokozottabb jelentőségre szert tett kloridos hidrometallurgia egyes modell oldatrendszerei fontosabb jellemzőinek (telített-oldatok szerkezete, az elektromos vezetés, a viszkozitás és a

térfogati jellemzők) sajátosságainak lehetőleg minél szélesebb koncentráció- és hőmérséklettartományba eső nagy pontosságú kísérleti meghatározása és a mért jellemzők alkalmas matematikai függvénykapcsolatok formájában történő leírása [1-3]. Ehhez a vizes oldatok sűrűségét a lehető legnagyobb pontossággal kell mérni, amihez a hetvenes-nyolcvanas években kifejlesztett rezgőkapillárisos denzimétriát nyújtott új mérés-technikai lehetőséget. Ennek célirányos alkalmazása révén lehetségessé vált a legmegbízhatóbb irodalmi közlésekkel legalább megegyező pontossággal meghatározunk a tanulmányozott sósavas-fémkloridos binér és ternér oldatrendszerek sűrűségét. A rezgőkapillárisos sűrűségmérő (Anton Paar, DMA 60/602 típus) mérőkapillárisát termosztálós folyadék hőmérsékletét is nagy érzékenységgel, Knauer gyártmányú digitális kijelzésű mérőhiddal követtük, és igyekeztünk az oldatok szerkezeti változásai (vízmolekula-koordináció, oldott tenzid molekulák rendeződése, klorokompleképződés) által kiváltott térfogati effektusokat is indikálni. Az oldatok elektromos vezetését egy váltóáramú és 1000 Hz frekvencián üzemeltetett Sullivan & Griffiths gyártmányú precíziós mérőhiddal és többféle kapillárisos vezetőképességi mérőcellát alkalmazva határoztuk meg. A viszkozitási adatokat – valamennyi oldatmintánál két-két, különböző konstrukciójú (Ubbelohde, ill. Ostwald típusú) kapilláris viszkozimétert használva – több párhuzamos mérésből határoztuk meg. Az oldatok összetételét az adott rendszerre nézve legmegbízhatóbbnak vehető gravimetriás és/vagy titrimetriás módszerekkel mértük, a törzsoldatok esetében legalább két független módszert alkalmazva. A hígított oldatokat tömeg szerinti hígítással készítettük, s ahol szükséges volt (például a vizes $MnCl_2$ oldatoknál) védőgáz (N_2) alatt dolgoztunk, hogy megakadályozzuk a Mn^{2+} ionok levegő általi nemkívánatos oxidálódását. A vegyszerek és az oldószer víz tisztasága megfelelt az ilyen jellegű precíziós vizsgálatoknál megkívántaknak.

Dr. Török Tamás habilitált egyetemi docens a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar Metallurgiai és Öntészeti Tanszékén. Előtte tizenhét évig dolgozott az egyetem fizikai-kémiai tanszékén, ill. időközben ösztöndíjas kutatóként a Kiotói Egyetem kémia tanszékén. Alkalmazott oldatkémiai (hidrometallurgia) és korróziós, majd később kémiai metallurgiai és felülettechnikai és bevonatképzési kutatási területeken elért kutatási eredményei alapján 2007-ben kapta meg az MTA doktora címet. Nemzetközi (ASM, TMS) és hazai mérnök egyesületekben (MKE, GTE, OMBKE) is aktív, 2007-től az OMBKE egyetemi osztályának helyettes elnöke. Számos külföldi kutatócsoporttal tart fenn szakmai kapcsolatot. Egyetemi oktatóként a pormetallurgia, a fémes és fémtartalmú másodnyersanyagok (hulladékok) hasznosítása és a felületkezelés/bevonatok áll. szakmai működésének homlokterében.

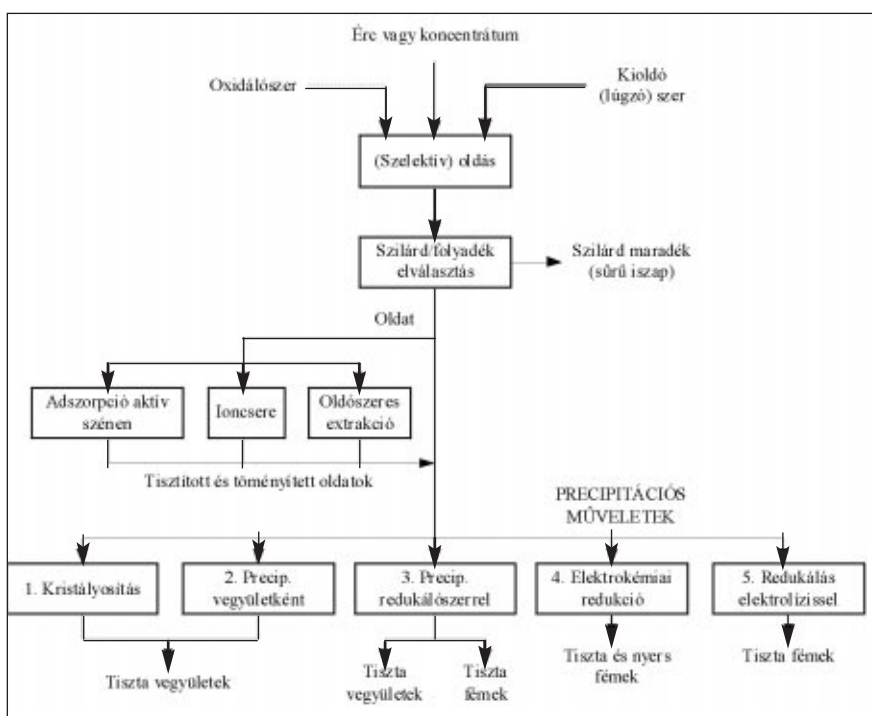
A telített, illetve túltelített oldatokból történő termékelőállítás folyamatainak vizsgálatára egy számítógéppel vezérelhető és számítógépes adatgyűjtéssel is felszerelt precipitációs reaktort építettünk, amelyben akár tömény oldatokból, akár híg technológiai hulladékokból történő leválasztási műveleteket tanulmányozni lehet az összetéti jellemzők, a hőmérséklet és a reaktor-jellemzők (keverés-intenzitás, gázeloszla-

tás stb.) függvényében. Egy-egy konkrét kísérlet-kutatási feladathoz emellett természetesen laboratóriumi kisberendezéseket (forgókorongos mintatartót és termosztált reaktoredényeket, a fizikai és elektrokémiai oldódási folyamatok kinetikai vizsgálatához; többterű diafragmás elektrolizáló cellákat; felülettisztítási és felületelőkezelési, továbbá kémiai redukciós rétegtévképzési műveletek szabályozott körülmények közötti

végzésére alkalmasan kialakított egyéb kísérleti összeállításokat) építettünk.

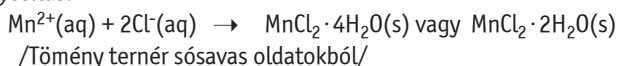
A korróziós és az elektrokémiai polarizációs méréseket ugyancsak számítógépes szoftveres vezérlő-értékelő rendszerrel el látott, magyar gyártmányú műszerekkel (Elektroflex EF 435C típusú potenciosztát, EMP IEMEAS 1.06 és XYMEAS 1.0 szoftver) végeztük. A háromelektrodás mérőcellák általában házi készítésűek voltak.

Az oldatminták kémiai elemzése a fentebb említettek mellett esetenként AAS, ICP és egyéb nagyműszeres módszerekkel történt, a szilárd minták és bevonatok vizsgálatára alkalmaztuk a pásztázó elektronmikroszkópia (SEM) és a hozzá kapcsolt, ún. mikroszondás (EDAX) elemanalitikai meghatározási módszereket, továbbá a vékonyrétegek mélység szerinti elemzésére kifejlesztett plazmagerjesztésű optikai emissziós spektrometria (GDOES) nyújtotta lehetőségeket. A vegyület-fázisok azonosítására és a nikkel-foszfor rétegek amorf-kristályos jellegének feltérképezésére a röntgendiffrakciós (XRD) módszert alkalmaztuk. Az elvégzett vizsgálatokba több PhD hallgató és néhány magyarországi és külföldi kutatóintézeti csoport is bekapcsolódott, így kedvező lehetőség nyílt egy-egy kísérlet-kutatási feladat eredményes elvégzéséhez szükséges korszerű mérés-technikai eszközök hatékony igénybevételeire is. A termodinamikai számításokhoz elsősorban az Outokumpu Oy által kifejlesztett HSC 5.1 termodinamikai adatbázist és szoftvert használtuk.

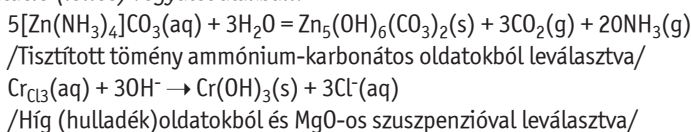


Az alábbi példák mindegyike egy-egy általunk részletesebben is vizsgált rendszerre vonatkozik:

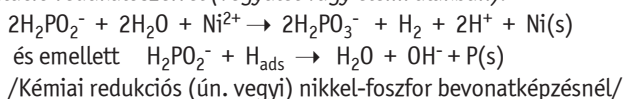
1. Kristályosítás:



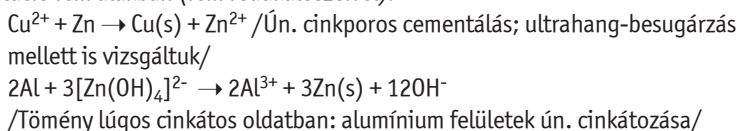
2. Precipitáció (ionos) vegyület alakban:



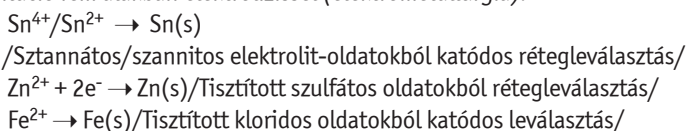
3. Precipitáció redukálószerrel (vegyület vagy elemi alakban):



4. Precipitáció fém alakban (fém redukálószerrel):



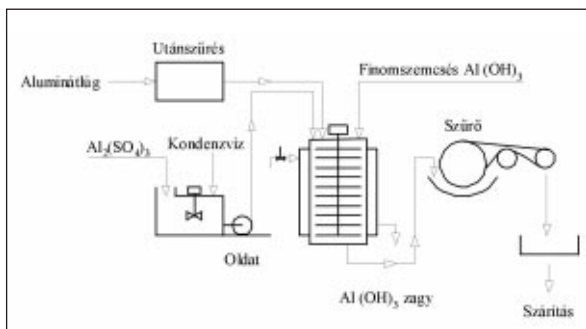
5. Precipitáció fém alakban elektrolízissel (elektrometallurgia):



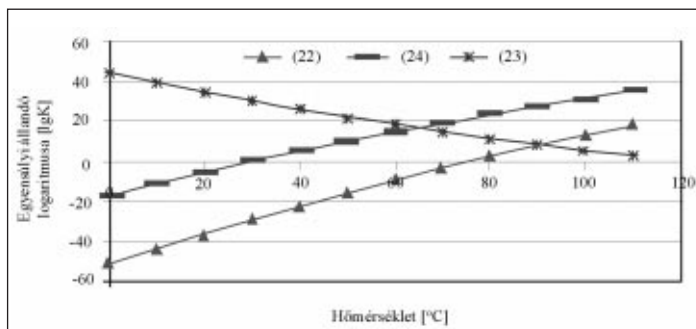
3. Fémek és fémvegyületek precipitációját oldatokból

Ércekből és esetenként a dúsított nyersanyagokból (koncentrátumokból), de akár a csekély fémtartalmú technológiai hulladékokból is, a fémeket, illetve a továbbfeldolgozásra vagy továbbfelhasználásra alkalmas vegyületeiket az alábbi vázlat szerinti precipitációs műveletek valamelyikével lehet ki- vagy visszanyerni.

Egy-egy konkrét fém/oldat rendszer esetében természetesen korlátai vannak annak, hogy milyen típusú precipitációs művelettel lehet eredményesen és gazdaságosan adott fémeket, illetve vegyületeket ki nyerni, és a későbbiekben tárgyalásra kerülő rendszerek mindegyikénél éppen olyan megoldásokat próbáltunk keresni, amelyekkel a lehető legkisebb környezetterhelés mellett és esetenként újszerű megközelítést alkalmazva végezhető el ezek a feladatok.



■ 1. ábra. A MAL Zrt. ajkai üzemében felépített precipitációs reaktorral folytatott gyártástechnológia folyamatvázlata



■ 2. ábra. Az ammóniás cink-karbonát komplexek csapadékképződésre vezető bontása az (1)22, (2)23 és (3)24 reakciók szerint a hőmérséklet függvényében

3.1. Precipitációs laboratóriumi reaktorok fejlesztése és alkalmazása

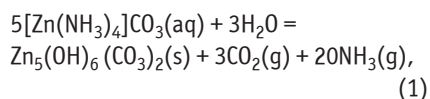
A Fémkohászati Tanszéken a MAL ZRT. megbízásából és támogatásával végzett kutatás-fejlesztési munkáink [4, 5] egyike szorosabban kapcsolódott az ajkai üzemben a közelmúltban kifejlesztett újszerű anyagleválasztási technológia szerint gyártott, különleges minőségű, ún. szuperfinom szemcsézetű $\text{Al}(\text{OH})_3$ precipitátumok néhány anyag-tulajdonságának (szemcsézet, alaki jellemzők, fajlagos felület és a folyási tulajdonságok kapcsolatának) vizsgálatához. Az üzemben sikeresen bevezetett gyártástechnológia folyamatvázlatát az 1. ábra szemlélteti.

Ebben az üzemi rendszerben az erősen lúgos (szabad NaOH -ot is tartalmazó), s az üzemi, Bayer rendszerű timföldgyártási körfolyamatból származó alumínatúg (nátrium-aluminát oldat) „megbontását”, azaz az oldhatatlan $\text{Al}(\text{OH})_3$ kristályos vegyülettermék kiejtését valójában a pH gondos szabályozásával valósítják meg, mégpedig a savasan hidrolizáló $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ vizes oldatának finoman szabályozott adagolásával.

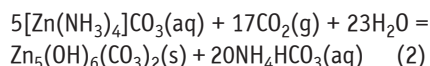
A fentebbihez hasonló technológiai adatok és egyéb fémtartalmú hulladékokat precipitációs kezelésének laboratóriumi vizsgálata céljára a közelmúltban a Metallurgiai és Öntészeti Tanszék hidrometallurgiai laboratóriumában is összeállításra került egy számítógéppel vezérelhető keverős precipitációs reaktor egy Európai Uniói nemzetközi kutatási projekt [6] keretében. A Miskolci Egyetemen belül is több tanszék együttműködésében futott kutatási projekt egyik részelemét képezte annak vizsgálata, hogy a cinktartalmú másodnyersanyagok (oxidos-hidroxidos iszapok, sovány érc [7], vagy az acélgártás cinktartalmú porai [6,8]) ammóniás ammónium-karbonátos lúgzása után nyerhe-

tő $\text{NH}_4\text{OH}/\text{NH}_4\text{HCO}_3$ -os és a cinket $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_x]\text{CO}_3$ -os formában tartalmazó oldatokból a laboratóriumi precipitációs reaktorban hogyan lehet például CO_2 gáznak vagy forró vízgőznek a bevezetésével kiejteni a cinket karbonát, ill. hidroxid-karbonát formájában [6,9]. A $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$ összetételű hidroxid-karbonát vegyületfázis termodinamikai adatait [10] használva az alábbi csapadékképződési reakciókra (1-3) számítottuk ki a feltételezett precipitációs reakcióknak a K egyensúlyi állandóit.

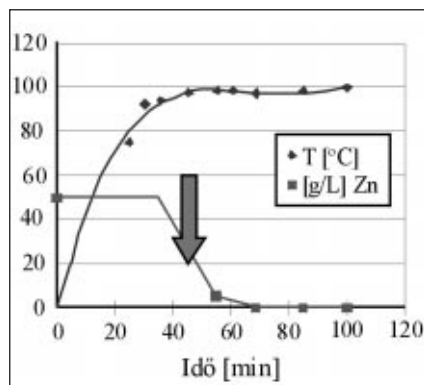
Melegítéssel megbontva a cink-komplexekeket, például valószínűsíthető az alábbi reakció:



szén-dioxid gáznak az elnyelésével történő leválasztásra pedig például a következő:

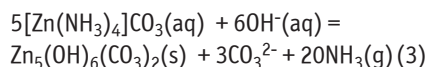


Az ammónia vizes oldatát, lévén gyenge bázis, egy erősebb lúggal, például NaOH -dal is meg lehet bontani, ami az adott rend-



■ 3. ábra. A cinkkiejtés folyamata az idő függvényében ~100 °C-os vízgőz bekeverésével [6, 9]

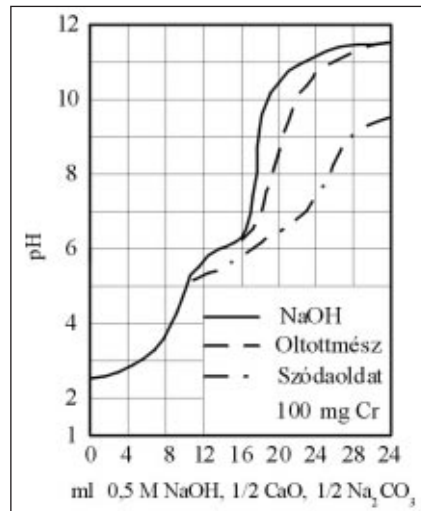
szerben például az alábbi folyamattal jellemezhető:



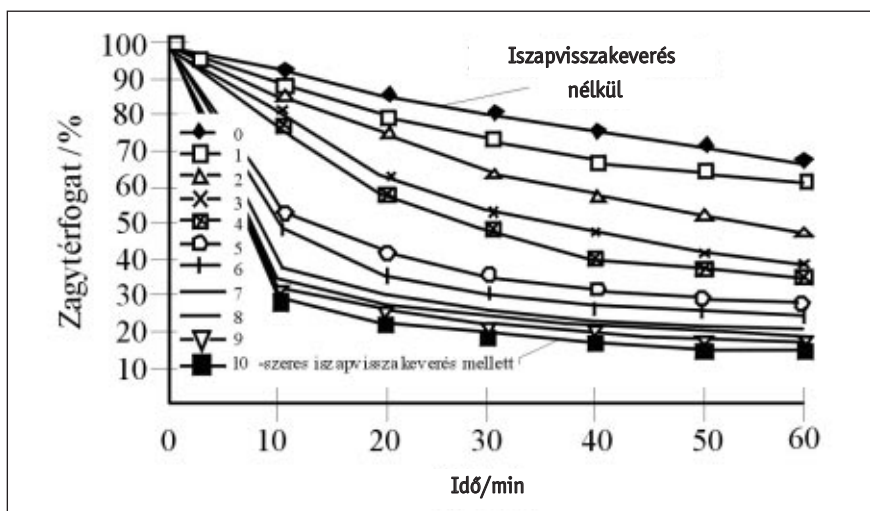
E háromféle precipitációs folyamat K egyensúlyi állandói logaritmusainak a hőmérsékletfüggése (2. ábra) alapján már megfelelő támpontokat kaptunk a laboratóriumi kísérlet-kutatási programunk összeállításához.

Az egyik alternatíva szerinti, nevezetesen a cinktartalmú oldatnak – például forró vízgőz bekeverése által – termikus kezeléssel / (1) egyenlet/ történt megbontásának időbeli lefutását a 3. ábrán láthatjuk.

Az adott rendszerre vonatkozóan elvégzett fentebbi és számos további precipitációs vizsgálattal végül igazoltuk, hogy akár a szénsavazás / (2) reakció/, akár a termikus bontás (például forró vízgőz bevezetése által) kedvezőbb és gazdaságosabb megoldás lehet a cink visszanyerésére, mivel egyik esetben sem szükséges



■ 4. ábra. Potenciometrikus titrálás savas króm(III)-szulfát oldatból [12]



■ 5. ábra. Részleges iszapvisszakeverés precipitáció hatása az ülepedésre, ZnCl_2 -os oldat NaOH -os leválasztása során

olyan újabb reagenst a Redilp projekt [6] keretében kifejlesztett teljes technológiai körfolyamatba bevinni, melynek regenerálása jelentős költségnövelő tényezőt jelentene.

3.2. Oldott fém sók hatékony leválasztása híg oldataikból

A hidrometallurgiai ipar számára meghatározó jelentőségű, de egyben környezetvédelmi szempontok miatt is nagyon fontos az, hogy az átmenetifémek és a nehézfémek legtöbbje oxidjának, illetve hidroxidjának oldhatósága kifejezetten csekély. Ezt több-célúan ki lehet használni: néhányuk előállítása (pl. alumínium, titán) is ezen alapul, de ez a tulajdonságuk a technológiai oldataik kezelésénél, tisztításánál és a hulladékoldatainak ártalmatlanításánál is előnyös lehet.

