

EUROGUSS



Nürnberg, Németország
2006.03.7 – 9.

EUROGUSS 2006

6. Nemzetközi nyomásos öntő szakkiállítás

Szerelem első látásra!



A lenyűgöző kezdet után a nürnbergi EUROGUSS mind a kiállítók, mind pedig a látogatók számára a nemzetközi nyomásos öntő szakma találkozópontja lett, mely a következőket nyújtja látogatóinak:

- teljes piaci keresztmetszet magas gyakorlati vonatkozással
- 25 országból 300 kiállító
- 6. Nemzetközi Német Nyomásos Öntő Nap
- a teljes nyomásos öntő folyamat élőben, egy fedél alatt

Meggyőző indokok, hogy egy második pillantást is vessenek a vásárra. Szeretettel várjuk Önöket!

Rendező
NürnbergMesse GmbH
Virtuelle Kommunikation
nuernbergmesse.de

Vérendők
VDO-Verband Deutscher
Druckgusslerien, Düsseldorf
CEMAFON
c/o VDMA, Frankfurt am Main

Információ
Német-Magyar Kereskedelmi
és Kereskedelmi Kamara
Tel: +36 (0) 1 3 45 76 28
Fax: +36 (0) 1 3 45 76 44
nemethy@ekungart.hu

NÜRNBERG MESSE

Kedves Tagtársunk!

Az OMBKE Vaskohászati Szakosztályának Budapesti Helyi Szervezete a tagtársak és hozzátartozóik részére szakmai kirándulást szervez Oroszlányba és környékére.

A kirándulás várható programja a következő:

Időpont: 2005. november 4., péntek

- 7.30 Indulás a MTESZ székháza (Fő u. 68.) előtti parkolóból autóbusszal
- 9.00-10.30 Üzemlátogatás a WESCAST Hungary Autóipari Rt.-nél Oroszlányban
- 10.30-12.30 Központi Bányászati Múzeum Alapítvány Oroszlányi Bányász Múzeumának meglátogatása
- 13.00-14.30 Ebéd
- 14.30-15.30 A kamalduli rend épületgyűttesének és múzeumának megtekintése Majkon
- 15.30-16.30 Séta a vértesszentkereszti apátsági romnál
- 16.30 Indulás Budapestre, útközben megállás egy rövid beszélgetésre, koccintásra
- 19.00 Megérkezés a Fő utcai parkolóba

A szakmai kirándulásra jelentkezni az egyesület telefonszámán lehet: (06-1) 201-7337

Kérjük, hogy részvételi szándékotokat mielőbb jelezzétek, mert a helyfoglalás a jelentkezés sorrendjében történik.

Részvételi díj: 1500 Ft/fő, mely magában foglalja az utazás, az ebéd és a belépőjegyek költségeit.

Mindenkit szeretettel várunk! Jó Szerencsét!

Dr. Csirikusz József, a helyi szervezet elnöke
Dr. Réger Mihály, a helyi szervezet titkára

K Ö Z L E M É N Y

a személyi jövedelemadó 2004. évben felajánlott
1 %-ának felhasználásáról

A többször módosított 1996. évi CXXVI. törvény 6§. (3) bekezdésében előírt kötelezettségünknek eleget téve a következőkben adunk számot annak a 3.828.444 Ft, azaz hárommilliónyolcszázhuszonnyolcezer-négyszáznegyvennégy forintnak a felhasználásáról, melyről Egyesületünk tagjai és támogatói 2004. évben a 2003. évi személyi jövedelemadójukból az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület – mint közhasznú egyesület – javára rendelkeztek.

A teljes összeget az OMBKE alapszabályában rögzített közhasznú tevékenységek pénzügyi teljesítéséhez használtuk fel a következők szerint:

- | | |
|--|--------------|
| - az egyesületi szaklapok kiadásához | 1.628.920 Ft |
| - hagyomány ápolásra, a bányászok és kohászok szakmai megbecsülésére | 1.539.655 Ft |
| - internetes kapcsolatra | 325.000 Ft |
| - kegyeleti célokra | 334.869 Ft |

Egyesületünk minden tagja és választott tisztségviselője nevében megköszönve ezt a jelentős támogatást kérem, hogy a jövőben is támogassák 113 éves egyesületünk célkitűzéseit.

Budapest, 2005. szeptember 26.

Jó szerencsét!

Dr. Tolnay Lajos elnök

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Jövők anyagai, technológiái

Egyesületi hírmondó

138. évfolyam

2005/5. szám



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

Vaskohászat

- 1 Az Európai Acéltechnológiai Platform
 5 **Dénes Éva – Fülöp Zsoltné – Gergely Judit – Kálazi Zoltán – Menyhárt Ferenc – Tóth Sándor**
 Húzott bojlercső kiváltása hosszvarratos, zománcozható csővel
 10 **Rempert Zoltán**
 A korompai hengerek az első világháború előtt
 14 Szakmai vita

Öntészet

- 19 **Fegyverneki György**
 Az intermetallikus fázisok és a repedésérzékenység kapcsolata hengerfejek gyártásában
 23 **Syvetsen, C.**
 A cseh öntődék a Unicast-tól várják piacaik bővülését

Fémkohászat

- 29 **Morandininé Harrach Ágnes**
 Falun, a világörökség része
 32 **Szablyár Péter**
 Ökoadó – avagy a környezetterhelési díj
 35 **Dobránszky János – Bernáth Andrea – Orbulov Imre**
 Magnézium: A fém mely nagyon könnyű, de fontosnak találtatott

Jövők anyagai...

- 41 **Veres Zsolt – Roósz András**
 Egykristálykészítés az univerzális sokzónás kristályosítóban

Egyesületi hírmondó

- 47 Megalakult a BKL Kohászat szerkesztőbizottsága
 48 A Fémkohászati Szakosztály hírei
 50 Köszöntés
 Helyi szervezeteink életéből

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

European Steel-Technology Platform 1

The about 35 pages extent Platform treats the steel industry's growth after the 2nd World War. Its publication date is that, as Hungary became member with full powers of the EU. It is very useful for institutes, companies intending to participate in the steel industry's research and steel producing projects.

Key words: EU steel industry, sustainable growth, EU steel producing capacity, qualifications in technology, steel making research, world market situation

Mrs. Dénes, É.: - Mrs. Fülöp, Zs. - Miss Gergely, J. - Kálazi, Z. - Menyhárt, F. - Tóth, S.: Replacement of Drawn Boiler Tubes by Longitudinally Welded Enamellable Tubes 5

The steps mentioned in the title have been developed by the researchers and technologists of Bayati Institute, Lampart Kft. and Dunafer Rt. High quality enamellable steel sheets and tubes with laser cutting, welding and a new enameling technology were developed.

Key words: laser cutting, laser welding, gas boiler tube, mechanical tests, longitudinally welded tube, double side enameling

Rempert, Z.: Roll Trains in Korompa before the World War I. 10

The largest iron- and steelwork of the Austrian-Hungarian Monarchy owned by the Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű Kft. has been built in Korompa. The idea of the establishing was, that Korompa produces the thick plates and Özd (an other Plant of the company) the sheets. The paper describes the technology and the equipment in details. The lay out and the dimensions of the equipment are also shown.

Key words: sheets, thick plates, Austrian-Hungarian Monarchy, blooming train, beam roll, location of industry

Fegyverneki, Gy.: Effect of intermetallic phases on the crack sensitivity of cylinder heads 19

Relation between the intermetallic phases and the inclination to cracking during the cylinder head production. The main task in car manufacture is to use a minimum weight of built in material in the car. The author investigates the reasons of faulty product in the production of AlSi cylinder heads.

Key words: intermetallic phase, thin-walled casting, AlSi alloy, cylinder head, car weight minimizing, thermo-shock test, AlFe alloy

Syvetsen, C.: The Czech Foundries Expect they Market Enlargement from the Unicast Company 27

The needed transformation and also updating of traditional foundries is very expensive.

Unicast developed a process being between the traditional sand molding process and the wax molding one. They use a refractory slime hardening within about five minutes. Unicast has modified the ceramic molding as well.

Key words: sand, wax and ceramic molding, blade wheel, core reinforcement, precision casting

Mrs. Morandini-Harrach, A.: Falun a Part of the World Heritage... ... 32

Stora Kopparberget (Great Copper Mountain) it is even listed in the UNESCO World Heritage List. The mine itself is called Falu Gruva (Falun Copper Mine) and located at the village Falun. It was the world's largest copper mine during the 17th and 18th century, and also Sweden's largest gold mine and silver mine, only rivaled by Sala Silvergruva in the last point. Most illustrious person in the mine's history was the inventor Christopher Polhem.

Key words: copper mining, Polhem, crumbling, disasters, Swedish-Hungarian contacts.

Szablyár P.: Oecotax or environment's impact fee... ... 35

The paper gives full details of the environmental pollution tax for the pollution of the air, the water and the soil. The introduction of the law LXXXIX. 2003 brought public revenue of several Mrd HUF p.a. for the tax office.

Key words: environmental tax, air pollution, water pollution, soil pollution, hazardous wastes, emitted gases, sewage water

Dobránszky J. - Miss Bernáth A. - Orbulov I.: Magnesium the Metal very light, but Have Been Found to Be Important 41

The authors summarize the history of magnesium and give a survey of the production processes. The reader will be acquainted with the last 20 years' events of the world market. They describe the main fields of the primer metal's and its alloys' utilization. The main users are the car manufacturing, the aircraft industry and the space exploration.

Key words: magnesium, world market

Veres Zs. - Roósz A.: Single crystal growing in multizone Crystallizator 45

Pre-cast polycrystalline samples were resolidified in crucibles made of different materials in the Universal Multizone Crystallizator (UMC). Single crystals were obtained as a result of the resolidification.

The UMC used for the experiments is a tube furnace consisting of 24 zones that can be heated separately. An optional temperature profile can be moved along the furnace tube. Thus, unidirectional solidification can be carried out without any moving.

Key words: crystallizator, solidification

Nagy János

(1932-2005)



Nagy János okl. kohómérnök 1932 szeptember 26-án született Mezőkövesden. Iskoláit szülővárosában végezte, ahol 1951-ben érettségizett. Az évben kezdte meg tanulmányait a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. Azóta ÖMBKE-tag. 1956-ban szerezte meg a kohómérnöki oklevelet, és abban az évben a Csepel Művek vaskohászati vállalatához került. Az acélhengermű üzemben üzemmérnök, majd technológus feladatkört látott el. A mintegy 10 éves üzem tapasztalat birtokában érdeklődése a vaskohászat tágabb körének megismerésére irányult. Ennek keretében a Csepel Művek trösztközpont gyártásfejlesztési főosztályán a vaskohászati üzemek gyárfejlesztési tevékenységének koordinálását végezte 1966-tól, majd a következő 17 évben a műszaki fejlesztési főosztály osztályvezető-helyetteseként feladatkörébe tartozott a Vasmű (1980-ig az Acélmű és Csőgyár)

valamint a vas- és acélöntődék műszaki-fejlesztési, gyártmány- és gyártásfejlesztési, kísérleti-kutatási tevékenységének előkészítése, operatív végrehajtásának ellenőrzése, a távlati és éves terek operatív összehangjának kialakítása. Az 1983-ban a Csepel Művekben elkezdődött nagy szervezeti átalakítás részeként előbb a vezérigazgatóság műszaki titkára, a vasmű gyártmányfejlesztő mérnöke, majd a trösztközpont környezetvédelmi és anyaggazdálkodási főmérnöke feladatkört látott el nyugdíjba vonulásáig, 1991-ig. A közbelső időben több közös találmány kidolgozásának részese, melyek közül az egyik szabadalmazott eljárást ma is alkalmazza a vállalat.

Kitüntetései: Kiváló Dolgozó öt alkalommal, a 40 éves és az 50 éves egyesületi tagságáért Soltz Vilmos-emlékérem.

Életének 73. évében Budapesten hunyt el szívinfarktus következtében.

Turboly János

(1930-2005)



Megdöbbenünk a gyász hír hallatán, hogy életerős, vidám kollégánk, aki mindaddig szakmai rendezvényeinknek is aktív résztvevője volt, június 12-én itthagyt bennünket. A Dunai Vasmű első mérnökgenerációjának kiemelkedő tagja, a gyár beruházásainak 23 éven át első számú vezetője távozott körünkből.

A Sárvárról származó, jó eszű fiú Szombathelyen érettségizett, és Miskolcon 1953-ban szerezte kohómérnöki oklevelet. Piltner Pál főmérnök hívására 1956-ban került a gyárba.

Üzemvezetőként az ércszugorító-mű termelését irányította 1963-ig, 1963-1970 között a metallurgiai fejlesztő részlegnél osztályvezető, 1970-től 1993-as nyugdíjazásáig a Dunai Vasmű beruházási főosztályvezetője volt. E munkakörben a berendezések felújítását és több új létesítmény megépítését irányította. Ebben az időszakban történt a folyamatos acélöntőmű, a konverteres acélmű, az új koksizómű építése, a meleghengermű rekonstrukciója, a városi uszoda, a sportcsarnok, a gyopárosi és halatonszép-laki üdülők építése is.

A beruházások sikerre vitelében nagy munkabírása, kiváló szervezőképessége és a külföldi üzemek látogatásai szerzett tapasztalatai egyaránt segítettek.

Derűs egyénisége és jó emberi kapcsolatai is hozzájárultak sikereihez. Innovatív mérnök volt, sok újítást dolgozott ki és három szabadalomnak is résztulajdonosa.

A gyár és a város számára is eredményes munkásságáért több kitüntetés mellett megkapta a Külkereskedelem Kiváló Dolgozója, a Kohászat Kiváló Dolgozója címet és a Munka Érdemrend ezüst fokozatát is.

63 évesen ment nyugdíjba, de a vasmű vezetői még hosszú évekig igényt tartottak szakérteimére. Nyugdíjasként is aktív résztvevője volt az ÖMBKE helyi szervezete havonta tartott klubdelutánjainak.

Felesége, leánya és unokája mindenkor biztos támaszt találhattak benne. Szerette a természetet, a kertészkedést, az erdőben való barárgolást, a vadászatot. Hasznos, teljes életet élt, ennek vetett véget a hirtelen halál.

A Dunaferr Rt. saját halottjaként búcsúztattuk június 22-én a dunaujvárosi temető ravatalozójában. Itt mondtunk neki utolsó jó szerecsét. Hamvait a csepeli temető családi síjába helyezték örök nyugalomra.

 Dr. Takács István

Az Európai Acéltechnológiai Platform

2004 márciusában jelent meg az európai acélipar vezető személyiségeinek tollából az „European Steel Technology Platform” című tanulmány. [1] A mintegy 35 oldalas jelentés végigvezeti az európai vaskohászat II. világháború utáni fejlődését, egészen napjainkig. A jelentés megjelenésének dátuma szinte egybeesik azzal az időponttal, amikor hazánk az Európai Unió teljes jogú tagja lett. Ez a körülmény is indokolja, hogy lapunk hasábjain is közöljünk részleteket ebből az áttekintésből. Külön figyelmébe ajánljuk mindazoknak a tanulmány mondanivalóját, akik vaskohászati kutatási projektekből kívánnak részt venni, vagy ilyen jellegű előterjesztéssel kívánnak élni.

1. Bevezető

Az európai acélipar éves termelése megközelíti a 160 millió tonnát, amely 80-100 milliárd euró éves bevételt jelent. Az acélipar közvetlenül több mint 250000 munkahelyet biztosít az Európai Unió polgárai

számára, míg az acélfeldolgozó és újrahasznosítási iparágakban négyszeres ennyi a foglalkoztatottak száma. Emellett az acéltermékek a világkereskedelmi forgalom részesei (a világ összes acéltermelése több mint 900 millió tonna évente), amelyben az EU importja és exportja jelentős.

Ennek megfelelően az acélipar számos más iparág foglalkoztatottjainak ad munkalehetőséget. Például az európai acél-szerkezet-gyártó ipar és az autóiipari szektor 200000, illetve 1,1 millió munkahelyet képvisel (a 2001. évre becslült adatok).

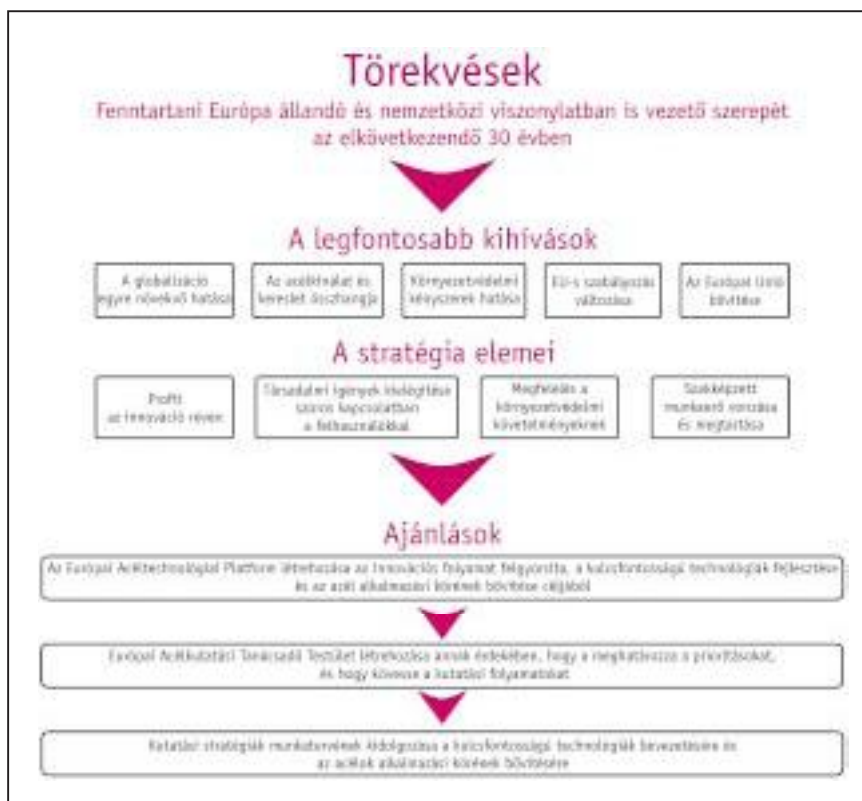
Napjainkban az európai acélipar a legmodernebb és leghatékonyabb technikai és technológiai lehetőségeket kiaknázva dolgozik. Hosszú szerkezetátalakítási és konszolidációs folyamat után érte el Európa a vezető szerepet, de most, amikor a globalizáció hatásával találjuk szemben magunkat, a vezető szerep megtartása érdekében be kell vezetni a folyamatos fejlesztési politikát, azért hogy a társadalmi igények folyamatos kielégítésében Európa versenyképes maradjon.

Azért, hogy ezt a vezető szerepet Európa megtartsa, a következő kihívásokra kell adekvát válaszokat megfogalmazni:

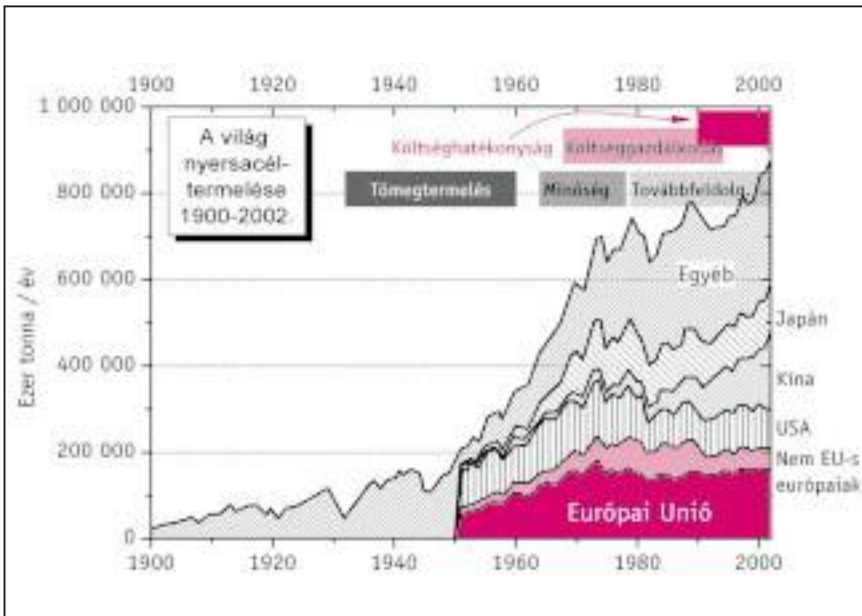
- a versenyképesség megőrzése a fejlődő országok acéliparával szemben,
- megfelelés a piacok egyre nagyobb igényeinek,
- a természetes erőforrások megőrzése iránti elkötelezettség a környezetvédelmi szabályok betartásával, különös tekintettel a CO₂-kibocsátás jelentős csökkentésére.

Ezek a kihívások – amelyek rendszerét az 1. ábra jól szemlélteti – hosszú távú és jól tagolt akciókat tesznek szükségessé, amelyeket összehangolt rendszer és az összes finanszírozó támogat. Az új gyártási útvonalak kijelölését különösképpen a környezetvédelmi indokok és az új alkalmazási területek bővülése teszi szükségessé. Erre való tekintettel a kulcsfontosságú technológiák különösen fontosak, és ennek következtében nagy erőfeszítések szükségesek a K+F és az innováció területén. Ezekkel a tevékenységekkel párhuzamosan a biztonság és a humán erőforrás szakképzettségével kapcsolatos kérdésekkel is foglalkozni kell.

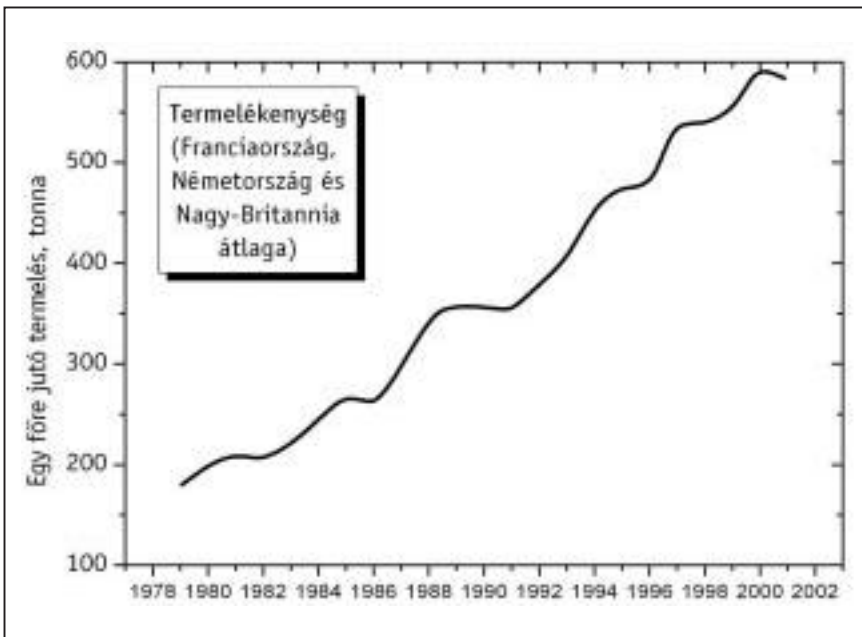
Ezért látszik szükségesnek az európai



1. ábra. Az Európai Acéltechnológiai Platform koncepcióvázlata



■ 2. ábra. A világ nyersacéltermelése 1900 és 2002 között



■ 3. ábra. Az európai acélipar termelékenységének fejlődése

kutatási hálózat keretein belül egy acél-technológiai platform létrehozása, amely hatékony eszköznek bizonyul mindazon készségek és szakértelem összegyűjtésére, amelyek szükségesek az európai acélipar vezető szerepének megőrzéséhez. Ez bizonyára erősíteni és bővíteni fogja a meglévő európai acélkutatási hálózatot [1].

2. A háttér: az acélipar elmúlt 50 éve

Az 1950-es évek óta az acélipar kulcsfontosságú szerepet játszik az európai integ-

ráció folyamatában, hozzájárulva annak gazdasági fejlődéséhez. A XX. század második felében egyértelműen az acél volt az a legfontosabb szerkezeti anyag, amely meghatározta Európa második világháború utáni újjáépítésének és gyors gazdasági fejlődésének ütemét.

A tárgyalat időszakban, az 1950-es évek elején alapított Európai Szén- és Acélközösség jelentősen hozzájárult az acélipar fejlődéséhez. Ez volt az EU előfutára, amely egy kezdeti közös piacot képezett az európai országok között. Ennek a szer-

vezetnek a tevékenysége a legkülönbözőbb területekre terjed ki, úgymint a piaci viszonyok átláthatóságának biztosítására, a versenyszabályokra, a cégek egybeolvadásának és felvásárlásának módjára, valamint a humán tényezőkre, mint például az alkalmazottak képzésére. Ezzel egyidejűleg egy érdekképviseleti rendszert hoztak létre a kutatási és fejlesztési témák finanszírozására, és egy új, nemzetközi együttműködésen alapuló kutatási rendszert alakítottak ki, amely az utóbbi 50 év egyik legsikeresebb kezdeményezése volt.

Napjainkban az acélipar termékeinek központi szerep jut számos ipari ágazat tevékenységében, például az építőiparban, a szállítmányozásban, a csomagolási iparban, a kiskereskedelemben, a villamosiparban, a gépiparban, a vegyiparban, a kézművesiparban és végül, de nem utolsósorban az információs infrastruktúrában.

Az elmúlt két évtizedben az üzleti élet minden területén jelentős és nagy hatású változtatások váltak szükségessé. Ezek a változások két ütemben zajlottak le. Az első ütemben az ipar szerkezetének radikális megújítására irányult az átalakítás annak érdekében, hogy az ipar megfelelően alkalmazkodni tudjon az új piaci viszonyokhoz. Az 1974-es és 1980-as olajválság után a nyugati országok gazdasága új korszakába lépett, amelynek során az acélpiac az eladók piacából a vevők piacává alakult át. Ez az időszak egyben az állami intervenció végét is jelentette az acéliparban, és ugyanekkor játszódott le a kohászati üzemek mélyreható rekonstrukciója, amely ahhoz vezetett, hogy az acélgyártási kapacitás 45 millió tonnával csökkent. Ez a folyamat 1993-ban fejeződött be, amikor is az európai országok közös megegyezése nyomán egy újabb acélipari rekonstrukcióra került sor: ez a lépés további 25 millió tonnás termelési kapacitás-csökkentéshez vezetett.

Az 1990-es évek voltak az az időszak, amikor az ipar egészét tekintve is drámai változások következtek be: az egyes államok nemzeti piacvédelme megszűnt, és ez a gyártástechnológia szerkezetében is megszüntette a védett helyzetet. Ezen időszak alatt az európai acélipar felismerte azt, hogy állandó erőfeszítéseket kell tenni annak érdekében, hogy nemzetközi versenyképességét és fejlődési ütemét megőrizze. A gyártási kapacitások csökkenése ellenére a nagy európai kohászati vállalatok jelentős szerkezeti változásokon mentek

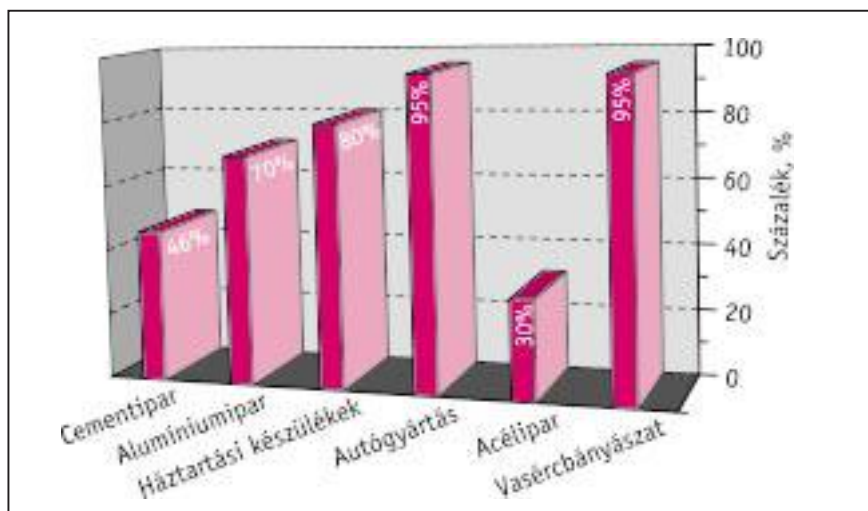
keresztül. Számos nagy cég konsernt alakított, vagy meglévő konsernhez csatlakozott, mint például a British Steel Nagy-Britanniában, és a Hoogovens Hollandiában, a Thyssen Krupp és a Hoeschs Németországban, az Usinor Franciaországban (amely korábban egyesült a belgiumi Cockerill-Sambre-vel és a németországi Eko Stahl-lal), az Arbed Luxemburgban és az Aceralia Spanyolországban.

Ezen időszak alatt az olaszországi Riva cég vált az újraszerveződő összeurópai acélipar vezető vállalatává. Ez a változás a termékorientált szemléletről a felhasználó-orientált filozófiára való áttérést hozta magával, és szükségszerűen azt igényelte, hogy az ipart képessé tegyék arra, hogy a felhasználókat egyre jobb minőségű termékekkel, szolgáltatásokkal lássa el. Az említett változások egyúttal a globalizálódott piaci viszonyokhoz való alkalmazkodást is lehetővé tették.

3. Az acélipar és annak a fenntartható fejlődés iránti elkötelezettsége

A fenntarthatóság fogalmát *Brundtland* asszony – az akkori norvég miniszterelnök – 1987-ben vezette be a közismertté vált „Közös jövőnk” c. publikációjában [2], amelyben arra hívta fel a világ figyelmét, hogy meg kell találni a gazdasági fejlődésnek azt a módját, amely anélkül is fenntartható, hogy kimerítenénk a természeti erőforrásokat vagy veszélyeztetnénk a környezetünket. A barcelonai csúcstalálkozó során a 15 tagállam kormánya a „fenntartható fejlődés” koncepcióját azal a szándékkal támogatta, hogy biztosítsa a jövőbeli EU törvényalkotásában az egyensúlyt a társadalmi, gazdasági és a környezeti szempontok között. Az ipari ágazatok – különösképpen az acélipar – már az 1960-as évektől kezdődően e koncepció alapján folytatták tevékenységüket.