A hidroxidos leválasztás jósága az oldat-

fázis maradékion koncentrációja mellett függ a kiülepedett iszap szilárdanyag-tartalmától és konzisztenciájától is. Erős és vízben jól oldódó bázis (pl. NaOH) adagolása melletti precipitációnál (4. ábra) finoman szabályozott, például a potenciometrikus titrálásnak megfelelő körülmények között lehet a legtökéletesebben és legtisztábban leválasztani a hidroxid terméket. Amennyiben a hidroxid precipitátum ülepedését – idegen anyagok (pl. flokkuláló, illetve ülepedést segítő egyéb adalékok) bevitelével – nélkül célszerű, esetleg kifejezetten kívánatos javítani, akkor a Fémkohászati Tanszéken is kipróbált [11] részleges iszapvisszakeverés eljárás (5. ábra) kifejezetten kedvező eredményt adhat.

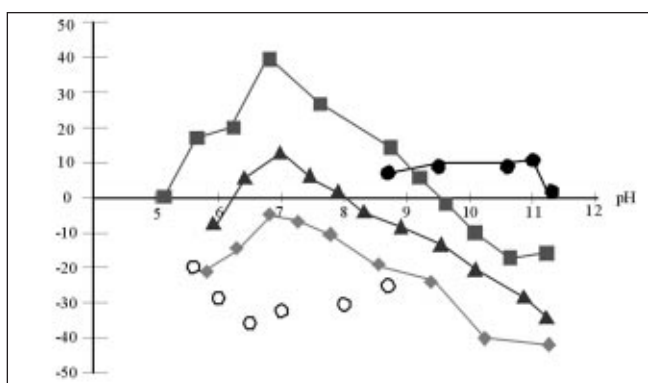
Oldattisztítási célból történő leválasztás esetén emellett esetenként az is kifejezetten előnyös lehet, ha a hidroxidionokat szolgáltató reagens maga is egy rosszul ol-

dódó bázis, például magnézium-hidroxid, amelyet elvileg akár magnézium-oxid formában is lehet adagolni a rendszerhez. A csekély oldhatóságú átmenetifém- és nehézfém-oxidok/hidroxidok vizes közegű határfelületi és elektrokinetikai viselkedésével szemben az oldatlan $\text{MgO}/\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$ -ot is tartalmazó vizes szuszpenziókban a MgO szemcsék felületi töltése ugyanis még az erősen lúgos (8,5 ... 11,2) pH tartományban is kissé pozitív (6. ábra).

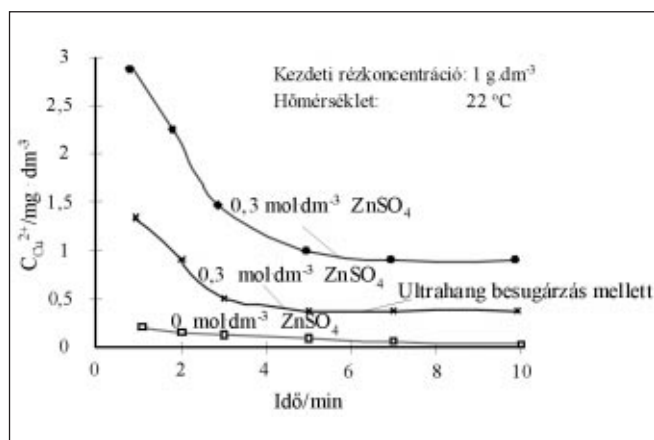
A 6. ábrán egy jellemző példaként feltüntetett hidroxidos réz precipitátumok zeta-potenciálja ugyanebben a pH tartományban már egyértelműen inkább negatív. Ezeknek a lézérfény-szórásos ELS (electrophoretic light scattering) zeta-potenciál méréseknek [13] az eredményei megerősítették azt a feltételezést, miszerint a MgO -ot is még feleslegben tartalmazó átmenetifém-, illetve nehézfém-hidroxidos precipitátumok kiválási mechanizmusa egyik fontos lépése az ellentétes felületi töltésű szemcsék heteroaggregálódása. A heteroaggregálódási mechanizmus érvényre jutása esetén pedig gyorsabban ülepedő, jobban tömörödő és könnyebben szűrhető precipitátumot kapunk.

3.3. Oldattisztítás cinkporos kontaktredukciós precipitációval

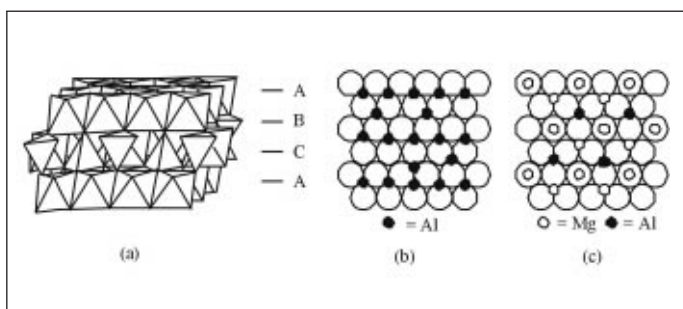
A hidrometallurgiai műveletek között viszonylag gyakran alkalmazott kontaktredukciós precipitációs (ún. cementálás) folyamatában az összetett, többlépéses heterogén kémiai reakciók transzport folyamatokkal kapcsolatosan játszódnak le. A cementációs reakció legelején, az elektronegatívabb (cementáló) fém szabad és aktív felü-



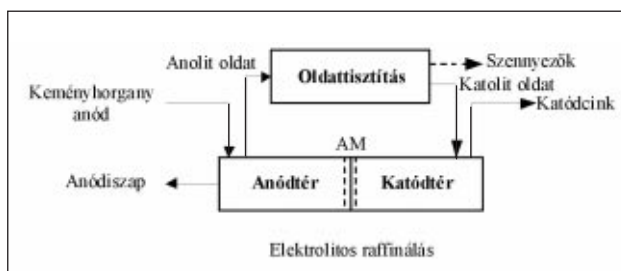
■ 6. ábra. A zeta-potenciál változása a pH-val tiszta vizes MgO szuszpenziókban (•), valamint kiindulásakor változó mennyiségű CuCl_2 -ot ($c = 0,02(○); 0,05(◊); 0,1(\Delta);$ és 2 mmol/dm^3 (■) tartalmazó és NaOH -dal különböző pH-ra beállított rendszerekben



■ 7. ábra. Rézszennyezés csökkentése cinkporos kontaktredukciós precipitációval cink-szulfátos oldatokban



■ 8. ábra. Az oktaéderez és tetraéderez poliéderek váltakozó rétegei a spinellekben (a MgAl_2O_4 példáján szemléltetve)



■ 9. ábra. A keményhorgany fémes cinktartalmának visszanyerésére kifejlesztett, anioncserélő membránnal (AM) elválasztott kettérű elektrolizáló cella működésének folyamatvázlata

letén lejátszódó elektronátlépéses redox folyamat mechanizmusát és kinetikáját már sokan (például [14–17]) tanulmányozták. Nyilvánvaló, hogy a minél nagyobb és a cementálási folyamat előrehaladásával továbbra is rendelkezésre álló szabad és aktív anódos fémfelület biztosítása az egyik kulcs eleme a kontakt-redukciós precipitációs folyamat hatékony és a későbbiekben is gyors előrehaladásának. Emellett még a cementálással tisztított oldat maradék fémion-tartalmának kiemelten nagy a gyakorlati jelentősége. Laboratóriumi cinkporos cementálási kísérleteink során mindkét fentebbi jellemzőt (folyamatparamétert) kedvezően tudtuk befolyásolni azzal, hogyha a szakaszosan üzemeltetett és mechanikusan kevert cementáló reaktor terét a precipitációs folyamat közben ultrahanggal is besugároztuk (7. ábra).

A kísérletek során egy ultrahangos (20 kHz) vízfürdőbe helyezett laboratóriumi üvegcellába töltött, kis mennyiségű (1 g/dm^3) réz-szulfáttal szennyezett vizes ZnSO_4 oldathoz – mindig azonos mennyiségben – adagoltunk cinkport (kiindulási szemcseméret: $\sim 2\ldots 8 \text{ }\mu\text{m}$), melyet mechanikus keveréssel tartottunk szuszpendálva. Az ultrahang-generátor által keltett nagyfrekvenciás rezgések és az ezzel kapcsolatosan fellépő kavitációs effektusok az oldatfázis, illetve szuszpenzió járulékos mozgatóján (egyfajta homogenizálás, lokális keverés-intenzifikálás, de-agglomeráció) túlmenően, feltehetően a szilárd cink szemcsék felületének folyamatos megújításához is hozzájárultak (pl. a laza hidrolízis-termékek eltávolítása által), és végül ezeknek a hatásoknak az eredője a 7. ábrán szemléltetett kedvező eredmény.

4. Elektrometallurgiai módszerek környezettechnikai célú fejlesztése

Maga a vas- és acélgártás, továbbá a vas-alapú ötvözetek továbbfeldolgozása, például megfelelő felülettechnikai módszerek-

kel (vákuumgőzölés, katódporlasztás, tűzhorganyzás, passziválás, galvanizálás, szerves filmekkel bevonás stb.) történő kikészítése, mind-mind kapcsolódik olyan kémiai metallurgiai folyamatokhoz és anyag-átalakulásokhoz, melyek környezeti hatásaival is feltétlenül számolni kell. Az alábbi három kutatási munka mindegyike ilyen jellegű probléma megoldására keresett választ.

4.1. Cinktartalmú acélhulladékok újrahasznosításának vizsgálata

Az acélhulladék betétből dolgozó elektroacélművek egyik, mind a mai napig nem teljesen megoldott problémája az elektroacélgártás szállóporának általában nagy (15–25%) cinktartalma, amely esetenként nem elhanyagolható mennyiségű ólom- és kadmiumtartalommal is párosulhat. A betét cinktartalmának legnagyobb részét a horganyzott acélhulladék a forrása. Ilyen típusú acélhulladék napjainkban például egyre nagyobb mennyiségben keletkezik a bontásra kerülő gépkocsik horganyzott acéllemez elemeiből [18]. Többen javasolták [19] a horganyzott acélhulladékok elektroacélgári visszajáratás előtti cinktelenítését és ezzel párhuzamosan a cink visszanyerését, de ez a megközelítés egyelőre még nem jutott el a sikeres ipari megvalósításig.

Az acélhulladékból dolgozó elektroacélművek kibocsátott porát ugyanakkor mindenképpen kezelni kell, és a szóbajöhethető hidrometallurgiai módszerek közül pár évvel ezelőtt a tanszéki laboratóriumban az ammónium-kloridos lúgzáson és elektroлитikus fémkinyerésen alapuló eljárás optimális paramétereinek meghatározására irányuló kísérleteket is végeztünk [20,21]. Az adott hulladékpör mintára vonatkozóan megállapítottuk, hogy forró ($\sim 65 \text{ }^\circ\text{C}$) ammónium-kloridos lúgzással mintegy fél-egy óra alatt kioldható volt az ívkemencepor

szabad cink-oxid tartalma, ugyanakkor a kötött cink (elsősorban a cink-ferritek) – a szállópor pirometallurgiai előkezelése [22,23] nélkül – ezzel a módszerrel sem volt feltárható. A cink-ferritek ugyanis spinell szerkezetű és meglehetősen stabilis kettős oxidok, melyekben az oxigénionok – szoros illeszkedésű kockarács szerint – alkotják a szerkezet erős „vázát”. Ha ebben a rácsban a tetraéderez szimmetriájú intersticiális helyek egynegyedét például 'A', míg az oktaéderezek felét 'B' kationok foglalják el, akkor e vegyület sztöchiometriai összetétele AB_2O_4 , melynek a szerkezetét a legközismertebb MgAl_2O_4 példáján a 8. ábra szemlélteti [24].

Az ugyanilyen szerkezetű cink-ferritek (ZnFe_2O_4) [25] a cink-, illetve a vas(II,III)-ionokra szelektív oldószerekben nagyon nehezen tárthatók fel [26–28], ezért szükséges további kutatásokat folytatni abban az irányban, hogy például az ötvözetlen szénacélt előállító ívkemencés acélgártás szállóporának a szokásos hidrometallurgiai (szelektív kioldáson alapuló) feldolgozása [6] utáni maradvány (zömében magnetit és cinkferrit) milyen kezelések után tehető alkalmassá újrafelhasználásra például a környezetvédelmi vagy a felülettechnikai iparban [29–33].

4.2. Tűzhorganyzói alsósalak feldolgozása elektrolitós raffinálással membráncellában

Amennyiben a cinktartalmú hulladékok (salakok, iszapok, porok) oxidos formában tartalmazzák a cinket, akkor a szokásos hidrometallurgiai feldolgozások általában kénsavas oldással kezdődik [34, 35]. A tűzhorganyzói ún. alsósalak viszont olyan kevert fémes hulladékanyag, amelyet érdemesnek tartottunk egyfajta fémtisztítási módszerrel, nevezetesen az elektrokémiai raffinálással, nagytisztaságú cinkké feldolgozni [36].

A tanszéki laboratóriumban vizsgált tűzihorganyzói keménycink minta összesen mintegy ~95%-os cinktartalmú volt (főbb szennyezői: 1,28% Al, 3,92% Fe, 0,041% Mn, 0,04% Cu, 0,015% Pb, <0,003% Cd, 0,01% Ni, <0,001% Co) [36], és az ebből öntött anódból olyan mennyiségben kerülhetne az elektrolitba szennyező elem, hogy a közismerten [37,38] rendkívül tiszta elektrolit-oldatot igénylő cinkelektrolízis szulfátos oldatát a mi esetünkben is mindenképpen tisztítani tartottuk szükségesnek (egy kiegészítő oldatkezelési ciklusban), hogy megfelelő tisztaságú (ún. HSG 'Special High Grade' minőségű) katód-cinket állíthassunk elő. Ehhez a katódteret egy alkalmasan kiválasztott anioncserélő membránnal (Ionac Sybron MA 3475) különítettük el (9. ábra) [36, 39, 40].

Az enyhén kénsavas (pH = 4-5) cink-szulfátos, tisztított és adalékotlan elektrolitban és a szobahőmérséklethez közeli (~30 °C) hőmérsékleten a keménycink-hulladékból öntött anódnak az intermetallikus vegyületfázisokban (zömében FeZn_7 formában) [41,42] nem kötött cink-tartalma, az alkalmazott 100-150 A/m²-es katódos áramsűrűség tartományban dolgozva, szelektíven oldatba vihető volt (10/a-b. ábra), miközben az intermetallikus vegyületfázist alkotó kristályok az anódról leperegve az anódiszapba kerültek. Az anódiszap feldolgozására pedig a kénsavas oldás és oldattisztítás utáni oldat-visszaforgatást javasoltuk, melynek révén a cink csaknem veszteségmentes visszanyerése is megvalósítható.

Az anolit tisztítására általunk kidolgozott eljárás [41] műveletei részben a cink-tartalmú oldatok hidrometallurgiai feldolgozásánál is használt, ismert és bevált precipitációs és cementációs oldattisztítási műveletek ésszerű kombinációján alapulnak, ami egyben annak is egyik biztosítéka, hogy az elsődleges (oldhatatlan anóddal dolgozó) cinkelektrolízis fajlagos energiaszükségletének töredékével üzemeltethető raffináló cella eme járulékos költsége nagy valószínűséggel nem veszélyeztetheti a kidolgozott eljárás gazdaságosságát.

4.3. Sósavas használt pácoldatok regenerálása elektrolízissel

A hengerléssel és húzással alakított ötvözetlen, és kicsiny karbontartalmú acéltermékek oxidmentesítésére a vizes oldatos, ásványi savas kezelési módszereket (ún.

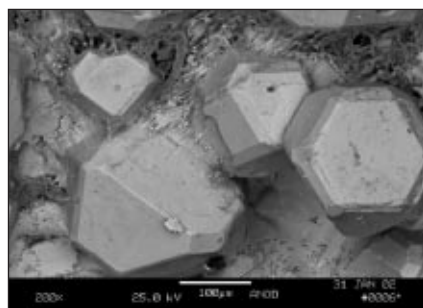
savas pácolást) a világban mindenhol használják [43, 44]. Általánosan elfogadott nézet, hogy a meleg kénsavas pácolással szemben, tisztább és fényesebb felület nyerhető a sósavas pácolással. Ezt a felület-tisztítási módszert a tűzihorganyzó ipar is előszeretettel használja. A használt páclevek maradék savtartalmának a visszanyerésére számos eljárás ismert [45], de a használt fürdők savtartalmának a szobahőmérséklethez közeli hőmérsékleten lehetséges regenerálása – különösen a felhasználás helyszínén (in situ) – általában csak kevés helyen megoldott. Erre a feladatra alkalmas berendezés ugyanakkor akár a nagy kohászati feldolgozó üzemek (például meleg- és hideghengerművek), akár a kisebb méretű és többnyire „szétszórtan” települt tűzihorganyzók számára is előnyösen kihasználható és a nagyhőmérsékleten működő (pirohidrolitikus) eljárásokkal szemben is versenyképes lehet.

Az utóbbi évek egyik tanszéki kutatási programja kifejezetten ezzel a problémakörrel foglalkozott [46-48], és több lehetséges változat közül legrészletesebben a sósavas használt páclevek regenerálására fejlesztettünk ki – laboratóriumi körülmények között – egy újszerű, elektrolízisen alapuló eljárást.

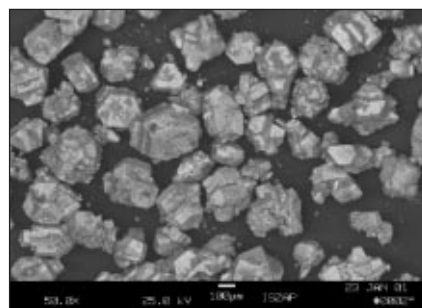
A zömében vas(II)-kloridot, illetve az elhasznált kénsavas pácok esetében vas(II)-szulfátot tartalmazó vizes oldatokból a HCl-ot, illetve a H_2SO_4 -ot elektrolízissel regeneráló eljárások közül a [43] IPPC referencia dokumentumban csak arra utaló megjegyzés volt található, hogy a sósavas páclevek elektrolízisének a klórfejlődés lehetőségével számolni kell az anódon. Ezt a veszélyt viszont kiküszöbölhetjük, ha egy alkalmasan összeállított hidrogén anóddal ellátott és egy

anioncserélő membránnal osztott terű cellában dolgozunk, és ha a katódterbe adagolt –, de előtte megfelelően előtisztított – használt sósavas vas-kloridos oldat pH-ját a vasleválasztás szempontjából kedvező (pH = 1 körüli) értéken tudjuk tartani. Ehhez szükség volt egy olyan anioncserélő membrán kiválasztására [49] és a tanszéken összeállított cellában történő kipróbálására, amelynek a lehető legkisebb a H^+ ion-átbocsátó képessége („szivárgása”) a katód irányába. Az adott célra szánt hidrogénanód, illetve annak egyes elemei ma már beszerezhetők [50], melyből egyik volt PhD hallgatóm [51] egy laboratóriumi kísérleti berendezést is összeállított. Ezt követően a Metallurgiai és Öntészeti Tanszék felülettechnikai laboratóriumában továbbfejlesztett, számítógépes /EMP IEMEAS 1.06 és XYMEAS 1.0 szoftveres [52]/ vezérléssel és adatgyűjtéssel ellátott Elektroflex EF 435C típusú potenciosztáttal célirányosan elvégzett potenciodinamikus és galvanosztatikus polarizációs mérésekkel meghatároztuk [46-48] az ioncserés módszerrel előtisztított (cinktelenített) használt sósavas és vas-kloridos oldatok azon kritikus koncentráció-tartományait (az anódtérben: $\text{CFe} \approx 140 \rightarrow 80 \text{ g/dm}^3$; a katódtérben: $\text{CHCl} \approx 0,05 \rightarrow 3,3 \text{ mol/dm}^3$), amelyeket az elektrolízis közben fenntartva, az anódtérből nyerhető olyan közepes erősségű sósavas oldat, amely a pácoló kádakba visszatáplálható. A laboratóriumi körülmények között kidolgozott eljárásunk iránt több magyarországi kis- és közepes vállalkozás is érdeklődést mutatott, és a jövőben tervezzük egy hazai innovációs, esetleg európai uniós kutatási-fejlesztési projekt keretében a prototípus berendezés elkészítését.

Folytatás a 2007/6. számban.