A tömegtermelés, a minőségbiztosítás és a költségcsökkentés meghatározó szerepet töltött be a technikai fejlődésben, amely végül is az energiamegtakarítás, a szisztematikus takarékoság, illetve a tiszta folyamattechnikák alkalmazásának irányába hatott. Ennek eredményeképpen az elmúlt 40 évben az energiafelhasználás 50%-kal, a CO₂-kibocsátás 60%-kal csökkent az acéliparban. Ez a csökkenés nem csak a recesszió eredménye, hanem a fajlagos értékek javulásának is köszönhető. A 2. táblázat szemléltetett, látszólag egyszer-



4. ábra. Az ipari termelés vállalati koncentrációja néhány szektorban: a 10 legnagyobb gyártó részesedése a világpiacon

rű változások mögött a körülmények összetett változása és számos fejlesztés húzódik meg, beleértve azt is, hogy ma már az acél hosszútermékeket nem integrált kohászati üzemekben, hanem elektrotermencés üzemekben állítják elő.

Ez a tudatos törekvés nagyon jelentős fejlődést eredményezett. Az 1990-es évek elejétől kezdődően az acélgyártó eljárások az energiahatékonyság szempontjából elérték a fizikailag lehetséges felső határt.

4. Az együttműködésen alapuló kutatói hálózat kialakítása és az acélipari fejlesztések

Az Európai Szén- és Acélközösség létezése idején az EU intézményeinek védőszárnya alatt elhivatott és magas szakmai színvonalú hálózat fejlődött ki az ipari laboratóriumok, kormányok, akadémiai kutatási központok és a köztisztviselők között. Napjainkban a teljes hálózat kb. 8300 kutatót fog össze, akik együttesen tevékenykednek az acélkutatásban és a technológiai fejlesztésben (RTD, Research and Technological Development), s ezzel az acéliparban foglalkoztatott munkavállalók 3,5%-át teszik ki.

A XX. század eleje, de különösen a második világháború óta az acélipari kutatást és fejlesztést az alábbi tényezők határozták meg időrendi sorrendben (lásd 2. ábra):

- A tömegtermelés fenntartásának igénye az újjáépítés időszakában;
- A termelékenység növekedésének szükségessége (folyamatos öntés), termékminőség javítása (üstmetallur-

gia, acéltisztaság stb.) és a termelési költségek csökkentése (vékonybramma- és közvetlen szalagöntés stb.);

- A továbbfeldolgozottság mértékének növelése iránti igény, amely szükségszerűen olyan megoldásokhoz vezetett, amelyek ösztönzőleg hatottak a speciális tulajdonságú acélok fejlesztésére (nagy szilárdságú acélok, folyamatos tűzi horganyzott bevonatolás stb.);
- A fenntartható növekedés és gazdasági hatékonyság fejlesztésének szükségessége áttöréshez vezetett. Az 1990-es évek óta az európai acélipar azokon a fő területeken fejleszt, amelyeken a mai kihívások is jelentkeznek.

5. Az acélipar kulcsfontosságú jellemzői napjainkban

Az a feltételrendszer, amelyben az európai acélipar ma tevékenykedik, a következőkkel jellemezhető:

- Mivel a környezetvédelemmel kapcsolatos kérdések egyre nagyobb szerepet játszanak a társadalmi tudatban, ezért az ipari tevékenység a környezetbarát termékek és technológiák egyre fokozódó alkalmazása felé fordult.
- A feldolgozóipar fokozódó globalizációja.
- A felhasználói igények innovatív minőségi termékek gyártását kényszerítik ki. Ehhez járul az a követelmény, hogy a felhasználókat a legszélesebb körű szolgáltatásokkal lássa el az acélipar, beleértve az acélok alkalmazásában rejlő lehetőségek feljárnlását is.
- Az acéliparban dolgozó munkavállalók

jobb munkafeltételeinek biztosítása fejében a munkavállalóktól magasabb szintű végzettség és jobb hatékonyság várható el.

- A tradicionális gyártók számára az új versenytársak megjelenése szükség-szerű kihívást jelent.
- A technológiai váltás felgyorsulása és az acéltermékek költség/ár viszonyá-nak állandó csökkenése.
- Az a körülmény, hogy korábban a sza-bályozórendszer szektor-irányultságú volt, ma már az egész feldolgozóipar az EU egységes iparpolitikai irányelvei szerint működik.

6. Az európai acélipar napjainkban

Az európai acélipar évente kb. 160 millió tonna nyersacélt állít elő, amely a világ-termelés 20%-át képviseli. Ez a volumen 80-100 milliárd eurónyi becsült forgalmat jelent. Az európai acéliparban foglalkoz-tatottak száma kb. 260000 fő.

A mélyreható szerkezetváltás és a vál-lalati fúziók révén a termelés a legmoder-nebb és leghatékonyabb gyártóberende-zések használatára koncentrált. A határon túlnyúló stratégiai szövetségek révén a versenyképesség tovább fokozó-dott, különösen a nagy hozzáadott értékű acélok területén, ill. több európai ver-senyttárs egyesülésén keresztül. Az euró-pai kohászati üzemek termelékenysége több mint 50%-kal emelkedett az elmúlt 10 évben (lásd a 3. tábla adatait).

Az Európai Unió jelenti azt a térséget, ahol ezek a vállalategyesülési folyamatok a legnagyobb mértékben lejátszódtak, és ez ma sem fejeződött be teljes mértékben. Ennek ellenére, összehasonlítva más ipari tevékenységekkel (például az autóiparal), az acélipar maradt az ipari ágazat legkevésbé koncentrált területe, amint ez a 4. táblánál látható.

A gyártás minőségét meghatározó tényezők szempontjából az európai acélipar a világon vezető szerepet tölt be, ami a

következő tényezőket foglalja magába: a gyártóberendezések teljesítőképessége, a termékminőség és az innovációs képes-ség. Ezt a kedvező helyzetet nagyrészt a kutatás-fejlesztés területén aktívan mű-ködő egyének és szervezetek közvetlen és szerteágazó együttműködésén alapuló hál-lózata révén érte el az Európai Unió.

Fordította: Fehérvári Gábor

Irodalom

- [1] European Steel Technology Platform, Vision 2030, Report of the Group of Personalities, March 2004. European Commission, Directorate-General for Research. Directorate Industrial Technologies, Unit G/05 Research Fund for Coal and Steel. ftp://ftp.cordis.lu/pub/coal-steel-rtd/docs/steel_stp_def_en.pdf
- [2] *Grundtvig, G.H.*: Our Common Future - World Commission on Environment and Development, Oxford University Press 1987.

■ SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Az Ózdi Acélművek Kft. mint a Max Aicher vállalatcsoport tagja 2004. februárban **ÓZDI ACÉL DÍJ** kitüntetését alapított a kohómér-nöki szakma népszerűsítése és a vállalat szakemberutánpótlásának biztosítása érdekében. A díjat minden év márciusában azok a III. IV. V. éves kohómérnök hallgatók kaphatják, akik tanulmányaikban és szakmai munkájukban kimagaslóan teljesítenek. A díjat 2005-ben **Gyurján Valéria**, V. éves (a jobb oldali felső képen), **Koncz-Horváth Dániel**, IV. éves és **Csák Rita**, III. éves kohómérnök-hallgatók kap-ták. A díjat Feledí Dezső, az acélmű vezetője adta át Budai András, a vállalat ügyvezető igazgatója nevében. Az Ózdi Acélművek Kft. és a Miskolci Egyetem közötti oktatási és tudományos kutatási együtt-működés része a hallgatóknak felajánlott díj, melynek létrehozásá-nak közreműködött dr. Grega Oszkár egyetemi docens.



Húzott bojlercső kiváltása hosszvarratos, zománcozható csővel

Az alapanyaggyártó ipar, a korszerű fémszerkezetgyártó ipar és a kutatás-fejlesztési szféra jeles hazai képviselőinek K+F pályázattal támogatott együttműködésére mutatnak be egy érdekes példát a szerzők. Az együttműködés fő célja a hazai kohászat által még nem gyártott, de a fejlettebb országokban már eredményesen alkalmazott zománcozható acéllemezek hazai zománciparba való bevezetésének előkészítése volt. A zománcozhatósági követelményeket kielégítő új alapanyag kifejlesztése mellett a dolgozat részletesen bemutatja a bojlergyártáshoz kapcsolódó hegesztéstechnológiai fejlesztések eredményeit is, amelyek az ellenállás-csővonal-hegesztés helyett lézersugaras hegesztés alkalmazására irányultak.

1. Bevezetés

A Dunaferri vállalatcsoport termékszerkezeti palettáján több éve szerepelnek a zománcozásra alkalmas acéllemezek, melyekből a cég 2001-ben közel 25 ezer tonnát, 2003-ban pedig több mint 35 ezer tonnát értékesített. A Dunaferri Rt. Acélművek által gyártott és a Dunaferri Voest Alpine Hideghengermű Kft. (DWA) gyártósorán hengerelt zománcozható acélszalagok egy részét belföldön, másik részét külföldön értékesítik. A magyar zománczóipar által 2001-ben felhasznált hazai gyártású acéllemezek 99%-át a Dunaferri vállalatcsoport gyártotta.

Az utóbbi éveknek az acéliparban történő nagy változásait követően, az Európai Unióhoz való csatlakozás és a piacliberalizáció miatt azonban az acélgyártók is egyre nagyobb kihívásokkal szembesülnek. Az egyre élesebb piaci versenyben történő helytállás elengedhetetlen feltétele a jelenleg használatos alapanyagok minőségének állandó javítása, új alap-

anyagok kifejlesztése, ill. ezek tulajdonságainak gyors és megbízható vizsgálata. A zománcozás folyamatának komplexitása és a rendszerszemléletű látásmód kialakítása nem nélkülözheti a felhasználók elvárásainak pontos ismeretét, a műszaki-tudományos háttérrel és a gyakorlati szaktudással a gyártás során. E tényezők egyesítésének egyik lehetősége egy hosszabb távú K+F munka, melyben kutatók, gyártók és felhasználók közösen dolgoznak a jobb minőségű, értéknovelt, piacképes termék létrehozásán.

A „Zománcozható acéllemezek, technológiák és vizsgálati módszerek komplex fejlesztése” című K+F pályázatot a Dunaferri Rt. Innovációs Menedzsmentje 2001 augusztusában nyújtotta be elbírálásra az Oktatási Minisztérium Alapkezelő Igazgatóságához. A pályamunka elfogadását követően, 2002 januárjában megkezdődött a három évre vállalt projekt tervezett feladatainak kidolgozása az alábbi kutatási-fejlesztési célirányok mentén:

1. A Dunaferri vállalatcsoport által gyártott zománcozható lemezanyagok minőségének fejlesztése, a tulajdonságok optimalizálása a jelenlegi és a modern zománcipari technológiák igényei szerint.
2. A hazai kohászat által még nem gyártott, de a fejlettebb országokban már eredményesen alkalmazott zománcozható acéllemezek hazai zománciparba való bevezetésének előkészítése.
3. Az alapanyaggyártók és zománcüzemek számára egyaránt elfogadható, a lemez

minőségéről a jelenlegi minősítési módszernél több információt nyújtó, egységes minősítési rendszer javaslatának elkészítése.

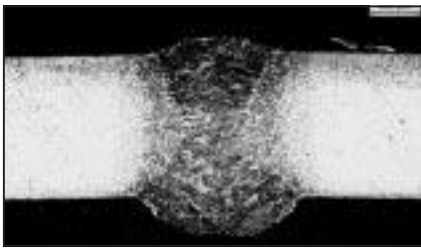
4. Korszerű gyártástechnológiák bevezetése a zománciparban, kihasználva a korszerű acélminőségek és a lézeres vágási és hegesztési technológiák együttes alkalmazásából adódó előnyöket.
5. A hidrogén és a vas kölcsönhatásának és a zománczott acél pikkelyesedési hajlamának mélyebb értelmezése, valamint a pikkelymentes zománcbevonat alapanyaggal kapcsolatos feltételeinek vizsgálata, megismerése.

Jelen cikkben, a projekt negyedik fő témakörében végzett munkát foglaljuk össze, amely a korszerű gyártástechnológiák bevezetését célozza meg, kihasználva a korszerű acélminőségek és a lézeres vágási, hegesztési, valamint sajtolási, mélyhúzási technológiák együttes alkalmazásából adódó többletelőnyöket.

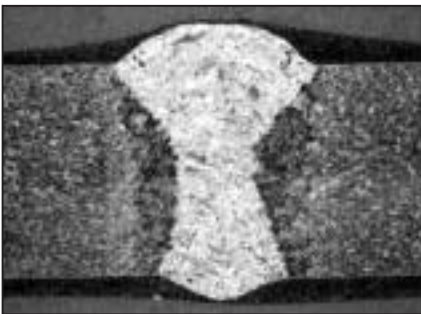
A hazai zománcipar termékskáláján szereplő termékek előállításakor változatos lemezmegmunkálási és kötési technológiákat alkalmaznak. A 4. feladat annak megvizsgálására koncentrált, hogy milyen lehetőségei vannak a jelenlegi, vékonyfalú hőcserélőkben alkalmazott varrat nélküli csövek kiváltásának lemezből gyártott hosszvarratos csövekkel. Meg kellett vizsgálni annak lehetőségét, hogy milyen minőségű alapanyag szükséges ahhoz, hogy a lézerral hegesztett cső két oldalon zománcozható legyen, és a termék a zománc beégetését követően se változtassa meg méreteit, ne legyenek vetemedési problémák.

A zománcipar jelentős képviselője a Lampart Budafoki Zománc Ipari és Kereskedelmi Kft., a pályázat aktív résztvevője, így kézenfekvő megoldásként választottuk zománczott terméknek a Lampartnál gyártott DUNA 120 típusú gázbojler két oldalon zománczott füstcsövét. Füstcsőnek jelenleg külföldről származó, varrat nélküli húzott csövet használnak. A téma kap-

Dénes Éva a Dunaferri Rt. Innovációs Menedzsment főmérnöke, *Fülöp Zsoltné* a Dunaferri Rt. Innovációs Menedzsment szakértője, *Gergely Judit* a LAMPART Kft. minőségbiztosítási vezetője, *Kálázi Zoltán* a BAYAIT tudománycs munkatársa, *Menyhárt Ferenc* a Dunaferri Lemezalakító Kft. ügyvezető igazgatója, *Tóth Sándor* a Dunaferri Lemezalakító Kft. profil üzletág műszaki irodavezetője.



■ **1. a ábra.** Lemez próbadarabon lézersugárral hegesztett varrat



■ **1. b ábra.** Zománczott, lemez próbadarabon lézersugárral hegesztett varrat

csán azt vizsgáltuk, hogy lehetne-e ezt a Dunafernél gyártott lemezből hegesztett csővel helyettesíteni.

Vizsgálódásaink során először a húzott bojlercső tulajdonságait ismertük meg, majd ehhez kiválasztottuk a megfelelőnek ítélt lemezanyagot. A lemezszalag csővé hajlítását követően a hosszvarratot kétféle eljárással hegesztettük meg: lézersugáras hegesztéssel, ill. ellenállás-hegesztéssel. A két hegesztőeljárás az egyedi és a tömeggyártást reprezentálja, így a gyártástechnológia kivitelezhetőségét is módunkban állt felmérni. Az ellenállás-hegesztéssel hegesztett varrat hegesztési technológiája bevált módszer, ott az alapanyagra és a méretre kellett koncentrálni, a lézeres varrat hegesztési technológiáját azonban a kevéssé alkalmazott volta miatt lemez próbadarabon előzetesen kipróbáltuk. A meghegesztett csöveket a Lampartnál bojlerbe építették be, melyeket megfelelő minősítési vizsgálatoknak vettek alá, s ezek eredményéről megfogalmazták véleményüket. Ennek alapján a team kiértékelte az ipari alkalmazás lehetőségét, és a téma folytatása esetére meghatározta a jövőbeni feladatokat.

A 4. feladat teljesítése során a kiválasztott lemez alapanyagot a DWA biztosította, nagyfrekvenciás ellenállás-hegesztéssel a csöveket a Dunafer Lemezalakító Kft. (DLA) gyártotta, lézersugárral a csöveket a BAYATI-ban hegesztették, a zo-

máncozást és a bojlergyártást pedig a Lampart végezte el.

2. A húzott bojlercső vizsgálata

A Lampart által beküldött, külföldi eredetű jól zománcozható, húzott bojlercsöveket kémiai összetétel, mikroszerkezeti és mechanikai tulajdonságok szempontjából vizsgáltuk meg. Az alapanyag 14 elemes kémiai összetételét optikai emissziós spektrométerrel határoztuk meg. A szakítóvizsgálatból meghatároztuk a szilárdsági jellemzőket, a próbatestek mikroszerkezetének jellemzését pedig a zárványok fémmikroszkópos vizsgálatával, a ferritzemcsék nagyságának meghatározásával, valamint a karbidok méretének és morfológiájának képelemzős mérésével végeztük el.

3. A lemez alapanyag megválasztása

A varrat nélküli, húzott bojlercsövek kémiai összetételét, mikroszerkezeti és mechanikai tulajdonságait megvizsgálva és eredményeit kiértékelve adódott a feladat, hogy a Dunafernél gyártott hazai lemezalapanyagot választva, abból előállított hosszvarratos csővel helyettesítsük a külföldi csövet. A csövek alapanyag szerinti összevetésén túl egy anyagtakarékos költségcsökkentő megoldást is tervbe vetünk, nevezetesen, hogy kisebb csőfalvastagságot válasszunk. Ehhez természetesen a bojlergyártók véleményét kértük, akik meghatározták, hogy melyik az a legkisebb falvastagság, amelyik még megfelel a szilárdsági szempontoknak.

A kiválasztás feltétele az, hogy a lemez alapanyagának elsősorban a kétoldalú zománcozhatósági feltételeknek kell megfelelni, majd ezt követően fontos a hegesztés jósága az alapanyagon, és a cső hegeszthetősége. Ez a sorrend a kutatómunka vonalát is kijelölte, és a javaslatokat is egymásra építve határoztuk meg.

A cső alapanyagának kiválasztásában nagy segítségünkre voltak azok az ismeretek, amelyeket a projekt 2. feladatának kidolgozása során szereztünk. A projekt második ütemében, 2003-ban, eltérő minőségű és vastagságú zománcozható acéllemezek vizsgálatát végeztük el. Több, mint 6000 vizsgálatot teszteltük a lemezek mechanikai tulajdonságait, felületi tisztaságát és topográfiai sajátosságait, szövetszerkezetét és azokat a tulajdonságokat, amelyek kimondottan a zománcozhatósá-

got jellemzik (pácolhatóság, hidrogénát-eresztő képesség, pikkelyesedési hajlam). A hidrogénátbocsátás mechanizmusának meghatározása céljából elektrokémiai hidrogénpermeációs kísérleteket végeztünk különböző minőségű és állapotú próbalemezekre. A börtartalmú acélok esetében mértük az összes és oldott bór mennyiségét, és vizsgáltuk a bór hatását a zománcozhatóságra.

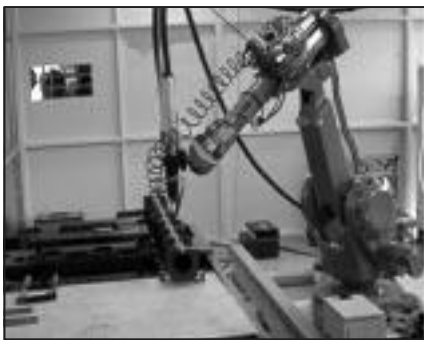
A külföldről származó húzott bojlercső tulajdonságait vizsgálva szembeűnők voltak a nagyméretű zárványok. Ezek biztosították a megfelelően nagy TH értéket és a kétoldalú zománcozhatóságot. A zománcozhatósághoz szükséges megfelelően nagy TH-értéket a zárványok, ill. a körülöttük lévő mikroüregek, mikrorepedések által kialakított hidrogéncsapdák biztosítják. Bár a Dunafernél gyártott, bórral mikroötvözött, hidegen hengerelt finomlemezek kémiai összetétele eltér a húzott bojlercső alapanyagától, minden szempontból megfelelnek a követelményeknek. Ennek oka, hogy a különböző acélminőségek a sokparaméteres feltételrendszerben más-más mechanizmus szerint biztosítják a pikkelymentes zománcozhatóságot.

A vizsgálati eredmények alapján és figyelembe véve, hogy az alapanyagok két oldalon zománcozhatónak kell lennie, a hegesztett csövek alapanyagául bórral mikroötvözött, hidegen hengerelt acélminőséget választottunk. A szakértői team úgy ítélte meg, hogy a DC 04 EK-B minőségű, 2 mm vastagságú lemez alapanyag megfelel a zománczott húzott bojlercsövek kiváltására.

4. Lézerrel hegesztett lemezek vizsgálata

A hegesztéstechnológiai vizsgálathoz a DWA bocsátotta rendelkezésünkre a DC 04 EK-B anyagminőségű mintalemezeket. A lemezekre a varratokat a BAYATI Lézer-technológiai Laborjában 2,7 kW fényteljesítményű, lézerdiódás gerjesztésű Nd:YAG szilárdtestlézerekkel készítették.

A lézersugáras hegesztési technológia nagymértékben függ a lézersugár térbeli és időbeli lefutásától. Köztudott, hogy a lézeres hegesztés olyan fénysugáras hegesztési eljárás, amelynek során az ömlesztéshez szükséges hőmennyiséget monokromatikus, koherens lézersugár adja. A lézernyaláb igen nagy energiasűrűségű, amely kis felületre fókuszálva tovább nö-



■ **2. ábra.** Lézeres csőhegesztés robotosított munkahelye

velhető. Az anyag és a fókuszált lézersugár relatív mozgása során a kialakult, ún. behatolási tölcser változtatja a helyét, és megszilárdult réteget, varratot hagy maga mögött. Hegesztési célra a számos lézertípus közül az Nd:YAG szilárdtestlézerek terjedtek el, amelyek lézeraktív anyaggal, pl. neodímiummal szennyezett kristályok, melyeket villanófényvel gerjesztenek.

A BAYATI-nál üzemelő nagyteljesítményű lézerrel való hegesztéskor a kötés a mélyhegesztésen alapul, amikor a varrat szélesség és -mélység aránya 1:10 vagy ennél nagyobb. A lézersugaras hegesztéshez gyakran nem használnak hegesztőanyagot, a munkadarabokat illesztés nélkül, tompavarrattal hegesztik össze. E paraméterek beállításával és használatával egy vékonyhuzalos fogyóelektródás hegesztési technológiához hasonlítható eljárásról beszélhetünk. Az eltérés azonban a lézernyaláb koncentrált hőhatásában és fókuszálhatóságában rejlik. A lézersugaras hegesztéssel megvalósítható, hogy az egyoldali varrat a lemez mindkét oldalán kiszélesedő varratalakot, X-varrat alakot mutasson, amely az egyenletes hőhatást követően a deformáció egyenletessége következtében igen kedvező hatású.

A lézerrel hegesztett varrat minősítését a hegesztett kötésekre vonatkozó szokásos varratvizsgálati eljárásokkal támasztottuk alá. Szemrevételezéssel megállapítottuk, hogy a varrat külső megjelenése – a gépi eljárásból adódóan – egyenletes, a varratdomborulat mind a korona-, mind a gyökoldalon megfelelő. A szabványos próbatetek az alapanyagban szakadtak, ami a hegesztett kötés szilárdsági megfelelőségét mutatta. A hajlítóvizsgálat és a keménységmérés is megfelelő eredményeket mutatott. A makroszkópos felvételeken (pl. 1. ábra) egyenletes, jó átmenettel beolvadt hegesztési varratok láthatók. Az

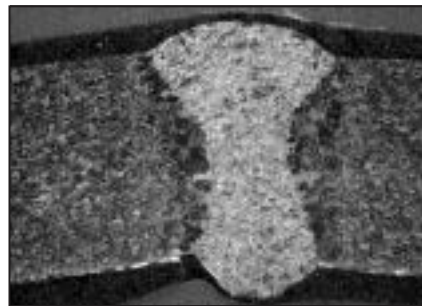
egysoros varratok X alakja a lézeres technika adta lehetőséggel, a lézersugár fókuszának állításával vált lehetővé. Ennek következtében a lemezvastagság irányában viszonylag egyenletes varratméret és mindkét oldalon megfelelő varratdomborulat alakult ki.

Néhány, lézerrel meghegesztett lemez zománchevonattal is elláttunk, hogy a zománczothozhatóságot vizsgáljuk. A hegesztés szempontjából megállapított egyenletes varrat, amelyet a gépi hegesztési eljárás produkált, nem mindenhol adott hibamentesen zománczotható felületet. A zománchiányos helyeken hegyesebb a varratdudor: ott csak vékony zománc tapadt meg. Egy megfelelő minőségű zománczotható helyről kivett csiszolaton (1. b ábra) látható, hogy a zománcreteg elvékonyodott a varratdomborulatnál, a 0,2 mm zománcreteg helyett itt annak csak kb. tízedrészke alakult ki. A varratdomborulatnál az összvastagság is megnőtt, ez pedig a beépíthetőséget is befolyásolhatja. Egyértelműen adódik a megoldás, hogy a hegesztési varrat paramétereit úgy kell meghatározni, hogy a varratdudor minél kisebb legyen, és a varratnál kialakult zománcreteg vastagsága a felhasználó által előírt tűrésen belül maradjon.

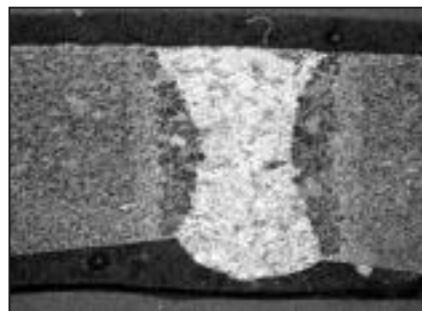
5. Hegesztett csövek vizsgálata

A Lampartnál a kísérleti füstcsöveket a DUNA típusú gázbojlerekbe építették be. A bojler 60, 90 és 120 liter űrtartalmú változatokban készülnek, a füstcsövek mérete mindegyiknél $\varnothing 89 \times 3,2$ mm, a hosszuk változik. A leghosszabb méretű, DUNA 120 típusú bojler füstcsöve 850 mm hosszúságú. A hegesztett füstcső a lemezként hegesztett és megvizsgált Dunaferri gyártmányú, DWA-ban hidegen hengerelt, 2 mm vastagságú DC 04 EK-B anyagminőségű lemeztekercsből kiindulva készült.

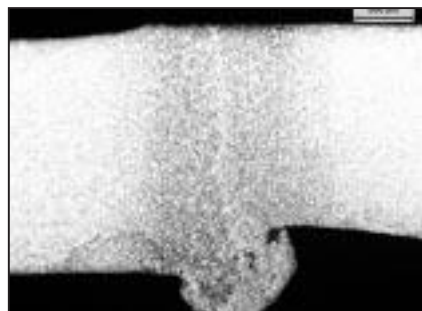
A tervek szerint legalább kétféle csőhegesztési eljárást tartottunk célszerűnek megvizsgálni. A hegesztési eljárás kiválasztását elsősorban a lemez vastagsága határozta meg, de a partnerek lehetőségeit figyelembe véve adódott, hogy egy egyedi és egy tömeggyártást reprezentáló gyártási technológiát is össze tudunk hasonlítani. A zománccsövekben számos esetben alkalmaznak hegesztést, leginkább ellenállás-ponthegeztést, a hosszvarrat készítéséhez azonban az ellenállás-hegesztés technológiája terjedt el. A kísér-



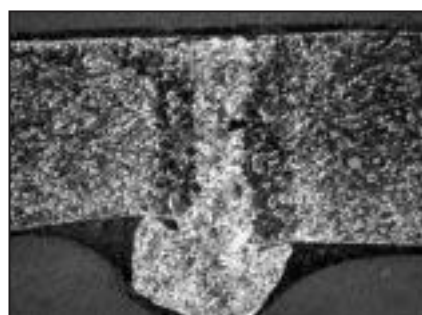
■ **3. a ábra.** Zománczott cső próbadarabon lézersugárral hegesztett varrat



■ **3. b ábra.** Zománczott cső próbadarabon lézersugárral hegesztett varrat, lemunkált varratdudorral



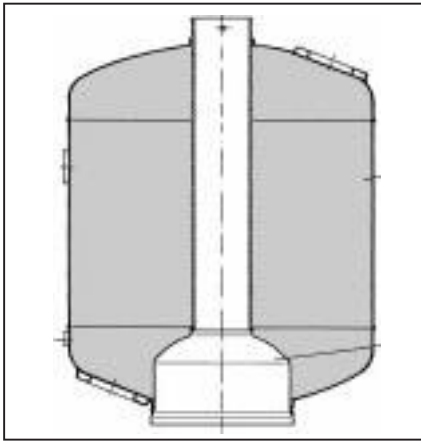
■ **4. a ábra.** Ellenállás-hegesztéssel készült csővarrat



■ **4. b ábra.** Zománczott, ellenállás-hegesztéssel készült csővarrat

letben tehát lézersugaras hegesztéssel és ellenállás-hegesztéssel készült hosszvarratos csöveket vizsgáltunk.

A hegesztett cső előkészítő műveleteit a DLA gépein végezték el. A DWA által biztosított lemeztekercszetek először a cső kiterített méretének megfelelő szélességűre



■ **5. ábra.** A bojler test részei: 1. hegesztett füstcső, 2. hegesztett bojler test

hasították, majd a profilhajlító gépson folyamatosan hajlítással csőalakra hengerítették. A lézersugaras hegesztésre kerülő csöveket a gépen ún. repülő gyorsdarabolóval méretre vágják, az ellenállás-hegesztéssel készülő csöveket ezen a profilhajlító gépen hegesztették meg.

5.1. Lézerrel hegesztett csövek vizsgálata

A lézersugaras hegesztéshez hajlított csövek a BAYATI-ba kerültek. A lemez hengerítés után a lemez a képlékeny-rugalmas tulajdonsága miatt nagyméretű hézaggal nyitott állapotú volt, ezért a hegesztés előtti illesztéshez és a hegesztéshez segédeszközt kellett használni. A lézeres hegesztés gépi folyamatos műveletét robot segítségével oldották meg, a 2. ábrán látható elrendezésben. A csőbefogó készülék oldalról szorítási lehetőséggel, állítható keretekkel készült, a készülékkel a cső-hosszvarrat illesztési hézagját ill. a csőszél ütköztetését folyamatosan állították be. A hegesztőrobot programozásával először a fűzővarratokat készítették el, ezt követte a hegesztés: a robot folyamatosan végighaladt az illesztett és rögzített varratél mentén. A hőhatás és hőelvezetés figyelembevételével, a nagyszámú paraméter beállításával és nyomon követésével kellett biztosítani a végig egyenes hegesztési varratalakot.

A csövek lézeres hegesztésének technológiai paraméterei megegyeztek a lemez próbadarabon készült hegesztett varratokéval. A lézerrel hegesztett cső varratának minősítéséhez a mechanikai tulajdonságok és a szövetszerkezet vizsgálatát végeztük el, és a síklemezen készített varrathoz hasonlítottuk azokat. A szilárdsági tulajdonságok adatai a nemszabványos

méretű és kihajtott próbatestek miatt abszolút értékben nem voltak ugyan összehasonlíthatók, de meg lehetett állapítani, hogy a lézerrel hegesztett hosszvarratos cső szilárdsági szempontból megfelelt az alapanyagra előírt szilárdsági követelményeknek, és a varrat mechanikai jellemzőit is megfelelően minősíthettük. A makroszkópos felvételek azt mutatták, hogy a varratok összeolvadása megfelelő volt, a szövetszerkezet egyébként homogén szemcseméret-eloszlást mutattak.

A lézerrel meghegesztett csövek a Lamparthoz kerültek zománcozásra. A lézeres lemez próbatesteknél tapasztalt hiányos zománcbevonat a dudoros varrat miatt alakult ki, ezért a Lampart szakembereivel egyeztetve, a csövet hosszában két darabra vágva úgy zománcolták, hogy az egyikről a külső, koronaoldali varratdudort lecsiszolták. A lemunkálás nélküli zománcolt varrat (3. ábra) hasonlóan néz ki, mint a lemez próbatestek, tehát a varratdudornál a zománc vékonyabb rétegben kötött oda. Ez az elvékonyodott zománcréteg nem fért bele a zománcvastagság tűréseibe. A lemunkált varratdudor oldalán egyenes zománcréteg tudott kialakulni (3. ábra). A makroképek tanulmányozását követően az a következtetés adódott, hogy a lézerrel hegesztett és zománcozásra kerülő csövön az illesztésnek hézagmentesnek kell lennie, a varratdudor pedig a lehető legkisebb méretű, lapos és élmentes legyen.

5.2. Ellenállás-hegesztéssel készült csövek vizsgálata

A nagyfrekvenciás ellenállás-hegesztéssel készült hosszvarratos cső a DLA profilüzemében készült. A profilgyártó gépen a méretre hasított lemezekercsből görgők között folyamatosan behajlítással csővé hengerített lemezen a hegesztés is folyamatosan történik nagyfrekvenciás csővonal-hegesztéssel. Az ellenállás-hegesztés jellemzője, hogy a hegesztéshez szükséges hő a munkadarabon átvezetett, ill. az abban indukált áramnak az átmeneti ellenálláson fejlődött hője szolgáltatja. A kötés kialakulásához sajtolóerőt is működtetnek, a csőszéleket összenyomják, aminek következtében a megolvadt anyag kitüremkedik, és lehülve gallérszerűen dermed meg. A profil belső felületén ez a többletanyag ott marad, a külső oldalon viszont gyalukéssel leforgácsolják. Ezt a műveletet követi egy kalibrálás, esetleges

hőkezelés, és utána a folyamatosan haladó profilt gyorsdarabolóval méretre vágják. Ez a technológia biztosítja a profil hossza mentén az azonos varratalakot és azonos geometriát.

A zománcozási kísérlethez a profilson legyártottak néhány darab 1,5 m hosszúságú Ø89×2 mm méretű hosszvarratos csövet. Egy csövet zománcozás nélkül, egy másikat zománcozást követően vizsgáltunk meg.

Az ellenállás-hegesztéssel készült cső szilárdsági tulajdonságait nemszabványos próbatestek szakítóvizsgálatával teszteltük, hasonlóan, mint a lézerrel hegesztett csöveknél. Az összehasonlításból kiderült, hogy a szilárdsági értékek kissé nagyobbak, a nyúlásértékek pedig kisebbek voltak, mint a lézeresen hegesztett cső esetében. A szakadás mindkét próbánál az alapanyagban történt. Megállapítható volt, hogy az ellenállás-hegesztéssel gyártott hosszvarratos cső varratának mechanikai jellemzői megfelelőek, a cső megfelelően minősíthető.

A makroképen (4. ábra) látható, hogy a varratdudor lemunkálása után nem lett teljesen sík a felület, az ottmaradt él a zománcozást kedvezőtlenül befolyásolhatja. Amennyiben a sík felület elvárás, akkor a forgácsolószerszámot úgy kell kialakítani, hogy ez megoldható legyen. A cső belső oldalán kitüremkedett anyag nem zavarja a beépítést, azonban a varrat melletti sávban elvékonyodott lemez méret gyengítő tényezőt jelent. A szövetszerkezet egyenes, homogén elosztású szemcseelrendezést mutattak.



■ **6. ábra.** Ellenállás-hegesztéssel készült hosszvarrat

Az egyik ellenállás-hegesztéssel gyártott csövet a Lampartnál zománcolták. Az ellenállás-hegesztéssel gyártott csövön a külső hegesztési sorját a forgácsolószerzőszám már a profilgyártó soron eltávolította, így a zománcolás a sík felületen nem tűnt problémásnak. A zománcréteg a külső felületen egyenletes (4. b. ábra), a sík felület miatt kisebb a vastagsága, mint a lézeresen hegesztett cső bevonatáé volt. Összességében megállapítható, hogy az ellenállás-hegesztéssel gyártott hosszvarratos cső jól zománcozható.

6. Hegesztett bojlercsövek beépítése

A lézersugaras hegesztéssel és az ellenállás-hegesztéssel gyártott csövek zománcozhatóságának megállapítása után a csöveket termékbe beépítve teszteltük. A kísérlethez a Lampart Kft.-nél, gyártott DUNA 120 típusú gázbojler két oldalon zománczott füstcsövet választottuk.

A beépítés folyamatát az együttműködés keretében a helyszínen végigkövettük. A bojlerrest két fő részből áll, az összeállítási rajzon (5. ábra) látható a hegesztett füstcső és a hegesztett bojlerrest rögzítési módja. A 6. ábrán a hosszvarratos cső varratát láthatjuk a hegesztett bojlerrestbe történő behegesztés után. A bojlergyártás menetének részletes ismertetésétől eltekintve a 7. ábrán a bojlerrestet az átvételi ellenőrző állványon láthatjuk.

A gázbojlerbe beépített füstcső beépítéskor megkívánat alaki- és mérettűrésének meghatározása a követelmények rögzítéséhez elengedhetetlenül szükséges volt. A Lampart Kft. mint gyártó az igény oldaláról, a csőgyártók pedig a technikai lehetőségek oldaláról közösen határozták meg a műszaki feltételeket.

A Dunaferr Rt. Innovációs Menedzsment koordinálásával a projektben résztvevő szakemberek az alábbi véleményt alakították ki:

- A méretpontosság tekintetében a rajzdokumentációban rögzített tűrések betartása elegendő, nincs szükség szigorításra, a gyártási tűrés szűkítése ugyanis többletköltséget jelent.

- A geometriai, alaki pontosságot a cső keresztmetszetében (körkörösség) és a cső hosszában (íveltség) határoztuk meg. A körkörösség előírása az átmérő tűrés lehetőségével kell, megegyezzen. Ez a körkörösség azonban nem változhat a zománc beégetése után sem. Az összeszere-

lés után egyébként a bojlerrest furata kalibrálja a cső külső átmérőjét, amely előnyös is a körvarrat hegesztéséhez.

- Az íveltség mértékét ugyancsak a csatlakozó furat tűrése határozza le. A csövön hegesztett aszimmetrikus hosszvarrat a varratrövidülés miatt alapvetően íveltséget idéz elő. A cső íves alakja a bojlerresten belül nem okoz zavart, hanem a csőnek a bojlerresthez való csatlakozásánál kell a furat tűrésebe beleférni. A hegesztett körvarrat készülékben való gépesített hegesztése miatt is törekedni kell a körben azonos csatlakozási hézag beállítására.

- A zománcréteg egyenletes vastagsága érdekében a cső felületi minőségével kapcsolatban is meg kell fogalmazni követelményt, mégpedig azt, hogy a cső külső felülete sík vagy lapos legyen, a varratfelületen nem lehet kialakított, vagy lemunkált él, amely a zománcréteg vastagságának csökkenését okozhatja.

6.1. A beépített füstcsövek vizsgálata

A zománcozási vizsgálatról, a csövek zománcozási teszteléséről a Lampart Kft. zománcozási szakértője készített véleményt. A lézerrel és ellenállás-hegesztéssel gyártott csövekből egyet-egyét kétfelé vágva zománcoltak.

Az ellenállás-hegesztéssel gyártott hosszvarratos cső külső felülete sima volt, a varratdomborulatot a profilgyártósoron leforgácsolták. A körkörösség megfelelő, a csövön több helyen körben mért átmérőérték tűrésen belül volt. A zománcolás után az eredmények nem változtak. Az íveltséget nem mérték, szemmel láthatóan egyenes volt a cső.

A két darab, ellenállás-hegesztéssel készített csövet beépítették az LBB120 típusú DUNA gázfűtésű háztartási melegvíz tároló berendezésekbe. Az elkészült bojlerrestet 7 bar nyomással próbálták, és a minőségi bizonyítvány szerint a nyomáspróba megfelelő volt.

A lézersugárral hegesztett csöveken a Lampart Kft. szakemberei a varratokat szemrevételezték, és az egyenetlen, helyel-közvetlen csúcsos varratdudor előfordulása miatt nem tartották zománczásra megfelelőnek, így a lézerrel hegesztett csövek nem kerültek beépítésre, de a csövek alakhibája is megnehezítette volna a beszerelést. A körkörösség tekintetében megfelelőek ugyan az értékek, de mind a két alaki feltételnek meg kell felelni ahhoz, hogy az összeszerelés varratát megfelelően meg lehessen hegeszteni.



7. ábra. A bojlerrest ellenőrzésre készen

6.2. A lézersugárral hegesztett varratok megfeleltetése

A lézeres hegesztési varratok vizsgálata során mind metallográfiai mind pedig mechanikai adatok igazolták, hogy a varrat megfelelt az általános műszaki elvárásoknak, ugyanakkor a zománczási kísérletek során kiderült, hogy a lézeres hegesztés nem mindenütt elégítette ki a zománczhatósági geometria feltételeit.

A BAYATI szakemberei a zománczhatósági követelmények ismeretében megfogalmazták a javaslataikat, összefoglalták azokat a paramétereket, amelyek változtatásával a kérdés megoldható.

A hegesztési paraméterek optimalizálásával minimalizálható az élképződés a varratkoronán, ha a huzaladagolás sebessége helyesen van beállítva a lézersugár haladási sebességéhez, a hézag teljesen egyenletes, vagy az illesztés hézagmentes, ezenkívül előnyös a hegesztési ömledék térfogatának növelése is. Mind a két módszer sokkal könnyebben alkalmazható, ha nem egyedi csövek hegesztését kell megoldani, hanem folyamatos hegesztési varratot lehet kiképezni úgy, hogy a haladási sebességet on-line hengerített cső előtolásával biztosítják. Ezzel a körkörösség, az íveltség és a hézag (-mentesség) beállítása is egyszerűbben történhet, hiszen ezt csak a hegesztés környezetében kell biztosítani.

7. Összefoglalás

Vizsgálódásaink során a megoldandó feladatok irányában néhány fontos megállapítást tettünk:

- A Dunaferr gyártmányú DC 04 EK-B minőségű, 2 mm vastagságú lemez alapanyag megfelelt a zománczott húzott bojlercsövek hegesztett és zománczott kivitelű bojlercsövekre történő kiváltására. Ezáltal a csőfal-vastagság jelentős csökkenése is megvalósult (3,2 mm helyett 2 mm).

- Az adott hegesztési paraméterekkel a lemezmintákon lézerrel kialakított hegesztési varratok megfelelő minőségűek; a zománcozhatóság szempontjából lapos varratalak szükséges.

- A lézersugaras hegesztéssel megvalósítható, hogy az egyoldali varrat a lemez mindkét oldalán kiszélesedő varratokat (X-varrat) mutasson, amely az egyenletes hőhatást követően a deformáció egyenletessége következtében igen kedvező hatású.

- A lézerrel hegesztett cső jól zománcozható. Kívánatos azonban, hogy az illesztések hézagmentesek és lépcsőmentesek legyenek, a varratdudor a lehető legkisebb méretű, lapos és élmentes legyen. E geometriai elvárásoknak a lézeres technika meg tud felelni.

- Az ellenállás-hegesztéssel gyártott hosszvarratos cső jól zománcozható.

- A gázbojlerbe beépített füstcső alkatrészként, ill. a beépítéskor megkívánt mérettűrésének és alaki pontosságának (körkörösség és íveltség) meghatározása a követelmények rögzítéséhez elengedhetetlenül szükséges.

- Ha a hosszvarratos csövek kétféle hegesztési eljárással való gyártását összehasonlítjuk, akkor beigazolódik az a tapasztalatunk, hogy az ellenállás-hegesztés tömeggyártásban alkalmazott technológiája kiforrott, jól bevált műveletek sorozatából áll, ezt a zománcozhatóság kiegészíti, míg a lézersugaras hegesztés alkalmazása folyamatos varratkészítésre igazán a kísérle-

ti-fejlesztőmunka kategóriájába tartozik.

- A lézersugaras hegesztés egy ígéretes technika, amely alkalmas a vékonyfalú szerkezetek kívánt minőségű, nagy pontosságú varratainak nagyüzemi gyártására, és a megfelelő technikai háttér megvalósításával (pl. a készülékezés tökéletesítésével) széleskörű ipari felhasználás előtt áll.

Összességében a vizsgálati eredmények azt mutatták, hogy a bórral mikroötözött hidegen hengerelt acélminőségek teljes mértékben alkalmasak a jelenleg használatos, külföldről származó húzott csövek kiváltására, és a hegesztési technológia optimalizálása után kiválthatják ezeket.

REMPORT ZOLTÁN

A korompai hengerek az I. világháború előtt

A szerző a monarchia utolsó időszakának legnagyobb magyarországi vaskohászati üzemét, a Korompán felépített és a trianoni országcsönkítés után 1922-ben leszerelt vas- és acélművet mutatja be. Pontos adatokat közöl az akkori időkben a világszínvonalat képviselő technológiai berendezésekről, és különös figyelmet szentel a gyár legsajátosabb üzemének, a készárut kibocsátó két hengerműnek. Kortörténeti dokumentumnak számítanak az üzemek elrendezési vázlatai és a hengerek üregezési rajzai. A Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű Rt. hatáskörébe tartozó korompai gyár termékkálájának kialakításában olyan elv érvényesült, hogy Korompa a durva terméket, Ózd pedig a finom szelvényeket gyártja. Korompa nemzetközi vasútvonalra támaszkodott és festői tájba illeszkedett. Az ország legkulturáltabb és legkellesebb munkahelyei között tartották számon.

Az első világháborút megelőző években a hazai vaskohászat legfiatalabb nagyüzeme a korompai vas- és acélmű volt, tagjaként – Ózddal, Diósgyőrrel és Resicával együtt – annak a négyesfogatnak, amely az ország hengereltáru-termelésének döntő hányadát adta. A gyár gazdája a Hernádvölgyi Vas- és Acélmű Rt. önállóan gazdálkodó társulat volt, de felügyelet és irányítás szempontjából a Rimamurány-

Salgótarjáni Vasmű Rt. (RMST=RIMA) igazgatóságához tartozott, a gyár lényegében a RIMA leányvállalata volt.

A korompai új gyár a háborút megelőző békeévekben mindössze 10-15 éves múlt-ra tekintett vissza. Azt a millennium idején alapította egy bécsi társaság, amely megvette az ottani régebbi vasgyárat. Létesítésének indítéka megegyezett a korábban felállított likéri kohókéval; mindkettő a morva-sziléziai szénmezőt kapcsolta össze a Felvidék ércforrásaival. A társulat a telepítést 1896 tavaszán kezdte; a gyár építése olyan sikeres volt, hogy az 1898-ban már árut bocsátott ki. A telepítés azonban – mint a legtöbb kohászati gyár beruházása alkalmával – a tervezettnél költségesebbnek bizonyult, tulajdonosai pénzzavarba kerültek, és a létesít-

mény befejezése elakadt. A társulat anyagi nehézségeit kihasználva, a RIMA a vállalat részvényeit felvásárolta, a gyárat érdekeltségi körébe vonta és annak fejlesztését befejezte.

Az új vas- és acélmű a XX. század első éveiben teljesen kiépült, belekerülve az Európán végigsöprő villamosítási hullámba. Kiépített állapotában két nagyolvasztóval, ötkemencés Martin-acélművel, kavaróüzemmel, durva- és finomhengerművel, gépműhellyel, villany- és kazánteleppel volt felszerelve. A korábban telepített vasgyárhoz képest kétségtelen előnye volt, hogy a villamos áramot már nem csak világításra, hanem az emelő-, továbbító- és szállítóberendezések mozgatására is igénybe vette. Csupán a nagy meghajtó berendezéseinek választott gőzgépeket. A 250 m-es nagyolvasztói, a 250 tonnás keverőkemencéje és a 25 t betétsúllyal dolgozó martinkemencéi megfeleltek a korabeli európai berendezéseknek, kavaróüzeme is csak annyiban különbözött a hagyományosaktól, hogy az előalakítást nem gőzkalapáccsal, hanem hidraulikus sajtóval végezte. Ezt az egyébként túlhaladott technológiát képviselő üzemet a vállalat azért állította fel, mert az Unió zólyomi lemezgyárat platínával innen látta el, s finomlemezei céljára ragaszkodott a kavart vashoz. Figelemre méltó berendezésének

számított a villanytelep, amelyben 3 db, 900 lóerőt képviselő gőzgép és 3 db gőzgép 1200 lóerővel, 330 voltos háromfázisú Ganz-generátorokkal fejlesztett áramot. A gépekhez a gőzt a kohógázzal fűtött, legkorszerűbb kazánok termelték. A gyár leg-sajátosabb üzeme azonban a készárut kibocsátó két hengermű volt.

A durvahengerműbe a vállalat három hengersort telepített. Ezek elrendezését a kiszolgáló berendezésekkel együtt az 1. ábra mutatja be. Az épület bal oldali terében helyezkedett el a kemencecsarnok. Ebben a csarnokrészben helyezték el a mélykemencét és a hevítőkemencét. A mélykemencék álló, a hevítőkemence fekvő helyzetben izzította a betétet. A teret három forgógém uralta, ezek őrítették az öntecsszállító kocsiakat és helyezték rá a felhevített betétet a hengersorok görgőpályáira. A forgógémeket hidraulikus szerkezetek működtették.

A durvahengermű központi alakító berendezése a durvasori együttes volt, amely két hengersorból állt. A nagy reverzálósor vonó gőzgépre ugyanis két hengersort kapcsoltak: a blokkosort és a gerendasort. A gőzgépet a német Sack und Kisselbach cég szállította iker tandem kivitelben, 1250 mm lökethosszal, 800 mm és 1350 mm átmérőjű gőzhengerekkel. A gőzgép fordulatszáma percenként 120-140-ig emelkedhetett, s tengelyének egyik végéhez közvetlenül csatlakozott, a tartósor másik tengelye pedig 1:2,2 lassító áttétellel forgatta a blokkosort. A gőzgép 4500 lóerős legnagyobb teljesítményt fejthetett ki, s teljes tömege 103 tonnát nyomott. A durvahengerműben az összetett hengersorral azonos tengelybe helyezték el az univerzál triósort, amelyet saját, 1800 lóerős gőzgéppel hajtottak meg.

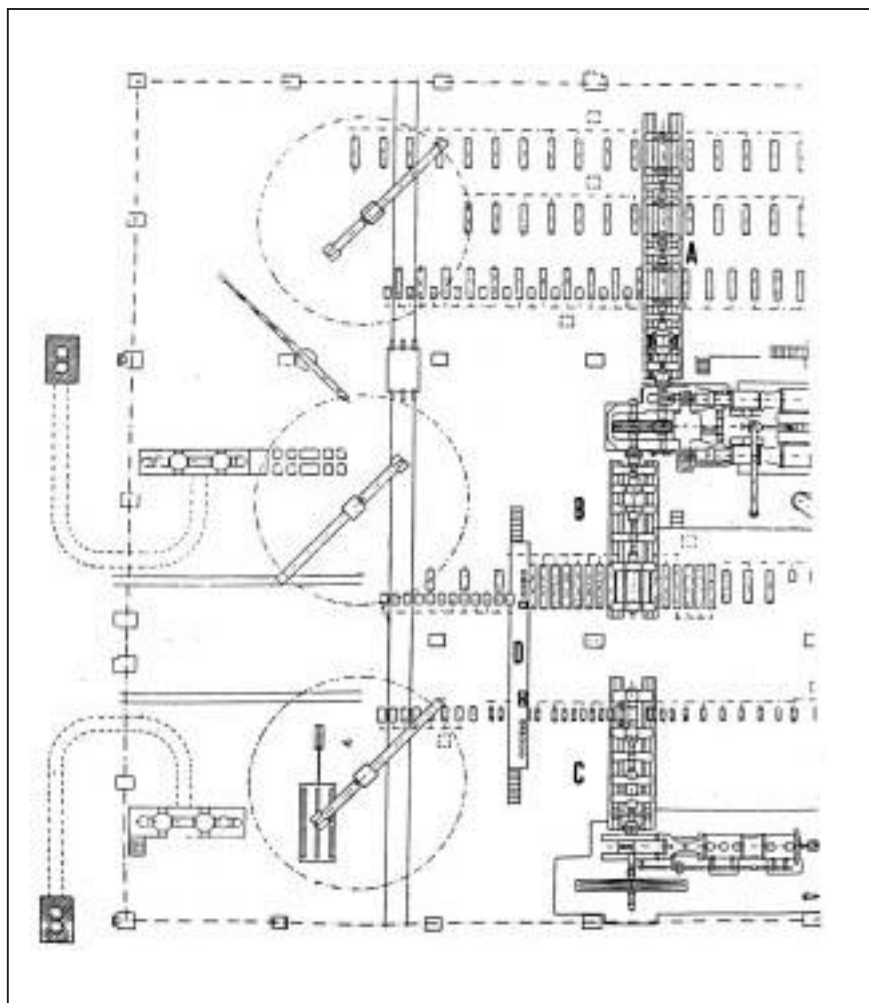
A blokkosor 3 tonnás öntecsből kezdte a gyártást, miután 4 t emelésre méretezték a hengersort kiszolgáló forgógémeket. Az öntecseket 550, 500, és 380 mm-es négyzetes keresztmetszettel öntötték; előbbi kettő a blokkosor, utóbbi a triósor betétjét képezte. Öntöttek kisebb, 200 kg-os öntecseket is, azokat azonban közvetlenül a finomhengerműbe szállították. A blokkosor hengereinek hossza 2500 mm, névleges átmérője 900 mm volt; a sor üregrajza a 2. ábrán látható. A korompaik az állványt a kor nyelvújító irányzata szerint tömbelőnyújtónak említik, arra azonban végül is a blokkosor kifejezés maradt fenn. Az állvány

felső hengerét hidraulikus szerkezet emelte egészen 400 mm-es nyitásig. A nyújtás a felső henger teljes nyitásával kezdődött, majd több átbocsátás (szúrás) után a teljes zárásig tartott. Utána a darab 90 fokos fordítással került a második üregbe, majd ugyanilyen módon folytatódott a nyújtás a negyedik üregig és 200×140 mm-es szelvényig. Ennél kisebb szelvényű terméket a két zárt üreg bocsátott ki. Hengrelés közben a darab mozgásáról az elektromosan működő görgősor és vonszoló, valamint a hidraulikus fordító gondoskodott, a hengereket pedig a sorok fölé állított 15 tonnás, elektromos futódaruval cserélték. A forgógémeket, a fordítót, és a blokkollót 40 atmoszférás hidraulikus rendszer szolgálta ki.

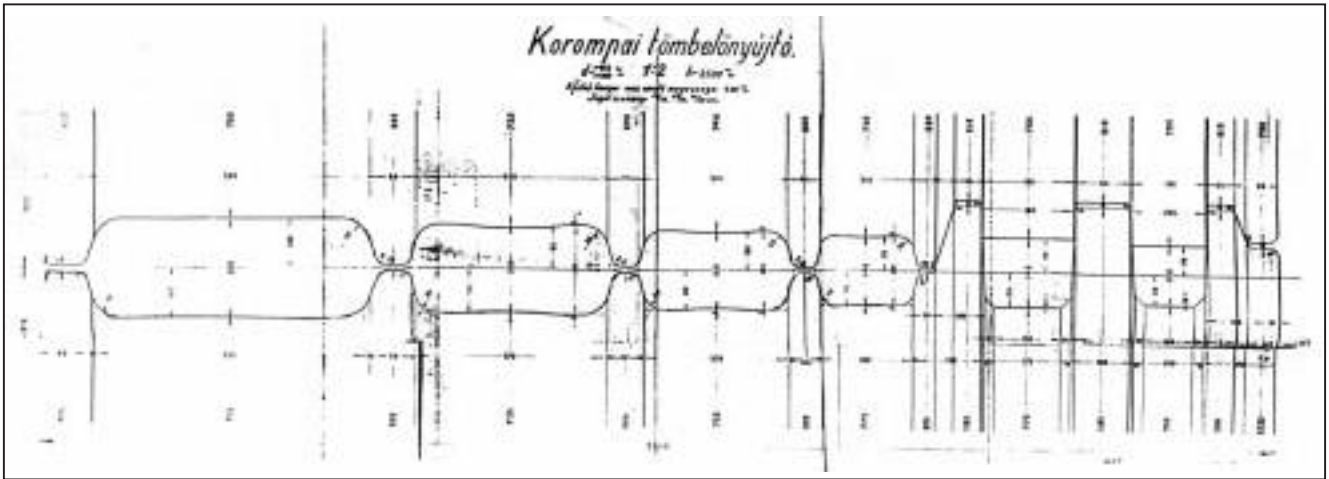
A korompai blokkosor a hazai telepítésűek közül, időben az ózdi után, a második volt, és 1898 és 1910 között minden bizonnyal a legkorszerűbbnek számított. A korabeli technika gyors fejlődésére

azonban jellemző, hogy 1910-ben lekörözte azt a diósgyőri blokkosort, amelyet már elektromotoros hajtással láttak el. Ugyancsak még a háború előtt látták el a resicai hengerművet is Ilgner átalakított reverzáló elektromotorral. A hazai vaskohászat fejlettségét mutatja, hogy a háború előtt az országnak már négy olyan gépi berendezése működött, amely teljesen mechanizált volt, és karmozgatásnál nagyobb emberi beavatkozást nem igényelt.

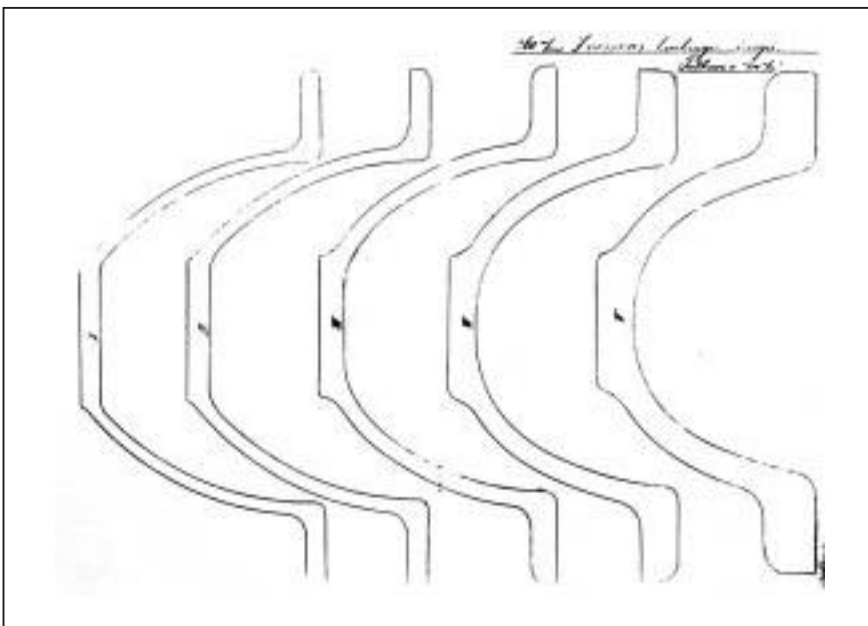
A gerendasor a blokkosorról kapott betétanyagát első állványán tovább nyújtotta, a második és harmadik állványon pedig a szelvényt készre alakította. A fennmaradt üregrajzok alapján a gerendasor, pl. a vékonyfalú, 260 mm-es, ún. Zorésvasat az első állványon kb. 100×250 mm-es laposvassá nyújtotta, a második állványban következett az ötszúrásos előalakítás, majd a harmadik állványban az ugyancsak ötszúrásos készre alakítás. A 3. ábrán érzékelteti, hogy a háborút megelő-



■ 1. ábra. A korompai durvahengermű telepítési rajza. A - gerendasor, B - blokkosor, C - trió univerzálállvány, D - kormánypad



■ 2. ábra. A korompai blokkosor üregrajza



■ 3. ábra. A Zorésvas készsori üregei a gerendasoron

ző években a hazai hengerek már milyen aránytalan és vékonyfalú szelvények hengerlésére is képesek voltak.