■ 10/a. ábra. Az elektrolitos raffinálás során szelektíven oldódó anód SEM felvétele. ($\text{C}(\text{Zn}^{2+}) = 100 \text{ g/dm}^3$, $T = 30^\circ\text{C}$, $j_c = 150 \text{ A/m}^2$, elektród-távolság = 30 mm)



■ 10/b. ábra. Az anódiszapba került intermetallikus vegyületfázisok kristályai. (Pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) felvétel, (N = 50x))

- [1] TÖRÖK, T.I.: Ternér sósavas fém-klorid oldatok oldatkémiai sajátosságai és kapcsolatuk a kloridos hidrometallurgiával, Kandidátusi értekezés, Miskolc, 1989.
- [2] TÖRÖK, T.I. – RARD, J.A. – MILLER, D. G.: Viscosities, Electrolytic Conductivities, and Volumetric Properties of HCl-MCl_x-H₂O as a Function of Temperature up to High Molal Ionic Strengths, Fluid Phase Equilibria, 88, (1993) pp. 263-275.
- [3] TÖRÖK, T.I.: Basic hydrometallurgical properties of aqueous solutions of MnCl₂ with HCl: solubilities, volumetric data and viscosities, Acta Metallurgica Slovaca 2, 1996, 1, pp.53-60.
- [4] TÖRÖK, T.I.: Recent research activities of non-ferrous metallurgy at University of Miskolc, BHM 151 (1) (2006) pp.33-36.
- [5] TÖRÖK, T.I. – KÉKESI, T. – FERENCZI, T. – LENGYEL, A. – FECSKE, Z. AND HÉBERGER K.: A Bayer-eljárás egyes folyamatainak és termékeinek a korszerűsítése, A MeAKKK Első Tudományos Szeminárium, Miskolc, 2003. június 11. Mechanika, Anyagtudomány, Publications of the University of Miskolc, special issue, 1 (2003) 57-69
- [6] Recycling of EAF Dusts by an Integrated Leach-Grinding Process (REDILP), EU FP6 CRAFT-Project COOP-CT-2004-508714, (2004-2006).
- [7] WENDT, W.J.: Ammonia; Ammonium Carbonate Leaching of Low Grade Zinc Ores, Engineering and Mining Journal 154(9), (1953) pp.84-90.
- [8] DREISINGER, D.B. – PETERS E. – MORGAN G.: The hydrometallurgical treatment of carbon steel electric arc furnace dusts by the UBC-Chaparral process, Hydrometallurgy, 25 (1990), pp.137-152.
- [9] VARGA, T.: Experimental investigation of Zn precipitation unit in REDILP process (A Zn-precipitációs lépcső kísérleti vizsgálata a REDILP eljáráshoz kapcsolódóan), Diplomamunka, Miskolci Egyetem, 2006.
- [10] HSC Chemistry 5.0, A. Roine, Outokumpu Research Oy (2002)
- [11] ENYEDI, Á. – TÖRÖK, T.I.: Reclamation of transition metals from industrial effluents. microCAD '97 Nemzetközi Számítástechnikai Tud. Konf., Miskolc, 1997. febr. 26-27. Publ. Univ. of Miskolc, Sect.B: Metallurgy pp.99-102.
- [12] HARTINGER, L.: Handbook of Effluent Treatment and Recycling for the Finishing Industry, 2nd ed., ASM Int. and Finishing Publ. Ltd, Trowbridge, UK (1994) p.158.
- [13] ŠKVARLA, J. – DUROVE, M. – TÖRÖK, T.I. – LAKATOS, J. – BOKÁNYI, L.: Adsorption of heavy metals on magnesite 9th International Mining Conference, Slovakia, September 2-5, 1997. Section 4: Ecotechnology and Mineralurgy, pp.75-79.
- [14] AGRAWAL, R.D.: Cementation – a critical review, J. Mines, Metals & Fuels, March 1988, pp. 138-144.
- [15] POWER, G.P. – RITCHIE, J.M.: A Contribution to the Theory of Cementation (Metal Displacement) Reactions, Aust. J. Chem., 29, 1976, pp. 699-709.
- [16] PUWADA, G. – TRAN, T.: The cementation of Ag(I) ions from sodium chloride solutions onto a rotating copper disc, Hydrometallurgy 37, 1995, pp. 193-206.
- [17] ANGELIDIS, T. – FYTIANOS, K. – VASILIKIOTIS G.: Lead Recovery from Aqueous Solutions and Wastewater by Cementation Utilizing an Iron Rotating Disc, Resources, Conservation and Recycling 2, 1989, pp. 131-138.
- [18] BURÓ, B. – TASZNER, Z. – TÖRÖK T.: Experimental results tackling the tramp element problem in steelmaking, Waste-Secondary Raw Materials III 3rd. Int.Conf., June 20-22, 2006. Strbske Pleso, Slovakia, Acta Metallurgica Slovaca, 1/2006, Special Issue, 12, pp.51-59.
- [19] TEE, J.K.S. – FRAY, D.J.: Removing Impurities from Steel Scrap Using Air and Chlorine Mixtures. JOM, 51(8), 1999. pp.24-27.
- [20] BECZE, L.: Acélgégyártó ívkemence szállólóporának újrahasznosítása, illetve cink tartalmának kinyerése. Diplomatervezet dolgozat, ME Fémkohászattani Tanszék, 1999.
BECZE L.: Cink hidrometallurgiai kinyerése acélgégyártó ívkemence szállólóporából Doktoranduszok Fóruma, ME 1999. november 4-5.
- [21] TÖRÖK, T. I.: Hydrometallurgical winning of zinc from EAF (Electric Arc Furnace) dust. Scientific Meeting, Materials Processing Department, NIRE (National Institute for Resources and Environment), Tsukuba, Japan, 12 July, 1999.
- [22] FERENCZI, T. – ENYEDI, Á. – BECZE, L. – TÖRÖK, T.I. – ROZINYÁK, J.: Recycling possibilities of zinc containing electric arc furnace dust, Acta Metallurgica Slovaca, 7, 2001, (21-26)
- [23] ZSADÁNYI, N. – KÉKESI, T. – FERENCZI, T. – BECZE, L. – TÖRÖK, T.: Alternative processing routes to treat zinc-containing EAF dusts, microCAD Int. Sci. Conference 6-7 March, 2003. Miskolci Egyetem, Proc. Section C: Metallurgy pp.65-72.
- [24] PERRALES-PEREZ, O. – TOHJI, K. – UMETSU, Y.: Theory and practice of the removal of heavy-metal ions by their precipitation as ferrite-type compounds from aqueous solution at ambient temperature, Metallurgical Review of MMIJ 17(2) 2001 pp.137-179.
- [25] MOHAI, I. – SZÉPVÖLGYI, J. – BERTÓTI, I. – MOHAI, M. – GUBICZA, J. – UNGÁR, T.: Thermal plasma synthesis of zinc ferrite nanopowders, Solid State Ionics 141-142 (2001) pp.163-168.
- [26] ELGERSMA, F.: Integrated Hydrometallurgical Jarosite Treatment, PhD Thesis, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, 1992. p.288.
- [27] XIA, D.K. – PICKLES, C.A.: Technical note: Kinetics of zinc ferrite leaching in caustic media in the deceleratory period, Minerals Engineering, 12(6), 1999. pp. 693-700.
- [28] LECLERC, N. – MEUX, E. – LECUIRE, J. M.: Hydrometallurgical extraction of zinc from zinc ferrite; Hydrometallurgy, 70(1-3), 2003. pp.175-183.
- [29] HENCL, V. – MUCHA, P. – ORLIKOVA, P. – LESKOVA, D.: Utilization of ferrites for water treatment, Wat. Res., 29 (1995) pp.383-385.
- [30] MEHTA, R.K. – YANG, K. – MISRA, M.: Mixed waste ferrite as a novel sorbent for carbon dioxide derived from flue gases, J. Mater. Sci., 31(7). 1996. pp.1873-1877.
- [31] SILVA, M.C. – ESPINOSA, D.C. – TENÓRIO, J.A.S. – BERGMANN, C.P. – BERNARDES, A.M.: Characterisation of EAF dusts aiming its incorporation in ceramic materials, REWAS '04, Madrid, Conference Proceedings, Vol.III. pp.2762-2768.
- [32] ABU AYANA, Y.M. – EL-SAWY, S.M. –

- SALAH, S.H.: Zinc-ferrite pigments for corrosion protection, *Anti-Corrosion Methods and Materials* 44(69), (1997) pp.381-388.
- [33] BOKÁNYI, L. – LAKATOS, J. – BÖHM, J. – TÖRÖK, T.I.: Do we need to decompose zinc ferrites of the EAF dusts? *Proceedings EMC2007, European Metallurgical Conference, June 11-14, 2007 Düsseldorf, Vol.3*, pp.1255-1266.
- [34] RENT, ST. – SASARAN, N.: Processing of recyclable zinc bearing metallurgical wastes, *International Conference on the Recycling and Treatment of Metal Secondary Raw Materials, Podbanské, Slovakia, 8-10 May, 1996. Proceedings*, pp.107-112.
- [35] JANDOVÁ, J. – DVORÁK, P. – VU, H.: Recycling of hot dip galvanizing ash, *Proc. of the International Symposium on Lead and Zinc Processing, Kyoto, Japan, October 17-19, 2005*, pp.1289-1297.
- [36] BECZE, L. – TÖRÖK, T. I.: Electrorefining of zinc from zinc bottom dross in anion-exchange membrane cell, *Acta Metallurgica Slovaca*, 4, Special Issue 4/2001, pp.29-36.
- [37] DR. HORVÁTH, Z.: A cink kohászata, *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 1961. pp.325-341.
- [38] PÁSZTOR, G. – SZEPESSY, A. – KÉKESI, T.: Színesfémek metallurgiája, *Tan- könyvkiadó, Budapest*, 1990. pp.410-418.
- [39] BECZE, L. – DR. TÖRÖK, T. I. – DR. KÉKESI, T. – TÖRÖK, P. – FERENCZI, T.: Eljárás cink visszanyerésére elektrolit- os raffinálással tűzhorganyzáskor keletkező keményhorganyból és felső salakból. 2001. november 19., P 01 05008 (szabadalmi bejelentés)
- [40] BECZE, L. – TÖRÖK, T.I.: Novel electrolytic method for treating zinc bottom dross. *ERZMETALL*, 11/2002, pp. 606-611.
- [41] BECZE, L. – TÖRÖK, T.I.: A novel application of electrorefining in a membrane cell to reclaim zinc from the bottom dross of hot dip galvanization. 2003 TMS Annual Meeting & Exhibition, *Yazawa International Symposium on Metallurgical and Materials Processing: Principles and Technologies, Volume 3: Aqueous and Electrochemical Processing, March 2-6, 2003, San Diego, California, USA*, pp. 387-395.
- [42] BECZE, L. – TÖRÖK, T. I.: Vas-cink ötvözetfázisok (intermetallikus vegyületek) a tűzhorganyzott acélszerkezetek felületén. *Tűzhorganyzás, II. évf. 3. szám, 2003. szept.* pp.4-7.
- [43] Best Available Techniques in the Ferrous Metals Processing Industry, *IPPC Reference Document, European Commission, December, 2001.*
- [44] Vasfém feldolgozás. Integrált Szennyezés-megelőzés és Csökkentés (IPPC). Referencia dokumentum az elérhető legjobb technikákról – tömörítvény a hazai sajátosságok figyelembe vételével, Szerk.: Dr. Parti M., Babcsányi I., KvM, Budapest, 2003.
- [45] Free Acid Reclamation, D.5.9. fejezet, *Best Available Techniques in the Ferrous Metals Processing Industry, IPPC Reference Document, European Commission, December, 2001.* pp. 437-440.
- [46] CSICSOVSZKI, G. – KÉKESI, T. – TÖRÖK, T. I.: Ion-exchange membrane techniques for the regeneration of industrial process solutions, *Acta Metallurgica Slovaca*, 2/2004. pp.51-59.
- [47] CSICSOVSZKI, G. – KÉKESI, T. – TÖRÖK, T. I.: Selective recovery of Zn and Fe from spent pickling solutions by the combination of anion exchange and membrane electrowinning, *Hydrometallurgy*, 77(1-2), (2005) pp.19-28.
- [48] CSICSOVSZKI, G. – KÉKESI, T. – TÖRÖK, T. I.: A clean method applying anion-exchange separation and membrane electrolysis to regenerate Fe-Zn-HCl spent pickling liquors, *EPD Congress 2006, Proceedings of TMS 2006 Annual Meeting, San Antonio, USA*, pp.427-436.
- [49] DR. PATRICH, A.: Szóbeli közlés, konzultáció. PCA-Polymerchemie Altmeier GmbH und PCCell GmbH – www.pca-gmbh.com – Heusweiler, Deutschland
- [50] ALEXANDER, P.: Szóbeli közlés, konzultáció. De Nora Deutschland GmbH (E-TEK Division) – www.denora.de & www.etek-inc.com – Rodenbach/Germany.
- [51] CSICSOVSZKI, G.: Anioncserével kombinált membrános elektrolízisen alapuló eljárás kimerült sósavas tűzhorganyzói páclevék regenerálására, PhD értekezés, *Miskolci Egyetem*, 2006.
- [52] KERNER, ZS. – PAJKOSSY, T.: EMP IEMAS 1.06 és XYMEAS 1.0 szoftverek., *Budapest, 2000. szeptember*, MTA KFKI

■ SZERVEZETI HÍREK

A Fémszövetség taggyűlése Kőbányán

2007. június 19-én a Fe-Ferrum Kft. kőbányai székhelyén tartotta éves taggyűlését a Fémszövetség. Vincze Gábor elnök köszöntötte a megjelenteket, rövid tájékoztatást adott a tavaszi selmezbányai tanulmányútról, amelyet szakmailag hasznosnak ítélt. A 2007. évi munkaterv és költségvetés elfogadása után Hajnal János, a vendéglátó cég kereskedelmi igazgatója tartott áttekintő-összefoglaló előadást az amortizálódott gépkocsik újrahasznosításáról. Jelenleg két koordi-

náló szervezet (Gépjárműbontók Országos Egyesülete és a CAR-REC), számos újrahasznosító cég és számtalan illegális vállalkozás végzi az évi 150-180 ezer gépkocsi feldolgozását. Kb. negyvenezer import kocsit is érkezik évente. A jogszabályok csűrése-csavarása (ideiglenes kivonás, átmeneti kivonás 10 évre), a fiktív adásvételi szerződések mind-mind csökkentik a legális feldolgozás esélyeit. Jelenleg a teljes éves mennyiség mintegy 30%-át dolgozzák fel legálisan 10 Ft/kg átlag-

áron. A beszámolót vita követte a résztvevők tapasztalatainak összevetésével.

A következő napirendi pont keretében Farkas József vezérigazgató (Észak-magyarországi MÉH) az akkumulátor begyűjtés és határon túli újrahasznosítás kérdéséről adott tájékoztatást. Évi 16-21 et akkumulátort viszünk ki Szlovéniába, Ausztriába és Csehországba. Ez több mint 100%-os újrahasznosítási határfok, ugyan- is a termékdíj miatti magasabb átvételi ár következményeként külföldről tetemes

menyiségű használt akkumulátor kerül be az országba zömében „kiskocsis” behozatallal. Jelenleg két közhasznú és egy egyéni mentességet biztosító társaság működik ezen a területen. Gondot jelent, hogy a 30 Ft/kg begyűjtői díjjal 112 Ft/kg-os termékdíj áll szemben.

Jelenleg a vekerdi újrahaznosító üzem létesítésének előkészítése folyik, ennek 23-28 et/év lesz a kapacitása (!?). Kihaszználása azonban hosszú távon kétséges.

Ezt követően Bakos Balázs ügyvezető mutatta be az 1994-ben alapított Ferrum Kft.-t, amely 2004-től önálló családi cég 30 fő állományi létszámmal és 2,5 Mrd Ft-os éves forgalommal, ami

mintegy 1 000 t vas- és 1 500 t színesfém hulladék mozgatását, részbeni előkészítését jelenti. Nyolc teherautó, három rakodógép, valamint egy-egy futódaru és öntvény-törő torony képezi a gépi állományt. Saját gépjárműbontóval, egy csepele és egy dunaújvárosi e-hulladék teleppel, Dorogon pedig fémdaraboló teleppel rendelkeznek. A cég bemutatását követő-



en a résztvevők látogatást tettek a telephelyen (1. kép).

Szabályár Péter

MŰSZAKI-GAZDASÁGI HÍREK

Újból fókuszban a recski ércbányászat

2006 februárjában még arról írt a Világgazdaság (2006. február 23.), hogy a recski ércbányászat megindítása reménytelen. A vízzel elárasztott aknák eddig megismert műre való ércvagyonra 20 évig fedezhetné Magyarország teljes réz- és cinkszükségletét. Az érc réztartalma 2,2%, cinktartalma 5%.

A termelés beindításához szükséges beruházás (bánya és ércelőkészítő üzem) költsége meghaladná a 60 Mrd Ft-ot, mely 3600 USD/t rézár felett 10 termelő éven belül térülne meg. A beruházáshoz a bankok a hitelnyújtást ahhoz a feltételhez kötik, hogy még további pontosító geológiai kutatásokat kell végezni. Ezen munkákhoz azonban víztelepíteni és szállítógépekkel ellátni kellene az 1200 m mély aknákat. Ez önmagában 5 Mrd Ft-os költséget jelentene, melynek kockázatát a befektetők eddig nem vállalták.

Az MVM Zrt. megbízásából 2004-ben dr. Gagyai Pálffy András okl. bányamérnök megvalósíthatósági előtanulmányt készített, melyben bemutatta, hogy a recski aknák felhasználásával létre lehet hozni egy igen gazdaságos, a környezetvédelmi követelményeknek megfelelő, és a hazai igényeket kielégítő 350 MVA teljesítményű, félpercen belül indítható szivattyús tározós erőművet, melyre a hazai villamosenergia-rendszernek nagy szüksége lenne. A bánya mélyében kialakított kamrákban tárolt mintegy egymillió m³-nyi vizet olcsó energiával szivattyúznák fel a felszínen lévő víztározóba, és amikor a hazai rendszer megkívánja (csúcsidőben), egy 2,4 m átmérőjű, új fúrt aknán ejtenék le a 700-900 m mélységben

lévő reverzálható turbinára, mellyel villamos energiát termelnének. Egy paksi blokk teljesítményével nagyjából azonos szivattyús erőmű kompenzálhatná az összes szél-erőmű kiszámíthatatlan ingadozását, és elősegítené a Paksi Atomerőmű egyenletesebb, jobb kihasználását. A recski szivattyús erőmű megvalósítása becslés szerint 60 Mrd forintba kerülne, és 10 termelő év alatt megtérülne. Ez gazdaságilag és a környezetvédelem szempontjából is jobb megoldásnak látszik, mint az eddig számításba vett felszíni tározótavas erőművek (pl. a Sima II., vagy a Prédikálószerk).

Az erőmű megvalósítása nem akadályozza az ércvagyon kitermelését, sőt elősegítené azt, mivel a felszerelt aknák, a kivitelezéshez használt gépi berendezések és a kivitelezői létszám átadható az erőmű építése érdekében víztelenített és helyreállított bányára számára. Ezáltal nemcsak a bányalétesítés kockázata csökkenne, hanem kb. 20 Mrd forintos megtakarítás származna a két objektum közös beruházásából.

A 90-es évek elején a recski rézbányászat megvalósítása ügyében három cégcsoport jelentkezett a hasznosításra: egy kínai (China Metallurgical Construction), egy osztrák (DCI Bergbau Holding) és egy amerikai (Oil Capital Ltd.), amelyek konzorciumban vállalták volna a kitermelést, és 4 millió USD-t fordítottak az előkészületekre. A Recski Ércbánya Vállalat szakemberei által kidolgozott megvalósíthatósági tanulmányt az RTZ Engineering (Bristol) cég elismeréssel minősítette, de a réz világgpiaci árnak hirtelen esése és a tisztázatlan kör-

nyezetvédelmi követelmények miatt visszaléptek az üzlettől.

A recski bányászkodásról a hazai vagyongazdálkodó szervek látszólag végleg lemondtak, és az aknákat vízzel árasztották el. 2008 januárjában azonban új hír keltette fel a recski bánya sorsát szemlélők figyelmét. Talán mégis megnyílhat a recski ércbánya. Az ok a réz világgpiaci árnak 2000 USD/t-ről 7-8000 USD/t-ra történt emelkedése. A számítások szerint 3500 USD/t rézár mellett már kifizetődő lenne a bányalétesítés.

Az ÁPV Zrt. által a bánya vagyongazdálkodásával megbízott Mecsek-Öko Zrt. tanulmányokat készíttetett az ércvagyon hasznosításáról és nyilatkozott a kitermelés lehetséges gazdaságosságáról. A bányára pályázatot írtak ki. A tenderkiírást eddig négy nemzetközi bányászati társaság vásárolta meg. 1986 után tehát megint van remény Recsk újraélesztésére. Nem ismeretes, hogy ezen cégek milyen koncepció alapján kívánják a beruházást megvalósítani, különös tekintettel a szigorodott környezetvédelmi követelményekre. Nem tudható, hogy az érintett lakosság által tíz évvel korábban támogatott beruházás most milyen visszhangra fog találni a foglalkoztatási nehézségekkel küzdő térségben.

A recski ércvagyon hasznosítási lehetőségeiről, mint a magyar mélybányászat 21. századi lehetőségéről, beleértve a szivattyús erőmű projektet is, az OMBKE bányászati szakosztálya 2007. évi tisztújító közgyűlésén dr. Gagyai Pálffy András tartott előadást.

H.W.

ORBULOV IMRE – KIENTZL IMRE – NÉMETH ÁRPÁD

Fémhabok és kompozitok előállítása infiltrációs eljárással

A szerzők a dolgozatukban azt a három kompozit anyagtípust mutatják be, amelyet a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék Fémes Kompozitok Laboratóriumában állítottak elő kis- és közepes nyomású infiltrációs (átítatásos) eljárással. Ezek nyílt, illetve zárt cellás porózus szerkezeti anyagok, valamint szénszál-erősítésű kompozitok. A nyílt cellás fémhabok kioldódó töltőanyagossal készültek. Kerámia gömbhéjakat alkalmaztak a zárt cellás porózus szerkezeti anyagok, a szintaktikus fémhabok létrehozására. A mátrix anyaga $AlSi12Mg$ ötvözet, illetve $Al99,5$ volt.

Bevezetés

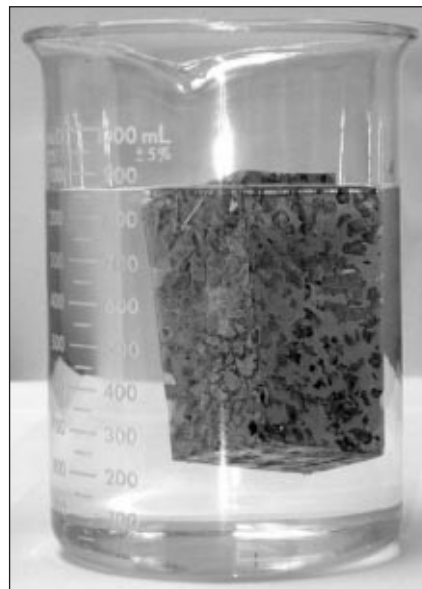
Napjainkban, a 21. század elején, a gépészet szerkezeti anyagainak zöme még mindig a vasalapú ötvözetek csoportjából kerül ki. Azonban már a 20. század végén erőteljesen hatott a mérnöki köztudatra az, hogy az alkalmazott gépeink tömege túl nagy, és ezért működtetésük nem ritkán többletenergia-befektetést igényel. A mai energiatakarékosságra törekvő világunkban ez a többletkiadás megengedhetetlen. Ezért az ipari fejlesztések fő irányvonalát egyrészt a tömegcsökkentés, másrészt a terhelések növekedése motiválja. Ezért a konvencionális könnyűfémek és ötvözeik mellett megjelennek a kompozitok, zárt és nyílt cellás porózus szerkezeti anyagok. Ezzel a fejlődéssel kialakult a könnyített szerkezeti anyagok fogalma.

Könnyített szerkezeti anyagoknak nevezhetjük azokat a tágabb értelemben vett kompozitokat, amelyeket olyan céllal hozunk létre, hogy a szerkezetük (esetleges mechanikai értelemben vett erősödés mellett) kisebb sűrűségű legyen. A könnyített fémes szerkezeti anyagok két fő csoportra oszthatók. Az egyik csoportba soroljuk a klasszikus értelemben vett kompozitokat, vagy társított anyagokat. Ezek olyan két vagy több komponensből felépített anyagok, amelyek célja, hogy kihangsúlyozzák komponenseik előnyös tulajdonságait a hátrányos jellemzők háttérbe szorítása mellett. Nagyon fontos, hogy a fémmátrixú kompozitok esetében is csak akkor kapunk megfelelő műszaki tulajdonságokat, ha megfelelő kapcsolat az erősítőanyag és a mátrixanyag határfelületén [10], [12], [13], [14], [15]. A másik csoportba sorolhatjuk azokat az

anyagokat, amelyek létrehozásánál vagy csak a tömegcsökkentés, vagy valamilyen más különleges követelmény dominál. Ezek a porózus szerkezeti anyagok [7], [8], [11]. Munkánk tárgyát a BME ATT Fémes Kompozitok Laboratóriumában előállított nyílt és zárt cellás porózus szerkezeti anyagok, valamint szénszál-erősítésű kompozitok előállítása és vizsgálatai képezik.

A kompozitok és fémhabok felhasználási lehetőségei

A kompozitok felhasználási területe ma már óriási [6]. Megtalálhatjuk őket mind az űrkutatásban, a hadiiparban, a repüléstechnikában, mind a sporteszközök anyagaként, és a mindennapi élet számtalan egyéb területén.

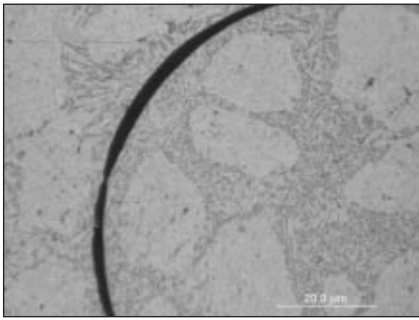


1. ábra. Vízben lebegő (körberagasztott) nyílt cellás fémhab

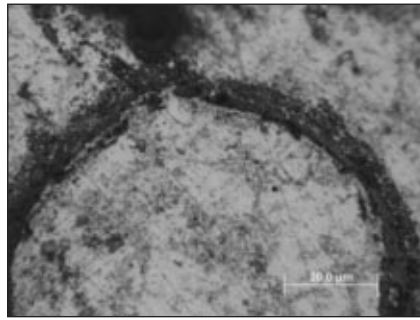
Kientzl Imre 2005-ben diplomázott a BME Gépészmérnöki Karán. Jelenleg harmadéves nappali tagozatos PhD-hallgató az Anyagtudomány és Technológia Tanszéken, kutatási területe a fémmátrixú kompozitok és kompozithuzalok előállítása és vizsgálata.

Orbulov Imre 2006-ban diplomázott a BME Gépészmérnöki Karán. Jelenleg nappali tagozatos PhD-hallgató az Anyagtudomány és Technológia Tanszéken, kutatási területe a fémmátrixú kompozitok és fémhabok előállítása és tulajdonságaik vizsgálata.

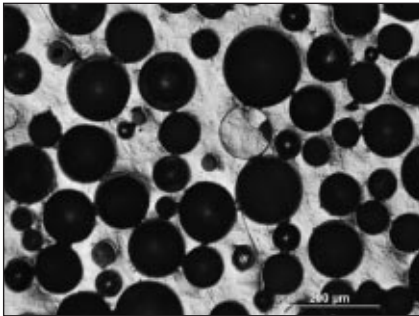
Németh Árpád 1974-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet a BME-n. A Mechanikai Technológia Tanszéken kezdte azóta is folyamatos egyetemi oktató pályáját, itt szerzett egyetemi doktori oklevelet. Szakterülete a képlékenyalakítás, az öntészet és porkohászat, valamint a fémmátrixú kompozitok és fémhabok gyártása.



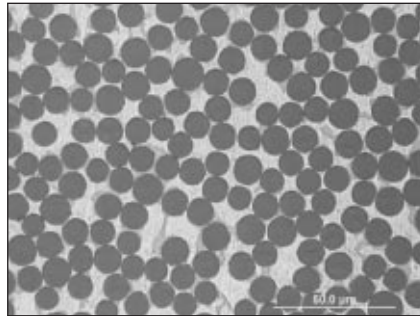
■ **2. ábra.** Szintaktikus fémhab: kerámia gömbhéj+AlSi12Mg befoglaló anyag



■ **3. ábra.** Szintaktikus fémhab: kerámia gömbhéj+Al99,5 befoglaló anyag



■ **4. ábra.** Szintaktikus fémhab: kerámia gömbhéj+AlSi12Mg befoglaló anyag



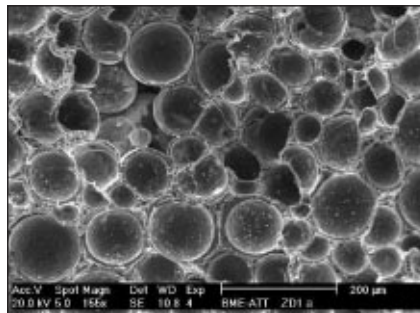
■ **5. ábra.** Szálerősítéssel kompozit keresztmetszete, C szálak+AlSi12Mg mátrix

A porózus szerkezetű anyagok elsődleges felhasználása a viszonylag kis fajsúly miatt a szendvics szerkezetű kompozitként való alkalmazás. Ezenkívül a porózus szerkezetű anyagok a tönkremenetelig tartó nyomás hatására az erő-elmozdulás és a feszültség-nyúlás diagramon viszonylag hosszú, csaknem konstans mértékű egyenes részt mutatnak. A görbe alatti terület az alakváltozás közben elnyelt mechanikai munkával arányos. Szintén az energiaelnyelés témaköréhez tartozik még a robbanások impulzusának csökkentése, valamint a nyílt cellás porózus szerkezetű anyagok lángfogó képessége is. Ezek az anyagok hangszigetelőként (főleg a zárt cellások) is alkalmazhatók, bár hangszigetelő képességük nem éri el a speciálisan erre a célra tervezett anyagokét.

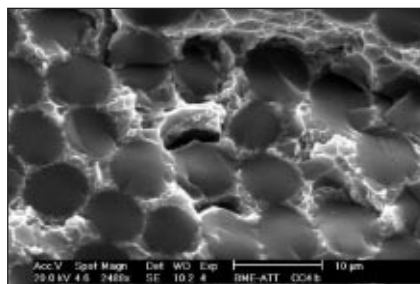
A vizsgált anyagtypusok előállítása

Kísérleteink során három anyagtypust állítottunk elő kis- és közepes nyomású infiltrációs (átítatásos, átszivárogatásos) eljárással [1], [2], [3]. Kioldódó töltőanyag technikaival [9] nyílt cellás porózus szerkezetű anyagot (a továbbiakban nyílt cellás fémhab) és kerámia gömbhéjak alkalmazásával, üreges anyaggal töltött, zárt cellás porózus szerkezetű anyagot (a továbbiakban szintaktikus vagy zárt cellás

fémhabot) hoztunk létre. Ezek alkotó, illetve befogadó mátrix anyaga AlSi12Mg, illetve Al99,5 volt. A létrehozott fémhabok fontos jellemzője a sűrűség. A nyílt cellás fémhabok sűrűsége 1000 kgm⁻³ alatti, vagyis a víznél kisebb (1. ábra). A



■ **6. ábra.** Szintaktikus fémhab: kerámia gömbhéj+AlSi12Mg befoglaló anyag



■ **8. ábra.** Szálerősítéssel kompozit keresztirányú töretének képe, C szálak+AlSi12Mg mátrix

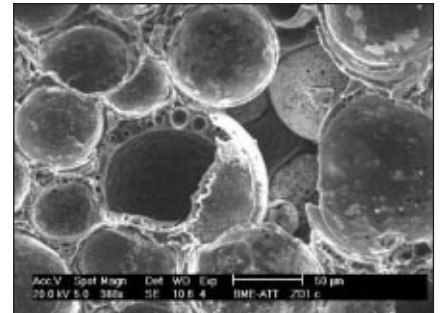
zárt cellásoké ~1300 kgm⁻³, ami a befogadó anyagnak kb. a fele. Az egy irányban szálerősített kompozitok előállítására a közepes nyomású (<85 bar) infiltrációs módszerét alkalmaztuk, AlSi12Mg mátrix anyaggal. Ezzel a módszerrel igen nagy, ~60%-os térfogatkitöltéssel rendelkező szénszál-erősítéses kompozitot kaptunk. Az elkészített munkadarabokon különféle vizsgálatokat végeztünk el, hogy közelebb jussunk a mechanikai és anyagszerkezeti jellemzők megismeréséhez.

Mikroszkópi és elektronmikroszkópi vizsgálatok

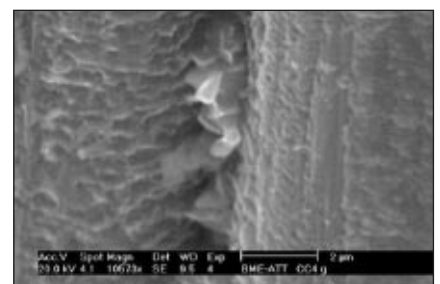
A szintaktikus fémhabokból és szálerősítéses kompozitokból csiszolatokat készítettünk (2., 3., 4. és 5. ábra).

A szintaktikus fémhabok optikai mikroszkóppal készült képein jól megfigyelhető, hogy a befogadó anyag képes volt infiltrálni a gömbhéjakat, ami a porózus szerkezetű anyagok létrehozása szempontjából nem szerencsés, és nem is volt jellemző a munkánk során. Az itt bemutatott felvételek azt szemléltetik, hogy a különböző mátrixanyagok különböző mértékben degradálták a kerámia (Al₂O₃ és SiO₂ keveréke) gömbhéjakat. Egy általánosabb képet mutat a 4. ábra.

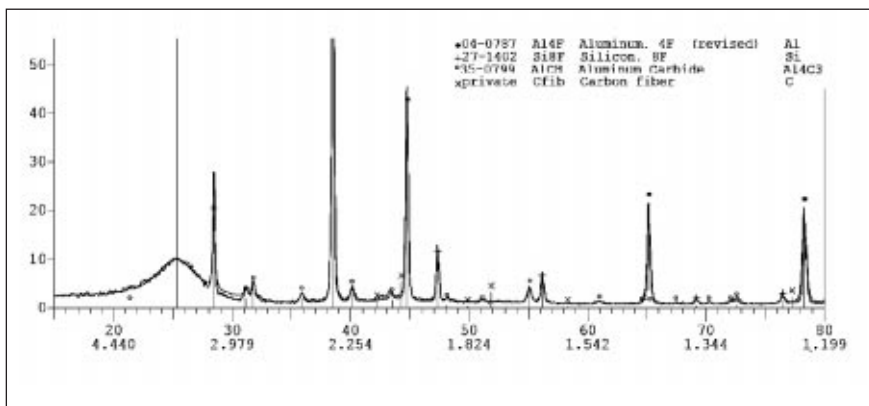
Az 5. ábrán szálerősített kompozit ke-



■ **7. ábra.** Szintaktikus fémhab: kerámia gömbhéj+AlSi12Mg befoglaló anyag



■ **9. ábra.** Szálerősítéses kompozit hosszirányú töretének képe, C szálak+AlSi12Mg mátrix



■ **10. ábra.** Egy irányban szálerősített szénszálak kompozit röntgendiffrakciós vizsgálatának eredménye

resztmetszeti képét láthatjuk. Az infiltrálás lényegében tökéletes, az elemi szálak közé is behatolt a mátrixanyagot alkotó AlSi12Mg . A befogadó anyag nagy Si tartalma a szálak mentén tömbösödve kezdett el kiválni. Ezek a kiválások a kompozit terhelhetősége szempontjából hátrányosak lehetnek. További problémát jelenthet a gyártás során a szénszálak és a mátrixanyag felületén képződő alumínium-karbid (Al_4C_3) is. Ennek hatásával később foglalkozunk.

A próbatetek töretfelületeit elektronmikroszkóppal is megvizsgáltuk (6., 7., 8. és 9. ábra). A szintaktikus fémhabokról készült képek általában jó infiltráltságról tettek tanúbizonyságot, és felhívták arra a figyelmünket, hogy a nagyobb gömbhéjak faluk anyagában is hordozhatnak porozitást (7. ábra), amit a próbatetek porozításának számításakor külön figyelembe kell vennünk. Az alkalmazott gömbhéjak fala egyébként viszonylag sima, némi esetben egy-egy hajszálrepedéssel terhelt. A gömbhéjak nem fordultak ki helyükből, vagyis a kapcsolat a befogadó anyag és a gömbhéjak között feltehetően megfelelő volt (6. ábra).

A szénszálak kompozitokról készült felvételeken jól látható, hogy kevés kivételtől eltekintve az infiltrálás tökéletes volt. Csupán két nagyobb, egyébként nem jellemző infiltrálási hibát sikerült feltárni, amint azt a 8. ábra mutatja. A 9. ábrán két elemi szénszál felülete igen nagy nagyításban figyelhető meg. Jól látszik, hogy ezek felülete korántsem egyenletes, hanem barázdált, ami nagy befolyással van az Al_4C_3 képződésre. Minél érdekesebb az elemi szénszál felülete, annál több az Al_4C_3 képzéséhez ideális mikrokörnyezet.

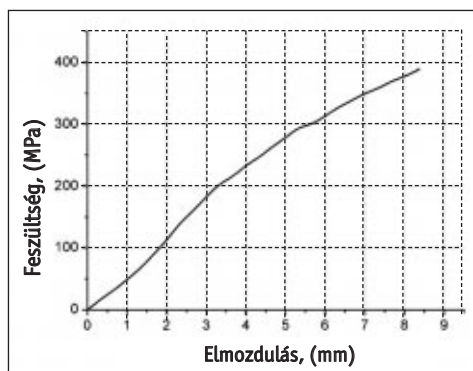
Röntgendiffrakciós vizsgálat

A képződött Al_4C_3 vegyület felderítése érdekében röntgendiffrakciós vizsgálatokat végeztünk (10. ábra). Az Al_4C_3 vegyület gyártás közben termikusan aktivált folyamat eredményeképpen jön létre a a szénszálak és a befogadó alumíniumötvözet közös felületén. Minél nagyobb az infiltrálási hőmérséklet és minél tovább tart a hűlés, annál több ágas-bogas Al_4C_3 tüske indul fejlődésnek az elemi szálak felületén, azok tengelyére hozzávetőlegesen merőleges irányban.

Az Al_4C_3 vegyület képződése függ az alkalmazott szénszálak kristályossági fokától is. A szénszálak felületén több, az Al_4C_3 képződésére kedvező hely van, ha a szál kevés kristályos fázist tartalmaz, vagyis nagy az amorf tartalma [4], [5]. Az Al_4C_3 mennyisége szénszáltípustól függően a 0,5-6 térfogat-% tartományba esett.

Szakítóvizsgálat

Habár a szakítóvizsgálatokat mindhárom anyagtípus esetében elvégeztük, ebben a



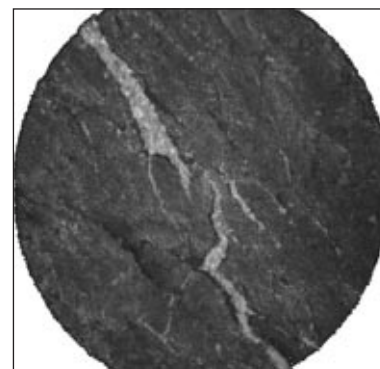
■ **11. ábra.** Szénszál-erősítéses próbatest szakítódiagramja

fejezetben csak a szénszál-erősítéses kompozitok eredményeit foglaljuk össze, mert ezek legjellemzőbb igénybevételi formája a húzás. A megmunkálási nehézségek (repedékenységi) miatt ötvény jellegű próbatesteket alakítottunk ki. A következő ábrák egy jellegzetes, a vizsgálat során rögzített diagramot (11. ábra) és töretfelületet (12. ábra) mutatnak. A próbatetek mindegyike ridegen elpattant.

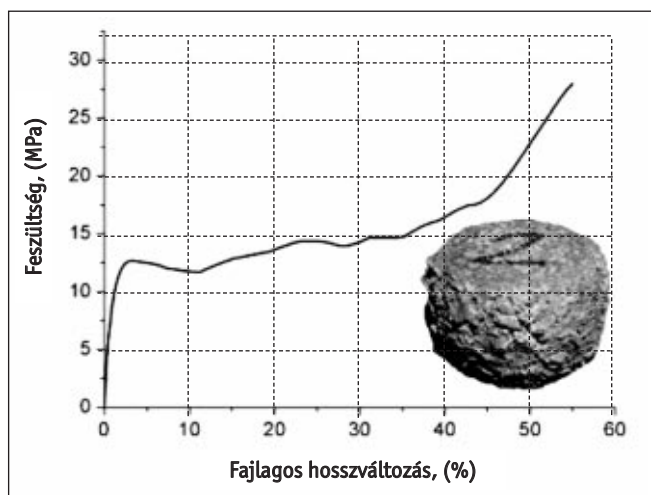
Ezután az egyszerű keverési szabállyal (60% erősítőanyag-tartalom esetén) ~920 MPa szakítószilárdságot becsültünk. A mért értékek ettől jelentősen elmaradtak (a legnagyobb érték ~400 MPa volt). Ennek oka lehet a befogási pontatlanságból származó járulékos hajlítás, illetve az ágas-bogas Al_4C_3 képződés. A karbid ágai a szénszálak tengelyeire merőlegesen fejlődnek, ezért hajlításhoz vannak kitéve szálirányú húzás esetén. Ez elősegíti a szálak repedését, töredezését, és így a kompozit tönkremenetelét. A kompozitok töretfelületén többször meg lehetett figyelni a húzás tengelyével párhuzamos hasadási síkokat is, ami az elégtelen határfelületi kapcsolatra utalt.