A durvahengermű harmadik hengersora az 1800 lóerős gőzgéppel hajtott Lauth-féle triórendszerű univerzálállvány volt, 750 és 500 mm átmérőjű hengerekkel, 70, illetve 100 percenkénti fordulattal. A hengerek szélesacélt gyártott, hídlemezek és csőkészítmények kiinduló anyagául. A gyártható szélesacélok mérethatárai 170 és 800 mm voltak. A gőzgépet, amely szintén tandem rendszerű ikergép volt, a hazai Schlick gépgyár szállította, s az a hazai gépgyártás színvonalát minősítette. Görgősorait ennek is elektromotorok forgatták, és a hengereket vastagság- és szélesség-

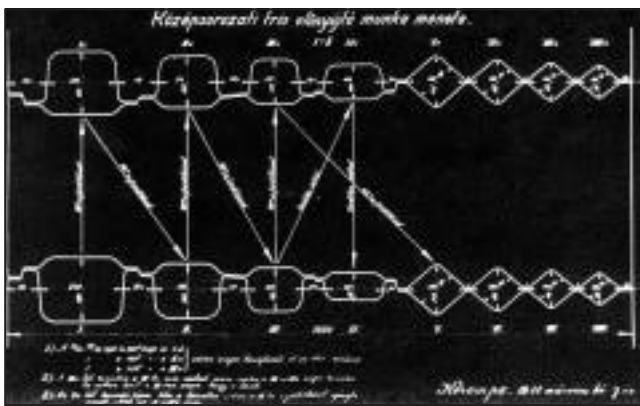
irányban szintén elektromosan állították.

A hengerelt szálát természetesen darabolni kellett, ez a blokkosor után a hidraulikus blokkoló, a gerendasor után az elektromos lengőfűrész, az univerzálisor után pedig az ugyancsak villanymotorral működtetett daraboló feladata volt. A darabolt terméket villamos jármű szállította a kikészítőműhelybe. A hengerműnek két kikészítőrésze volt, külön a síneknek és külön a gerendáknak.

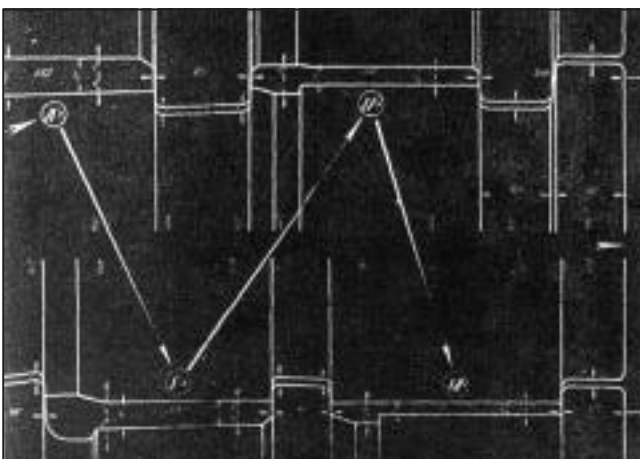
A finomhengerműbe két sort telepítettek: a középsort és a finomsort. Betétanyagát mindkettő a blokkosorról kapta. A blokkbugát a középsor előnyújtó állványa fogadta, amely azt saját készsoraival vagy a finomsor részére továbbnyújtotta. A finomhengerműben a betétet Siemens-rendszerű másodme-

legítő kemencék hevítették, amelyek a forrasztókemencék rendszere szerint működtek, s akár forrasztást is végeztek. Ezáltal a finomhengermű a kavarrózem pakettjeit is fogadhatta. Ezt igazolja a középsor előnyújtójának üregezési rajza is, amelyet a 4. ábrán láthatunk. Az előnyújtó első ürege a 200 mm-es pakett, de akár a 230 mm-es öntecs fogadására is alkalmas volt, a rendszeresített betét azonban itt a 200 mm-es buga volt. Ha betétként kisebb szelvényt kellett fogadni, a 180-as bugát a második, a 150-eset a harmadik üregbe vezették be. Az előnyújtó a szekrényüregeivel erélyes nyújtást tett lehetővé: az ötödik szúrással már a 120-as négyzetig jutott el. Ennél kisebb keresztmetszetű féltermék nyújtására az állvány rauta üregei szolgáltak.

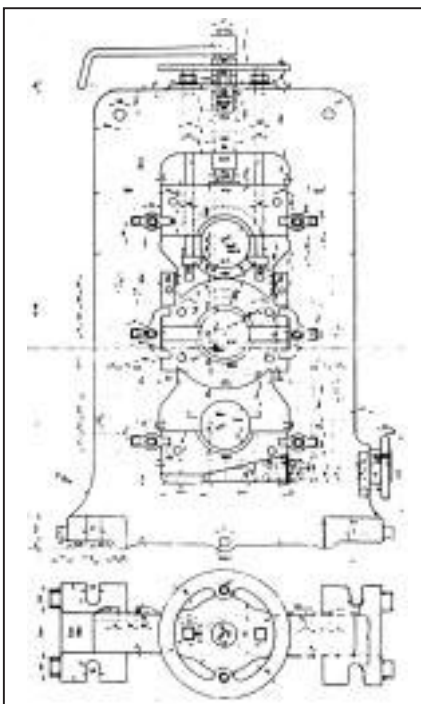
A finomhengermű középsorát 1200, finomsorát 800 lóerős gőzgép forgatta. Miután azoknak reverzálást nem kellett végezni, tengelyükre nagyméretű lendkereket szereltek. A középsorhoz az előnyújtón kívül négy készállvány is tartozott, ezeket az előnyújtó tengelyéről kötéllel hajtották meg. A középsori előnyújtót emelőasztal szolgálta ki, amely a munkadarabot alsóból felső helyzetbe emelte, majd a következő szúrásnál visszasüllyesztette. A középsor készsori szakaszát négy ún. kettősduó állvány képezte, ami azt jelentette, hogy minden egyes állványban két pár henger forgott, azok azonban különböző függőleges síkban helyezkedtek el. A kettősduó állvány a trióállványhoz hasonlóan működött, de azzal szemben előnye volt, hogy a felső és alsó üregeket egymástól függetlenül lehetett, ami megkönnyítette a szabálytala-



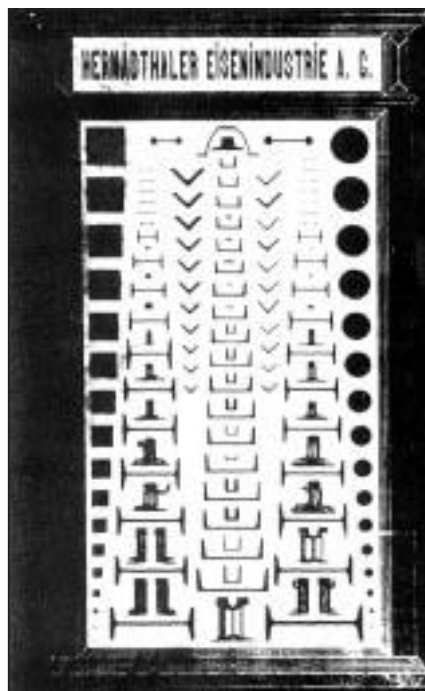
■ 4. ábra. A középsor előnyjtó állványának üregezési rajza



■ 5. ábra. A vasúti alátétlemez utolsó üregeinek elhelyezése a középsor kettősduó állványán



■ 6. ábra. A finomsor trió előnyjtó állványa



■ 7. ábra. A korompai hengerművek szelvénytáblázata az I. világháború előtti években

nabb szelvények üregeinek kialakítását. Ezt a lehetőséget használja ki a vasúti alátétlemez 5. ábrán bemutatott üregezés.

A finomhengermű másik sorát, a finomsort két előnyjtó állvány és négyállványos készsorozat alkotta. A két előnyjtó triórendszerű volt. Annak rajzát a 6. ábrán mutatja be, amely arra hívja fel a figyelmet, hogy a hengersorok az első világháború előtt pontosan megmunkált és szorosan illesztett berendezések voltak, és lehetővé vált számukra a hengerelt termékek szigorú mérettartása. A finomsor előnyjtó állványait közvetlenül a gőz-

gép tengelyére kapcsolták, a készsort pedig ugyanarról a tengelyről gyorsító szíj-áttétellel hajtották meg. A készsori szakaszt szintén négy kettős-duó állványból építették fel, azt azonban később hétállványosra bővítették, és a kettős-duó állványokat váltakozó triórendszerével cserélték fel.

A finomsor legkisebb szelvénye a 7 mm átmérőjű köracél volt, amelynek kiinduló anyagát állandóan növelték, miáltal a hengersor teljesítményét fokozták. A finomsor szálaban hengerelt, az abroncsok tekerceselésére azonban csévéelőket (mottollákat) állítottak be.

A Hernád völgyi Vasmű Rt. már az 1900. évi párizsi világkiállításon részt vett, arra elkészítette szelvénytáblázatát. A 7. ábrán bemutatott összeállítás bizonyítja hogy Korompa programjában minden olyan termék szerepelt, amelyet a korabeli legkorszerűbb hengerművek a világ bármely táján programjukba vettek. Hasonlóan felkészült volt azonban Ózd is, ezért az RMST-nek a rendelkezésre álló hosszútermék-piacot meg kellett osztani a két acélmű között. A megosztásban az az elv érvényesült, hogy Korompa elsősorban a durva termékekre támaszkodjék, míg Ózd inkább a finom szelvények irányába fejlessze termelését. Ha Korompa mennyiségben nem is tartott Ózddal lépést, és csarnokainak elrendezése sem lehetett terepviszonyai miatt annyira szabályos, mégis, miután nemzetközi vasútvonalra támaszkodott és festői tájba illeszkedett, azt az ország legkultúraltabb és legkellemebb munkahelyei között tartották számon.

A korompai gyárat az RMST Trianon után, 1922-ben számolta fel.

Jegyzet: A korompai gyár reverzáló gőzgépéről és középsori emelőasztaláról a Stahl u. Eisen (1898, 833-836.) számol be, telepítés utáni ismertetője a Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönyében (1899, 176.) jelent meg. Felszereltségéről Déry Károly Bányakalauza (1914) munkaviszonyairól Cotel Ernő (BKL 1947, 272, 363)) ad képet. Gyártmánykatalógusát és üregezési rajzait a Kassai Műszaki Múzeum és a budapesti Öntödei Múzeum őrzi.

Szerkesztőségi bevezető

Lapunk 2004. évi 5. számában közöltük Réger Mihály, Verő Balázs, Csepeli Zsolt és Szélig Árpád „Folyamatosan öntött bugák makrodúsulása” című dolgozatát. A cikk megjelenését követően Kaptay György jelezte, hogy reflektálni kíván a szóban forgó cikk egyes felvetéseire, egyes pontokon vitába szállva a szerzők megállapításaiival. Kaptay György jelentkezése jó alkalmat teremtett arra, hogy a szerkesztőség – felelevenítve a tradíciókat – teret nyisson a rangos nemzetközi folyóiratokban kitűnően működő „szakmai vitacikk” műfajnak.

A 2005. évi 3. számban közöltük Kaptay György vitacikkjét. A vitacikk megjelenésekor közölt szerkesztőségi előszóban leírt szokásrend alapján a vitacikket az eredeti dolgozat szerzőinek megküldtük, akik jelezték, hogy a következő (vagyis a jelen) lapszámban kívánnak válaszolni. Bizunk benne, hogy tisztelt Olvasóink érdeklődéssel olvassák a válaszcikket is e szakmai vitában.

Réger Mihály és Verő Balázs válasza Kaptay György vitacikkére¹

1. Bevezetés

Először is szeretnénk a köszönetünket kifejezni Kaptay Györgynek, aki vette a fáradságot, és részletesen elemezte a szóban forgó – egyébként nem túl könnyen érthető és emészthető – cikket [1]. Külön köszönjük azokat a javaslatokat, melyeket a szerző a makrodúsulási modell javítása érdekében megfogalmazott [2], lehetőséget adva egyben arra is, hogy ezekre reagálva az eredeti cikkben leírtak szakmai-filozófiai háttérét egy kicsit bővebben kifejtjük.

Mindenekelőtt meg kell jegyeznünk, hogy ismereteink szerint az egész érintett problémakör, vagyis az acélok folyamatos öntési technológiája eredményeként kialakuló makrodúsulási jelenségek egzakt, vagy viszonylag egzakt megközelítése jelenleg szinte megoldhatatlan problémát jelent a külföldi kutatóintézetek, illetve a nemzetközi kutatási konzorciumok számára is. Nemzetközi viszonylatban tekintélyesnek számító szakemberek szóbeli információi azt igazolják, hogy a makrodúsulás minden acélműben problémát jelent, csökkentésére alapvetően empirikus megoldások léteznek, melyek elsősorban az adott acél öntési technológiájában és az öntőgép beállításában testesülnek meg. Megbízható, átfogó leírási módot a kutatók eddig nem publikáltak, de feltételezhető, hogy a nagy acélgyártók a saját, kialakult, évtizedes tapasztalatokat magukban foglaló technológiai megoldásaikat üzleti titokként is kezelik. Információink vannak viszont egy futó EU-projektről, melynek célja a makrodúsulási mérték és az öntési paraméterek (összetétel, túlhevítés, hűtési viszonyok stb.) közötti kapcsolat felderítése, és melynek eddigi eredményei alapján korreláció nem mutatható ki a fenti jellemzők és a kialakult makrodúsulás között.

Mi lehet az oka annak, hogy ez – az öntött termékek továbbfeldolgozása és az anyagtulajdonságok szempontjából kiemelkedő jelentőségű – problémakör ennyire nehezen megközelíthető? Megítélésünk szerint elsősorban a makrodúsulási folyamatok összetettsége eredményezi az igazi nehézséget, valamint az, hogy ezen összetett folyamatok egzakt megközelítésére a számítástechnikai háttér jelenleg nem adott.

Réger Mihály és szerzőtársai szakmai életrajzát az eredeti cikk megjelenésekor BKL Kohászati, 137 (2004:5). 9-13., Kaptay György életrajzát pedig a vitacikk megjelenésekor – BKL Kohászati, 138 (2005:3). 13-16. közzéltük.

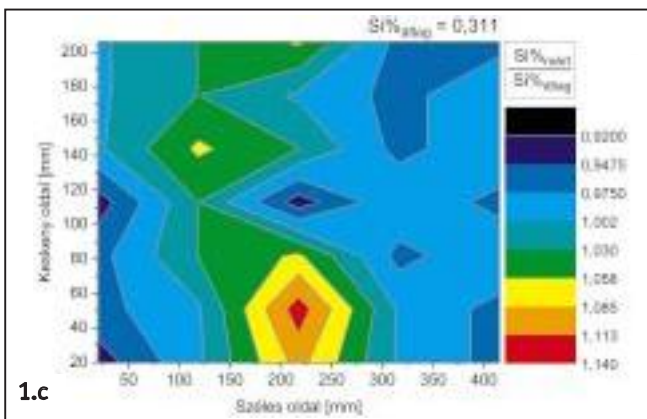
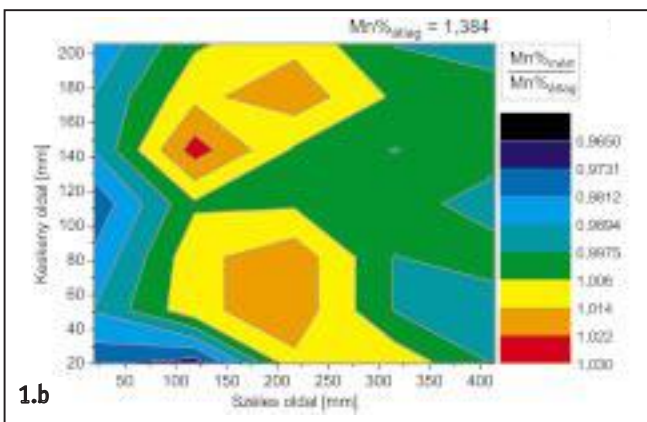
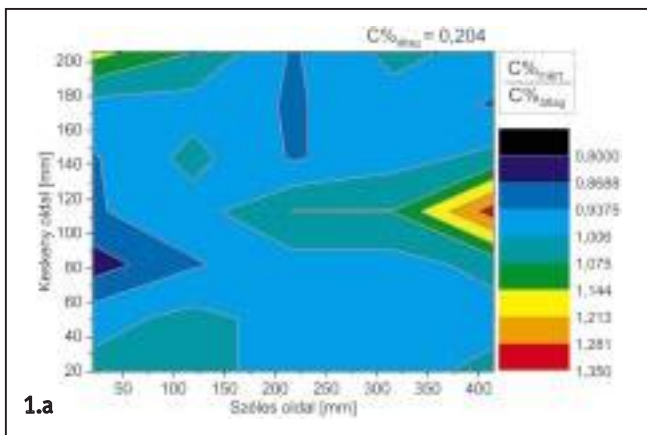
Kaptay György figyelmünkbe ajánlotta L.C. Nicolli írását [3], ez a munka egyébként ismertetésre került a Solidification and Microgravity konferencián is 2004-ben Miskolcon [4]. A cikkben tárgyalt esetben, vagyis egy kétalkotós (Al-Cu) ötvözet kétfázisú (olvadék-szilárd) tartományban való ellenőrzött alakítása eredményeként létrejövő makrodúsulási folyamatok matematikai formulákkal való megközelítése reményteljes. Annak ellenére az, hogy a számított és mért eredmények között jelentős különbség adódott, de ez az eset komplexitásában messze elmarad a folyamatos öntés viszonyaitól. Ugyanezen a konferencián B. Sarler az előadásában [5] és a személyes beszélgetésekben azt is jelezte, hogy a makrodúsulással kapcsolatos áramlási feladatok megoldása tapasztalataik szerint a numerikus modell felbontásától is függ (!), így ezek korrekt kezeléséhez új formulák és eljárások (pl. mesh-free method) szükségesek.

E két példa alapján könnyen belátható, hogy egy gyakorlati, pl. tízalkotós acélra a makrodúsulást okozó áramlási (ráadásul zömében a mushy zónában történő áramlással leírható) feladatok egzakt megoldása a közeljövőben nem várható, bár a matematikai formalizmus kidolgozásában már vannak eredmények [6].

Mindezek a fent vázolt körülmények vezettek oda, hogy a vonatkozó cikkben ismertetett félempirikus, kétdimenziós, a kis karbontartalmú acélok folyamatos öntésére érvényes makrodúsulási modell kidolgozását megkíséreltük. A modell újdonsága, lényege abban a formalizmusban rejlik, mellyel a különböző okokból létrejövő olvadékaramlás-intenzitások nyomon követhetők és szétválaszthatók. Tekintettel arra, hogy a kísérleti munka nagyrészt a Dunafer Rt. vertikális folyamatos acélöntőgépein folyik, így nyilvánvalóan a kémiai összetételből eredő hatások is csak a gyártott acélminőségek összetételi határai között térképezhetők fel. A Dunafer Rt. alapvetően kis karbontartalmú, ötvöztelen és mikroötvözött lemezterméket gyárt, így a minőségfüggvényben alkalmazott, az összetétel hatását reprezentáló tag is csak az ilyen acélok – makrodúsulás szempontjából fontos – elemeit tartalmazza. Egy ilyen munka célja alapvetően az lehet, hogy a makrodúsulást okozó jelenségeket rendszerezze, lehetővé teszi e jelenségek egységes kezelését, és a kísérletek alapján megválasztott modellparaméterek alapján jellemezze a várható makrodúsulás mértékét. Megítélésünk szerint ez egy igen hosszú folyamat, melynek nehézségeire – a vitacikkre [2] is reagálva – az alábbiakban térünk ki.

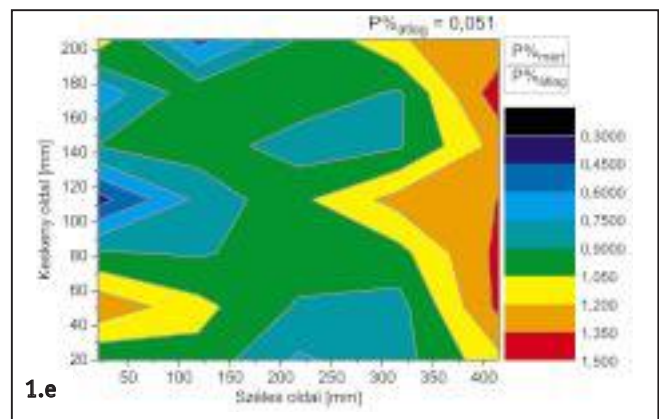
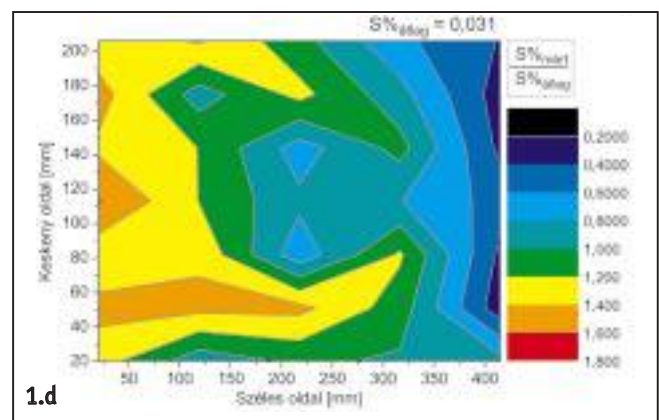
2. A makrodúsulás természete és jellemzése

A vitacikkben [2] Kaptay György alapvető, koncepcionális javaslata az, hogy a makrodúsulási modell felépítése, a minőségfüggvény definiálása, valamint a modellparaméterek meghatározása alapvetően a középilonali és az átlagos kémiai összetétel eltéréseire alapozódjon, és erre meg is adja a vonatkozó, korrekt összefüggéseket. A kutatási munka hasonló koncepcióval indult, de végül egy olyan makrodúsulási modell fejlesztése mellett döntötünk, mely tartalmaz ugyan a kémiai összetételre vonatkozóan részelemeket, de maga a minőségfüggvény nem a koncentrációkülönbségek leírására hivatott. E döntés hátterében egy sor gyakorlati megfigyelés és tapasztalat áll, melyek némelyike látszólag még az elmélettel is ellentmondásban van.



A problémák a makrodúsulás definíciójával kezdődnek. Egyetértve Kaptay Györggyel abban, hogy a makrodúsulás számszerű jellemzésére a vitacikk (a), (b) és (c) egyenlete elméletileg alkalmas, meg kell jegyeznünk, hogy a lemezbugák gyakorlatban tapasztalt makrodúsulásának tényleges leírása ezzel a módszerrel nehezen kivitelezhető. Az elmúlt években összesen hat lemezbuga keresztmetszetről készültek spektroszkópos elemzési térképek, és az így meghatározott értékek, valamint a makroszkópos képek között szoros korreláció nem volt felfedezhető. Példaként az egyik részletesen vizsgált lemezbuga (a technológiai adatokat az 1. sz. táblázat tartalmazza) keresztirányú bugaszeteletről készített elem-eloszlási térképeket mutatja be az 1. ábra az öt fő alkotóra (C, Mn, Si, S és P).

A térképek minden esetben 35 pont elemzési eredményei alapján készültek, nyilvánvalóan ez meghatározza a hely szerinti felbontást. Kifejezett középilonali szegregációra utaló eloszlás leginkább talán a karbon esetében figyelhető meg, míg a legnagyobb dúsulási hajlammal bíró két elem, a kén és foszfor tekintetében inkább negatív dúsulás és rendszertelennek tűnő eloszlás adódik. Annak ellenére, hogy az elemeloszlási térképen a makrodúsulási tendencia alig-alig figyelhető meg, a Baumann-lenymomat (2. ábra) és a makromaratási kép (3. ábra) egyértelműen jelzi a makrodúsulás meglétét. A Baumann-lenymomat, mely a kéneloszlást – pontosabban a szulfidzárványok sűrűségét, eloszlását – hivatott felerősített formában kimutatni, valamint a kén-elemzési eredmények közötti megfeleltetés szemmel láthatóan nem egyértelmű. Az üzemi tapasztalatok viszont mindenképpen azt támasztják alá, hogy a lemezbugák feldolgozhatósága, hibás



■ 1. ábra. Keresztirányú bugaszélet elemeloszlási térképei a C, Mn, Si, S és P alkotókra (MEAKK-részjelentés, Miskolc 2004.)

1. táblázat. A 6-os összetételei és lemezbuga technológiai adatai (spektrális vizsgálati eredmények alapján)

| Jellemző | 6. kísérlet |
|------------------------|-------------|
| Adagszám | 582135 |
| Cr % | 0,037 |
| Ni % | 0,028 |
| Mn % | 1,45 |
| Mo % | 0,003 |
| Si % | 0,217 |
| Nb % | 0,004 |
| Cu % | 0,06 |
| V % | 0,005 |
| Al % | 0,042 |
| P % | 0,019 |
| C % | 0,169 |
| S % | 0,016 |
| Bugatípus | B13 |
| Szélesség mm | 1350 |
| Vastagság mm | 240 |
| Szekunder hűtési körök | 0+A |
| Túlhevítés, K | 32 |
| Öntési seb.ség, m/perc | 0,5 |
| Krist. hűtési telj. kW | 1543 |

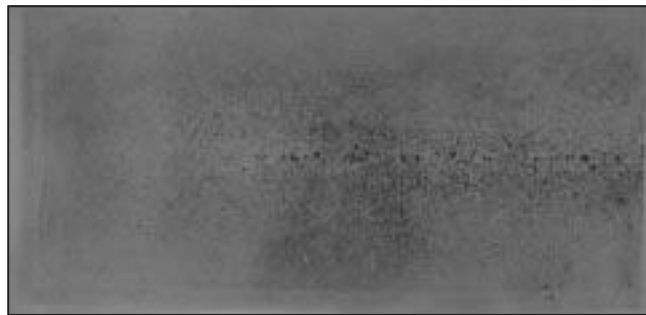
| Zóna | Egyoldali szekunder hűtővíz mennyiségek, liter/s |
|------------|--|
| 1A | 2,76 |
| 1A széles | 2,34 |
| 1A keskeny | 0,42 |
| 1B | 2,6 |
| 2 | 1,55 |
| 3 | 1,56 |
| 4 | 1,15 |
| 5 | 1,05 |

vagy hibamentes volta szempontjából a Baumann-lenyomat és a makromaratási kép a mérvadó: tehát ezek jelzik egyértelműen adott esetben a lemezbugák meg nem felelését.

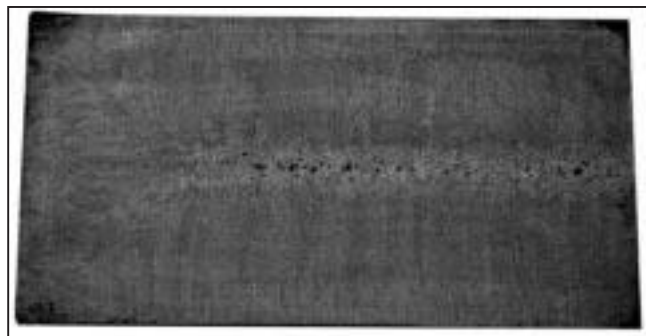
Véleményünk szerint a makrodúsulási jellegzetességek és az elemzési eredmények eltéréseinek több oka is van. Első helyen említendő a szulfidzárványok kialakulása, illetve a kialakulás körülményei. A zárványok elhelyezkedése, esetleges sodródása és felhalmozódása a gyakorlati szempontból elkerülendő makrodúsulás kialakulásában meghatározó szerepet játszik. A kristályosodás során, főként annak utolsó szakaszában bizonyosan képződnek apró zárványokat is tartalmazó dendritközi hézagok, a dendritek és üregek felülete esetleg vékony zárványokkal is borított, és így ezek a részek intenzíven reagálnak a marószerekkel.

A szulfidzárványok kulcsszerepét bizonyítja az is, hogy a kb. 0,08-0,09% alatti karbontartalmú acélok folyamatos öntése során minimális makroszegregáció figyelhető meg a lemezbuga-metszeteken, tapasztalataink szerint gyakorlatilag függetlenül az adott acél kéntartalmától (a Dunaferben gyártott acélok szokásos kéntartalom-tartományában) és ésszerű határokon belül az öntéstechnológiától. A jelenség azzal hozható összefüggésbe, hogy ilyen kicsi karbontartalom esetén a (Fe, Mn)S zárványok kiválási hőmérséklete az acél szolidusz hőmérséklete alá esik.