Nyomóvizsgálat

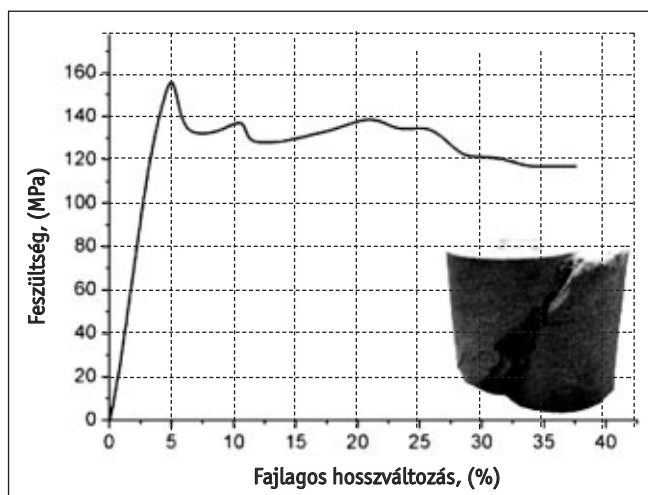
A nyomóvizsgálat elvégzése lényeges, mert a porózus szerkezeti anyagok mechanikai energiaelnyelő-képességét így tudjuk leginkább megbecsülni. A felhasználási területeken is ez az egyik leggyakrabban előforduló igénybevételi forma. A vizsgálat során alakváltozási jellemzőket határoztunk meg és az elnyelt mechanikai munkát számítottuk ki, mint legfontosabb jellemzőt. A nyílt és zárt cellás fémhabok vizsgálata során a fémhabokra jellemző platós erő-elmozdulás diagram alakult ki, ahol a görbe alatti terület az elnyelt ener-



■ **12. ábra.** Szénszál-erősítéses szakítópróbatest töretfelülete



■ 13. ábra. Nyílt cellás fémhab próbatess nyomódiagramja és egy zömített próbatess (AlSi12Mg)



■ 14. ábra. Zárt cellás fémhab próbatess nyomódiagramja és egy zömített próbatess (AlSi12Mg)

giával arányos. Mivel a platós rész relatíve hosszú, az elnyelt energia is nagy.

A nyílt cellás fémhabok esetén az erőplató azért alakul ki, mert ahogy nő a darabban a feszültség, egy-egy cella összeroppan, az erő visszaesik, majd újra nőni kezd, míg egy újabb cella össze nem roppan. A diagram progresszív szakaszban fejeződik be, ennek gyakorlati jelentése az, hogy nem maradt ép cella, ami a továbbiakban összeroppanhatna, így a tiszta alapanyag sajtolódik tovább (13. ábra). A zárt cellás fémhaboknál a nyomódiagram egy maximális terhelés elérésével kezdődik, amelynél a próbatessben megjelenik egy közel 45°-os repedés. Ezután az így kialakult két próbatessfél csúszik egymáson, és ez biztosítja a nagyobb feszültség szinten kialakuló platós szakaszt (14. ábra).

A mérések eredményeiből kitűnt, hogy

mindkét fémhabtípus nagyságrendileg ugyanazt a fajlagos energiát tudta elnyelni. Azonban nem mindegy, milyen módon tette ezt. A legjobb módszer a nyílt cellás fémhabé, mert az energiaelnyelés kis feszültségértéken megy végbe. A zárt cellás habok hasonló tönkremenetelt nagyobb feszültség szinten mutatnak, ami nem kedvező.

A szénszálas kompozit nyomópróbatess esetén – habár a nyomás nem jellemző igénybevétel – a vizsgálatokat mégis elvégeztük. A szálerősítéses próbatess igen nagy erőértéken katasztrofális (robbanásos), hasadásos tönkremenetelt mutattak, platós szakasz nélkül (15. ábra). Ez a jelenség szintén az Al_4C_3 jelenlétét támasztja alá. A nyomóterhelés közben a próbatess laterális irányban történő alakváltozásokat a karbid – háló ágas-bogas szerkezetének – a tönkremenetel pillanatáig hatékonyan gátolni tudta. Ezért tudtak a szálerősítéses kompozitok igen nagy nyomószilárdságot elérni.

Hárompontos hajlítóvizsgálat

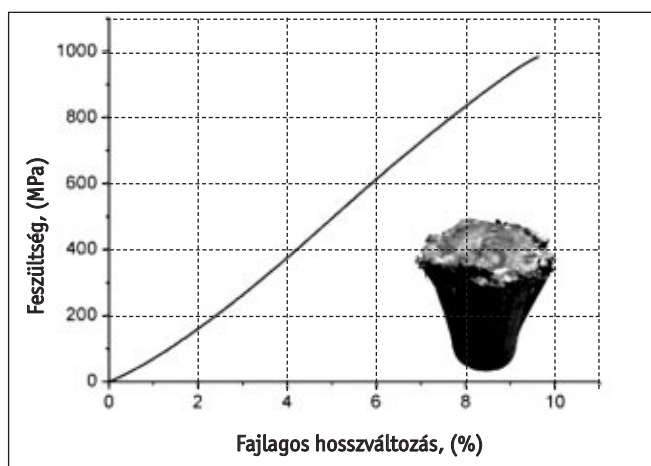
Az utolsó mechanikai anyagvizsgálat, amelyet elvégeztünk, a hárompontos hajlító vizsgálat volt. A fő cél a

mechanikai számításokhoz szükséges D hajlítómerevség meghatározása volt. A mérések során regisztrált jellemző erő-elmozdulás diagramból meghatároztuk az első repedés megjelenéséhez tartozó maximális erőt. Ezzel az erővel és a mért lehajlással kiszámítottuk a hajlítómerevséget a mechanikából ismert összefüggés alkalmazásával. A három vizsgált anyag típus közül egyedül a nyílt cellás porózus szerkezeti anyag nem mutatott rideg viselkedést. Az ilyen próbatess esetén a kezdeti repedés nem rohant végig az anyagon, hanem meg-megkeresve a leggyengébb keresztmetszetet, fokozatosan haladt előre. Ennek okán a nyomódiagram fokozatosan csökkenő erőértéket mutatott. A hárompontos hajlítóvizsgálat elrendezését a 16. ábra, a nyílt cellás fémhabokra jellemző tönkremeneteli diagramot pedig a 17. ábra mutatja.

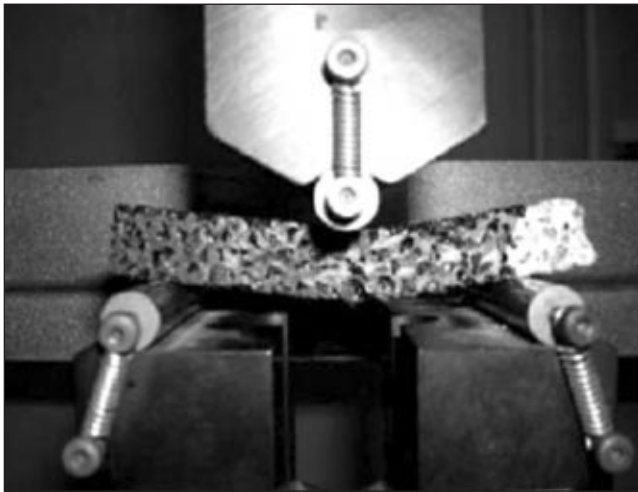
Még ép állapotukban a próbatesseteket lila festékkel megszíneztük, hogy a törés után keletkezett töretfelületet egyértelműen és jól látható módon elkülöníthessük a porozítások felületétől.

A zárt cellás porózus szerkezeti anyagok és az egy irányban szénszál-erősítéses kompozitok minden esetben ridegen viselkedtek, vagyis az elért maximális erőnél a veszélyes keresztmetszetben megjelent egy repedés, és az végig is terjedt a próbatesseten (18. és 19. ábra).

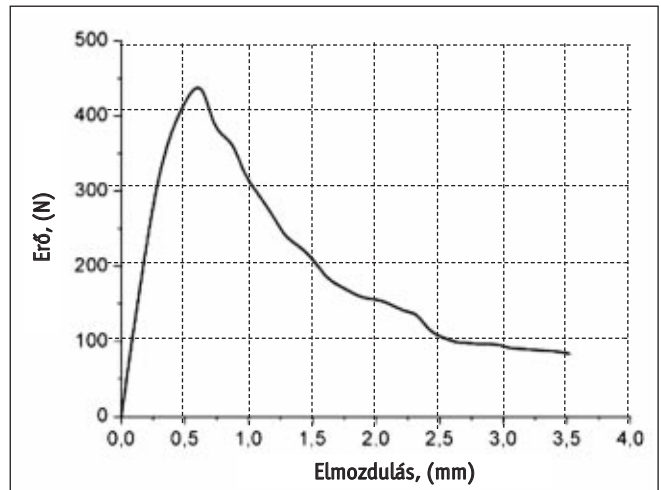
A diagramokat szemlélve levonható a következő következtetés, hogy az egy irányban szénszállal erősített, AlSi12Mg mátrixú kompozitok viselték a legnagyobb hajlító terhelést. A tönkremenetelük során az egyes anyagrészek erősítőszálak menti elválása, azaz egyfajta delamináció is megfigyelhető volt.



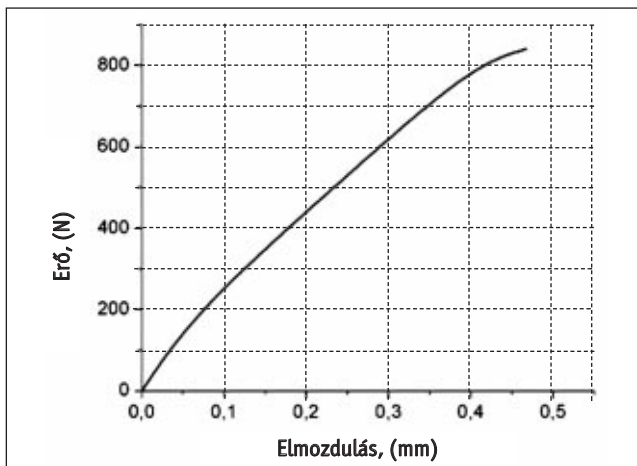
■ 15. ábra. Egy irányban szénszál-erősítéses kompozit próbatess nyomódiagramja és egy zömített próbatess



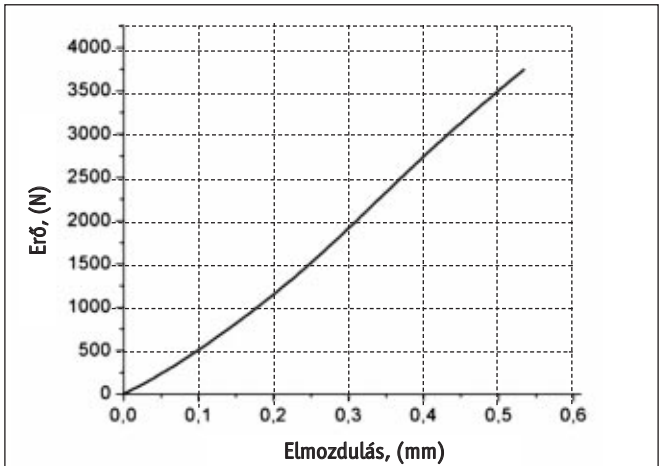
■ 16. ábra. A hárompontos hajlítóvizsgálat mérési elrendezése



■ 17. ábra. AlSi12Mg anyagú nyílt cellás fémhab próbatest hajlítódiaagramja



■ 18 ábra. AlSi12Mg befogadó anyagú zárt cellás fémhab próbatest hajlítódiaagramja



■ 19. ábra. AlSi12Mg mátrixú egy irányban szénsszál-erősítésű kompozit próbatest hajlítódiaagramja

Összefoglalás

Megállapíthatjuk, hogy a nyílt és zárt cellás szerkezeti anyagok, valamint az egy irányban szénsszákkal erősített kompozit anyagok előállítása sikeres volt a BME ATT Fémek Kompozitok Laboratóriumában. Az előállított anyag típusokból készített próbatesteken számos vizsgálatot végeztünk, amelyek segítségével sikerült feltárni az előállított anyagok alapvető szerkezetét és azok mechanikai viselkedését.

További terveink között szerepel a három anyagcsoport viselkedésének teljes leírása (elektromos jellegű vizsgálatok, fázisvizsgálatok stb.) és lehetőség szerint véges elemes modellezése. Legfontosabb célunknak tartjuk a befogadó anyagok (különböző alumínium ötvözetek) és az erősítő anyagok (kerámia gömbhéj, illetve szénsszál) közötti átmeneti réteg mibenlétének megismerését, valamint a

szintaktikus fémhabok vizsgálatát. Az anyagok tulajdonságainak teljes körű megismerése után mindhárom anyagcsoport számára szeretnénk minél több alkalmazási lehetőséget felderíteni.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnénk köszönetünket kifejezni Blücher József professzornak nagylelkű és széleskörű támogatásáért és Sajó Istvánnak a röntgendiffrakciós vizsgálatok elvégzéséért. Köszönet illeti a C.H. Erbslöh Hungária Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.-t és Tóth Róbert urat a támogatásért. A kutatást a GVOP 3.2.1.-2004-04-0145/3.0 számú pályázat, valamint az NKTH-OTKA K69122 program is támogatta.

Irodalom

[1] Blücher, J. T. – Németh, Á.: Production of aluminium alloy metal matrix com-

- posites with ceramic reinforcements
- [2] Blücher, Joseph. T.: Discussion of a liquid metal pressure infiltration process to produce metal matrix composites, *Journal of Materials Processing Technology*, 30 (1992) pp. 381-390
- [3] Mortensen, A. and Cornie, J.: On the infiltration of metal matrix composites. *Metall. Trans.* 18A pp. 1160-1163, 1987.
- [4] Steffens, H.-D. – Reznik, B. – Kruzhanov, V. – Dudzinski, W.: On the formation of aluminium carbide during Al/C-composite production. *Key Eng. Mater.* 127-131 (1997), pp. 321-326.
- [5] Vidal-Setif, M.H. – Lancin, M. – Marhic, C. R. – Valle, et al.: On the role of brittle interfacial phases on the mechanical properties of carbon fibre-reinforced Al-based matrix composites. *Mater. Sci. Eng.* A272, (1999) pp. 321-333, 3

- [6] Mortensen, A. – Clyne, T. W.: „Metal Matrix Composites” Pergamon, (2000). 521-554.
- [7] Kaptay, G.: On the equation of the maximum capillary pressure induced by solid particles to stabilize emulsions and foams and on the emulsion stability diagrams, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 282-283 (2006) pp. 387-401
- [8] Kaptay, G.: Interfacial criteria for stabilization of liquid foams by solid particles, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 230 (2006) pp. 67-80
- [9] Oláh, L. – Borbás, L. – Czirány, T.: Porózus, csontpótló poli(ε-kaprolakton) szerkezetek fejlesztése, *Anyagvizsgálók Lapja*, 2006 (16. évf.) 2. sz. 67-70. old.
- [10] Baumli, P. – Sytchev, J. – Kaptay, Gy.: SiC és Al₂O₃ kerámia szemcsék felületkezelése sóoldadékban, kompozitok fejlesztése céljából, *BKL Kohászat*, 2006. (139. évf.) 3. sz. 47-50. old.
- [11] Korposné, K. K. – Kaptay, Gy. – Borosik, Á.: Fémhabok – a géptervezés potenciális szerkezeti anyaga, *Gép*, 1999. (51. évf.) 11. sz. 58-61. old.
- [12] Kaptay, Gy. – Bolyán, L.: Kerámiával erősített fémmátrixú kompozitanyagok gyártásának határfelületi vonatkozásai, *BKL Kohászat*, 1998. (131. évf.) 5-6. sz. 179-185. old
- [13] Kaptay, Gy. – Bolyán, L.: Kerámiával erősített fémmátrixú kompozitanyagok gyártásának határfelületi vonatkozásai II/2. rész, *BKL Kohászat*, 1998. (131. évf.) 9-10. sz. 305-314. old.
- [14] Kaptay, Gy.: Kerámiával erősített fémmátrixú kompozitok gyártásának határfelületi vonatkozásai, *BKL Kohászat*, 1997. (130. évf.) 5-6. sz. 201-208. old.
- [15] Kaptay, Gy.: Kerámiával erősített fémmátrixú kompozitok gyártásának határfelületi vonatkozásai: II. Határfelületi kritériumok meghatározása preformába öntött MMC-k gyártásának biztosítására, *BKL Kohászat*, 1997. (130. évf.) 8-9. sz. 311-314. old.

■ MŰSZAKI-GAZDASÁGI HÍREK

Gyúlékony jégmezők után kutatnak.

Miközben Kína jórészt még mindig szén-erőművekkel látja el iparát energiával, a kínai vezetők is tisztában vannak azzal, hogy minden további lehetséges energiaforrás jól jöhet, pláne, ha az a kínai tengerpart közelében van.

Kína mellett Dél-Korea, Tajvan és India is dollármilliókat öl egy Nyugat-Európában és az Egyesült Államokban eddig ugyancsak szkepszissel kezelt módszer kifejlesztésébe: a permafrostba, azaz az örökké fagyott altalajban, illetve a tengerek 4-500 méteres mélységébe zárt metángáz esetleges kiszabadítását és energetikai hasznosítását ezen ázsiai országok töretlen gazdasági fejlődése kényszerítheti ki.

A jelenség, hogy a jégbe, kőzetekbe zárt metángáz is elégethető, csak a közelmúlt óta ismert: nagyjából a hetvenes évek elején jöttek rá a kutatók, illetve az olaj- valamint földgázipari cégek arra, hogy a földgázvezetékben jégdugóként problémát okozó anyag hidegen is ég. Azóta nyugaton folyamatosan kísérleteztek az „égő jégdarabokkal”, ám valódi áttörés mégsem következett be.

Jégbe zárt formában döbbenetes mennyiségű metán található a tengerek mélyén és az örökké fagyott altalajban. Egyes becslések szerint a világ kiaknázható és nem kiaknázható kőolajmennyiségének akár a négyszerese is lehet az a metánmennyiség, amely jégbe fagyva tá-

rolódik évmilliók óta. Általában a tengerpartok mentén húzódó lemezek és az északi valamint a déli sarkvidékek mentén található területek a fő lelőhelyek, ám pontos adatokkal a mennyiség vonatkozásában egyelőre senki nem tud szolgálni. Egy biztos: akár a lángoló jég is megoldhatná a világ energiaválságát. Persze azért veszélyei is vannak a jégszerű metánnak.

☞ www.geographic.hu

Új ásványt fedeztek fel Magyarországon.

Magyar mineralógusok új ásványt fedeztek fel és írtak le tudományos módszerekkel. Az ásványt Koch Sándorról, a Szegedi Egyetem egykori nemzetközi híró ásványtan professzoráról „kochsándorit”-nak nevezték el.

Az ásvány a mányi szénbánya meddőhányójából 2004-ben került elő. A tudományos feldolgozást követően, az ásvány hivatalos elfogadása után az eredményeket a kanadai „The Canadian Mineralogist” című szaklapban publikálták 2007 nyarán.

Az új ásvány egy víztartalmú kalcium-alumínium-karbonát. Hőfehér, 0,5-1,5 mm-t elérő, tűs kristályokból felépülő, selyemfényű, gömbös halmazokként fordult elő a mányi széntelepeken.

☞ www.hirado.hu

Új definíciót kaphat a kilogramm. A tömeg mértékegységet definiáló platina-irídium (39 mm átmérőjű és 39 mm magas) referenciahenger, amelyet még 1889-ben

Angliában öntöttek, eddig nem ismert okból fokozatosan veszít tömegéből. Ez arra ösztönzi a tudósokat, hogy minél előbb stabilabb új definíciót alkossanak a kilogrammnak – nyilatkozta Richard Davis, amerikai fizikus.

Bár a csökkenés csupán 50 mikrogramm, ami kevesebb, mint egy ujjlenyomat tömege, a pontos méréshez ragaszkodó tudósokat bosszantja, és már több éve próbálnak új definíciót keresni a kilogrammnak. A hét alaplémérték közül a kilogramm az egyetlen, amely egyelőre őrzi eredeti, XIX. századi definícióját.

☞ www.mult-kor.hu

Tisztább energia kőolajbontó baktériumokkal.

Mélyen a földfelszín alatt élő baktériumok szabadíthatják ki az energiát abból a több kvadrillió liter kőolajból, amit ma még nem kifizetődő kitermelni.

A baktérium környezetbarát módon bontja le a kőolajat, miközben metángázt termel. Ezt a feladatot eddig is elvégezte, de 10 millió évre volt szüksége hozzá. A kutatók ezt az időt rövidítenék le 10 évre. Az eljárás brit, kanadai és norvég kutatók együttműködésével született meg.

Napjainkban a világ nyersolaj-készletének csupán 17 százaléka termelhető ki gazdaságosan a jelenlegi módszerekkel. Ha még pár százalékot ezzel az eljárással megtan formájában fel lehetne szabadítani, az alapvető változást jelentene a világ gazdaságban is.

☞ www.hirstart.hu

A Közép-európai Vaskultúra Útja elismerése Luxemburgban

Az Európa Tanács 2007. október 5-én Luxemburgban, az Európai Kulturális Utak Intézetében a „Közép-európai Vaskultúra Útja” (Mitteleuropäische Eisenstrasse) szervezet tevékenységének elismeréseként oklevelet adott át a szervezet ott megjelent küldöttségének.