Az IDS szoftverrel nyomon követhető ez a váltás, a vonatkozó nem egyensúlyi (hűlési sebesség = 1 K/s) kristályosodási számítási eredményeket a 4. ábrán mutatjuk be. Három – csak a kén-



2. ábra. A 6-os lemezbugáról készült Baumann lenyomat

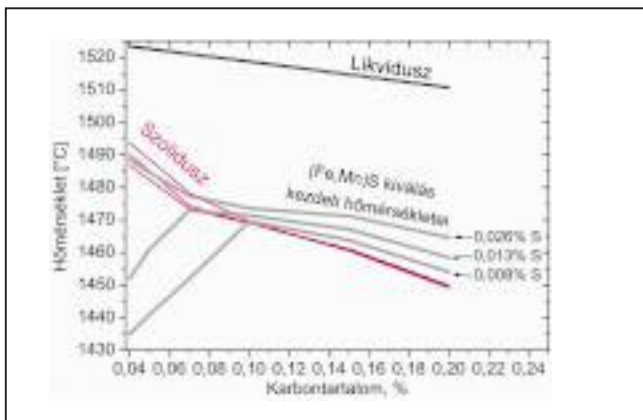


3. ábra. A 6-os lemezbugáról készített makromaratási kép

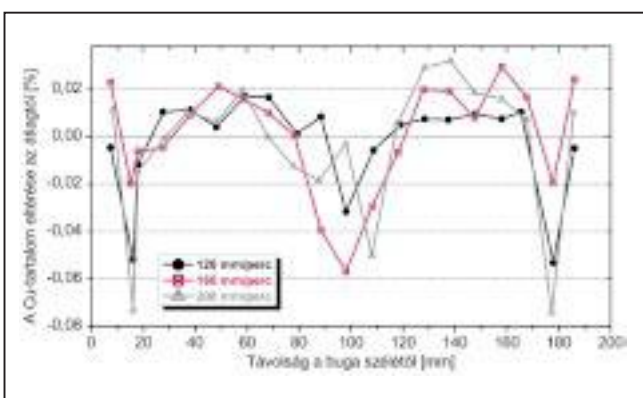
tartalomban különböző (0,008, 0,013, 0,026%) – acéla meghatároztuk a karbontartalom függvényében a likvidusz, a szolidusz és a (Fe, Mn)S várható kiválási kezdőhőmérsékletét, így az ábrán összesen kilenc görbe látható. A legfelső – likvidusz – vonalak gyakorlatilag egybeesnek, a vékony, színessel ábrázolt vonalak a szolidusz hőmérsékleteket reprezentálják, mégpedig fentről indulva a növekvő kéntartalmakra vonatkozóan. A vastagon húzott görbék mutatják az aktuális kéntartalomhoz tartozó szulfidképződés kezdeti hőmérsékletét.

Ez utóbbi görbék és a hozzájuk tartozó szolidusz vonalak metszéspontja a két kisebb kéntartalom esetén 0,09% karbon közelében van, vagyis ez alatti karbontartalomnál a szulfidok már szilárd fázisból válnak ki. Tapasztalataink szerint ez a körülmény gyökeresen más helyzetet eredményez makrodúsulási szempontból annak ellenére, hogy az ilyen összetételű bugák gyorsabban hűlnek, és teljesen oszlopos dendrites szerkezetűek (a dendritek növekedési morfológiája, oszlopos, vagy egyenlőtengelyű volta szintén alapvetően befolyásolja a dúsult olvadék eloszlását, lásd [7]), gyakorlatilag nincs makroszegregáció. Mindez az olvadékból történő zárványképződés elmaradásával magyarázható.

Fentiek alapján tehát különbséget kell tenni a kémiai összetétel, illetve a szerkezeti sajátosságok miatt kialakuló makrodúsulás között, jöllehet a kettő igen szorosan összefügg. Az eltérés valós okainak tisztázására a Bayatiban jelenleg is kutatások folynak, melyek célja a gyakorlati makrodúsulás megjelenési formáinak, mechanizmusainak pontos azonosítása. A kutatás keretében eddig végzett részletes analitikai vizsgálatok sem mutattak eltérést a makroszkopikus képen dúsult, illetve nem dúsult anyagrészek között. Mindenesetre lényeges ebből a szempontból, hogy információink szerint a külföldi acélpári vállalatok is alapvetően a makrodúsulási kép, nem pedig a kémiai elemzés alapján minősítik a lemezbugákat, az ellenőrzés mértéke és módszere (pl. hosszirány, keresztirány, marószertípus, értékelés) persze igen változatos [8].



■ **4. ábra.** A likvidusz és szolidusz, valamint a szulfidzárvány képződés kezdeti hőmérsékletének változása a karbontartalom függvényében (piros vonalak jelzik a szolidusz hőmérsékleteket)



■ **5. ábra.** Cu eloszlás egy 200 mm átmérőjű Al-4,5% Cu buga keresztmetszetében

Az elmondottak alapján az is nyilvánvaló, hogy a makrodúsulás kialakulása is lényegesen összetettebb folyamat kell legyen, mint azt elsőre gondolhatnánk, vagyis az egész folyamat nem követhető nyomon pusztán a szennyező, és ötvözőelemek olvadékban való feldúsulásával. Érdekességként megemlíjtjük, hogy egy lényegesen egyszerűbb esetben, az alumínium-réz ötvözetek folyamatos öntése során is általában összetett makrodúsulási kép alakul ki az öntött buga keresztmetszetében, mely ennek az ötvözetrendszernek és a technológiának a sajátosságaival magyarázható. Az 5. ábrán a réztartalom változása látható egy 200 mm átmérőjű, kísérleti körülmények között a Delft University of Technology-n öntött, Al-4,5% Cu minőségű buga keresztmetszetében különböző öntési sebességekre vonatkozóan [9].

Visszatérve a kis karbontartalmú acélokhoz, feltételezésünk szerint komplex folyamatok eredményeként, az összetétel, a zárvány- és üregképződés, a kristályosodási front és az olvadékmozgás összetett kölcsönhatásában (pl. zárványok képződési feltételei, beépülés vagy eltávolodás a kristályosodási front környezetéből, mushy zóna fizikai és geometriai jellemzői, oszlopos, vagy egyenlőtengelyű kristályosodás stb.) alakul ki a makrodúsulás. Bonyolítja a helyzetet, hogy a dendritcsúcsok letöredésére, elúszására, valamint – főleg az egyenlőtengelyű kristályosodási zónában – a szilárd fázis leülepedésére is sor kerülhet. További, a szakirodalomból is ismert mechanizmus, hogy a buga belsejében a helyi feltételektől függően bizonyos olvadékrészek

bezáródhatnak, és ezeken a helyeken a dermedés lokálisan, vagyis a felette lévő olvadékoszloptól gyakorlatilag függetlenül, azzal nem keveredve fejeződik be.

Ezen a ponton, vagyis a makrodúsulás jellemzésénél fel kell hívunk a figyelmet még egy jelentős körülményre. Mint az a vita tárgyát képező cikkből is kiderül, a makrodúsulás mértéke még állandósult állapotú öntési viszonyok között (az öntési paraméterek állandósága mellett) sem tekinthető azonosnak a lemezbuga különböző keresztmetszeteiben, vagyis az csak statisztikusan jellemezhető. Ennek oka, hogy a különböző excentricitású, kopású támgörgők az egyes keresztmetszetekre eltérő deformációt gyakorolnak, ezáltal eltérő lesz az általa indukált olvadékáramlás is.

A vitacikk [2] (a) egyenlete szerint definiált parciális, valamint a (c) egyenlet összegzett makrodúsulási mértéke tehát nem feltétlenül – sőt, tapasztalataink szerint igen kevésbé – jellemzi az ipari körülmények között gyártott acélok makrodúsulását. A (d. c új) egyenlet bár nagyon logikusan az ötvöző- és szennyező-tartalomra, illetve az elemek megoszlási hányadosaira vezet vissza a makrodúsulási mérőszámot, közvetlenül nem alkalmazható a számításokhoz. Az eredeti cikkben az összetétel hatását figyelembe vevő nagyon egyszerű tényező a fentiek alapján is nyilvánvalóan pontosításra szorul, bár az eddigi vizsgálatok alapján jól jellemzi a Dunaferr Rt.-ben gyártott kis karbontartalmú acélok összetételéből adódó makroszegregációs hatást a vizsgált koncentráció tartományon belül. A pontosításhoz természetesen nagyszámú mérési eredmény-sor – beleértve a támgörgők pozíciójára, kopására és excentricitására vonatkozó adatokat is – szükséges.

3. MÉRÉSI LEHETŐSÉGEK, MÉRÉSI ADATOK

Ezen a ponton újabb nehézségbe ütközünk, mivel az ipari öntőgépeken és a gyártott lemezbugákon való mérési lehetőségek igen korlátozottak és meglehetősen költségesek. (Meggjegyezzük, hogy éppen ez a körülmény indokolja a matematikai modellezés létjogosultságát a folyamatos öntés területén.) Az elmúlt évek során mintegy tizenkét esetben sikerült jól dokumentált, állandósult öntési viszonyok közötti kísérletsorozatot végrehajtani, ezek az eredmények és kísérleti tapasztalatok szolgáltatták az alapot a modell fejlesztéséhez. Az eredeti cikkből és a jelen válasz bevezetőjéből is kitétni, hogy adott összetételnél az öntőgép geometriájának és hibáinak kiemelkedő jelentősége van makrodúsulási szempontból. Régi megfigyelés, mely a fenti állítást igazolja, hogy felújítás után az öntőgépen problémamentesen lehet legyártani a makrodúsulási szempontból egyébként kényesebb minőségeket.

Az öntőgép pillanatnyi állapotának pontos ismerete tehát a kényszer olvadékáramlások meghatározása szempontjából nélkülözhetetlen. A modellben alkalmazott, üzemi információkra alapozott paraméter értékek (résméretetek, kopási értékek, excentricitások) az öntőgép átlagos állapotát reprezentálják. A pontos adatok felvételéhez egy ún. roll-checker berendezés szükséges, mely az öntőgépen való áthaladás során regisztrálja az egyedi támgörgők adatait. A közeljövőben több új üzemi kísérlet lebonyolítása van tervbe véve, az öntőgépre vonatkozó adatok lehetőség szerinti meghatározásával együtt, ezek alapján reményeink szerint az öntőgép elhasználódási üteme is majd leírhatóvá és a modellbe beépíthetővé válik.

Finn kutató kollégákkal való együttműködés keretében terveztük, hogy a modell alkalmazhatóságát az ottani üzemi viszonyokra is ellenőrizzük, mivel a raahé-i acélműben gyakran végeznek öntőgép állapot ellenőrzést roll-checker alkalmazásával.

4. Egyéb megjegyzések

A Hozzászólásban Kaptay György javasolja a különböző hatásokból létrejövő térfogatváltozások összevonását. Ezzel kapcsolatban félreértés történt, mivel az „ecc” indexű változók a „pres” indexű változók + az excentricitásból adódó eltérést tartalmazzák, a „bulg” indexű változók pedig az „ecc” indexű változók és a kihajlásból adódó vastagság- (térfogat-) különbség összegeként definiáltak. Az összegzés tehát a modellben megtörtént, és a részösszegek alapján a különböző hatásokból adódó olvadékáramlások nagysága jól nyomon követhető. Ezeket nyilvánvalóan ismerni kell ahhoz, hogy eldönthető legyen, melyik kényszeráramlást előidéző ok játszik főszerepet az olvadékáramlás kialakulásában, vagyis mely pontokon kell, illetve lehet beavatkozni a folyamatba.

Az eredeti cikkben terjedelmi okok miatt nem tértünk ki rá, de a számítás alapvetően a (3. új) egyenlet szerinti megfontolások alapján történik, azzal a különbséggel, hogy a mushy-zónában jelenlévő olvadék arányát első közelítésben egységesen 1/3-nak tételeztük fel (a szoftverrel az olvadékarány a teljes mushy-zónára nem egyszerűen, de számítható). A (3. új) egyenlet szerinti, a még éppen jelen lévő olvadékmennyiség szerinti súlyozás tapasztalataink szerint a modell túlérzékenységet okozza, így azt elvetettük a modell fejlesztése során.

A fejlesztés időszakában teszteltük a vitacikkben javasolt, a kumulatív olvadékmozgást iránytól függetlenül (abszolút értékben) definiáló (4. új) egyenletet, de a számítási eredmények nem illeszkedtek a makrodúsulási jellegzetességekhez. Az eltérésnek az lehet az oka, hogy egy adott ciklusban, az adott keresztmetszetről lassan kipréselődő olvadékot a lassan beszívott olvadék „kompenzálhatja”, és így elképzelhető, hogy „nagyreszt ugyanaz az olvadék” kerül vissza az eredeti helyére. Ez a jelenség tehát lényegesen kisebb makroszegregációt eredményez, mint az az olvadékmozgás (4. új) egyenlet szerinti számításából adódna.

Egyetértünk Kaptay György azon gondolatával, miszerint a minőségfüggvénynek ki kell elégíteni a peremfeltételeket. Mint említettük, az eredeti cikkben ismertetett modell a Dunafer Rt. összetételi gyártási spektrumára vonatkozik, és ebben a tartományban megítélésünk szerint jól működik. A modellben a kémiai összetételt reprezentáló tag pontosításához az eddiginél lényegesen szélesebb összetételi tartományra vonatkozó mérési adatok szükségesek.

5. Összefoglalás

A makrodúsulás és annak modellezése körül kialakult vita jól érzékelteti azt a tényt, hogy ebben az esetben a valós, ipari gyakorlati szint problematikája lényegesen bonyolultabb, mint az a jelenlegi elméletek alapján feltételezhető. A makrodúsulás jellegéről, természetéről, valamint annak megjelenési formáiról kialakult kép gyökeresen eltérhet, pl. egy egyszerű kétalkotós ötvözetben végrehajtott laboratóriumi kísérlet, illetve a nagyüzemi, ipari gyártás tapasztalatai alapján, jóllehet a kettő közötti kapcsolat nyilvánvaló. Természetesen a cél az, hogy olyan modellel írjuk le az ipari folyamatokat, mely logikusan következik a laboratóriumi kísérletekből és az ezekre épülő elméleti megfontolásokból, mégis létezhetnek olyan mechanizmusok, melyek igazán csak az üzemi viszonyok között működnek. E megfontolásra épül az a gondolatmenet, mely az olvadékáramlás-intenzitási modell jelenlegi, félempirikus formájának kialakulásához vezetett.

Irodalom

1. Réger M., Verő B., Csepeli Zs., Szélig Á.: „Folyamatosan öntött bugák makrodúsulása”, BKL Kohászat 2004. 5. szám, 9-13.
2. Kaptay György vitacikke Réger M., Verő B., Csepeli Zs. és Szélig Á.: „Folyamatosan öntött bugák makrodúsulása” címmel megjelent cikkéhez, BKL Kohászat 2005. 3. szám, 13-16.
3. L.C. Nicoll, A. Mo, M. M'Hammed: „Modeling of Macrosegregation Caused by Volumetric Deformation in a Coherent Mushy Zone”. Metall. Mater. Trans., 36A (2005), 433-442.
4. L.C. Nicoll, C.L. Martin, A. Mo, O. Ludwig: Macrosegregation Caused by Deformation of The Mushy Zone, Mat. Sci. Forum, pp. 194-199, megjelenés alatt
5. B. Šarler, R. Vertnik: Mesh-Free Simulation of Transport Phenomena in Continuous Castings of Aluminium Alloys, Mat. Sci. Forum, pp. 496-501, megjelenés alatt
6. G. Lesoult, Ch.-A. Gandin, M.T. Niane: Segregation during solidification with spongy deformation of the mushy zone, Acta Materialia 51 (2003) 5263-5283.
7. M. Réger, S. Louhenkilpi: Characterising of the Inner Structure of Continuously Cast Sections by Using of Heat Transfer Model, Mat. Sci. Forum. Vols. 414-415 (2003) 461-470
8. G. Straffelini, A. Molinari: Image Analysis Study of Macrosegregation in a High-Carbon Continuously Cast Steel, Materials Characterization 38 (1997), 203-210.
9. D.G. Eskin et al.: Materials Science and Engineering A 384 (2004) 232-244.

Helyreigazítás

A BKL 2005. évi 4. (közös) számának 21. oldalán a 40 éves egyesületi tagságért Soltz Vilmos Emlékéremmel kitüntetett tagtársaink között dr. Takács István kohómérnök (Vaskohászati Szakosztály) fényképe helyett Takács István bányá-



technikus, (Bányászati Szakosztály) fényképe jelent meg.

Dr. Takács István fényképét itt adjuk közre, ezúton is gratulálunk Neki!

A hibánkért az érintett Tagtársaink és valamennyi olvasónk elnézését kérjük.

Podányi Tibor,

a 2005-4. lapszám szerkesztője

FEGYVERNEKI GYÖRGY

Az intermetallikus fázisok és a repedésérzékenység kapcsolata hengerfejek gyártásában

A járműgyártásban egyre fontosabb, hogy egy adott teljesítmény eléréséhez minél kisebb tömegű alkatrészt kelljen beépíteni. A szerző gépkocsik Al-Si ötvözetből öntött hengerfejeinek selejtokaikat vizsgálta, különös tekintettel a szilumin szövetszerkezetének minőségére és az intermetallikus vegyületfázisok megjelenési formáira, ill. a kis falvastagságú öntvények repedésérzékenységének összefüggésére.

1. Bevezetés

Az autóiipari beszállítóknak egyre inkább szembe kell nézniük azzal, hogy az autógyárak elsődleges célja egyre nagyobb teljesítményű és kisebb tömegű alkatrészek beépítése az autókba. A gépjárművek motorjainak egyik legfontosabb – ha nem a legfontosabb – része a hengerfej. Ezen a területen is érvényesül a „minél nagyobb teljesítmény, minél kisebb falvastagság” elv. A kis falvastagság egyik legnagyobb veszélye a repedésérzékenység növekedése.

A Hydro Alumínium Győr Kft.-nek is szembesülnie kellett ezzel a kihívással, amely megkövetelte a minél jobb minőségű hengerfejek előállítását.

A hengerfejekkel szemben támasztott kimagasló szilárdsági követelmények teljesítéséhez folyamatos technológiai fejlesztés, magas szintű gyártási fegyelem szük-

séges. A hengerfejekhez használt alapanyagot szállító cégekkel közösen végzett kísérletek eredményeként sikerült meghatározni azokat a paramétereket, amelyeknek nagy szerepük van a kimagasló szilárdsági tulajdonságok elérésében, a repedésérzékenység csökkentésében, ezáltal biztosítva az olvadék legjobb minőségét.

Az elvégzett kísérletek egy része a hűtés szerepének feltárására irányult. Kutató-fejlesztő központunk hatékony támogatásával meghatároztuk az optimális hűtési paramétereket. A kísérleti programban nagy szerepe volt a hőszokkvizsgálatnak (másként: a „thermoschock” tesztnek), amellyel az olvadék minőségének a hatását és a hűtéstéchnikai módosítások hatékonyságát tudtuk ellenőrizni. Kutatásainkhoz megfelelő háttérrel szolgáltattott a cégcsoporthoz tartozó kutató-fejlesztő központban felhalmozott tudásbázis és a rendelkezésre álló eszközpark.

2. A problémakör bemutatása

A kísérleti program összeállítása, az elvégzett vizsgálatok lefolytatása azért vált szükségessé, mert 2003-ban két új hengerfejtípus is érkezett a vállalatunkhoz, amelyek gyártása során különféle problémák merültek fel.

• A hengerfejek mechanikai tulajdonságai

A DIN 226.10-es ötvözet előírt kémiai összetétele, %:

| Si | Cu | Mg | Mn | Fe | Sr |
|---------|---------|-----------|---------|---------|-------------|
| 8,5-9,5 | 2,3-2,6 | 0,25-0,50 | 0,3-0,5 | 0,3-0,7 | 150-250 ppm |

nem feleltek meg a vevők követelményeinek,

• a motortesztek során a hengerfejek égésterében nagymértékű (a vevő által kifogásolt) repedések keletkeztek.

Első lépésként a hengerfejhibák közös tulajdonságait vizsgáltuk meg. Az elemzések során két fontos közös paraméteret találtunk:

• mindkét hengerfejtípust DIN 226.10-es ötvözetből öntöttük (AlSi9Cu3);

• mindkét hengerfejtípus kikészítése T5-jelű hőkezeléssel történik, ami meleg tárolást, feszültségmentesítő izzítást, (210°C-on 5 órás hőn tartást) jelent.

3. Az ötvöző elemek hatása a hengerfejek mechanikai tulajdonságaira és önthetőségére

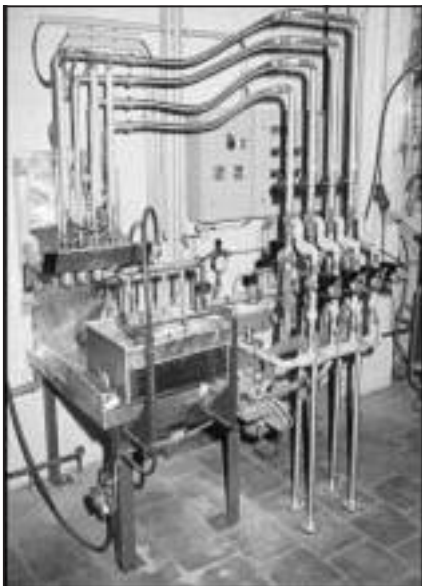
A réz hatása

A viszonylag nagy réztartalom lehetővé teszi a hengerfejek hűtött égésterében a 95-100 HB keménységi értékek elérését is. Az előírás szerinti réztartalom biztosíthatja (feltéve, ha a dermedés elég gyors és ennek köszönhetően a réz nem válik ki a dermedés folyamán) a hőkezelés során a megfelelő mechanikai tulajdonságok kialakulását, annak köszönhetően, hogy a szabad réz szilárd oldatba megy.

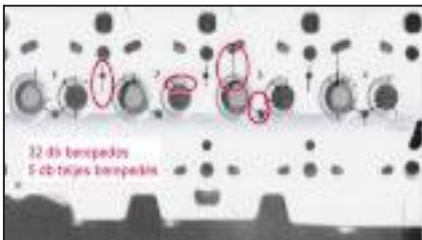
A szilícium hatása

A Si 8,5-9,5% közötti értéke ideális öntési és formakitöltési tulajdonságokat biztosít. Fontos azonban a megfelelő olvadékezelés is az eutektikum nemesítése céljából, mert alulnemesített ötvözet esetén a Si durva, szögletes alakú kristályokat alkot, amelyek

Fegyverneki György 2001-ben végzett a Miskolci Egyetem Anyag- és Kohómérnöki Kar öntő szakirányán. 2001. július 2. óta a Hydro Alumínium Győr Kft.-nél dolgozik gyártástechnológus, majd fejlesztőmérnök munkakörben. 2005. május 2. óta junior project manager. 2003 szeptemberétől levelező doktorandusz hallgató az MTE Metallurgiai és Öntészeti Tanszékén. Kutatási témája: Al-Si hengerfejöntvények repedésérzékenysége és a metallurgiai és hőkezelési paraméterek kapcsolata, a fluídágas hűtés alkalmazása az öntészetben.



■ **1. ábra.** A hőszokvizsgálathoz használt berendezés



■ **3. ábra.** A hőszokvizsgálat közben kialakuló repedések

megakadályozzák az optimális szövetszerkezet kialakulását. Ezáltal dermedési anomáliák alakulnak ki, végső soron pedig a hengerfej mechanikai tulajdonságai – pl. a szakítószilárdság – is csökkennek.

A magnézium hatása

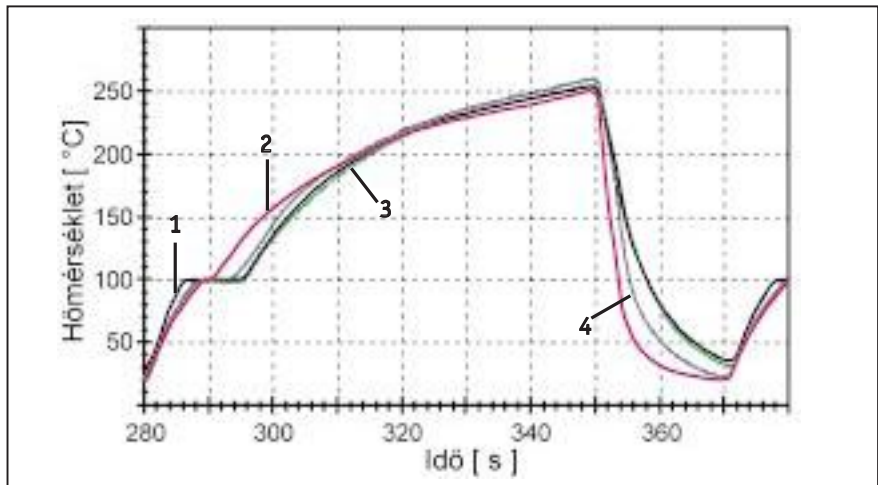
A magnéziumtartalom a megfelelő mechanikai tulajdonságok, keménység kialakulását segíti elő. A T5-ös hőkezelésnél ennek nincs jelentősebb szerepe, ugyanis az alkalmazott öAlSi9Cu3 ötvözetben a Cu tölti be ezt a szerepet.

A mangán hatása

A mangán a vas káros hatását csökkenti azáltal, hogy intermetallikus fázist képez vele, ezáltal a vasra jellemző túszerű kiválások helyett kedvezőbb alakú kiválások lesznek a szövetszerkezetben, javulnak a mechanikai tulajdonságok.

A vas hatása

Az Al-Si ötvözetek legkárosabb szennyező eleme a vas. A dermedés folyamán, főleg



■ **2. ábra.** A hőszokvizsgálati ciklus

ha ez lassan megy végbe, túszerű kristályok formájában válik ki, ami meggátolja az optimális, tehát porozitásmentes szövetszerkezet kialakulását. A túszerű Fe-kristályok egyrészt okai lehetnek üregek kialakulásának a szövetben, mivel elzárják a dendritcsatornák közötti táplálási utakat, másrészt előfordulásuk helyén a mechanikai tulajdonságok ugrásszerű csökkenését okozzák, repedések kiindulási pontjául szolgálnak.

A stroncium hatása

A stronciumot az Al-Si ötvözetek nemesítésére használják mesterötvözet formájában (pl.: AlSr10Ti1). Manapság hipoeutektikus AlSi ötvözetek nemesítésére kizárólag ezt alkalmazzák. A lecsengés jelensége csak 4-6 óra múlva jelentkezik [1].

A szilíciumkristályok optimális (finom szemcsés) alakban való kiválását segíti elő, ezáltal áttételesen javítja a mechanikai és a dermedési tulajdonságokat is. Az alkalmazott mennyiség kiszámításánál azonban figyelni kell arra, hogy 350 - 400 ppm Sr-tartalom fokozza a gázfelvételi hajlamot és elősegíti mikroüregek képződését is (a cégcsoport kutató-fejlesztő központjának a kísérletei szerint). A gyakorlatban alkalmazott optimális mennyiség 150 - 250 ppm között változik [2].

Az öAlSi9Cu3 ötvözet a leggyakrabban alkalmazott, gravitációs kokillaöntési célokra alkalmas AlSi-ötvözet. Nagy hátránya azonban, hogy másodlagos ötvözet, azaz hulladék beolvasztásával állítják elő, aminek azonban a viszonylag magas vas-tartalom a következménye [3].

A vas tekinthető a legkárosabb elemnek az öntvények repedésérzékenységé-

nek a szempontjából, amint az a következőkben látható is lesz.

4. A probléma megoldásának lehetséges módjai

Szabályozott – fluidágyas – hűtés alkalmazása az öntést követően, amelyet Hydro szabadalomként be is jegyeztek.

- A hűlési viszonyok optimalizálása a kokillában.
- A szilárdsági tulajdonságok javítása hőkezeléssel (T5).
- Az alapanyag tulajdonságainak hatása a repedésérzékenységre.

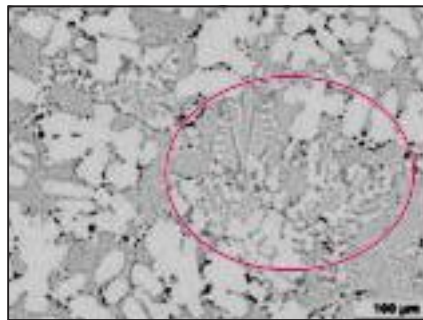
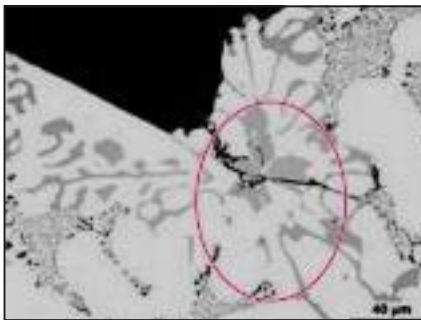
A jelen cikk ez utóbbit, vagyis az alapanyag tulajdonságainak az öntvények repedésérzékenységére gyakorolt hatását vizsgálja.

5. A repedésérzékenység vizsgálata

Az Al-Si ötvözetből öntött hengerfejöntvények repedésérzékenységének vizsgálatára a bonni kutató-fejlesztő központunk a hőszokvizsgálatot, az ún. „Thermoschock” tesztet dolgozta ki. A berendezés az 1. ábrán látható.

A tesztciklus a szobahőmérsékletre 300°C-ra való felhevítésből, majd 90 másodpercen belüli lehűtésből áll. A vizsgálat során a hengerfejet az égéstér felőli oldalával felfelé behelyezzük a berendezésbe. A szobahőmérsékletű hengerfej égésterét 10 s alatt gázégők segítségével felhevítjük 100°C körüli hőmérsékletre, amit 4-5 s hűtés követ.

Újabb intenzív hevítéssel, a hengerfej égésterének hőmérsékletét 50 s alatt 250°C körüli hőmérsékletre hevítjük,



■ 4. ábra. A vegyületfázisokról készült mikroszkópos felvételek

ugyanis ilyen hőmérsékleti viszonyok uralkodnak a hengerfejek égésterében a motor működése során. Ezt követően a gázégők helyére hideg vizet szolgáltató csövek kerülnek, és víz segítségével 20-25 s-on belül az égésterek hőmérsékletét újra szobahőmérsékletűre (kb. 20-25°C) hűtjük. Ezek a ciklusok egymást követve ismétlődnek. Az égésterekben kialakuló repedések számát, helyét, mélységét és hosszát 4, 7, 10, 15 és 20 h elteltével megvizsgáljuk.

A 2. ábrán a tesztciklus hőmérsékletváltozása látható, a 3. ábra pedig a hő sokktestt közben kialakuló repedéseket mutatja. A számozás 1-től 4-ig a hengerek sorszámát jelenti, a vezérlési oldaltól számozva. A 2-es hengerrel pirossal bekarikázott repedéseket nevezzük berepedésnek, a 3-as henger és a víztérláb közötti pirossal jelölt repedés pedig a teljes átrepedés.

6. A hő sokk vizsgálat értékelése

A hő sokk vizsgálat eredményeként a hengerfejek égésterében a 3. ábrán példaként be-



■ 5. ábra. A Prefil-készülék és a kiértékelő diagram

mutatott módon és helyeken reped meg. A teszt folytatásaként ezeket a repedéseket elemezzük. A hengerfejeket kétfajta repedést különböztetünk meg:

- berepedés;
- teljes átrepedés.

A vevői követelmények tartalmazzák azt, hogy egy hengerfej égésterében mennyi berepedés és mennyi teljes átrepedés fordulhat elő 20 órás tesztelés után. A repedésekre vonatkozó előírások tartalmazzák azt is, hogy milyen hosszú és milyen mély lehet az adott repedés. Ezeket az értékeket annak a függvényében határozzák meg, hogy milyen terhelést kap majd a hengerfej a motorban, (milyen teljesítményű motorba szerelik majd be), illetve, hogy a repedés mennyire veszélyes helyen található. A repedés legfontosabb jellemzői:

- a mélysége,
- a hely, ahol található.

Legveszélyesebbek a teljes átrepedések, pl. a szelepektől a víztérlábakig, illetve a 8 mm-nél mélyebb repedések. Ezek már komoly funkcionális problémákat is okozhatnak a motor működése során.

A repedésérzékenység vizsgálatára alkalmazott hő sokktestt („Thermoschock”-

teszt) leginkább a motorok vizsgálatára szolgáló hőfárasztó vizsgálatnak (cold-warm test) felel meg.

7. A repedések okai, kapcsolata az olvadási tulajdonságaival

A vevői követelményeknek nem megfelelő repedésekről csiszolatokat készítettünk, amelyeket elektronmikroszkóppal vizsgáltunk. A szövetvizsgálatokból az alábbi következtetések vonhatók le.

A repedések szövetszerkezete a vizsgálatok alapján döntően priméren kristályosodott, alumínium alapú szilárdoldatból és szilíciumot tartalmazó binér eutektikumból, továbbá intermetallikus Al(Fe,Mn)Si és AlFeSi₂ fázisokból áll.

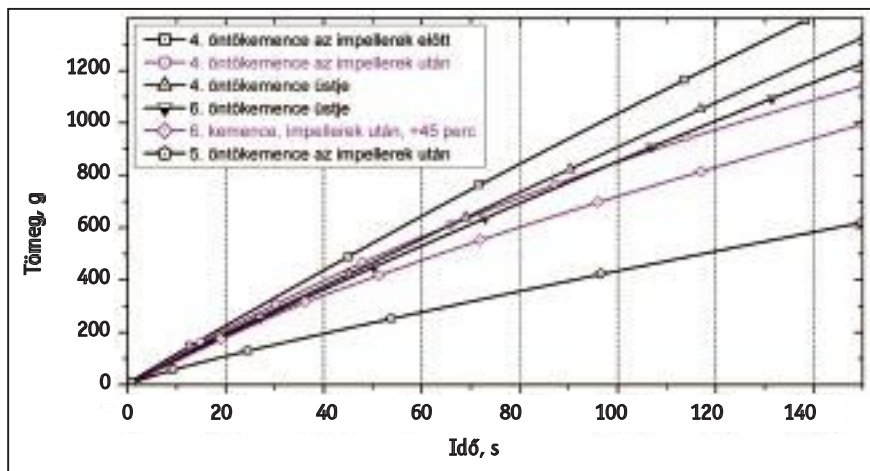
Az alumínium alapú szilárdoldat és a binér eutektikum mellett Mg₂Si, Al₂Cu valamint Al₁₅Cu₄Ni₂ és Al₃Mg₈Si₂Cu₂ vegyületfázisok és vas-, mangántartalmú fázisokból álló ternér-, kvaternér eutektikumok is megtalálhatóak voltak a csiszolatokon.

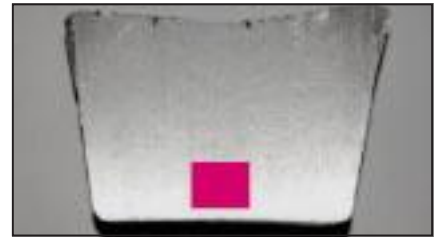
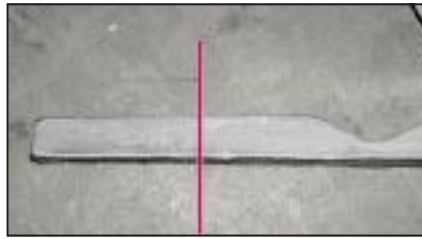
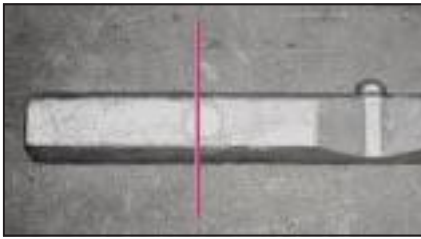
A hengerfejek repedéseiből készített csiszolatok mikroszkópos felvételei láthatóak a 4. ábrán. Mindkét felvételen jól látható a repedés kiindulópontjában (bekarikázott terület) a vastartalmú intermetallikus fázisok.

A továbbiakban arra kerestük a választ, hogy ezek az intermetallikus fázisok mikor, hol és milyen körülmények következtében alakulhatnak ki.

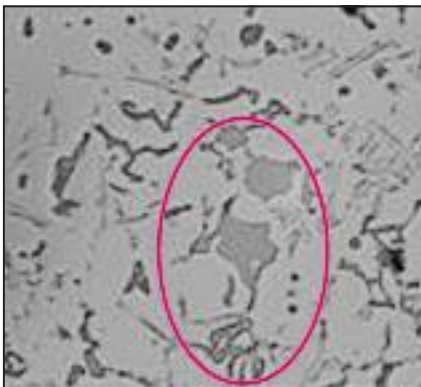
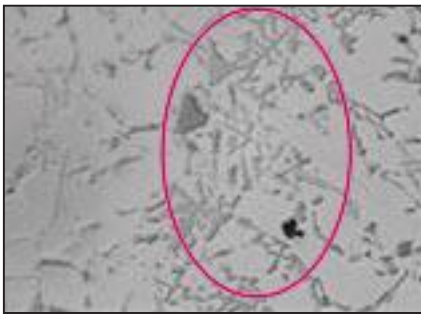
8. Az alumínium ötvözet-tömbök vizsgálatának eredményei

Vizsgálataink során az olvadási minőség ellenőrzésére helyeztük a hangsúlyt. Prefil-készülék segítségével a gyártás minden





6. ábra. A csiszolatok kivágásának a helye az ötvözetömbökben



7. ábra. A tömbökből vett mintákról készített mikroszkópos felvételek

egy fázisában mintát vettünk az olvadékból, és vizsgáltuk annak állapotát. Az 5. ábrán látható a berendezés illetve a kiértékelő diagram.

A Prefil készülékkel végzett olvadékminőség-elemzés lényege:

- Az alján nyitott, szűrővel ellátott tégelyt légmentes térbe helyezzük.
- A légmentesen lezárt tér alá gyűjtőedényt teszünk, ide fogjuk átszívni az olvadékot, (a gyűjtőedény alatt mérleg található).
- A tégelybe folyékony fémeket öntünk, a gép érzékeli az olvadék hőmérsékletét.
- A tégelyt lezárjuk, vákuumot hozunk létre, és 1 kg mennyiségű fémeket átszívunk az alsó gyűjtőedénybe.
- A berendezés ez idő alatt felveszi a szűrési görbét, (egységnyi idő alatt átszívott fém mennyisége).
- A szűrőn fennmaradó fémből mikrosziszolatot készítünk.
- Mikroszkóp segítségével mennyiségi és minőségi elemzést végzünk a maradék fémből készült mikrosziszolaton.

A szűrési görbék meredekségéből következtethetünk az olvadék tisztasági fokára, vagyis minél nagyobb a görbe meredeksége, annál tisztább az olvadék. A Prefil-készülékkel elvégzett olvadékvizsgálatok eredményei alapján azt a következtetést tudtuk levonni, hogy az általunk keresett fázisoknak már a bejövő ötvözetömbökben is benne kell lenniük. A csiszolatok elemzése után egyértelműen kijelenthető, hogy az általunk keresett vastartalmú intermetallikus fázisok már az alumíniumötvözet-tömbökben is jelen vannak.

E fázisok káros hatásának csökkentésére üzemi körülmények között nem sok lehetőség van, ezért kerestük azokat az okokat, amelyek a nem megfelelő minőségű tömb előállítását eredményezik. Elsőként csiszolatokat készítettünk a kivágott mintákból, amelyeket mikroszkóppal vizsgáltunk. A csiszolatok vételének helyét a beszállítóinkkal is egyeztetjük, megkerestük a tömbökben azt a helyet, amely a legjobb

ban jellemzi a gyártási körülményeket. Az elemzéseknél nagy segítséget nyújtottak a bonni kutató-fejlesztő központunk szakemberei is.

A 6. ábrán látható a csiszolatok kivágásának a helye az ötvözetömbökből. A 6. ábrán jelölt téglalap az a terület, ahol a dermedés a tömbösítés során (a vízűtésnek köszönhetően) gyors, és ennek köszönhetően a mikroszkópos vizsgálattal objektív képet kaphatunk a tömbről.

A 7. ábrán a tömbökből vett mintákról készített mikroszkópos felvételek láthatók. Minden felvételen megtalálhatók (a bekarikázott területeken) az AlFeMn, AlFeMnSi intermetallikus fázisok, illetve az AlFe-lemezek. Ezek a vegyületfázisok találhatóak a hengerfejek repedéseinek kiindulópontjaiban is, vagyis sikerült bebizonyítanunk kísérleteink alapvető feltételezését: azt, hogy az intermetallikus fázisok már az alapanyag-tömbökben is megtalálhatók.

9. Az intermetallikus fázisok kialakulásának okai, következményei

A vegyületfázisok kialakulásának három fő okát találtuk az alapanyag-tömbök gyártása során:

- A szekunder ötvözet gyártásának bármely szakaszában az olvadék Fe-tartalma 1% fölé nő (ebben az esetben a vas lemezek formájában jelenik meg a szövetszerkezetben, ez a legveszélyesebb a repedésérzékenység szempontjából).
- A szekunder ötvözet olvadékának hőmérséklete az olvasztási folyamat során bármely okból tartósan 700°C alá csökken (e hőmérséklet alatt megkezdődik a vegyületfázisok kiválása, ezek a fázisok pedig az öntödékben alkalmazott olvasztási hőmérsékleten csak részlegesen tudnak feloldódni).
- A tömbösítés során a dermedési sebesség nem megfelelő (ebben az esetben lehetőség van intermetallikus fázisok, valamint AlFe-tűk kialakulására).

A következő mikroszkópos felvételeken

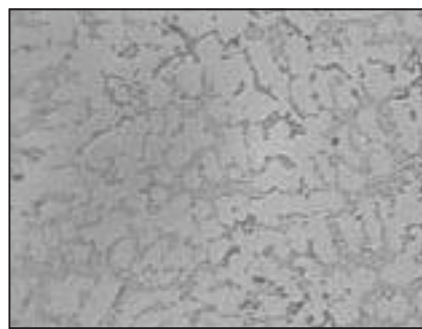
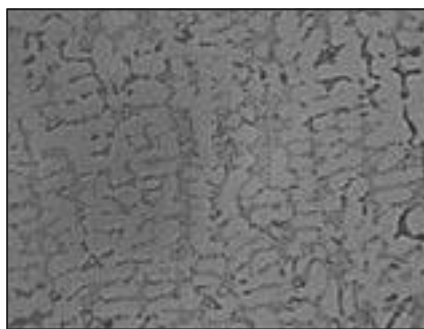
(B. 5bra) látható az az optimális – vegyületfázisoktól mentes – szövetszerkezet, amely repedésérzékenység szempontjából a legjobb minőségű öntvényt eredményezi.

Az AlFe-lemezek és az intermetallikus fázisok jelenlétének a következményei:

- A vegyületfázisok jelenléte megakadályozza az optimális szövetszerkezet kialakulását, ami a mechanikai tulajdonságok – kísérleteink által bizonyítottan – közel 20%-os csökkenését eredményezi.
- A jelenlétükben jelentősen megnő a hengerfej repedésének a veszélye, repedések kiindulópontjául szolgálnak (lásd a 4. ábrát, amely vegyületfázist mutat a repedés kiindulópontjánál).

10. Előírások az öntvények repedésérzékenységének csökkentésére, az Al-Si-ötvözetet gyártók számára

Az alábbiakban tételszerűen összefoglalom azokat a tapasztalatokat és eredményeket, amelyeket a bonni kutató-fejlesztő központunk szakembereivel közösen kidolgoztunk. A hengerfejek repedésérzékenységének a csökkentéséhez a következő előírások betartása szükséges:



8. ábra. A repedésérzékenység szempontjából kedvező nemesített szövet

- a megfelelő Fe-Mn arány beállítása az ötvözetben,
- $[Mn\%] = 0,65 - 0,75 \times [Fe\%]$
- az AlFeMn, AlFeMnSi vegyületfázisok maximális mennyiségének és méretének meghatározása (adott felületegységre vonatkoztatva),
- AlFe-tűk maximális mennyiségének és méretének meghatározása,
- előnemesített ötvözet vásárlása az optimális alakú Si-kristályok elérése érdekében,
- szigorú hőmérséklet-ellenőrzés mind az olvasztó, mind a hőn tartó kemencében (a teljes tömbgyártási folyamat során, lásd. 7. fejezet),

- ha a szekunder ötvözet Fe-tartalma az olvasztási folyamat bármely fázisában 1% körüli értékre növekszik, hígítani nem szabad, más minőségű ötvözetet kell gyártani belőle.

Irodalom

- [1] Aluminium Taschenbuch, Düsseldorf (1996)
- [2] Leconte, G. B. - Вухманн, К.: Art und Entstehung von Verunreinigungen in Aluminiumschmelzen, Aluminium 55 (1979), 329-331.
- [3] Коєвiус, А.: Aluminium im Automobil, Aluminium 72 (1996), 232-238.

SYVERTSEN, C.:

A cseh öntödék a Unicast-tól várják piacaik bővülését *

Az öntészetben, az utóbbi 10 évben bekövetkezett globális változásoknak köszönhetően felesleges kapacitás keletkezett. Ahhoz, hogy munkával tölthessék meg az üzemeket, fokozni kell a versenyképességet. Ez az intenzív verseny csak a jól gépesített öntödéknek kedvez, amelyek nagy tételben, minimális költségekkel képesek gyártani, vagy az olyan öntödéknek, amelyek minimális szakképzettségű, kis költségű munkaerőt alkalmaznak. Maradt azonban néhány olyan terület, ahol a kisebb, hagyományos öntödék is versenyképesek lehetnek, ilyen például a precíziós öntvények gyártása. Csehország helyzete egyedülálló ezen a területen, mivel az ország rendelkezik a szükséges szaktudás és képesség jó részével ahhoz, hogy kihasz-

nálhassa a precíziós öntészet előnyeit. Brnoban két öntöde, a Roucka Slévárna, a.s. és a Krlálovopolska Slévárna s.r.o. alkalmazza az Unicast® kerámikus formázási technológiáját a meglévő lehetőségeik fejlesztése érdekében, remélve, hogy bővíthetik a piacaikat, és új üzleteket szereshetnek.

Míg precíziós öntvényeket hagyományos homokformázó technológiákkal is lehet készíteni, azok olyan jelentős szaktudást és berendezéseket igényelnek, amelyek a hagyományos öntödekből hiányoznak. A legjobb lehetőség a nagyjából megfelelő pontosságú öntvény, de olyan felülettel, amely még nagymértékben finomítandó. A homokformában készített öntvénynek nincs olyan felülete, amelyen egy tipikus viaszmintás precíziós öntvénytől elvárható. A precíziós öntés jelentős hátrányokkal is jár, amelyek nem teszik von-

zóvá a használatát. A hagyományos öntödét át kell alakítani, és az új berendezés beszerzése igen költséges. A viaszmintás precíziós öntés annyira különbözik a homokformázástól, hogy rendszerint a munkaerő teljes átképzése szükséges. Végül, a precíziós öntvények méretbeli korlátozásai elrettentik azokat az öntödéket, amelyek sokkal nagyobb öntvények öntéséhez szoktak hozzá, és erre vannak berendezkedve.

A megoldás egy olyan öntési eljárás, amely a hagyományos homokformázó módszerek és a viaszmintás precíziós öntés között félúton helyezkedik el. Ennek a neve: Unicast kerámikus formázó eljárás (The Unicast Ceramic Molding Process®).

A kerámikus formázást, amely Shaw-eljárás néven vált ismertté, Shaw fejlesztette ki az 1940-es években. Ez a módszer hagyományos öntőmintákat használt, va-

* FOL a cikkkel a MetalForum hircsította net eltekeztintre, köszönjük.



■ **1. ábra.** A keramikus formázásban a Unicast által véghezvitt fejlesztés révén, a huzalos megerősítés ma már a múlté. A képen látható, Roucka Slévárna-ból származó magot korábban Shaw-eljárással készítették, de most, a Unicast eljárást használva, már nem szükséges hozzá a huzalos erősítés.



■ **2. ábra.** Furánkötésű homokformába helyezett Unicast keramikus mag a Roucka Slévárnánál. A két technológia kombinációja lehetővé teszi precíziós belső üreg elkészítését azokban az esetekben, amikor kívül nincs szükség nagy pontosságra. Különös fontosságú a mag szélén körbefutó nyitott vágat. Mérete megközelítőleg 8x10 mm és 80 cm hosszan húzódik végig. A kész öntvény tömege 105 kg.

lamint felső és alsó formafeleket alkalmazott. Homok helyett finom, tűzálló keveréket használtak, amelyet, mint gyorsan kötő öntőpépet, ráöntöttek a mintára. Bár nehéz vele dolgozni, és nagyon speciális szaktudást igényel, ideális kompromisszumot jelent a homokformázás és a viaszmintás precíziós öntés között. A Roucka Slévárna, a.s. és a Královopolská Slévárna s.r.o. sok éven át alkalmazta ezt a technológiát szivattyú- és szeleöntvények gyártásához. Nemrég mindkét vállalat fejlesztette keramikus formázási technológiáját, és a Shaw-eljárásról áttért a Unicast-eljárásra.

A nagyobb pontosság és a könnyebb műveletek iránti növekvő igény vezetett oda, hogy a Unicast kifejlesztette ezt a

sokkal korszerűbb technológiát. Az új módszer, amelyhez elegendő a hagyományos jártasság minimuma, nagy hangsúlyt fektet a formázás megkönnyítésére. A méret vagy a használandó ötvözetek köre kevésbé megkötött, az alumíniumtól kezdve, a rézalapú ötvözeteken és a vason át, a legtöbb szén-, rozsdamentes és szerszám-acélig mindenféle anyagból készítenek öntvényeket. A méret nem korlátozott. Öntöttek már nagy öntvényeket, így hajócsavart is, bár jellemzőbb a 10-100 kg közötti termékek gyártása.

Energiatakarékos járókerekek

A Unicast az eredeti Shaw-elven túlhaladva fejlesztette tovább a keramikus formázást, bonyolultabb magokkal és más alkalmazásokkal. Gyakran olyan öntvényekre van szükség, amelyek külső felülete másodlagos jelentőségű, a belső felületeknek azonban simának és rendkívül pontosnak kell lenniük. Tipikus példái ennek a járókerekek, valamint számos szivattyú- és szelepházöntvény. Nagyban növeli a szivattyúk hatékonyságát, ha a járókerék lapátnyílása különleges tervezési tényezők szerint, nagy alakpontossággal és igen jó felületi minőséggel készíthető. Az erőteljesen növekedő energiaköltségek és a hatékonyabb szivattyúk előállításának szükségessége miatt az utóbbi időben úgrátszerűen megnőtt az igény az ilyen kiváló minőségű járókerekek iránt. Már 2%-os energiamegtakarításnak is nagy hatása lehet a szivattyú működésének általános költségeire, és a tervezők mindenféle megtakarítás lehetőségét keresik.

A kisebb járókerekek viaszmintás precíziós öntését mindig is lehetséges megoldásként tartották számon a tervezők. A viaszmintás eljárással öntött járókerekek költségei miatt azonban ez csak a legdrágább szivattyúknál volt alkalmazható, és egyáltalán nem jelentett alternatívát, ha nagyobb járókerekekre volt szükség. Napjainkban egyre több szivattyúgyártó szerez tudomást arról, hogy az olyan szakosodott öntödék, mint a Roucka Slévárna és a Královopolská Slévárna képesek járókerekek precíziós öntésére, úgy, hogy nagyobb szabadságot biztosítanak a tervezők részére, a viaszmintás öntésénél kisebb költséggel. Az esetek nagy részében a szivattyútervezők többet foglalkoznak a járókerék belső, maggal kialakított részeivel, hiszen a külső felületeket rendszerint úgy-

is meg kell munkálni a dinamikus kiegyensúlyozás érdekében. A keramikus formázással dolgozó, sokoldalú öntöde elő tud állítani olyan kerámiamagokat, amelyek behelyezhetők egy hagyományos homok öntőformába (2. ábra). Amikor nagyobb pontosságra és igényesebb felületkiképzésre, vagy nagyobb mennyiségre van szükség, az öntöde a felső és az alsó formafelet, valamint a magot is kerámiából készítheti (3. és 4. ábra).

Annak ellenére, hogy drága, a viaszmintás precíziós öntés mindig lehetséges marad a kisebb darabok esetén, nem jelent viszont választási lehetőséget, amikor nagyobb öntvényekre van szükség. Ez elsősorban a nagy viaszmintáknak tulajdonítható, amelyek hőtágulásuknál és tömegüknel fogva gondot okozhatnak. Továbbá, a nagyobb öntvények mennyisége rendszerint nem fedezi a nagyméretű viaszminták készítéséhez szükséges nagy szerszámok készítésének költségeit. Mivel a Unicast-eljárás nem igényel viaszt, a minták házon belül, sokkal merevebb anyagokból, pl. fából és műanyagokból is elkészíthetők. Ezek az öntőminták lehetővé teszik a precíziós öntés nagyobb és bonyolultabb darabokhoz való alkalmazását is. Nemcsak a költségek csökkennek, hanem az átfutási idő is, mivel a teljes művelet sor az öntödén belül ellenőrizhető.

A Unicast-eljárás

A Unicast-magokat úgy alakítják ki, hogy gyorsan szilárduló tűzálló iszapot öntenek a magszekrénybe. Az iszapot igény szerint készítik, egyszerű keverőgéppel: osztályozott, száraz kerámiát vegyítenek folyékony, szerves szilikát kötőanyaggal. Az egyedi forma vagy mag kívánt szilárdságától, áteresztőképességétől és felületkialakításától függően számos kerámiakeverék és kötőanyag választható.

A Unicast-mag készítéséhez használt magszekrények gyakran nagyon egyszerűek, és rendszerint ugyanolyanok, mint amilyeneket az öntészetben a hagyományos homokmagokhoz használnak. A kész mag minősége természetesen nem lehet jobb, mint a magszekrény, amelyben készült, amit figyelembe kell venni a magszekrények kiválasztásakor. Az a magszekrény, amelyet erősen elhasználtak a homokformázó öntödében, kerámiaöntésre már valószínűleg alkalmatlan. Ahol ez megvalósítható, a magszekrényeket kife-

jezetten ehhez az eljáráshoz kell készíteni. Az epoxi anyagok lehetővé teszik a leg-egyszerűbb konstrukció alkalmazását.

A magszekrény lapátjai lehetnek rögzítettek vagy kivehetők, egyedi konstrukciójuktól és az eltávolítás módjától függően. A kiemelhető lapátokat rendszerint epoxi anyagokból készítik, napjainkban azonban folyamatosan növekszik a viaszlapátok használata is. Az ívelt lapátok viaszból történő kialakítása által a részekből álló magszekrény egyszerű magszekrényvel helyettesíthető, amellyel egy darabból álló magok készíthetők. A viaszlapátok az eljárás következő lépésében, a hőkezelés során, kiolvadnak. Így elkerülhető a nagy odafigyelést és időt igénylő eltávolítás, amely a szokásos, kivehető fém- vagy műanyag lapátok esetén elkerülhetetlen. Nemcsak a magszekrény előállítására olcsóbb, hanem a magok is pontosabbak, mivel a több részből álló magok szerelésével és egymásba illesztésével járó nehézségek teljesen kiküszöbölhetők (8. ábra).

Az öntőiszap rendszerint öt percen belül megszilárdul és kézzel vagy egyszerű leemelől készülékekkel eltávolítható. A minta vagy a magszekrény eltávolítása után a kerámiát vegyi úton stabilizálják, majd lánggal kezelik. Ezt gyors hőkezelés követi, rendszerint kb. 1000°C-on, kemencében. Az öntendő ötvözetektől függően a forró maggal, közvetlenül a kemencéből történő kivétel után is lehet önteni, vagy a mag lehűthető alacsonyabb hőmérsékletre (7. ábra).

További alkalmazások

Szerszámok műanyagokhoz

A korai műanyag szerszámok leginkább acélötvözetekből készültek, napjainkban azonban növekvő mértékben használják a berillium-réz és hasonló, nagy szakítószilárdságú bronzötvözeteket. A berillium-réz kiválóan önthető, és jó hőátadó képessége gyorsabb ciklusokra ad lehetőséget a műanyag-alakítási műveletben. Jellemző példák az öntött, fa vagy bőr mintázatú fröccsöntő szerszámok (8. ábra), amelyek felületeit lehetetlen lenne munkálással kialakítani. A legtöbb fahatású műanyag bútort méretre öntött fészkekben alakítják ki. A műanyagok alakításához használnak például fúvószerszámokat is, különösen a műanyag palackokhoz és profilos konténerekhez vákuumformázó szerszámokat. További alkalmazások a poliuretán és a polisztirolhabokhoz használatos szerszámok; az üvegszál-szerszámok és magok. A nyomásos öntőformákat általában H13 melegszerszám-acélből készítik minden ötvözet számára, kivéve a sárgarezet, amelyhez H19 vagy H21 minőségű szükséges. A hűtővízcsatornák maggal kialakíthatók (bár az ilyen magok bonyolultak lehetnek), több részből álló betétekre azonban nincs szükség. A gyártás sebessége növelhető, mert a sorjáék és forró zónák kiküszöbölhetők, az elhasználódott vagy sérült fészkek pedig gyorsan cserélhetők.



■ 3. ábra. A Královopolskánál nagy járókeréket öntöttek kombinált technológiával. A Unicast-magot Unicast-kerámiával burkolt samott formába helyezték. A kombinált technológia precíz belső felület és nagyon sima külső felület kialakítását tette lehetővé, minimális mennyiségű kerámiát használva. Az elkészült járókeréköntvény 300 mm átmérőjű és a hidraulikus kiömlőnyílásai 6 mm-esek.

Kokillák

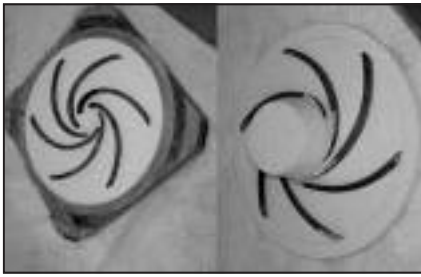
Kokillákat szerszámacélből vagy öntöttvasból öntenek végleges méretre, alumínium, magnézium, sárgarézt és öntöttvas öntéséhez. Szokásos alkalmazások a Stahl-, a Schmidt- és Eaton-öntőgépek, és az autóiipari dugattyúöntő gépek kokillái.



■ 4. ábra. Jellemző héjelrendezés járókerék előállításához. A magot az alsó formahéjba helyezik, mielőtt a felső héjat rázárnák. A kerámiabeömlőt és a felszálló perselyeket külön alakítják ki, és összerakás után teszik a helyükre. Az önhordó héjformák minimális kerámiagigényűek és a tömeggyártáshoz ideálisak.



■ 5. ábra. A Královopolskánál öntött, nagy Francis-turbina forgórész. A Unicast-eljárás lehetővé teszi, hogy a precíziós öntést a viaszmintás öntéssel készíthetőknél jóval nagyobb alkatrészek esetén is alkalmazzák. Nem használnak viaszt, sem viaszajtoló szerszámokat, így az öntőde a gyártási folyamat minden aspektusát ellenőrizheti és sokkal rövidebb idő alatt készítheti el a nagy precíziós öntvényeket.



■ **6. ábra** Járókerék-mag és magszekrény a Královopolská-ban. A hajlított lapátok viaszból készültek, ami lehetővé tette bonyolultabb ívek és egyszerűbb, olcsóbb magszekrények készítését.



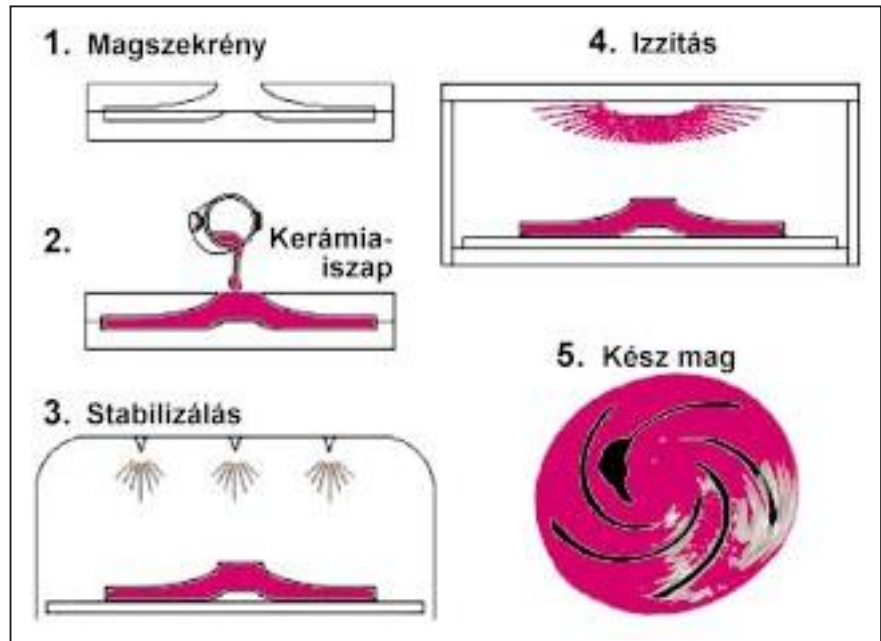
■ **8. ábra.** Élethű bőrrajzolat acélszerszámban. A képen látható darab kerámiaformájának előállításához valódi bőrt használtak. Az üreget nem szükséges megmunkálni.