Az oklevél átadására az Európa Tanács által kezdeményezett, a határokon áthadló tematikus kulturális utak elindításának 20. évfordulójára rendezett ünnepségen került sor. Az Európai Kulturális Utak Intézete éppen tíz évvel ezelőtt Luxemburgban, a Neumünster apátságban kapott helyet. Így valójában kettős jubileumról, az eredeti programindítás húszéves, valamint az intézet alapításának tízéves évfordulójáról emlékeztek meg. Az ünnepségre meghívtak között volt 17 európai ország Európa Tanácsban működő követe, továbbá kilenc európai ország luxemburgi nagykövete, és természetesen az oklevélben részesített küldöttségek.

A kétnaposra tervezett ünnepséget 2007. október 5-én 17 órakor nyitotta meg az apátság igazgatója az intézmény épületeinek bemutatásával. Utána kezdődött az oklevelek átadásának ünnepsége egy különálló épületben, az impozáns és igen nagy méretű, *Robert Krieps* nevét viselő teremben.

Az ünnepséget házigazdaként a nagyhercegség egyik minisztere nyitotta meg, méltatva a 20 éves évforduló jelentőségét. Beszédét követően *Robert Palmer*, az Európa Tanács Természeti és Kulturális Örökség Hivatalának igazgatója nyolc oklevelet adott át. A „Via Regia”, valamint a „Transromanica” program első kategóriás, azaz az „Európa Tanács Fő Kulturális Útvonala” oklevelet kapott, míg a többiek az „Európa Tanács Kulturális Útvonala” oklevelet vehették át. Ezek a „Via Carolingia”, az „Iron Route in Central Europe”, (azaz a Közép-európai Vaskultúra Útja), a „Don Quijote”, a „The Phoenician Route”,

a „Route of Migrations Heritage” és a „Route of Saint Michael” utak programjai voltak. Az okleveleket az utak programját képviselő küldöttség vette át úgy, hogy minden tagjuk megjelent az emelvényen, ahol fogadták Robert Palmer gratulációját. Az oklevelek átvételét követően a küldöttségek vezetői röviden ismertették programjukat.

A bennünket közelebbről érintő, „A Közép-európai Vaskultúra Útja” programjáért járó oklevelet *dr. Gerhard Sperl* professzor, a szervezet elnöke vette át. Ismertetőjében elmondta, hogy programjuk Ausztriára, Bajorországra, Csehországra, Lengyelországra, Magyarországra, Romániára, Szlovákiára és Szlovéniára, azaz az egész közép-európai térségre kiterjed oly módon, hogy hosszú távú együttműködési megállapodás alapján a térség közös történelmi múltjának tudományos, technikai és ipartörténeti emlékeit a résztvevő országok nyelvén megjelentetik, hogy azokat minden nemzet kölcsönösen megismerhesse.

A küldöttségben Sperl professzor mellett *Laár Tibor*, az OMBKE tiszteleti tagja, az MTESZ Technikatörténeti Bizottság koordinátora, egyben a „Közép-európai Vaskultúra Útja” program nemzetközi koordinátora és *dr. Gábor Kunhalmi*, szlovákiai koordinátor vett részt (1. kép). Az oklevelek átadását fogadás és kötetlen beszélgetés zárta.



■ 1. kép. Az ünneplők között jobb oldalon Laár Tibor, mellette dr. Gerhard Sperl, középen dr. Gábor Kunhalmi

Október 6-án kilenc órakor kezdődött a tudományos ülés, amelynek elnökségében részt vett és beszédet mondott Luxemburg Nagyhercegség kulturális és oktatási minisztere, Robert Palmer, *Roberta Alberotanza*, a Kulturális Utak Tanácsának elnöke, *Eleonora Petrova-Miteska*, Macedónia állandó követségi képviselője, és *Michel Thomas-Penette*, az Európai Kulturális Utak Intézetének igazgatója. Az ünnepélyes megnyitó után az „Al-Andalus Alapítvány” igazgatója tartott előadást a mediterrán térség országait átfogó programról, majd a „Zsidó Kulturális Örökségről” tartott előadást az európai szövetség elnöke, végül az „Olajfák Útja” szervezetéről annak igazgatója beszélt.

A „Közép-európai Vaskultúra Útja” küldöttsége a luxemburgi ünnepség előtt a bajor „Eisenstrasse” szervezet, valamint a város polgármesterének meghívására Amberg városában tett rövid látogatást.

✍ Laár Tibor

Felületkezelés és hulladékfeldolgozás a gyakorlatban

2007. október 11-én a Miskolci Egyetem hő- és felületkezelő, képlékenyalakító szakirányos hallgatói, ill. a hulladékgazdálkodási ágazatos hallgatók *dr. Török Tamás* tanár úr vezetésével meglátogattak néhány jeles Miskolc környéki céget az ott folyó felületkezelési és hulladékfeldolgozó technológiák megismerése céljából. Az egynapos kirándulás sűrű programot tartogatott.

Utunk először Gyöngyösre, a Stanley Electric Hungary Kft.-hez vezetett, amelyben egy dinamikus, rohamosan fejlődő, fiatal mérnöki gárdát foglalkoztató céget ismerhettünk meg. A vállalatot 2001-ben alapították, profilja elsősorban a személygépkocsik reflektorlámpáinak előállítás, felületkezelése és összeszerelése. A munkafolyamat első lépcsője a műanyag lámpatest fröccsöntése, melynél figyelembe veszik az izzó okozta hőhatást, így a lámpatest, ill. a tükröző felületek hordozó váza hőre lágyuló (PP), az izzó közvetlen környéke pedig hőre keményedő műanyagból készül. Különlegessége, hogy a cég saját szabadalma szerint az izzó mögött alakítják ki a fényszóró felületet. A fröccsöntött lámpatestekre vákuumgőzöléssel és katódporlasztással egy nagyon vékony és egyenletes, jól tükröző alumínium vékonyréteget visznek fel. Ezt a műveletet közelről is megtekinthettük. Ezt követően a felületkezelt lámpákat egy U-alakú szerelősoron készre szerelik. Az egész üzem nagy rend és tisztaság jellemzi. *Turi Sándor* gyárigazgató úr elmondása szerint a már sokak által ismert „Ragyogó fény” japán filozófia érvényesül a cégen belül. A napi négyszeri rövid értekezlet, a központi mérnöki terem, ahol helyet kap a minőségügy és a logisztika is, ill. a hibajelző táblák mind a lendületes, összehangolt, folyamatos termelést segítik elő.

Tanulmányutunk következő állomása Apc volt, ahol az egy telephelyen található vállalkozások közül először az öntészeti salakokat feldolgozó Salker Kft.-nél, majd az öntészeti alumíniumtömb-gyártással foglalkozó Alu-Block Kft.-nél, végül az alumínium kokillaöntvényeket gyártó QualiForm Kft.-nél tettünk látogatást. A Salker Kft.-nél *Hertelendi Ákos* termelési igazgató úr avatott be bennünket az alumíniumöntö-

dékből érkező salakok különböző szempontok szerinti csoportosításának, osztályozásának, majd aprításának és őrlésének folyamatába. Az őrleményeket alumíniumtartalmuk alapján három kategóriába sorolják. Az 1. és 2. kategória 70-80% alumíniumot, míg a 3. kategória ennél kevesebb, 63% alumíniumot tartalmazó salakok csoportja. Az így előkészített őrlemények az Alu-Block Kft.-hez kerülnek feldolgozásra.

Az Alu-Block Kft.-nél *Demeter Lajos* műszaki igazgató úr volt segítségünkre, hogy eligazodjunk az egyes olvasztókemencék rejtelmeiben. Mint megtudtuk, fix és buktatható kemencékben, valamint billenthető és nem billenthető forgódobos kemencékben olvasztják meg a fémeket az egyenként kb. 7 kg tömegű tömbök öntéséhez. Fő profiljuk az AlSi-ötvözetek gyártása, melyeket még Cu, Mg, Mn, Ti, Fe és egyéb elemekkel ötvöznek a vevők igényeinek megfelelően. A vegyi összetétel pontos meghatározására spektrométert használnak. A vizsgálat során a minta egy részét elgőzöltögtetik, és a gőzökben lévő elemek hullámhosszából és intenzitásából számítógépes analízáló program segítségével pontosan meghatározzák a minták minőségi és mennyiségi összetételét még a nyomokban kimutatható elemekre (Mo, Sb, Ti, Ca, P, Sr) is.

A kész olvadékot, ill. a szilárd fémtömbök egy részét átszállítják a szomszédos QualiForm Kft. öntödéjébe, ahol kézi kokillaöntés folyik. Termékeiket a jármű- és az építőipar részére szállítják a megrendelő kívánalmainak megfelelően. A kihűlt öntvényeket megmunkálják, melyben CNC-vezérlésű gépek segítik a dolgozók munkáját (sorja és öntési csomók eltávolítása, fúrás, marás, menetvágás és egyéb megmunkálások). A cég rendelkezik egy szerszámkészítő csarnokkal is, ahol az öntésnél használt szerszámfelek elkészítése és karbantartása történik. Ez mind nem lenne lehetséges a tervezőiroda nélkül, ahol korszerű, modern tervezőprogramokkal készítik el a szerszámok gépészeti rajzait. Ezeknek a terveknek adnak testet a szerszámkészítők CNC-marógépek és esztergagépek, valamint a korszerű és pontos megmunkálást lehetővé tevő CNC-szíkraforgácsológép segítségével. Az így

elkészült szerszámok biztosítják a folyamatos minőségi termelést és a vállalkozásokban működő ISO rendszerek támasztotta igények kielégítését. Ezt *Rigó Róbert* termelési szakigazgató úr mutatta be.

Apcot követően utunkat Jobbágyi felé vettük, ahol *Kiss Zoltán* tulajdonos Klein Metals nevű kft.-jét néztük meg *Horváth Gábor* igazgató úr és kollégáinak szíves kaulauzolása mellett. A vállalkozás jól felszerelt, Magyarországon egyedülálló technológiával dolgozó hulladékgyűjtő és -feldolgozó üzem. A különböző, főleg fém, ezen belül is alumínium, réz és nemfémes anyagok, pl. műanyag hulladékok szétválogatásához korszerű örvényáramos, mágneses, valamint nehézsuszpenziós szeparátorokat és vizes asztalokat alkalmaznak. A nehézsuszpenziós szétválasztás lényege az, hogy a megfelelően előkészített hulladékot a sűrűsége alapján a szuszpenzióban tartott közeg sűrűségénél kisebb, illetve nagyobb sűrűségű frakciókra képes szétválasztani. A feldolgozási műveletsor szerint a sokszor szennyezett és vegyes alumíniumhulladék először a daráló gépsorra kerül, amelynek végén az anyagáramból két mágnesdob távolítja el annak 'mechanikai' vastartalmát. A darálás után forgódobos rostával különítik el a 12 mm-nél kisebb szemnagyságú frakciót, valamint a 12 és 100 mm közötti részt, mely utóbbi mérettartományba eső anyag a megfelelő a nehézsuszpenziós elválasztáshoz (szakzsargonnal élve az ún. flotáláshoz). Az ap-



■ A hallgatói csoport az apci Salker Kft. üzemcsarnokában

rított, méret szerint osztályozott vegyes alumíniumhulladékból sorba kötött, kétlépcsős nehézsuszpenziós berendezéssel végül szétválasztják az alumíniumnál könnyebb (pl. fa, magnézium) és az alumíniumnál nehezebb (cink, réz stb.) részeket. A flotált hulladék további válogatása az örvényáramú szeparátor segítségével történik. A vizes asztal (vagy más néven szér) üzembe helyezésével hamarosan lehetőség nyílik minden egyes frakció feldolgozására. Ez utóbbi, újonnan rendszerbe állított berendezésükkel a 12 mm alatti – finomszemcsés, erősen poros – hulladékok szeparálását is hamarosan meg tudják oldani.

Utolsó állomásunk a ZF Hungária Ipari és Kereskedelmi Kft. volt, ahol a fogaskerékgyártás technológiájába nyertünk bepillantást. A cégnél finommegmunkáló sorokat és hőkezelés utáni keménymegmunkáló sorokat tekintettünk meg, melyek pontos megismerésében *Bárdos Ottó* és *Dorony László* mérnök urak voltak segítségünkre. A híres feltaláló, *Zeppelin gróf* kilenc évtizede alapította a dél-németországi Friedrichshafenben azt a léghajógyárat, amelynek alapjain 1915-ben a ZF-et létrehozták. A kezdetben fogaskerekeket gyártó üzem mára az egyik legismertebb gépipari konszernné fejlődött. Öt földrészen vannak vállalatai és üzleti érdekeltségei, amelyek több mint ötvenötezer munkatársat foglal-

koztatnak. A ZF 1996-ban alapította meg Egerben az egyik magyarországi vállalatát, a ZF Hungária Kft.-t, amelyet magyar viszonylatban jelentős beruházással, nagyrészt a magyar szakemberek szaktudására és kreativitására támaszkodva, igen rövid idő alatt világszínvonalú termelőüzemmé fejlesztett. A szervezettséget és a minőségi munkát igazolják a cég minőségbiztosítási tanúsítványai: ISO 9002, QS 9000, ISO/TS 16949, ISO 14001. Új termékcsaládok kifejlesztésére konszernszintű fejlesztőközpontot létesítettek Egerben, ahol a tervezéstől a piacra kerülésig minden tevékenységért a ZFH szakemberei a felelősek. A több mint ötszáz embert foglalkoztató vállalat 2002-ben 108 millió eurós forgalmat bonyolított le.

A fogaskerék-előgyártmányok Németországból érkeznek, s először egy fogkialakítási folyamaton mennek keresztül, mint pl. grobozás, hengerlés (ezek hidegalakítási technológiák, ezért csak kisebb fogazatok elkészítésére alkalmasak). A továbbiakban nedves és száraz köszörülést és fogmarást végeznek. Többnyire AlCrN-bevonatú számszámokkal köszörülük ki a tárcsákon a kívánt méretű fogazatot. Az esetleges belső fogazat kialakításához TiN-bevonatú áthúzószerszámokat használnak, melyek mintegy 30 000 fogaskerék elkészítése után szorulnak csak felújításra az óhatatlanul

fellépő kopási folyamatok miatt. A finommegmunkálás után a termékek egy cementáló hőkezelést kapnak annak érdekében, hogy a fogak megfelelő keménységgel rendelkezzenek. A hőkezelés után Rockwell keménységmérő géppel ellenőrzik a kész darabok minőségét. Az üzemben egyébként ezen kívül is többféle egyéb roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatot végeznek a minőség biztosítása érdekében. A fogaskerekek felületét a hőkezelés után 0,6 mm átmérőjű acélsöréttel bombázzák, hogy a termék kopásállóságát fokozzák. Ugyanis ennél a különleges felületszilárdító kezelésnél a felület alatti rétegekben nyomófeszültség keletkezik, miáltal jelentősen meghosszabbodik a fogaskerekek élettartama. A késztermék minőségét a MEO ellenőrzi, ahol vizsgálják a fogak geometriáját, a dőlésszögét és a keménységet. A teljes váltót U-alakú sorokon szerelik össze.

Csoportunk az üzemekben a nap végéig megtett több kilométeres úttól ugyan kissé elgyötört, de a sok friss szakmai élménytől felvillanyozva még egy röpke villámlátogatásra is vállalkozott az egri Szépasz-szony-völgybe, ahol már a másnapi miskolci VIII. fémkohászati szakmai nap és a rákövetkező szakestély tervezése is napirendre került.

Pázmán Judit

Ledebur–Kolloquium, Freiberg, 2007

Dr. Dül Jenő tanszékvezető egyetemi docens vezetésével a Miskolci Egyetem három hallgatója vett részt a már hagyományos freibergi Ledebur–Kolloquium 2007. évi rendezvényein. A programban szereplő előadások meghallgatása mellett mód nyílt arra is, hogy megbeszélést folytassanak a két intézmény között érvényben levő Doppeldiplom egyezményhez hasonló megállapodás kidolgozásáról az egyetemi hallgatók BSc képzésére vonatkozóan.

Az eddigiekhez hasonlóan a TUB Freiberg és az Öntészeti Intézettel együttműködő ACHTECH GmbH továbbra is fogadná részképzésre és szakmai gyakorlatra a miskolci öntész szakirányos hallgatókat. Az elképzelések szerint lehetőség lenne a miskolci BSc anyagmérnök alapképzésből a TUB Freiberg öntészeti BSc képzésébe átmenni és az ez irányú tanulmányokat ott befejezni. Az átvétel részletes fel-

tételeit feltekintve a tantervek egyeztetése után határozzák meg.

A küldöttség tagjai közül *Rima-széki Gergő* és *Juhász Borbála* negyedéves hallgatók a Doppeldiplom megállapodás alapján a diplomás képzésben szeretnének részt venni, míg *Kalynka Roland* 3. éves BSc hallgató a szakdolgozatának elkészítésé-



A képen balról jobbra Kalynka Roland, Juhász Borbála, dr. Dül Jenő és Rima-széki Gergő látható a Freibergi Öntészeti Intézet előcsarnokában

hez szükséges kísérleteket szeretné Freibergben elvégezni.

D.J.

Kémiai metallurgiai szeminárium az európaiság jegyében

A Metallurgiai és Öntészeti Tanszék az elmúlt néhány évben számos doktorandusz-nak biztosított kutatási lehetőséget. A modern anyagtechnológia számára alapvetően fontos fémkinyerés és -tisztítás tudományát, valamint a korábban önálló Vaskohászattani és Fémkohászattani tanszékek szakmai örökségét ez az összevont szervezeti forma képviseli ma egyetemünk Műszaki Anyagtudományi Karán. A kinyerő-tisztító (kémiai) metallurgia területe mindemellett továbbra is alapvetően a vas- és acélmetallurgia, illetve a színes-, könnyű- és ritkafémek kémiai metallurgiája területekre tagolódik. Az előbbi területet a modern iparban az egyre különlegesebb minőségű és értékesebb acéltermékek nagyüzemi technológiája, az utóbbit az ipari és kommunális forrásokból származó fémtartalmú másodnyersanyagok komplex hasznosítása teszi alapvetően fontossá. A növekvő fémárak, a feldolgozóipar naponta fejlődő igénye és a szigorodó környezettudatosság mellett felértékelődik a kémiai metallurgia területén szerzett tudás. Ezt örömmel és ugyanakkor sajnálattal tapasztaljuk saját bőrünkön is. A tanszék jelentős erőfeszítésekkel igyekezett a fontossága mellett talán újra divatosá is váló kémiai metallurgiai szakterületre magas színvonalú oktatói-kutatói utánpótlást kinevelni. A jelöltek, az acélmetallurgia területén *dr. Taszner Zoltán*, a hidro-elekt-

rometallurgia területén *dr. Csicsovszki Gábor*, nemcsak megvédték kiváló PhD munkákat, több nyelvből elérték a valóban folyékony tárgyaló- és előadóképes szintet, hanem jelentős nemzetközi tapasztalatokra is szert tettek. Minderre szükség is van a ma alkalmazni kívánt egyetemi tanársegédek-nél. Azonban ezen tulajdonságok mellé betársult az iparág nyugati országokban jelentkező éles szakemberhiánya, valamint a vele járó mesés külföldi álláslehetőségek is. Így egyetemi munkaerő utánpótlás helyett az európai szakember mobilitás szolgálata terén büszkélkedhet most a tanszék. A dolgok ilyen alakulását a jó oldalról megközelítve 2007. december 21-én egy rendhagyó szakmai szemináriumot szerveztünk az alábbi programmal:

- Megnyitó gondolatok a szakmai kihívásokról (*dr. Dúl Jenő*)
- A kémiai metallurgia modern kutatási irányai a Metallurgiai és Öntészeti Tanszéken és a műszaki anyagtudományi képzésben (*dr. Kékesi Tamás*)
- Az „Outotec” kutató-fejlesztő bázisa és a modern hidrometallurgiai eljárások (*dr. Csicsovszki Gábor*, research metallurgist, Outotec Research Oy, Finland)
- THYSSENKRUPP STEEL – Az acélipar technológiafejlesztése (*dr. Taszner Zoltán*, process metallurgist, ThyssenKrupp Steel, Germany)



■ A képen balról jobbra *dr. Taszner Zoltán* és *dr. Csicsovszki Gábor* látható

A színvonalas és jó hangulatban tartott szakmai előadásokat ritkán tapasztalt élénk vita követte. A tanszéken nevelkedett fiatal doktoraink Nyugat-Európa kiemelkedő ipari kutató, illetve termelő cégeinél kamatoztatják a Miskolcon megszerzett szakmai ismeretüket, mérnöki intelligenciájukat és a Műszaki Anyagtudományi Kar közössége által is alakított emberi képességeiket. Kívánunk nekik fényes sikereket, ami a nagy hírű Selmec-Sopron-Miskolc vonalon híressé vált metallurgiai képzés nemzetközi jelentőségét is egyértelműen demonstrálja.

Dr. Kékesi Tamás

Kitüntetés: Akadémiai-Szabadalmi Nívódíj

A magyar tudomány ünnepének rendezvénytárházához kapcsolódva immár tizenegyedik alkalommal adták át a Magyar Szabadalmi Hivatal és a Magyar Tudományos Akadémia által 1997-ben közösen alapított Akadémiai-Szabadalmi Nívódíjakat. A díj a nemzetközi megmérettetés próbáját is kiálló magas színvonalú, szabadalmi oltalomban is részesített műszaki fejlesztési, alkalmazott tudományi találmányok alkotóit hivatott ezen a módon elismerni. A díjat évente három szakembernek ítéli oda az MTA illetékes tudományos osztályai és az MSZH képviselőiből álló kuratórium.