Egy újabb keletű fejlesztés lehetővé teszi sárgaréz alkatrészek méretre öntött berillium-réz kokillában történő öntését. A berillium-réz jó hővezető képessége biztosítja az öntések közötti hűtést, nagyobb gyártási sebességet eredményez és növeli a kokilla élettartamát a vastartalmú öntőformákhoz képest.

Egyéb szerszámok

Nagy mennyiségű kovácsülszűrtéket gyártanak tömör kerámiaformákban. Az USA-beli autógyártók sok ilyen szerszámot használnak. Az eljárás más sikeres alkalmazásai a préskovácsoló, melegsajtoló, a kovácshengerlő, a hideg- és melegzömítő, a sorjázó és a nagy energiájú alakítószerszámok.

A nagyobb acélextrudálók tömör kerámiaformában gyártott extruderszerszámokat használnak. Az egyszerű kerámiaforma olcsó szerszámozást tesz lehetővé, ahol a nyílásokat pontos méretre, áramvonalas alakkal és kilépőnyílással öntik. A szerszámokat be lehet olvasztani, és újra lehet önteni. Ez a módszer alkalmazható az extrudálószerszámokra, az alakos sajtolószerszámokra, valamint az egzoti-



■ **7. ábra.** A Unicast-kerámiamag készítéséhez szükséges lépések áttekintése. Az elkészült mag teljesen semleges, és gyakorlatilag bármilyen ötvözethez megfelelő.

kus ötvözetektől a műanyagokig mindenfajta anyag szerszámaira.

Öntőminták és magszekrények

A tömör kerámiaformáknak azon adottsága, hogy a szűk tűrések reprodukálhatók, és rendkívül jó, felületi hibáktól vagy kemény kéregtől mentes, sima felületű, vas- és kopásálló acélöntvények készíthetők velük, ideálissá teszi az eljárást

héjformák és magszekrények gyártására. Széles körben használatosak fémmintás berendezésekhez az autógyártásban, például Disamatic-mintákhoz, héjformázókhoz és homokrepítő mintákhoz. Megmunkálás egyáltalán nem, vagy csak kis mértékben szükséges, és az eredeti minta minden körvonala könnyen reprodukálható.

(Fordítás: Szende György)

■ SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Az OMBKE öntészeti szakosztálya és a MÖSZ
2005. október 9-11. között, Balatonfüreden rendezte
A 18. MAGYAR ÖNTŐNAPOKATAT.

Részletes információ: foundry@axelero.hu, jsohajda@intranet.hu,
kdnz@mail.datanet.hu, ontdul@gold.uni-miskolc.hu

Helyreigazítás

A BKL 2005. évi 4. (közös) számának 51. oldalán kezdődő cikk – *Szemán Attila*: „Újabb keletű tévedések a selmeci hagyományok területén” – 3. ábrája sajnos hibásan jelent meg (belső borító). Az ábra **nem Selmecebánya címerét** ábrázolja, hanem a – cikkben szintén említett – Pöschl Edének adományozott címet.

Selmecebánya ma használatos címerét

itt mellékeljük

(sajnos csak fekete-fehér kivitelben, de mivel ebben nem szerepelnek a gyíkok, a téma szempontjából ennek most nincs jelentősége). A képcsere miatt tisztelt olvasóink szíves elnézését kérjük.



A szerző - a szerkesztőség

Magyarország öntvénytermelése 2004-ben

A Magyar Öntészeti Szövetség a hazai öntödék által szolgáltatott adatok alapján készítette el a statisztikáját a 2004. évi öntvénytermelésről. Az adatgyűjtés, néhány adatszolgáltató késedelme miatt, néhány helyen elhanyagolható becslést tartalmaz.

A tavalyi vasöntvénytermelés a 2003. évihez képest összességében némi növekedést mutat. A lemezgrafitos vasöntvénytermelés szerényen (50304 tonnára), növekedett és a gömbgrafitos vasöntvények termelése a beérkezett adatok szerint valamelyest szintén nőtt (18206 tonnára). Hazánk legnagyobb vasöntödéje, a 15 ezer tonna felett gyártó Euro Metall Kft., amely főként vasúti fékalkatrészeket gyárt. A legjelentősebb gömbgrafitos vasöntvénygyártó továbbra is a zöldmezős beruházásban épült WESCAST Hungary Autóipari Rt., amely 2001-ben indította az öntvénytermelését, és megmunkált turbinaházat, kipufogócsonkot és integrált turbinaházat gyárt például a Ford, a Volkswagen és a Peugeot számára. Mindössze néhány vasöntöde tudta a termelését jelentősen (15% körül) növelni, a többiek által gyártott mennyiség stagnálást vagy csökkenést jelez. Tem-

peröntvényt egy öntöde gyártott, de a termelt mennyiség tovább csökkent.

A 2004. évi acélöntvény-termelés adatai összességében 5%-os növekedést mutatnak 2003-hoz viszonyítva. Ugyan a gyártott ötvöztelen acélöntvények mennyisége csökkent, de ezt a visszaesést kompenzálta az ötvözött acélöntvények mennyiségében elért növekedés. Az 5246 tonnás összes hazai acélöntvény-gyártásból 514 tonnával részesednek a precíziós öntödék.

Az alumíniumöntvény-termelés már megszokott növekedése 2004-ben tovább folytatódott, bár üteme 7,6%-ra lassult a néhány évvel tapasztalt csaknem 20%-oshoz képest – ez állapítható meg az alumíniumöntödék által közölt adatokból. Ezzel a hazai alumíniumöntvény-termelés először haladta meg a 70000 tonnát (71938 tonna). Érdekes, hogy a 2003. évitől eltérően, inkább a nagyvállalatok tudták nagyobb mértékben bővíteni teljesítményüket. 2004-ben kilenc öntöde gyártott 1000 tonna feletti mennyiséget, közülük háromnak a termelése meghaladja a 10.000 tonnát is (Hydro Alumínium Győr Kft., Le Belier Magyarország Formaöntöde Rt. és SUOFTEC Kft.). Az említett kilenc öntöde a hazai alumíniumöntvény-kibocsátás csaknem 87%-

át tudhatja magáénak, csaknem mindannyian az autóipar számára gyártanak különböző alkatrészeket. A 2004. évi termelési adatok alapján Magyarország legnagyobb alumíniumöntödéje a Le Belier Magyarország Formaöntöde Rt. lett, átvéve a vezető pozíciót a keréktárcsát gyártó SUOFTEC Kft.-től. Technológiák szerinti bontásban, a legnagyobb ütemben a kokillaöntödék termelése nőtt, átlagosan 14,5%-al, ezzel a megtermelt mennyiség 31394 tonnára nőtt.

A nyomásos öntödék összességében 1000 tonnával növelték a termelésüket, 40238 tonna öntvényt gyártva. A homokformába öntött öntvények mennyisége ismét nőtt valamelyest, 306 tonnát tesz ki. Ebben a körben csak kis- és középvállalkozások működnek.

A nehézfémöntödék adatai alapján a hazai nehézfémöntvény-termelés 2004-ben összességében 8%-kal haladta meg az egy évvel korábbit, 5263 tonnát tesz ki. A rézalapú öntödék teljesítménye kissé csökkent, a cinköntödék termelése viszont 18%-kal nőtt, és meghaladja a 3000 tonnát. Az egyes öntödék teljesítménye között ezen a területen is jelentős eltérések vannak.

☞ **Bicskei Gabriella**

A magyar öntészet üzleti lehetőségei Kínában

Kínából olcsó, és egyre gyakrabban fejlett technikát és nagy szakmai tudást igénylő öntvények is áramlanak a piacra, élezve a versenyt. Európából számos cég az öntödei termelését Kínába helyezte, és az ott gyártott termékekkel látja el a vevőit.

A kínai árszínvonal jóval alacsonyabb az európainál. Az öntödékben a dolgozók átlagos jövedelme a magyarországinak a 30-40%-a. A bérhez kötődő egyéb költségek 35-45%-kal, az energiaköltségek 15-20%-kal kisebbek. Az áfa 17%-os, a nyereségadó 15%-os. A személyszállítás költsége az európainak 1/5 része, az áruszállításé mintegy a fele. Az exporttermékek után nem kell megfizetni az áfát. A vegyes vállalatok 3-10 évre adómentességet, kedvezményes ingatlanbérleti, illetve -vásárlási lehetőségeket, munkahely-létesítési és számos más

támogatást vehetnek igénybe. A kínai fizetőeszköz, az RMB (yüan) erősen leértékelte.

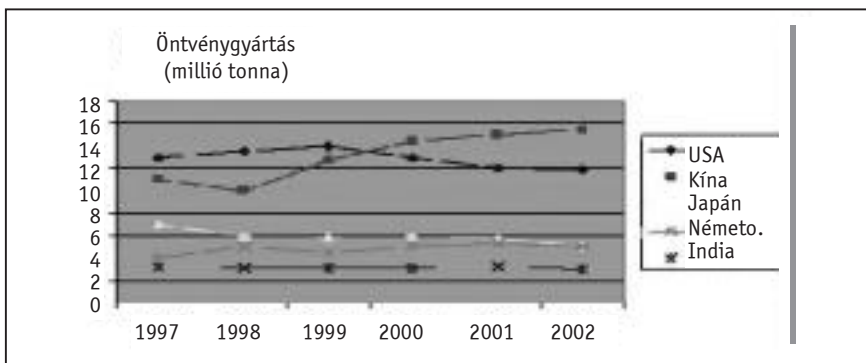
Az Öntészeti Világszövetség (WFO) adatai is azt mutatják (1. és 2. táblázat), hogy Kína a világ öntvénytermeléséből egyre nagyobb szeletet hasít ki, s ugyanakkor ezt mintegy negyedannyi bérköltség-ráfordítással éri el, mint a pl. az Amerikai Egyesült Államok.

Kína gyors fejlődése még további 15-25 évig jó üzleti lehetőségekkel kecsegtet. Az elmúlt öt évben a Kínában gyártott és értékesített személygépkocsik száma a 91-szeresére nőtt, és csaknem így nőtt a háztartási gépeké, a tehergépjárművéké, a mezőgazdasági gépeké is. A gazdálkodás feltételei egyre jobbak, a fiatalok képzése tömeges és magas színvonalú, nincs munkakerőhiány stb. Korszerű, ott ma még nem

gyártható termékekkel egy-egy európai-kínai vállalat eléri az európai árszínvonalat is.

A magyar öntészet első kínai exportjaként, a Hydro Alumínium Győr Kft. szállít hároméves szerződés keretében a Shenyang-i Brilliance Jinbei Automobil Co. Ltd. számára Kínában még új minőségnek számító ötvöztetből készült hengerfejeket és más termékeket.

A hazai öntészetnek eddig is volt képe a kínai lehetőségekről. Számos meghatározó járműipari szállító, főleg nyomásos öntöde tapasztalhatta a kínai termékek erős versenyét. Kína messze a világ legnagyobb öntvénytermelője. Ideje volt alaposabban megvizsgálni a kérdést, szakmai körutat tenni Kínában a tényleges helyzet, a reális előnyök, kényszerek és a távlatok pontosabb megítélésé céljából.



1. ábra. A vezető öntvénygyártó országok termelésének alakulása 1997 és 2002 között

A Fémalk Rt. ilyen szakmai körutat készített elő, amelynek részvevője volt dr. Sándor József, a Fémalk Rt. tulajdonos ügyvezetője, Megyesi Anna, a Fémalk Rt. projektvezetője, Sándor Balázs öntömérnök és dr. Hatala Pál, a Magyar Öntészeti Szövetség ügyvezetője.

Budapestről Shenyangba utaztunk. Hivatalos megbeszélést tartottunk a Kínai Öntészeti Szövetség Mérnökszövetsége és a Shenyangi Öntészeti Szövetség öntészeti kutatóintézetének alelnökével, magas beosztású vezetőivel, szakembereivel. Az öntészeti szövetségek fontos szerepet töltenek be a hosszú távú fejlesztés meghatározásában.

Changchun városban megtekintettük a CFU Casting Company nyomásos alumíniumöntődjét. Látogatásunk idején egy 2700 tonnás Bühler-öntőgép beüzemelése folyt. A használt ötvözetek: kínai, CY100A szabvány szerinti leg. 231; leg. 230; leg. 226. jelű sziluminok. ISO 9001 minőségirányítási tanúsítással, röntgengéppel, spektrométerrel, és az öntvények megmunkálásához korszerű CNC-gépekkel rendelkeznek.

Sanghajban (17,5 millió lakos) meglátogattuk a Zhongding Co. Ltd., szingapúri – német vállalatot, üzleti tárgyalást folytattunk szakembereivel. Megbeszélésünk volt Ming úrral, a Sanghaji Öntészeti Szövetség alelnökével. Meglátogattuk a sanghaji Yadelin Non-Ferrous Metal Co., Ltd öntődjét, amely kilenc éve van magánkézben, a létszáma 500 fő, a területe 38.000 m². A tevékenységi köre a tömbgyártástól a szerszámkészítésig terjed, de kiterjed az öntvénygyártás további műveleteire is, a porfestést és a megmunkálást is beleértve. 25 öntőgépük van, 88–800 t záróerővel. ISO-TS 16949 tanúsítással rendelkeznek, a kínai autógyárak elismert szállítói.

A Ningbo Zitai Precision Machinery Co. Ltd. a tajvani Zitai PLC cég kínai vállalata. Főleg nyomásos öntőgépeket, öntőszerszámokat valamint alumíniumolvasztó- és hőn tartó kemencéket gyárt. A Fémalk Rt. eddig nyolc öntőgépet vásárolt a cégtől, és működésükkel évek óta meg vannak elégedve. Folyamatban van a kilencedik öntőgép szállítása.

A Ningbo Electric Appliances Co. Ltd. nyomásos öntéssel és megmunkálással, szerszámkészítéssel, impregnálással és festéssel foglalkozik. A termelésük 10%-a cinköntvény, a többi alumínium. 15 öntőgépük van. Szállítói a svájci Bosch cégnek.

A Ningbo Canada Metal (Pacific) Ltd. tajvani-kanadai vegyes vállalat, amely nyomásos öntéssel hajókhoz gyárt anódokat.

Tárgyaltunk a Ningbo beruházási hivatala, a NETD (Ningbo Economic & Technical Development Zone Investment Cooperation Bureau) szakembereivel. Tájékoztattak bennünket a hivatal működéséről, a Ningbo-terület ipari tevékenységéről és előnyeiről, a külföldi beruházóknak nyújtott támogatásról. Információkat kaptunk az adókkal, az árákkal, a bérleti díjakkal, a fizetésekkel és más kérdésekkel kapcsolatban. Ismertetőket adtak át a vegyes

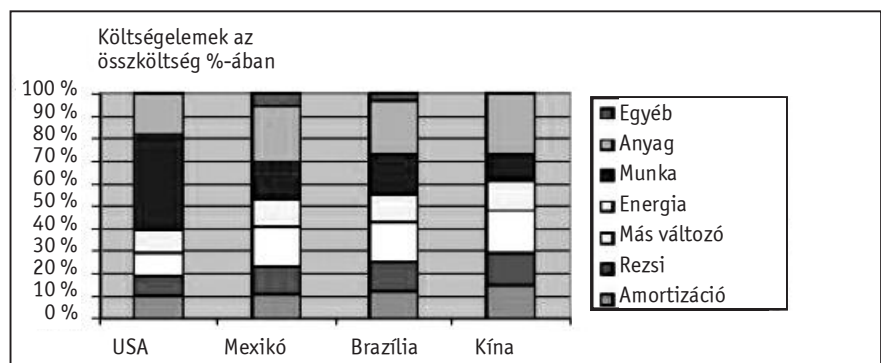
vállalatok Ningbo ipari parkba telepíthetőségének szabályairól. Megtekintettünk bérelhető üzemcsarnokokat, tárgyaltunk az üzemeltetésről, a javasolt árképzésről, a lehetséges piacokról. Áttekintettük a vegyes vállalatok működéséhez szükséges üzleti tervkészítést, az alapító okiratokkal szembeni követelményeket, az engedélyeztetési eljárásokat.

Az összes meglátogatott üzem hatalmas csarnokokkal rendelkezik, a berendezések korszerűek, bár nem teljesen automatizáltak. A legalább ISO 9001 szerinti tanúsítás általános. A minőségellenőrzéshez spektrométer, röntgen- és egyéb vizsgáloberendezések állnak rendelkezésre. Mégsem jellemző az európai színvonal és rendezettség, az üzemek gyakran piszkosak, rosszul világítottak, és szembetűnően nagy az élőmunka-ráfordításuk. Feltűnő, hogy a többféle tevékenységet (öntés, megmunkálás, festés, szerelés) végző cégeknél az öntészeti tevékenység megbecsültsége a legalacsonyabb.

A városokban nagyarányú, gyors építkezés folyik. Mindenütt széles, korszerű sztrádákon lehet autózni. Hatalmas felhőkarcolók, gyárépületek tömege nőtt és nő ki ma is a földből. Kínának a kettős arca ma is látható: a toronyépületek között kis, romos épületek állnak, a fő közlekedési eszköz a kerékpár, közkedveltek a riksák...

Az üzleti útnak kettős célja volt. Egyrészt előkészítette a Fémalk Rt. esetleges kínai vegyes vállalatának létrehozását, másrészt segítette, hogy a MÖSZ ügyvezetősége felkészüljön arra, hogy a jövőben szakértőként segíthesse tagvállalatai és a magyarországi öntődék, valamint más, magyar-kínai vegyes vállalatot alapító befektetők munkáját.

Hatala Pál - Megyesi Anna



2. ábra. Az öntvénytermelés költségeinek összehasonlítása az USA és néhány előretörő ország esetében

MORANDININÉ HARRACH ÁGNES

Falun, a világörökség része

A svédországi Falun rézbányái valamikor egész Európát ellátták rézércel. A XVII-XVIII. sz.-ban a világ legnagyobb rézbányája és Svédország második legnagyobb ezüsbányája volt. A bányához kapcsolódik Svédország világhírű polihisztorának, Christopher Polhem feltalálónak a működése. A XVII. században Svédország Erdéllyel is szoros politikai kapcsolatokat tartott fenn. Az egykori bánya ma világhírű műszaki múzeum. Polhem mester fából készült gépei a XVII. század technikai színvonalát tükrözik.

Minden ország rendkívül büszke rá, ha egy-egy nevezetessége, természeti szépségű tája az UNESCO világörökségének részévé válik. Svédországban jelenleg 13 objektum kapta meg a „világörökség része” kitüntető címet. Ezek közül több a bányászathoz kapcsolódik. Talán Svédország nevének hallatán legtöbb embernek a svéd acél jut eszébe, de a világörökség kitüntető címet mégis egy sok száz éves történelemmel rendelkező rézbánya nyerte el, amely egyúttal a világ első műszaki múzeuma volt (1. ábra).

Maga a bánya prózai egyszerűséggel a Kopparberget (=Rézhegy) névre hallgat. Történetének kezdete elvesz az idő homályában. A legenda szerint egy Kare nevű



1. ábra. Falun, a réz fővárosa

kecskebak vörösre színeződött szőrrel tért vissza kóborlásából, s így ő a hős felfedező. A kecskebak figurát ma minden lehetséges formában és változatban árulják. A bánya helyén eleinte feltehetőleg egy mocsár volt, s az ókorban, akár már Kr.u. 500-tól termelték ki a fémeket. 1288-ban már mint a birodalom számára jelentős bányát említik, s körülötte jelentős feldolgozóipar alakult ki. Az évszázadok során kinőtt mellette egy település, Falun, mely 1641-ben kapta a városi rangot Krisztina királynőtől (aki attól vált híressé, hogy lemondott az akkor az evangélikus egyház fellegvárának számító királynői méltóságról, s ráadásul áttért a katolikus hitre. Ez az évszázad botránya volt). Az akkor már kiemelkedő, a svéd korona számára oly fontos település csak azért nem lett korábban város, mert a bányatulajdonosok ellenálltak. Gazdasági érdekelttségüknek a nagyobb önállóság, és nem a városi rang kedvezett.

Morandiné Harrach Ágnes 1955-ben született Mosonmagyaróváron és az ottani Kossuth Lajos Gimnáziumban érettségizett 1973-ban. Német, skandinavisztika és geográfus diplomáját 1981-ben szerezte meg az ELTE TTK-n. 1978-79-ben az Uppsalai Egyetemen tanult ösztöndíjas-ként. Nyelvtanítással, tolmácsolással és idegenvezetéssel foglalkozik. A svéd-magyar kulturális kapcsolatok ápolásáért 2003-ban Svédország királyától megkapta az Északi Sarkcsillag lovagrendrend (Nordstjärneorden) arany fokozatát. Érdeklődési területei természetvédelem, kultúrtörténet, nemzetgazdaság, felnőtt nyelvtanítás. A BKL kohászati több cikke jelent meg.



2. ábra. Falun Svédország térképén



3. ábra. Christopher Polhem (J.H. Scheffel olajfestménye)



■ **4. ábra.** Polhem által szerkesztett, rekonstruált vízikerek



■ **5. ábra.** Vízi kerékel hajtott szivattyúrendszer a faluni bányából



■ **6. ábra.** A szivattyúrendszer épületében van a kis harangocska



■ **7. ábra.** Kamrabiztosítás a faluni rézbányában



■ **8. ábra.** Részlet a faluni rézbányából

Egy 20 km sugarú körben kisebb feldolgozóüzemek sora született. Miért pont 20 km-re? Akkoriban úgy fejtették az ércet, hogy éjszaka tüzet raktak a vágatokban. A felforrósodott kőzet megrepedezett, s másnap, miután kicsit elszállt a füst, ezt kalapálták, s rettenetes fizikai munkával bontották a kőzetet. Egy ember havonta egy métert haladt. Elképzelhető mekkora füst volt, ha lakni csak 20 km-re lehetett. Korabeli utazók szörnyű állapotról számoltak be. Füst, salakhegyek, korom, fojtó levegő. Akkor még nem volt környezetvédelem. A bányában az akkori rossz munkakörülmények miatt sok volt a halálos baleset. A leg híresebb áldozat Mats „Kövé” Israelsson volt, aki 1677-ben lett a bánya áldozata, és 1719-ben teljesen konzervált állapotban találták meg holttestét (a vitriol tehát nemcsak a humor fűszerezésére alkalmas).

Ez a rézbánya Svédország és Európa gazdasági életében kiemelkedő és meghatározó szerepet játszott a XVII-XVIII. században. A világ legnagyobb rézbányája, s egyben a szintén svéd Sala mögött a második legnagyobb ezüstbányája volt. Több mint 1200 bányász termelte ki az ércet.

Ez idő tájt Svédország folyton és szinte mindenkivel hadban állt, s ez pénzbe került, sok pénzbe. 1650-ben több mint 3000 tonna nyersrezet adott a bánya, s akkoriban 6000 lakosával Falun volt Stockholm után Svédország második legnagyobb városa, s több mint egy évszázadon át egyik legnagyobb munkahelye (2. ábra). Ekkortájt ez a bánya adta a világ réztermelésének kétharmadát. Európa számtalan épületét innen származó rézlemezekkel fedték be, talán a leghíresebb a Versailles-i kastély.

Svédország rézbányászatának fénykora egybeesett az ország nagyhatalmi korszakával. A XVII. században mind politikai, mind gazdasági kapcsolatok létrejöttek Svédország s az akkor független Erdély között. Sokat nyomott a latban, hogy mindkét ország protestáns volt. Svédor-



■ **9. ábra.** A Stora stöten (Nagy gödör)

szág akkori zseniális kormányzója, Axel Oxenstierna komoly gazdasági együttműködési tervet szőtt a két réz-nagyhatalom között, tulajdonképp egyfajta monopóliumot akart létrehozni II. Rákóczi György uralkodása idején. Aztán fordult a történelem kereke, a politikai kapcsolatok érdektelenné váltak, s ez a szövetség sem jött létre.

A bánya hatalmas mérete különleges technikai megoldásokat tett szükségessé. Szerencsére Svédországban sohasem volt hiány kiváló feltalálókban, és Christopher Polhem (3. ábra) éppen jókor született, hogy a már akkor is híres és kiemelkedő bánya termelését tovább növelje. 1700-1716 között állt a bánya alkalmazásában, a számára felállított „ezermester művész” munkakörben. Több száz fifikás szerkezettel, leleményes technikai megoldással lendítette fel a termelést. A már életében Európa-szerte híressé vált feltalálót I. György angol király és Nagy Péter orosz cár is szerette volna udvarába édesgetni. Polhemnek az élet minden területén számos találmánya volt, bonyolult órákat javított és készített, XII. Károly svéd király felkérésére ő kezdett bele a Svédországot átszelő, híres Göta-csatorna megépítésébe. Hogy ez megvalósuljon, s hogy a király nagy számú haditervét újabb és újabb hétköznapi találmányokkal is segítse (például hordozható gabonamalom), XII. Károly a feltalálót nemesi rangra emelte. Polhem számtalan zsilipet, víz-emelőszervezetet készített, bányákban alkalmazható szállítószervezetet tervezett, de készített fél-automata grillforgató szerkezetet is, „zárat” a boroshordókra, nehogy a gazda tudta nélkül csapolják azt meg. Az óriási vízajtású Polhem-kerék egyfajta futószalagot mozgatott, amely lehetővé tette a kibányászott érc folyamatos felszínrehozatalát. Több ilyen kerék rekonstruált állapotban, a helyszínen még ma is látható. Svédország-szerte még ma is számtalan Polhem-kerék látható. Ezek vízi ener-

giával működtették a bányák érkiemelő „futószalagjait”. Még ma is látható ezen a környéken ennél nagyobb kerék is, a Ludvika (4. *שלב*). Sokak által ismert találmánya a Polhem-zár, ami az általunk ismert biztonsági zár talán első változata.

Mint a legtöbb bányában, itt is sok probléma volt a vízbetörésekkel. Folyamatos szivattyúzásra volt szükség, de így is mindig féltek a fejtésben dolgozó bányászok. Nyugodt munkakörülmények csak akkor lettek, mikor a szivattyú egy kis harangot is mozgatott. Amíg hallani lehetett a harangszót, mindenki nyugodtan folytathatta munkáját, zavartalanul működött a szivattyú. Ez a rendszer még ma is működik, tehát a látogatók is hallhatják (és izgatottan figyelik) a harangocska hangját. (5. *שלב*), amelynek épülete ma is áll (6. *שלב*).

Ilyen nagy méretű bányában hihetetlen mennyiségű és méretű falazásra, vágbiztosításra volt szükség (7. és 8. *שלב*). Ehhez, no meg a tüzeléshez természetesen „elfogyasztották” az egykori erdőrengeteget. Ebben a bányában található egy XVII. századi, az akkori világ legnagyobb faszervezete. Ez a 208 m magas, fagerendákból ácsolt aknabélelés, képezi a függőleges akna biztosítását. Ebben az aknában engedték le hatalmas kosarakban a munkásokat, a szerszámokat, kellékeket. A lovaknak külön lépcsőt építettek, úgy látszik, nem szerettek liftezni. Nem is csoda, hiszen a munkásokat is úgy engedték le egy kosárban, hogy heten szorongtak, s így is csak annyi helyük volt, hogy egy lábbal álltak a kosárban, másik lábuk és a motyójuk kinn. Nyilván görcsösen kapaszkodtak a kötéltre.

Nos ez a híres „fafalazat” is részben áldozatul esett a bányában bekövetkezett legnagyobb szerencsétlenségnek, ami a csodával határos módon nem követelt emberáldozatot. 1687. június 25-én délután irtózatos robajjal beomlott a két nagy bányagödört elválasztó kőzetfal, s kialakult az azóta híressé vált „Nagy gödör”, a Stora stöten (95 m mély, 400 m hosszú és 350 m széles (9. és 10. *שלב*).

A bányában hagyományosan folyamatos volt a termelés, az év minden napján dolgoztak kivéve karácsony és Szent-Iván éj napját. S, mint a dátumból látható, a bányaművelés pont a nyárközép ünnepére esett. Az addig mélyművelésű bányában ezt követően külfejtéssel is folytatták a kitermelést.

A bánya termelése és Svédország gazdasági életében betöltött szerepe ugyan

folyamatosan csökkent, mégis évszázadokon keresztül folytatódott. Végül 1992 decemberében bezárták, „kifogyott” belőle az érc. Ugyanis nemcsak rezet bányásztak, hanem aranyat, ezüstöt és piritet is. A bánya legmélyebb pontja 400 méter, 33 km járatot vágtak benne, ebből természetesen csak egy töredékrész látogatható.

A faluni rézbányának két nagyon híres mellékterméke is volt. A svédek ezeket automatikusan a városka nevéhez kapcsolják. Az egyik talán még érthető: a rézbányászat melléktermékeként készítik még ma is a vörös színű festéket, amitől a svéd faházak jellegzetes színüket kapják. Dekoratív hatásán kívül kiválóan konzerválja a faházakat, ma is 80 év garanciát vállalnak rá. Svédországnak ezen a részén nem ritkaság a 300 éves, kiváló állapotban lévő faház (11. *שלב*). Hol találjuk ennek párját? A hatvanas évek „modern” festékei egy időre kiszorították ezt az ósdinak tűnő falusias festéket, de miután az új házak faanyaga 20-30 év után pusztulni, s már korábban is penészedni kezdett, a svédek újra visszatértek a jól bevált, ősi festékhez.