A nívódíjakat *Bendzsel Miklós*, a Magyar Szabadalmi Hivatal elnöke és *Króó Norbert* akadémikus, a Magyar Tudományos Akadémia alelnöke adta át 2007. november 7-én a Magyar Szabadalmi Hivatalban rendezett ünnepségen.

Az Akadémiai-Szabadalmi Nívódíj elis-

merést *Buza Gábor*, a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány Anyagtudományi és Technológiai Intézete igazgatója, *Fogassy Elemér*, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem professzor emeritusa, valamint *Márton Lajos Csaba*, a maratonvásári MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet tudományos igazgatóhelyettese vehette át.

Részlet *Buza Gábor*, az ünnepségen elhangzott laudációjából: 1975-ben szerzett kohómérnöki oklevelet a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. Egyetemi doktori értekezését 1986-ban védte meg. 1991 óta a műszaki tudomány kandidátusa. Szakmai munkáját a Vasipari Kutató Intézetben kezdte. 1979-80-ban, a szovjet-magyar űrrepülés kapcsán, a Szaljut-6 űrállomás fedélzetén végrehajtott sikeres űranyag-technológiai kísérletek sikeréhez hozzájáruló tevékenysége meghatározó volt. Ennek a munkának a folytatása az a mai napig tartó kuta-

tás és fejlesztés, amelynek célja a világűrben üzemelő kristályosító kemencerendszer létrehozása. A BME Közlekedésmérnöki Karának docenseként az anyagtudományi ismeretek oktatója. A Bay Zoltán Intézetben a lézersugaras anyagmegmunkáló rendszerek kiépítését, fejlesztését, valamint a lézersugaras kutatási feladatok koordinálását végzi az intézet vezetése mellett. Kutatócsoport élén a szabadtéri bronzszobrok restaurálásának anyagtudományi vonzatú feladataival is foglalkozik. Széles körben ismert a budapesti Hősök terén lévő Millenniumi Emlékmű szobrainak, vagy a budavári Szent István-szobornak a felújításában játszott szerepe. Az Akadémia köztestületének tagjaként az Anyagtudományi Bizottság Nagy-energia-sűrűségű Megmunkálások Albizottságának titkára, több szakmai egyesület tagja.

A díjazottaknak szerkesztőségünk nevében is gratulálunk!

Emlékműavatás Hammerstein Péter tiszteletére

A Magyar Tűzhorganyozók Szövetsége és tagjai aktív közreműködésével 2007. október 19-én 11 órakor Borsodnádason a gyártelepi katolikus temetőben a magyar tűzhorganyzó ipar és egy család számára egyaránt kiemelkedő fontosságú eseményre került sor. Egy kis ünnepség keretében a meghívottak felavatták idősebb *Hammerstein Péternek* (1845–1920), a magyar tűzhorganyzás megalapítójának síremlékét.

A sírhelyet a szövetség tagvállalatainak, Hammerstein Péter magyarországi és külföldi leszármazottainak, valamint Borsodnádasi város önkormányzatának erkölcsi és anyagi támogatásával teljesen felújították. A régi síremlék öntöttvas kerítését időtálló horganybevonattal látták el, és egy teljesen újraépített vasbeton alapba helyezték. A magyar tűzhorganyzás alapítójának szürke színű, polírozott gránitból emlékkövet készítek, melynek oldalán kör alakú, besüllyesztett bronzbéllegeken feltüntették a síremlék elkészítését támogató vállalatok neveit. A sír műkö borítást is kapott, melyet a család szép, virágzó növényekkel díszített. Az emlékkő *Csertő Lajos* dunaújvárosi szobrászművész alkotása, a sír rekonstrukciós munkálatait az ózdi SZA-KO Bau Kft. végezte.

Az ünnepségre a családon és a szövetség tagjain kívül meghívást kaptak a város önkormányzatának tagjai, az egykori gyár dolgozói és vezetői, a tűzhorganyzó ipárhoz közel álló szakemberek, illetve a síremlék kivitelezésében résztvevők.

Az ünnepség a Magyar Tűzhorganyozók Szövetsége elnökének, *Antal Árpádnak* a megemlékezésével kezdődött. Elmondta, hogy Peter Hammerstein egy ötgyermekes porosz katolikus család második fiúgyermeként a németországi Rheinbrohlban született, abban a Rajna-menti kisvárosban, ahol 1869-ben az egyik első németországi tűzhorganyzó üzem létesült. Az ifjú Hammerstein vasipari szakmát tanulva itt sajátította el a lemezhengetést és a tűzhorganyzás technológiáját. A családban máig fennmaradt szájhagyomány szerint az 1880-as évek elején egy ismerősük hívta fel az általa sokra becsült ifjú mester figyelmét a Nádason (ma Borsodnádasi), az akkori Osztrák-Magyar Monarchia magyar területén épülő modern lemezgyárra. Hammerstein döntött, s az 1880-as évek legelején

feleségével és öt gyermekével áttelepült Magyarországra. A lemezgyári anyakönyvből tudjuk, hogy 1883. július 15-én állt munkába. Ő volt az első személy, akit a tűzhorganyzás mestereként Magyarországon először említettek. Mindvégig az akkori Rima-Murány Salgótarjáni Vasmű Rt. Nádasi Lemezgyára első vezetői közé tartozott, s 28 és fél évi munkaviszony után 1912. június 1-jén mint gyári főmester vonult nyugállományba. Ezt követően életéről nagyon keveset tudunk.

A Nádasi Lemezgyárban megvalósított tűzhorganyzási technológia a legkorszerűbbnek számító ipari technológiák közé tartozott nem csak az akkori Magyarországon, hanem Európa többi országában is. A „nádasi lemez” a bevezetett szigorú eljárások és szabályok következtében hosszú évtizedekre fogalommá vált, maga a technológia pedig mintaként szolgált a csak ötven évvel később Csepelen megépített újabb ilyen üzemnek.

Antal Árpád beszédét követően Hammerstein Péter hazánkban élő dédunokája, *Badacsonyi Bohus Gabriella* és *Papp Anna*, Borsodnádasi polgármestere emlékezett meleg szavakkal a neves szakemberre. A beszédek elhangzása után a szövetség és az emlékálítást támogató tagvállalatai (DAK Acélszerkezeti Kft., FERROKOV Kft., KIP-SZER-TÜVA Kft., NAGÉV Kft., OBO Bettermann Hungary Kft.), a családtagok és a város önkormányzata nevében helyeztek el koszorúkat a képviselőik. A koszorúzást követően egy helyi tanuló kedves és megható verset mondott el az egykor büszke és nagy múltú lemezgyárról, majd a meghívottak a Hammerstein-család által szervezett bensőséges fogadáson, kötetlen beszélgetésen vettek részt. A gyár volt művelődési házában rendezett családias beszélgetésen az



■ Hammerstein Péter síremléke a koszorúzás után

ország távoli részeiből és a külföldről érkezett vendégek között gyorsan jó hangulat alakult ki. Régen megszakadt kapcsolatok éledtek újjá, újak alakultak ki, visszaemlékezések, jókedv és meghatottság jellemezte a rendezvényt. Egyébként az országban akkor a legtöbb helyen esős, hideg időjárás itt a nádasi völgyben csendes, délutánra napos, szinte mediterrán jellegűvé változott. Mintha megtisztelte volna a rendezvényt őszi színekben gazdag, kellemes hangulatával.

A beszélgetést, ismerkedést követően a vendégek megtekintették a gazdag és sok-sok archív anyaggal, tárgyi emlékekkel rendelkező Borsodnádasi Helytörténeti Gyűjteményt, ahol annak vezetője és lelkes gondozója, *Sági Tibor* kalauzolta a meghívottakat.

Érdekes dokumentumok, meglehetősen történelmi emlékek között, régen elfeledett gondolatok mellett bizony könnyek is megjelentek a szemek sarkában. Legtöbben úgy váltunk el, hogy talán még találkozunk...

✍ Dr. Takács István

Beszámoló az öntészeti szakosztály tisztújító küldöttgyűléséről

2007. április 25-én tartotta a szakosztály a csepeli Árvay Csárdában cikluszáró küldöttgyűlését, amelyen a szavazásra jogosult tagtársak 82,4%-a, 47 fő jelent meg.

Dr. *Sohajda József* szakosztályelnök köszöntötte a megjelenteket és dr. *Tolnay Lajost*, egyesületünk elnökét. Megállapította, hogy a küldöttgyűlés határozatképes. A jelenlevők napirend előtt egyhangú szavazással elfogadták, hogy dr. *Pilissy Lajos* legyen a korelnök, aki a szavazás lebonyolításának ideje alatt tölti be a küldöttgyűlés elnöki tisztségét, valamint azt, hogy a jegyzőkönyvet dr. *Hatala Pál* vezesse, és a jegyzőkönyv hitelesítője *Péterfalvy Jenő* legyen.

Ezután a jelenlevők az elmúlt választási ciklusban elhunyt tagtársainkra emlékezve állva hallgatták meg a Bányászhimnusz hangrangsjáték-változatát, miközben dr. *Ládai Balázs* felolvasta az elhunytak neveit. Az elnök a tiszteletadás után ismertette az előzetesen kiküldött napirenddel megegyező napirendi pontokat:

1. A szakosztályvezetés beszámolója a 2004-2007 között végzett munkáról
2. A jelölőbizottság beszámolója
3. Tisztújítás

A napirendet a szavazásra jogosult küldöttek egyhangúlag megszavazták.

1. A szakosztályvezetés beszámolója a 2004-2007. között végzett munkáról

Katkó Károly szakosztálytitkár felolvasta az elmúlt három évet bemutató értékelő jelentést. A jelentés dokumentuma megtekinthető a mindenkori szakosztály titkárnál.

A beszámolót követően egy hozzászólás volt. Dr. *Bakó Károly* az elhangzottak ismeretében kiemelte, hogy a részletekbe menő és tárgyyszerű beszámolóból kitűnt, és ő személy szerint is egyetért vele, hogy példaértékű az OMBKE öntészeti szakosztály és a Magyar Öntészeti Szövetség együttműködése, a két szervezet egymást kiegészíti, támogatja. Ezért a MÖSZ nevében köszönetet is mondott.

A küldöttgyűlés a beszámolót tartózkodás és ellenszavazat nélkül egyhangúlag elfogadta. Dr. *Sohajda József* bejelentette, hogy a beszámoló elfogadásával a szakosztály-vezetőség valamennyi tagjának lejárt a megbízatása, arról a vezetőség nevében hivatalosan is lemond. A leköszönő elnök jókívánságait adta át a leendő vezetésnek,

ígéretet tett arra, hogy munkájukban megszerzett tapasztalata és tudása átadásával mindenkor támogatni fogja őket.

Az ex-elnök átadta az elnöki széket dr. *Pilissy Lajos* korelnöknek, aki javasolta, hogy a jegyzőkönyvben szerepeljen a leköszönt elnök és titkár, titkárhelyettesek és a vezetőség tagjainak dicsérete. A javaslatot a közgyűlés ellenszavazat és tartózkodás nélkül elfogadta.

2. A jelölőbizottság beszámolója

A korelnök javasolta a küldöttgyűlésnek, hogy háromfős szavazatszámú bizottságot válasszon, melynek vezetőjéül *Dózsa Saroltát*, tagjainak *Tóth Károlyt* és dr. *Varga Lászlót* javasolta. A javaslatot a küldöttgyűlés tartózkodás és ellenszavazat nélkül elfogadta. Ezután a korelnök kérte, hogy az előző vezetőségi ülések egyikén előzetesen megválasztott jelölőbizottság elnöke, dr. *Vörös Árpád* és a bizottság tagjai, *Szombatfalvy Rudolf* és *Demeter Lajos* ismertessék elvégzett munkájukat, tegyenek javaslatot a szakosztály új vezetésére, illetve a szakosztályi küldöttek megválasztására.

Dr. *Vörös Árpád* röviden összefoglalta az elvégzett munkát, a lefolytatott beszélgetések, viták lényegét, majd ismertette a jelölőbizottság javaslatát.

Elnök: dr. *Sándor József*, alelnökök: dr. *Hatala Pál*, *Katkó Károly*, *Pordán Zsigmond*, titkár: *Pivarcsi Szabolcs*, titkárhelyettesek: *Sándor Balázs*, *Svidró Péter*, *Szalai Attila*. Vezetőségi tagok: *Éger László*, *Fegyverneki György*, *Péterfalvy J. Tamás*, *Pornói Sándor*, dr. *Sohajda József*, *Szombatfalvy Anna*, *Szombatfalvy Rudolf*, dr. *Takács Nándor*. Küldöttek: dr. *Bakó Károly*, *Demeter Lajos*, *Dózsa Sarolta*, dr. *Hatala Pál*, *Katkó Károly*, dr. *Ládai Balázs*, dr. *Lengyel Károly*, dr. *Lengyelné Kiss Katalin*, dr. *Pilissy Lajos*, *Pivarcsi László*, *Pivarcsi Szabolcs*, dr. *Sándor József*, *Sipos István*, *Szombatfalvy Rudolf*, *Vida Zoltán*.



■ Balról jobbra az első sorban: *Katkó Károly*, *Szalai Attila*, *Svidró Péter*, dr. *Lengyel Károly*, dr. *Ládai Balázs*, *Éger László*, 2. sorban dr. *Lengyelné Kiss Katalin*, dr. *Tolnay Lajos* OMBKE-elnök, *Pivarcsi Szabolcs*, dr. *Sándor József*, dr. *Hatala Pál*, dr. *Takács Nándor*, *Dózsa Sarolta*, dr. *Bakó Károly*, *Pivarcsi László*, *Péterfalvy Jenő*, dr. *Sohajda József*, a hátsó sorban: *Fegyverneki György* és *Sándor Balázs*

Ellenszavazat és tartózkodás nélkül minden javasolt személy felkerült a szavazólistára. Mivel más javaslat nem hangzott el, dr. *Pilissy Lajos* megállapította, hogy a titkos szavazás megtartható. Felkérte dr. *Bakó Károlyt*, hogy ellenőrizze le az urna ürességét, és azt követően nemzeti színű szaggal kösse át az urnát. Dr. *Bakó Károly* a felkérésnek eleget tett.

3. Tisztújítás

A titkos szavazás idejére a korelnök szünetet rendelt el. A szavazást követően a szavazatszámú bizottság vezetője ismertette az eredményt: a 47 szavazásra jogosult küldött 47 érvényes szavazólapot adott le. Valamennyi szavazólap javítás nélkül került az urnába, így a szavazás végeredménye azonos a jelölésével.

Dr. *Pilissy Lajos* korelnök gratulált az új elnöknek és vezetőségnek, megköszönte lejárt megbízatását. Dr. *Sándor József*, a szakosztály új elnöke megköszönte a bizalmat, röviden ismertette elképzeléseit és biztosította a jelenlévőket elődjéhez hasonló elkötelezettségéről és szándékairól, melyhez a jelenlevők támogatását kérte. Ezt követően az elnök a tisztújító küldöttgyűlést berekesztette. A mellékelt képen a megjelentek egy csoportja, köztük a régi és az új vezetőség tagjai láthatók.

Dr. *Hatala Pál*

Koszorúzás és kamarakiállítás Kerpely Antal és Jakóby László tiszteletére

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület a 2007. évet *Kerpely Antal* halálának 100. évfordulója tiszteletére Kerpely Antal-emlékévként nyilvánította. Az emlékévként számos rendezvény kínált

lehetőséget a világhírű vaskohász életének és munkásságának jobb megismerésére. Kerpely Antal halála napjának 100 éves évfordulóján, 2007. július 22-én az Öntödei Múzeumban az OMBKE vaskohászati, fémkohászati és öntészeti szakosztályának budapesti helyi szervezetei megemlékezést tartottak, amelyen nem csak Kerpely Antalra, hanem az 50 éve elhunyt neves fémkohászra, *Jakóby Lászlóra* is emlékeztek.

A nagyon meleg idő ellenére szép számban megjelenteket *Lengyelne Kiss Katalin* múzeumigazgató köszöntötte, aki elmondta, hogy a múzeum mindkét személyiség életével kapcsolatban számos emléket őriz, amelyeket most egy hét vitrinből álló kamarakiállításon be is mutatnak az érdeklődőknek.

Az ünnepség *dr. Csirikusz Józsefnek*, az OMBKE vaskohászati szakosztálya budapesti helyi szervezete elnökének Kerpely Antaltól tartott megemlékezésével kezdő-

dött. Ezt követően *dr. Pilissy Lajos*, az OMBKE tiszteleti tagja Jakóby Lászlóról tartott személyes hangú megemlékezést. Az előadás alapján a hallgatóság maga elé képzelhette Jakóby Lászlót, „Laci bácsit”, aki kollégáival, beosztottjaival közvetlen, baráti kapcsolatot alakított ki.

A megemlékező beszédek után került sor a múzeum kertjében található kohászati panteonban a két jeles személyiség bronzszobrának megkoszorúzására. Kerpely Antal szobrát, *Markup Béla* alkotását, az OMBKE vaskohászati szakosztálya nevében *dr. Csirikusz József* és egyesületünk exelnöke, *dr. Tardy Pál* koszorúzta meg (1. kép).

A fémkohászati és az öntészeti szakosztály budapesti helyi szervezetei nevében *Köves Kristóf* és *dr. Ládai Balázs* elnökök helyezték el koszorút Jakóby László szobránál. A mellszobor *Andrássy Kurta János* 1984-ben készült alkotása.

A koszorúzás után a résztvevők – az OMBKE már több mint százéves hagyományaihoz híven – elénekelték a bányász- és a kohászhimnusz (2. kép). Ezután nyílt lehetőség az Öntödei Múzeum munkatársai által összeállított kamarakiállítás megtekintésére.

Millisits Máté



1. kép. Dr. Csirikusz József és dr. Tardy Pál koszorúz



2. kép. A megemlékezés résztvevői

Búcsú a Csepeli Fémműtől

A fémkohászati szakosztály évváró ülése

A kölcsönös búcsú jegyében, az augusztusi utolsó csapolás és a hengesor szeptemberi végső kikapcsolását követően a Csepeli Fémmű Rt. Fa. november 29-én adott otthont az év utolsó szakosztályvezetői ülésének. *Petrusz Béla* elnök távolmaradása miatt az ülést ezúttal *Hajnal János* titkár vezette. Az önmagát 20 fővel képviselő vezetőség köszöntését követően beszámolt az új ciklus első, október 12-én tartott választmányi üléséről. Ennek keretében szólt a 96. közgyűlés óta eltelt időszak jelentősebb, kohászattal kapcsolatos egyesületi eseményeiről, majd *Tolnay* elnök urat idézve ismertette a jelenlegi ciklusban az egyesület vezetése előtt álló legfontosabb feladatokat. Ezt követően részletesen bemutatta a megválasztott választmányi bizottságokat, azok fémkohász képviselőit. Külön gratulált *Komjáthy István* tagtársunknak, akit az érembizottság elnökévé választottak. Ismertette a választmány határozatát a BKL lapok felelős szerkesztőit illetően (a BKL Kohászat új felelős szerkesztője *Lengyel Károly*), továbbá a Szent Borbála-érem idején kitüntetettjeivel kapcsolatos döntést. A választmányi ülés szokásosan az egyesület gazdasági helyzetének elemzésével zárult, amely a korábbi évekhez viszonyítottan kedvezőbbnek tudható.

Az OMBKE választmányi bizottságok fémkohász tagjai:

alapszabály	<i>Széll Pál</i>	(Kecskemét)
érem	<i>Komjáthy István</i>	(Csepel)
ifjúsági	<i>Rácz Szabolcs</i>	(Székesfehérvár)
iparpolitikai	<i>Horváth Csaba</i>	(Csepel)
	<i>Horváth Csaba</i>	(Székesfehérvár)
környezetvédelmi	<i>Éva András</i>	(Budapest)
	<i>Huszics Zoltán</i>	(Inota)
etikai	<i>Várhelyi Rezső</i>	(Budapest)
oktatási	<i>Puza Ferenc</i>	(Székesfehérvár)
	<i>Vass Péter</i>	(Székesfehérvár)
történeti	<i>Pálovits Pál</i>	(Budapest)
	<i>Kovács Istvánné</i>	(Székesfehérvár)

Második napirendi pontként *Balázs László* a Miskolci Egyetem október 12-én rendezett VIII. fémkohászati nap eseményeit ismertette. A szakmai nap konferencia részének fő témaköre az elektronikai hulladékok hasznosítása volt. A közel 60 fős egyetemi és ipari hallgatóság előtt hét előadás hangzott el. Az e-hulladék témakörben az Electro-Coord Kht. részéről *Solymos Antal* menedzser, az ALCUFER Kft. részéről *Császár Tamás* környezetvédelmi igazgató és *Teplán László* termékmenedzser, továbbá a LOACKER Kft. részéről *Jeffrey D. Kimball* kereskedelmi igazgató és *Bölkényi Gábor* üzemeltető tartottak előadást. Ezt két kohászati-öntészeti tárgyú téma követte. Az ALUBLOCK Kft. műszaki igazgatója, *Demeter Lajos* ismertette társaságuk olvasztástechnikai és -technológiai fejlesztéseit, majd az ifjúságnak teret adva *Tokár Mónika* és *Mende Tamás* hallgatók számoltak be a nyomásos öntvények szövetszervezeti vizsgálati tapasztalataikról. Az előadásokat – melyeket több professzorunk is megtisztelt jelenlétével – élénk és építő eszmecsere követte.

A szakmai nap programja a Központi Könyvtárban a *Kerpely Antal*-emlékkiállítás, majd a Metallurgiai Tanszéken a *Nándori Gyula*-életműkiállítás megtekintésével folytatódott. Itt került sor a hagyományos tanárok-diákok-ipariak találkozójára, melynek keretében *Gácsi Zoltán* dékán úr mondott köszöntőt, kiemelve a rendezvény jelentőségét. Szólt az egyetem és az ipar együttműködésének további lehetőségeiről, kiemelve a hallgatói utánpótlás biztosítását újabb típusú tanulmányi ösztöndíjaknak az ipar részéről történő felvállalásával. A szakosztály részéről *Balázs Tamás* – aki a konferencia levezető elnöki tisztét is betöltötte – válaszolt a dékán úr

méltató szavaira, melyet a szokásos vacsora követett. A szakmai nap záró programja a Hagyományápoló fémkohász szakestély volt, *Csurgó Lajos*, majd a valétaelnök *Leskó Zsolt* elnöki irányításával.

A teljes programot ismét sikerült egyesületi hozzájárulás nélkül megszervezni. A szakestélyhez a kupát az Electro-Coord Kht. biztosította, míg a további szponzorok az előadók cégei voltak, melyet utólag is megköszönünk.

A harmadik napirendi pontban *Hajnal János* számolt be röviden a BKL Kohászatnál bekövetkezett ill. folyamatban lévő változásokról. A 2007/2-es számban elbúcsúzó – 20 éve szolgáló – szerkesztőség újjáalakult. Az új szerkesztőség felállása időben kissé elhúzódtott, így a 3. számot még a régi csapat felvállalta. A fémkohászati rovat új vezetőjének *dr. Kórodi Istvánt* (Székesfehérvár, ALCOA-Köfém) sikerült megnyerni. *Harrach Walter* tiszteleti tagunk családi egészségügyi gondjai miatt sajnos, nem tudta vállalni a folytatást, így továbbra is hiányzik a második rovatvezető. A szakosztály teljes tagsága nevében – távollétében – köszöntét fejezte ki *Harrach Walternak*, aki több mint 25 éven át szolgált a lapnál, és talán a legtermékenyebb fémkohász szerző is volt ez idő alatt.

A rovatvezető segítségével *Puza Ferenc* felvetette helyi szervezetenként sajtóreferens kijelölését, melyet a vezetőségi ülés el is fogadott.

A lap helyzetét a helyi szervezetek vezetőinek beszámolója követték. Sorrendben *Köves Kristóf* (Budapest), *Pivarcsi László* (Mosonmagyaróvár), *Varga Mária* (Csepel), *Balogh Zoltán* (Ajka), *Jenét Gábor* (Inota) és *Dánfy László* (Kecskemét) beszámolója következtek az éves eseményekről és a jövő évi tervekről. A beszámolókból ki kell emelni a budapestiek igen gazdag rendezvényeit, a mosonmagyaróvári új vezetőség aktivitását (meglátogatták valamennyi érdekelt gazdálkodó egységet) és a csepeliek átmeneti helyzetét.

A Schmelzmetal Hungaria Kft. továbbra is igényli a szakosztályi kapcsolatot. A kapcsolattartást hely és anyagiak biztosításával is tudja erősíteni, de a tagsága sajnos elapadt.

A helyi szervezetek beszámolóját követően a házigazda *Megay Oktáv* felszámolóbiztos adott áttekintést a Fémmű 2003. április 2-i megszűnése óta azokról a történetekről és törekvésekről, melyekkel életben akarták tartani az üzemet, ami ha lényegesen kisebb termelőkapacitással is, de több mint 4 évig sikerrel járt. A 400 t/hó mennyiségű fémszalagtermelés sokáig biztosította a nullszaldó felletti működést, a rézalapanyagár fokozatos növekedése azonban lehetetlenné tette a további üzemelést. A tevékenység folytatására szakmai befektető nem jelentkezett, csak az ingatlan megvételére. Már csak az eszközpark egy részének kiürítése van hátra, és várhatóan jövő tavasz végére a felszámolás is befejeződik. A szakmai-gazdasági indíttatású beszámolót az emlékező hozzászólások követték. *Komjáthy István* emlékezett meg a 60-70-es évek példaértékű fejlesztéseiről, kiemelve *Balázs Fülöp*, *Stefán Mihály* és *Soltész István* szakmai és vezetői tevékenységét, de szólt a 80-as évek fejlesztéseiről, melyben a jelenlegi vezetésből jelentős érdemeket szerzett *Horváth Csaba*, *Balázs Tamás* is. *Csák József* és *Horváth Csaba* megemlékezett a Fémmű és a Köfém kapcsolatáról, a Köfém indulásánál kapott csepeli műszaki-szakmai és személyi segítségnyújtásról. *Clement Lajos* a műszaki-történeti emlékek megmentését vetette fel, míg *Varga Mária* javasolta, hogy az olajbányászokhoz hasonlóan készüljön emlékfilm az üzemről, amely akár egy vizsgafilm is lehetne a Dunaújvárosi Főiskola kommunikációs szakán. A nosztalgizásba hajló beszélgetés végül az egyebek napirendi pont aktualitásainak megbeszélésével zárult.

☞ (H. J.)

Szent Hubertus- és Szent Borbála-émlékünnepség Solton

Az OMBKE fémkohászati szakosztály kecskeméti helyi szervezete az OEE kecskeméti csoportjával közösen 2007. november 30-án 17 órai kezdettel 10. alkalommal rendezte meg a Solthoz közeli akasztói Halascsárda elegáns különtermében az évzáró hagyományápoló összejövetelét.

A meghívott vendégekkel együtt közel 50 résztvevő gyűlt össze, akiket házigazdánk, vitéz *Szűcs Imre* okleveles erdőmérnök, a Monitor Kft. ügyvezetője fogadott. Meghívásunkat *dr. Tolnay Lajos*, egyesületünk elnöke is elfogadta, akit nagy szeretettel üdvözlünk ezen a jubileumi rendezvényen. Az ünnepi megemlékezésen a kecskeméti helyi szervezet tagjai, *Csurgó Lajos* elnök vezetésével a székesfehérvári területi csoport tagjai, az OMBKE tatabányai és pécsi kohász és bányász tagjai, valamint *Koczka Zoltán* erdőmérnök, titkár vezetésével az OEE kecskeméti csoportjának tagjai vettek részt, utóbbiak között magán-erdőbirtokosok és meghívott vendégeiként a Monori Erdészet képviselői is jelen voltak. Házigazdánk és *Dánfy László* elnök köszöntője után kitűnő dāmvpörkölt mellett csillapítottuk éhségünket, felkészülve a védőszenteket méltató hagyományos szakestélyre. Vacsora közben *Vesztergám Miklós* tárogatóművész kellemes háttérzenével szolgálta az egybegyűlteket emelkedő hangulatát.

Este 7 órakor kezdődött a szakestély, ahol elnöknek *Dánfy László* alias Bubut választották meg az összegyűlt firmák. Az elnököt *Bognár Gábor* alias Pagát háznagyként, *Lipák László* alias Hurvinya kontrapunktként, *Csurgó Lajos* alias Ifjú Madár, *Clement Lajos* alias Fradi és *Sipos István* alias Sipi nótafákként segítették a dolgok elrendezésében. Megrendítően szép volt a szakestélynek az a pillanata,

amikor az elnök dalát soproni CD-felvételről az ugyanezen a napon Zalaegerszegen eltemetett *Hajdú Tibor* alias Dagadt, erdőmérnök barátunk énekelte, miközben a résztvevők rendhagyó módon felállva, néma csendben adóztak elhunyt barátunk emlékének. A szakestély résztvevői együttérzésükről biztosították a fémkohászati szakosztály távollévő elnökét, *Petrusz Bélát* családi gyászában. A himnuszok intonálása után *dr. Tolnay Lajos* komoly pohárban köszöntö meg a meghívást. Örömet fejezte ki a szoros szakmai és emberi összetartást látván, és sok sikert kívánt mindkét egyesületnek. A védőszentek életútját és kötődését a bányász, kohász, öntész, erdész és vadász szakmákhoz *Dánfy László* elnök ismertette, majd a selmeci nóták mellett sok komoly és vidám hozzászólás hangzott el a résztvevőktől, akik között egykori bányász és erdész valétaelnök is szót kapott. Kiemelkedő esemény volt *Kiss Csaba* alias Balhész Charley Hármaskönyv ismertetése, és az alkalomhoz illő, ebből merített 15 tételes állítás-példabeszéd felolvasása. A résztvevők élénk érdeklődéssel figyelték *Szűcs Imréné* alias Négyfias Mónika erdésztechnikai életút beszámolóját, melyben számot adott a selmeci hagyományokhoz történő kötődéseiről is.

Költői oldaláról is bemutatkozott *Benke Tamás* alias Golyó bányamérnök barátunk, aki az 1989. évi megelőző Szent Borbála-ünnepségről is beszámolva mondta el verse szedett intelmeit a szak-



■ *Dánfy László* a szakestély és *dr. Tolnay Lajos* az egyesület elnöke

estélyen megfogalmazott komoly gondolatokhoz kötődően. Külön örömkre szolgált a fiatalok részvétele, akik között megtalálhatók voltak a Dunaújvárosi Főiskola végzett hallgatói is *Marozsi Mónika* alias Bűbáj és *ifjú Csurgó Lajos* alias A hatodik személyében. Háznagyunk *Wass Alberttől* kölcsönzött gondolatokkal járult hozzá az est sikeréhez, melyet kétperces hozzászólások zártak. A nótafák vezérletével elénekeltük a hagyományos záródalokat, mellyel befejeződött a szakestély hivatalos része. Ezt követően baráti beszélgetés és hajnalig tartó nótázás következett tárogató kísérettel. A vendéglátók az időközben elhatalmasodott éhségünket újabb finom szarvassültekkel csillapították. A Halascsárdában megszállt vendégek reggeli közben is népszerű selmeci nótákat énekelve búcsúztak el egymástól.

✍ *Dánfy László*

■ KITÜNTETÉSEK

A Miskolci Egyetem előterjesztésére az illetékes kuratórium javaslata alapján a felsőoktatás és a tudományos kutatás-fejlesztés kiemelkedő támogatásáért *Kármán Tódor-díjat* kapott *dr. Tolnay Lajos*, egyesületünk elnöke. A kitüntetést 2007. december 17-én *dr. Hiller István* oktatási és kulturális miniszter adta át.

2007. október 23-án nemzeti ünnepünk alkalmából a Gazdasági és Közlekedési Minisztériumban

Eötvös Lóránd-díjat kapott *dr. Marczis Gáborné*, a Magyar Vas- és

Acélipari Egyesülés igazgatója a magyar acélipar területén végzett kiemelkedő munkája, tevékeny életpályája és *Magyar Gazdaságért-díjat* kapott *Szalai József*, a Csavar- és Húzottáru Zrt. elnöke szakmai pályafutása, illetve az acélipar versenyképes elemeinek sikeres továbbéltetéséért kifejtett munkája elismeréseképpen.

A kitüntetetteknek egyesületünk tagsága és a szerkesztőség nevében szívből gratulálunk!

Horváth Gyula

(1928–2006)



Horváth Gyula, a hazai vaskohász társadalom elismert képviselője, 2006 novemberében, 78 éves korában hunyt el. Búcsúztatóját Hantó Kálmán, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés igazgatóhelyettese tartotta, a következőket mondva:

Megrendülten állunk vitéz Horváth Gyula aranydiplomás kohómérnök urnája előtt. A Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület és az egész kohásztársadalom nevében szeretnék tőle végső búcsút venni.

Horváth Gyula 1928-ban született Szombathelyen. Budapesten egyházi gimnáziumban érettségizett, ez a tény aztán egész életére hatással volt. Kohómérnöki diplomát 1952-ben a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen szerzett.

Végzése után a Csepeli Acélműben helyezkedett el. Itt 1972-ig dolgozott, mint üzemmérnök, üzemvezető, gyárrezsleg-főmérnök, majd gyárrezsleg-vezető.

Szakmai tevékenysége elsősorban az acélgyártás fejlesztésére, a gyártott termékek minőségének javítására irányult. Ebben az időszakban számos konferencián tartott előadást, tanulmá-

nyai jelentek meg. Több szabadalom résztulajdonosa.

1972-ben került az MVAE műszaki irodájára, itt rövid időn belül a műszaki, majd a metallurgiai osztály vezetője lett, míg 1985-ben műszaki igazgatónak nevezték ki. Munkája során elsősorban a hazai kohászati vállalatok fejlesztési terveinek kidolgozásában vett részt. A magyar vaskohászat területén kifejtett tevékenységéért az MVAE Igazgatótanácsa Vaskohászatért Emlékéremmel tüntette ki. 1992-ben nyugdíjba vonult, de szakértőként továbbra is sokat tevékenykedett.

Az OMBKE-nek 1950 óta volt tagja. A vaskohászati szakosztály csepeli csoportjának alapító tagja és titkára. 1973-85 között a vaskohászati szakosztály alelnöke, majd 1985-94 között az egyesület alelnöke volt. Ebben a minőségében részt vett több konferencia szervezésében, és folyamatosan tartotta a kapcsolatot az osztrák és a német kohászati egyesülettel.

Egyesületi munkáját Zorkóczy Samu- és Kerpely Antal- emlékéremmel ismerték el. Emléked megőrizzük, nyugodjál békében! Jó szerencsét!

 H.K.K.

Mészáros István

(1931–2007)



Mészáros István okleveles kohász-technológus mérnök 1931-ben Szegeden született. Egyetemi tanulmányait 1949-1953 között a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen végezte és ott szerzett mérnöki oklevelet. Már az egyetemen kitűnt határozottságával és kiváló eredményeivel.

Az egyetem elvégzése után fémek anyagok vizsgálatával foglalkozott. 1955-ben helyezték a Fémáru- és Szerszámgépgyár öntödéjébe műszaki vezetőnek. Feladata az évi 5 000 tonna vasöntvényt gyártó öntöde irányítása volt. 1963-tól a Gábor Áron Vasöntöde és Gépgyár gyáregység-vezetője, 1966-tól melegüzemi főmérnöke.

1973-ban az Öntödei Vállalat ÖFAG gyárának (Öntödei Formázóanyagok Gyára) főmérnökévé nevezték ki, amit 1979-ben igazgatói megbízás követett. Ebben a beosztásban dolgozott 1991-ig. Vezetői munkáját a Munka Érdemrend ezüst fokozatával ismerték el.

A gyárat 1991-ben privatizálták. Ezután ügyvezető igazgatóként vezette a vállalatot. Az öntészeti alapanyagok iránti kereslet csökkenése a vállalatot csődhelyzetbe sodorta. Mészáros István megszervezte a profilváltást. Speciális építőipari alapanyagokat gyártottak és laboratóriumi bútorokat gyártó üzemet létesítettek. A laboratóriumi bútorokra kizárólagos beszállítói szerződést kötöttek osztrák és svájci cégekkel, ami biztosította a munkahelyek nagy részének megőrzését.

2003-ban vonult nyugdíjba. Ezután életét családjá töltötte ki.

2007 elején ismerték fel későn diagnosztizált, súlyos betegségét. 2007. március 12-én a Farkasréti temetőben búcsúztunk el tőle. Felesége, két gyermeke és öt unokája gyászolja. Emlékét őrizzük.

 Dr. Bíró Attila

Nürnberg, Németország
2008.3.11 – 13.



EUROGUSS 2008

7. Nemzetközi Nyomásos Öntészeti Szakkiállítás



Keres? Talál!

Itt található az összes
kiállító és termék!

www.ask-EUROGUSS.de

A sikerrecept: EUROGUSS

- A nyomásos öntészet és a hozzá tartozó ipar szakembereinek és döntéshozóinak központi európai fóruma
- A teljes nyomásos öntészeti értékteremtési lánc bemutatásával a szakma egyedülálló európai keresztmetszete
- Több mint 350 kiállító 27 országból
- Egy további kiállítási csarnok, folyamatosan pozitív visszajelzések a látogatók és kiállítók részéről: a sikersztóri folytatódik

Készüljön a három sikeres vásári napra Nürnbergben! Találkozunk az EUROGUSS kiállításon!

Szervező
Nürnberg/Messe GmbH
Tel: +49 (0) 9 11.86 06-49 16
visitorservice@nuernbergmesse.de

Védnökök
VDD Verband Deutscher Druckgießereien, Düsseldorf

CEMAFON
c/o VDMA, Frankfurt am Main

Látogatói információ
Nürnberg/Messe Hivatalos Magyarországi Képviselet
Német-Magyar Ipari és Kereskedelmi Kamara
Tel: +36 (06) 1.3 45 76 28
Fax: +36 (06) 1.3 45 76 44
nemethy@ahkungam.hu



A Bányászati és Kohászati Lapok Kohászat hirdetési díjai

Megjelenés helye	Méret	Szín	Egyszeri megjelenés ára, eFt
Borító hátsó külső oldala	A/4	színes	126
Borító hátsó belső oldala	A/4	színes	94
Borító hátsó külső oldala	A/4	fekete-fehér	80
Borító hátsó belső oldala	A/4	fekete-fehér	60
Borító hátsó külső oldala	A/5	színes	70
Borító hátsó belső oldala	A/5	színes	54
Borító hátsó külső oldala	A/5	fekete-fehér	47
Borító hátsó belső oldala	A/5	fekete-fehér	36
Belső, szöveg közötti oldalak	A/4	színes	80
Belső, szöveg közötti oldalak	A/4	fekete-fehér	50
Belső, szöveg közötti oldalak	A/5	színes	55
Belső, szöveg közötti oldalak	A/5	fekete-fehér	34
Belső, szöveg közötti oldalak	A/6	fekete-fehér	20

Egy évfolyamon belül többszöri megjelenés esetén árendeményt adunk megegyezés szerint.

A fenti árak az ÁFÁ-t nem tartalmazzák, a hirdetések ÁFA-kulcsa 20%.

A megjelent hirdetésről a megrendelőnek 2 db lapot küldünk, a további példányok ára 950 Ft/db.

Vállalat- vagy termékismertető cikk megjelentetése fekete-fehérben 40.000 Ft/nyomtatott oldal.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület
kőolaj-, földgáz- és vízbányászati szakosztálya,
a MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt., valamint a Magyar Olajipari Múzeum Alapítvány

TÖRTÉNETI PÁLYÁZATOT

hirdet azzal a céllal, hogy a magyar olajipar és a vízbányászat iránt érdeklődők
mind szélesebb rétege kapcsolódjon be az iparágunk életével, történetével,
fejlődésével kapcsolatos anyaggyűjtésbe, illetve feldolgozásba.

Pályázni lehet a kiírás időpontjáig másutt még nem közölt és más pályázaton nem szereplő egyéni vagy csoportos munkákkal az alábbi témakörökben:

- I. témakör: technikatörténet, gazdaságtörténet, üzem- és vállalat-történet,
- II. témakör: életrajz, visszaemlékezés, kritika,
- III. témakör: történeti értékű fényképgyűjtemények és videofilmek.

A pályázaton csak jeligével beküldött munkák vehetnek részt.

A pályamű szerzőjének (szerzőinek) adatait lezárta, azonos jeligéjű borítékban kérjük mellékelni.

A pályázatokat írásos pályamű esetén 3 példányban a Magyar Olajipari Múzeum címére
(8900 Zalaegerszeg, Wlassics Gyula u. 13.) postán kell beküldeni.

További információ a fenti címen, ill. a 92/313-632-es telefonszámon kérhető.

Beküldési határidő: 2008. október 31. Eredményhirdetés 2009 tavaszán várható.

A pályadíjak nettó összegben:

I. díj	3 db	egyenként	30.000 Ft
II. díj	3 db	egyenként	20.000 Ft
III. díj	6 db	egyenként	15.000 Ft

A helyezést és díjazást el nem ért pályamunkák, amelyek egyébként mind tartalmi, mind formai szempontból megfelelnek a kiírás követelményeinek, 5.000-5.000 Ft munkajutalomban részesülnek.

A pályázók kutatómunkájának megkönnyítése érdekében tájékoztatásul közöljük, hogy a Magyar Olajipari Múzeum archívuma, adattára, szakkönyvtára és más gyűjteményei, forrásértékű anyagai – helyszíni kutatás céljára – a pályázók rendelkezésére állnak.

Budapest-Zalaegerszeg, 2007. november 28.

OMBKE kőolaj-, földgáz- és vízbányászati szakosztálya

MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt.

Magyar Olajipari Múzeum Alapítvány