Falun másik híres terméke, a szafaládénkhoz hasonló felvágott – meglepő módon – szintén a bányászat „mellékterméke”. A már korábban említett 208 méteres aknába kötélben engedték le a munkásokat is szállító kosarat. Ekkora aknába nyilván legalább ilyen hosszú kötél kellett. S bármiből készítették is, nem volt tartós. Végül a marhabőrből készült kötél vált be, de hány marhát kellett ehhez levágni? No és mi legyen a levágott állatok húásával, csak nem veszhet kárba? Aztán rájöttek a megoldásra.

Falun mint a világörökség része egy teljes komplexum. A rézbányán kívül, ahova negyedóránként indulnak svéd és angol nyelvű vezetések, meg lehet tekinteni a bánya körüli ipari épületeket, a festékgyárat, sétaúton körbe lehet járni a híres Nagy gödört, s közben egyszerű információs táblák tájékoztatják a turistát a látott ipari létesítményekről. Természetesen van egy bányamúzeum is (12. *שלב*). Itt a környék geológiai felépítésével, a különböző kőzetekkel, ércekkel, a bánya történetével lehet ismerkedni, s láthatóak Polhem híres műszaki megoldásainak makettjei, rajzai is. Egy sor szerkezet makettjét ki lehet próbálni. A múzeumban külön éremgyűjtemény is található, hiszen sokáig a bánya adta a svéd váltópénz alap-



■ 10. ábra. A Stora stöten (Nagy gödör)



■ 11. ábra. „Faluni vörös” festékkel bevont bányászházak Älvsborgban



■ 12. ábra. A múzeumbánya lejárata a bányában kitermelt ércek szimbólumaival



■ 13. ábra. Forgómozgást alternáló mozgássá átalakító szerkezet Polhem mechanikai ABC-jéből



■ **14. ábra.** Fogaskerekek gyártására szolgáló szerkezet

anyagát. Itt készültek a XVII. században a világ legnagyobb pénzének számító tíztallérosok, egy darab 1644-ben készült „érme” 19,71 kg-os, s ezzel természetesen helyet nyert a Guinness-rekordok könyvében is. A világörökség része maga a városka és a távolabbi körzet egykor idetartozó feldolgozóüzemei is. Minderről jól illusztrált prospektusok, leírások, térképek állnak az érdeklődők részére, s a



■ **15. ábra.** Makett a múzeumban: a XVII. sz.-ban a bányászat nehéz kézi munka volt

helyszíneken ugyanilyen jó az információszolgáltatás. 2005 tavaszán még egy külön épületet is felavattak a még jobb tájékoztatás céljából, amely a Világörökség háza nevet kapta. Itt rövidfilmeket lehet megtekinteni a nagyvilág világörökségei címmel kitüntetett egyéb objektumokról, interaktív módon felnőttek és gyerekek egyaránt tájékozódhatnak a bányászat, ércfeldolgozás stb. rejtelméről. Pompásan telik a várakozási idő, hiszen a bányába való lejutásra szinte mindig várni kell.

Polhem szemléltetési célból egy „mechanikus ábécét”, készített, amely különféle, oktatás céljára szánt modellek sorozata. A 13. ábrán a forgómozgást alternáló mozgássá átalakító szerkezet modelljét mutatja be. A 14. ábrán bemutatott szerkezet órák fogaskerekeinek gyártására szolgáló gép, Polhem saját kutatólaboratóriumában, a híres Stjärnsundben készült (ma múzeum).

A bányá mind régen, mind ma Svédország egyik kiemelkedő nevezetességének számított és számít (15. ábra). Természetesen a híres tudós-botanikus, Carl von Linné is felkereste. Utazásai során, járt itt Frederika Bremen, s helyet kapott Selma Lagerlöf híres, magyar nyelven is megjelent meseregényében, a Nils Holgersson csodálatos utazásában, ami tulajdonképpen svédországi földrajzkönyvnek készült. Természetesen sorra felkeresték a svéd királyok is, hiszen a kincstár jelentős javadalomra tett innen szert. Ma is turisták ezreit vonzza, talán egyszer a mi Gántunk is hasonló rangra emelkedik, geológiai érdekessége semmivel sem kisebb.

SZABLYÁR PÉTER

Ökoadó – avagy a környezetterhelési díj

A szerző a 2003. évi LXXXIX. sz. törvény alapján ismerteti a levegő-, víz- és talajterhelési díj műszaki részleteit, valamint anyagokra lebontott díjtételeit. A rendelet bevezetése több milliárd forint bevételt jelent a költségvetésnek. A bevétel növeli a környezettudatosságot és a környezetvédelem javítására fordítható költségvetési forrásokat.

Talán az elmúlt évtized egyik legjelentősebb – és különös módon talán legrövidebb (7 oldal) – törvényként fogadta el az Országgyűlés 2003. november 10-i ülése a 2003. évi LXXXIX. számú törvényt a környezetterhelési díjről.

Egy 21. századi fejlett társadalom immunrendszerének működőképességét talán legjobban az példázza, hogy a környezet védelméről milyen szinten, milyen hatékonyan és eredményesen tud gondoskodni. Függetlenül attól, hogy a környezet védelme a 20. század második felére a túlnépesedő világ kiemelkedő jelentőségű, talán legfontosabb megoldandó problé-

májává vált, a felelős globális gondolkodás aprópénzre váltása csak az egyes nemzetek tudatos környezetpolitikája következetes érvényesítése útján lehetséges.

Annak ellenére, hogy a hazai jogalkotás évtizedes lemaradását igyekezve behozni – némi külső kényszerítő körülmények hatására is –, számos alapvető tör-

vényt kodifikált, mégis hiányzott az a lépcső, amely a környezet védelmének általános szabályait tartalmazó „Környezetvédelmi törvény” (1995. évi LIII. törvény) és az abban foglalt célok megvalósításához elengedhetetlen anyagi feltételek biztosítását szolgáló állam és a környezethasználó közötti közös teherviselés jogi alapjait megteremtí. Annak ellenére, hogy a hivatkozott 1995-ös alaptörvény 60. §-a már meghatározta a „Környezetterhelési díj” jogszabályi alapját, nyolc évnek kellett eltelnie az erre vonatkozó jogszabály megjelenéséhez. Nem titkolt célja a törvénynek a környezet terhelésének csök-

Szablyár Péter okleveles kohómérnök (1974. NME). Az Aluterv, majd az Aluterv-FKI (1974-1996.) technológus létesítménytervezője, az ajkai nagynyomású öntőde tervezésének irányítója, az inotai alumíniumkohó rekonstrukciós tervének irányítója stb. 1996-tól a hulladékfeldolgozás technológiai kérdéseivel foglalkozik. Jelenleg a Színlő Kft. ügyvezetője.

1. táblázat. A levegőterhelési díj egységdíja

| Levegőterhelő anyag | Egységdíj (Ft/kg) |
|-----------------------------|-------------------|
| Kén-dioxid | 50 |
| Nitrogén-oxidok | 120 |
| Szén-monoxid | 15 |
| Szilárd anyag (nem toxikus) | 30 |

centése mellett az a szabályozási funkció sem, amely a befolyt díjakból támogatott terheléscsökkentő beruházások révén gyakorolhat kedvező hatást a környezeti állapotokra, de fokozottan hangsúlyt kíván adni „a szennyező fizet” elv érvényesülésének is.

A törvény lényegében kiterjed valamennyi környezethasználóra, és magában foglalja azokat az anyagokat, amelyek mérhető, vagy műszaki számítással szám-szerűsíthető módon jutnak a környezetbe: a levegőbe, a felszíni vizekbe, ill. időszakos vízfolyásokba és a talajba.

Valamennyi esetben a környezetterhelő anyag egységnyi kibocsátása után határozza meg a díjat, és körvonalazza azokat a területeket, amelyeknél nem áll fenn díjfizetési kötelezettség vagy részleges mentesség.

Már nem lehet levegőnek tekinteni - a levegőterhelési díj

A levegőterhelési díj esetében három gázra és a szilárd (nem toxikus) anyagokra terjed ki a törvény hatálya, változó egységdíjjal, amelyet az 1. táblázat tartalmaz:

Az évente kibocsátott szennyező anyag mennyisége és az egységdíj szorzata adja meg a fizetendő díj nagyságát. Nézzünk egy gyakorlati példát a levegőterhelési díj nagyságrendjének szemléltetésére. Egy kisebb alumíniumöntődében évente 1200 tonna fémet olvasztanak meg (napi 6 tonnát) egy 2 tonna befogadó-képességű, földgáztüzelésű olvasztókemencében. Egy tonna fém megolvasztásához 150 m³ földgázt eltűzelve, évente 1.890 ezer Nm³ füstgáz képződik. Mindezek figyelembevételével a számítható levegőterhelési díj összegét a 2. táblázat mutatja:

A súlyozást néhány gáz halmazállapotú légszennyező anyagra az a felismerés is indokolta, hogy ezek antropogén emissziójának mértéke messze meghaladja a természetes emisszió mértékét. Néhány – a szabályozás hatálya alá nem eső – szennyező esetében viszont a természetes emisszió mértéke nagyságrendekkel nagyobb (szén-dioxid, kén-hidro-

2. táblázat. Egy kisebb alumíniumöntőde számított levegőterhelési díja

| Füstgáz-összetevő | Koncentráció mg/Nm ³ ; | Emisszió kg/év | Egységdíj Ft/kg | Levegőterhelési díj (Ft) |
|--|-----------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------|
| NOx(NO ₂) | 250 | 472,5 | 120 | 56 700 |
| CO | 100 | 189,0 | 15 | 2 835 |
| SO ₂ | 5 | 9,5 | 50 | 475 |
| Por | 100 | 189,0 | 30 | 5 670 |
| Levegőterhelési díj: 65 680 Ft/év | | | | |

3. táblázat. A szabályozás hatálya alá nem eső emissziók

| Légszennyező anyag | Antropogén emisszió (A) | Természetes emisszió (T) | A/T arány |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|-----------|
| Kén-dioxid | 160 | 10 | 16 |
| Szén-monoxid | 380 | 50 | 7,6 |
| Szén-dioxid | 14000 | 140000 | 0,1 |
| Kénhidrogén | 3 | 100 | 0,03 |
| Ammónia | 4 | 6000 | 0,0007 |

gén, ammónia), amint azt a 3. táblázat jelzi:

Mentes a díjfizetés alól a bejelentésre köteles lakossági, ill. közintézményi tüzelőberendezés üzemeltetője, a nem ipari célú távhőtermelő és szolgáltató, valamint az energetikai ipar rendkívüli helyzetben (üzemzavar vagy egyéb válsághelyzetben történő kibocsátása). A levegőterhelési díj fizetésének bevezetése fokozatosan történik: 2004-ben 40%-át, 2005-ben 50%-át, 2006-ban 75%-át, 2007-ben 90%-át, végül 2008-tól 100%-át kell befizetni.

Számpeledek esetében tehát ebben az évben az alumínium olvasztókemence üzemeltetése következtében mindössze 26.272 Ft-t kell fizetni (ez kevesebb, mint 100 kg hulladék-alumínium átlagára!).

Valamit visz a víz - a vízterhelési díj

A vizeket terhelő környezethasználó tevékenységének körülményeit az arra vonatkozó, ún. vízjogi engedély rögzíti. Az ebben foglalt mennyiségi és minőségi paraméterek alapján számítható a vízterhelési díj néhány további szempont figyelembevételével. Ilyenek:

- a területérzékenységi szorzó, amely három kategóriát különböztet meg: A – a Balaton és vízgyűjtő területe (T=1,4); B – az egyéb védett területek (T=1,0); C – általánosan védett vízminőség-védelmi területek (T=0,7)
- az iszapelhelyezési szorzó, amely a területérzékenységi szorzó A, B, C területi kategóriáin belül a mezőgazdasági hasznosítástól az égetésen át a deponá-

lás különböző módjaira 0,8-1,2-szeres mértékben növeli a díjat.

- egyes – különösen veszélyes – vízterhelő anyagok (szerves oldószerek, foszfor, nehézfémek) mennyiségével arányos tényező (Ft/kg). Ezek értéke a veszélyesség függvényében 90-220000 Ft/kg között változnak, utóbbi az összes higanyra vonatkozik.

A levegőterhelési díjhoz hasonló fokozatosság érvényesül itt is a különbséggel, hogy 2004. évben csak a teljes díj 30%-át, majd 2008-tól 100%-át kell befizetni. Mentessül a díj fizetése alól az a felhasználó, aki újrahajszálja a vízmennyiséget (recikculáltatja, pl. hűtés céljára), de nem terheli a befogadót. A törvény lehetővé teszi, hogy a közüzemi csatornák üzemeltetői a vízterhelési díjat a szolgáltatást igénybe vevőkre áthárítsák. Részen ezzel indokolták a fővárosi szennyvízdíj drasztikus (36%-os) emelését az év januárjától. A köbméterenkénti bruttó 186,42 Ft-ból az ökoadó 19,94 forintot „képvisei”.

A szabályozás célját jól szemlélteti a 4-5. táblázat, amely az egy lakosra jutó vízterhelési díjat hasonlítja össze egy korszerű, jó hatásfokú szennyvíztisztítás (4. táblázat), ill. szennyvíztisztítás nélküli körülmények között (5. táblázat). A két szélső érték 11-szeres különbséget mutat!

A talpalattnyi föld - a talajterhelés díj

A talajok és a talajvizek szennyezésének korábban kevesebb figyelmet szenteltek. Évtizedeken keresztül a levegő- és szennyvíztisztítás „melléktermékeit” (a

4. táblázat. Egy lakosra jutó vízterhelési díj korszerű víztisztító esetén

| Terhelt anyag | Fajlagos terhelés kg/nap | Tisztítási hatásfok % | Maradék terhelés kg/nap | Éves terhelés kg/év | Terhelési díj Ft/kg | Éves díj 2004-ben Ft/év | Éves díj 2008-ban Ft/év |
|------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| Oxigén-fogyasztás | 0,120 | 92,0 | 0,00960 | 3,5 | 90 | 126,14 | 315,36 |
| Összes foszfor | 0,003 | 95,0 | 0,00015 | 0,055 | 1 500 | 32,85 | 82,12 |
| Össz. szerves nitrogén | 0,012 | 77,5 | 0,0027 | 0,985 | 180 | 70,96 | 177,39 |
| Összesen | | | | | | 229,95 | 574,87 |

5. táblázat. Egy lakosra jutó vízterhelési díj szennyvíztisztítás hiányában

| Terhelt anyag | Fajlagos terhelés kg/nap | Tisztítási hatásfok % | Maradék terhelés kg/nap | Éves terhelés kg/év | Terhelési díj Ft/kg | Éves díj 2004-ben Ft/év | Éves díj 2008-ban Ft/év |
|------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| Oxigén-fogyasztás | 0,120 | 0 | 0,120 | 43,8 | 90 | 1 576,8 | 3 942,0 |
| Összes foszfor | 0,003 | 0 | 0,003 | 1,095 | 1 500 | 657,0 | 1 642,5 |
| Össz. szerves nitrogén | 0,012 | 0 | 0,012 | 4,38 | 180 | 315,4 | 788,4 |
| Összesen | | | | | | 2 549,2 | 6 372,9 |

füstgáztisztítók által kiválasztott, koncentrált szennyezőanyagokat és a szennyvíziszapokat) a talajban kialakított lerakókban deponálták, újabb jelentős környezeti károkat okozva. A műtrágyák és a növényvédők szerek mértéktelen használata és a szükséges védelem nélkül üzemeltetett hulladéklerakók felbecsülhetetlen károkat okoztak a talajokban.

A talajterhelési díj egyik célja az, hogy ahol műszakilag rendelkezésre áll a közcsatorna, ott „ne érje meg” azt ne igénybe venni. Egységdíjának mértéke 120 Ft/m³, ami nagyságrendileg azonos a díjhányaddal, amely a közcsatornával történő szennyvízelvezetés ivóvízhez viszonyított többletköltségének átlaga jelent. Az egységdíj mértékét egy területérzékenységi és egy veszélyeztetési szorzó növeli.

Míg előbbi a terület érzékenységtől függően 1,0 és 5,0 között változik, addig a veszélyeztetési szorzó 23 féle szennyező-

anyag-hatás függvényében 0,0025-től 100,00-ig (ez a higany esetében) változik.

Különös ellentmondást tartalmaz a víz- és talajterhelési díj összefüggése az összegyűjtött szennyvizek tisztítása és elhelyezése kérdésében. Szélső esetben a szennyvizet tisztítás nélkül élővízi befogadóba engedhetjük (például a főváros esetében annak közel 60%-a mértékében), ekkor az egy lakosra jutó vízterhelési díj 6.373 Ft/év. Egy oldomedencében történő részleges megtisztítást követő talajterhelési díj már 20.735 Ft. Egy jól megtisztított szennyvíz élővízbe történő elhelyezése esetén az egy lakosra jutó vízterhelési díj 575 Ft, ugyanennek a talajban történő elhelyezése 2.403 Ft talajterhelési díjat indukál. A szabályozásnak ezek az anomáliái korrekcióra szorulnak.

A települési önkormányzatok rászorultsági alapon díjkedvezményt vagy díjmentességet is megállapíthatnak, ill. az

utóbbiban részesülhetnek az egyedi szennyvíztisztító kisberendezést üzemeltetők. A talajterhelési díj csökkenthető a legálisan elszállított és a jogszabályi előírások szerint elhelyezett folyékony hulladék számlákkal igazolt összegével. A fokozatos díjfizetés itt is érvényesül, bár itt az induló évben csak a teljes díj 20%-át, míg a teljes összegét csak 2009-től kell megfizetni.

A levegő- és vízterhelési díj maximum 50%-os mértékű visszaigénylésére van mód, ha az érintett környezetvédelmi (a terhelést csökkentő) beruházást hajt végre, vagy a díjfizetéssel kapcsolatos vízminőségmérő műszereket szerez be. A levegőterhelési díj esetében a visszaigénylés a beruházás időtartama, de legfeljebb 2 év, vízterhelési díjnál 5 évig érvényesíthető.

Mi hány? Mi mennyi?

A díjak bevezetésének és fokozatos érvényesítésének várható bevételeiről nem kerültek nyilvánosságra adatok, de a szabályozás hatásairól sem. Szakértői becslések alapján a levegőterhelési díjak beszedése félmilliárd, míg a talaj és vízterhelési díjak érvényesítése több milliárd forint bevételt is eredményezhetnek. Nehezen becsülhető a hígtrágyák talajterheléséből, ill. a fokozódó mértékben felhasznált termálvizek vízterheléséből származó díjak mértéke és hozama.

A környezetéért felelősséget érző és ezért anyagi áldozatokra is hajlandó társadalom talán még időben hozott, a környezet állapotának javulását célzó törvényi szabályozás remélt hatása most már a végrehajtás és ellenőrzés következetességén múlik. Mindannyiunk jövője a tét!

FÉMSZÖVETSÉG taggyűlése Soroksáron

A FÉMSZÖVETSÉG 2005. szeptember 15-i taggyűlését a MüGu Kft. soroksári székhelyén tartotta.

A házigazdák nevében *Máté József* ügyvezető igazgató köszöntötte a megjelenteket, majd *Vincze György* elnök vette át a szót, külön is köszöntve *dr. Kosaras Csabánét*, a KvVM főtanácsosát, aki a mai program vitaindító előadását tartotta.

Dr. Kosaras Csabáné előadásában összefoglalta a gépjárművek amortizációs hulladékaival kapcsolatos EU direktívákat,

azok Hulladékgazdálkodási Törvénnyel kapcsolatos összefüggéseit, és a szabályozás kezdeti tapasztalatait. Részletesen ismertette a 2005/293/EK számú, 2005. április 1-jei EU-s bizottsági határozatot, amely eddig nem szabályozott kérdéseket tárgyal ebben a témakörben.

A jelenlévő – gépkocsihulladék újrahasznosítással is foglalkozó – cégek képviselői ismertették saját tapasztalataikat, ill. azokat az akadályozó tényezőket (ideiglenes forgalomból történő kivonás,

szociális megfontolások, önkormányzati hozzáállás, önkormányzati tapasztalatai stb), amelyek az nagyobb mértékű begyűjtést, újrahasznosítást pillanatnyilag hátráltatják.

A tartalmas szakmai vitát követően megjelentek üzemlátogatáson vettek részt a MüGu Kft. telepén, ahol a szárazra fektetéstől az aprítékok válogatásáig áttekintették az elhasznált járművek újrahasznosításának első fázisait.

Szablyár Péter

Magnézium: a fém, mely nagyon könnyű, de fontosnak találtatott (1. rész)

A szerzők felelevenítik a magnézium történetét, és áttekintik az elsődleges fémgyártására szolgáló elektrolízises és pirometallurgiai eljárásokat. Ismertetik a magnézium világpiacon az elmúlt 20 évben lezajlott, rendkívül jelentős átalakulásokat, amelyek során az USA mint fő felhasználó termelése teljesen visszaesett, és Kína hegemon szerephez került. Számos érdekes példán keresztül ismerheti meg az olvasó a magnézium és ötvözeinek jelenlegi alkalmazásait. Ezen a téren az alumínium-ötvözetek gyártását mint vezető felhasználási területet egészen szorosan követi az „önálló” alkalmazások sora, a nyomásos öntéssel készülő járműipari, számítástechnikai stb. termékek egyre bővülő köre.

1. A magnézium tulajdonságai

A 12-es rendszámú magnézium, ez az ezüstfehér színű lágy fém a közelmúlt és a jelenkor egyik legnagyobb karriert befutott anyaga. Sikerét annak köszönheti, hogy az ipari fémek között ő a legkönnyebb. Jobb oldali szomszédjánál, az alumíniumnál is jóval kisebb a sűrűsége, mindössze $1,738 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Kristályszerkezete legsűrűbb hexagonális (HCP), a rácshálódai: $a=0,3209 \text{ nm}$, $c=0,521 \text{ nm}$.

A forráspontja 1090°C , az olvadáspontja $648,8^\circ\text{C}$, amely hőmérsékleten már kisvákuumban is szublimál. Ez a jellegzetessége jól hasznosítható a tiszta fémgyártására irányuló kohászati folyamatokban, de a Mg és ötvözeinek vákuumos olvasztását lehetetlenné teszi.

Hőtágulási együtthatója $29,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, amely tehát az alumíniuménál is nagyobb, vagyis jelentős zsugorodásokkal kell számolni az öntészeti alkalmazásokban. $155 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ értékű hővezetési tényezője és $4,46 \cdot 10^{-3} \Omega\cdot\text{cm}$ -es fajlagos ellenállása

nem sokkal marad el az alumíniumétól.

Kémiai tulajdonságait tekintve, a tiszta magnézium oxidációja szobahőmérsékleten lassú. Oxidja, az MgO nagyon stabil, száraz atmoszférában 450°C -ig jól védő felületi réteget alkot. A nedvesség jelenléte azonban nagyon előnytelenül befolyásolja a korróziós viselkedést. Levegőn való égése csak az olvadáspont (egyes esetekben pedig 310°C) felett lehetséges, viszont ott nagyon heves. A nitrogén kedvezőtlen hatású magnézium-nitridet (Mg_3N_2) formál, ezért az öntészeti alkalmazásokban ezt a gázt is ki kell zárni az olvadási környezetéből.

A magnézium 70°C felett elkezd bontani a vizet. A savak mindegyike megtámadja, kivéve a krómsavat és az egyébként igen agresszív folyosavat, amely összefüggő Mg_3F védőréteget képez a fémfelületen. A szerves vegyületeknek általában ellenáll, de pl. a metanol, a glicerin és a glikol korrodálja.

A fémmagnézium mechanikai tulajdonságai a színtémetek között közepesnek ne-

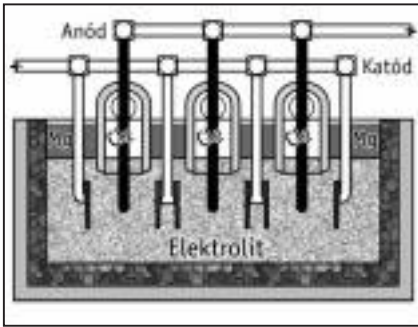
vezhető: Young-modulusa 47 GPa , folyáshatára kb. 50 MPa , szakítószilárdsága 200 MPa , nyúlása 10% . Természetesen az ötvözők jelentősen befolyásolják ezeket a jellemzőket.

E könnyűfém történetében az első fontos állomás a magnézium felfedezése, amely *Humphrey Davy* (1778-1829.) angol kémikus nevéhez fűződik 1808-ban. Azonban az előzmények is meghatározónak mondhatók – legalábbis az elnevezésre nézve bizonyosan. 1700 táján fedeztek fel egy gyógyító hatású ásványt, amelyről azt hitték, hogy a már az ókor óta ismert mágnes (magnetit) párjával (magnesia, vagyis mangán-dioxid) áll rokonságban, ezért magnesia alba névre keresztelték. Valójában ez hidratált magnézium-karbonát volt, és lúgossága miatt összetévesztették a mésszel. *Felix Hoffmann* mutatta ki 1740 -ben, hogy a magnesia és a mész két különböző anyag, és *Joseph Black* (1775.) ismerte fel, hogy itt egy új elemről van szó. Az oxidok olvadáskor elektrolízisével *Davy* meg is találta a Ca, a Sr és a Ba mellett a magnéziumot, de ez utóbbi csak 1812 -ben kapta a mai nevét, addig volt némi zűrzavar az elnevezések terén. Kézzel fogható mennyiségű fémként csak 1831 -ben sikerült előállítani (*Antoine Alexandre Brutus Bussy*) a földkéreg nyolcadik leggyakoribb elemét.

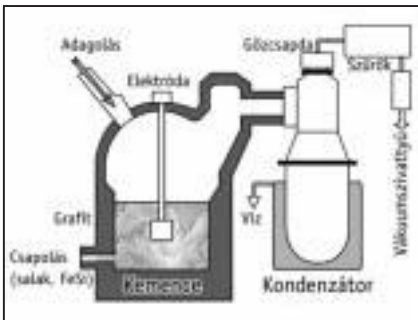
Ipari előállításának első módszerét *Henry Sainte-Claire Deville* és *Henry Caron* dolgozta ki (1857 .), majd *Johnson* és *Matthey* (1864). A franciák egy véletlen folytán észrevették a magnézium pirotechnikai alkalmazásának lehetőségét. Az 1862 -ben megrendezett londoni világkiállítás óta az attrakciók közé tartozik. 1896 -ban kezdett termelni az első valódi nagyüzem – a *Chemische Fabrik Elektron A.G.* Bitterfeldben – amely magnézium-klorid elektrolízisével állította elő a fémet. 1909 áprilisában nyújtotta be a *Chemische Fabrik Griesheim-Elektron* az első magnézium-ötvözet, az „Elektronmetall” szabadalmát.

Dobránszky János a BME-n szerzett gépészmérnöki oklevelet 1986 -ban. 1987 -től az MTA-BME Fémtechnológiai Kutatócsoportban (BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék, ATT) dolgozik mint kutatómérnök. Lapunk Vaskohászat rovatának szerkesztője. **Bernáth Andrea** V. éves egyetemi hallgató a BME Gépészmérnöki Karán. Tanulmányai mellett részt vesz a BME ATT kutatási tevékenységében. Hegesztés témakörben végzett TDK-munkájával sikeresen szerepelt a 2005 . évi OTDT-n.

Orbulov Imre V. éves egyetemi hallgató a BME Gépészmérnöki Karán. Tanulmányai mellett részt vesz a BME ATT kutatási tevékenységében. Az alumíniummátrixú kompozitok gyártása és az öntöttvascsövek károsodása témakörben végzett TDK-munkájával sikeresen szerepelt a 2005 . évi OTDT-n.



■ 1. ábra. Az I.G. Farben elektrolizáló kádjának vázlata



■ 2. ábra. A Magnetherm-eljárás vázlata

2. A magnézium előállítása

Az elsődleges magnézium előállítására jelenleg a következő eljárásokat alkalmazzák:

- a magnézium-klorid sóolvadékos elektrolízise,
- a Pidgeon-féle pirometallurgiai eljárás,
- a fém-salak reakciókon alapuló (szintén pirometallurgiai) Magnetherm-eljárás.

20 évvel ezelőtt a kapacitások 70%-a az elektrolízisre épült, amely eljárásnak 20 ezer tonna/év az optimális kapacitása. Az elektrolízis energiaigénye igen nagy, 9500-12000 kWh/tonna, és a folyamat jelentős szerepet játszik a Ti és a Zr előállításának gazdaságosságában is. A Magnetherm-eljárás adta a termelés 20%-át, mintegy 7000 tonna/éves kemencénkenti kapacitással. Ennek az eljárásának kisebb, kb. 8500 kWh/t az energiaigénye. A Pidgeon-eljárás fő vonzereje a viszonylagos egyszerűség, az üzemeltetés rugalmassága és a jóval kisebb beruházási költségek. Kemencénként átlagosan 5000 tonna fém termelhető évente.

A magnézium számos ércben megtalálható; a legolcsóbb és legerjedtebb a $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ dolomit és az MgCO_3 magnézit. A pirometallurgiai eljárásokban használt $\text{MgO} \cdot \text{CaO}$ -t és a MgO magnéziát („keserűföld”) kb. 1000°C-os kalcináló forgókemencékben állítják elő. A KCl-el képzett

kloridos ércet, a karnallitot is használják, és nagy készletek állnak rendelkezésre az igen nagy Mg-tartalmú brucitból és bischofitból Oroszországban és Ukrajnában. Ugyancsak fontos magnéziumforrás a tengervíz, amely 1,3 g/liter Mg-t tartalmaz klorid formában. A vízből hidroxidként kicsapatható, ez pedig magnéziává kalcinálható. A MgO nagyon stabil oxid, ezért az egyszerű redukációs eljárások nem járhatók.

2.1. A magnézium előállítása elektrolízissel

Tekintve, hogy a Mg elektródpotenciálja nagyon negatív (-2,03 V), gyakorlatilag csak elektrolízissel állítható elő valamilyen sójának olvadékból. Gazdaságossági szempontból a kloridja és a szulfátja jöhet szóba, de ez utóbbi fémgyártásra alkalmatlan amiatt, hogy reakcióba lép a fémmel, miközben MgO és kén-dioxid keletkezik. A kloridelektrolizáló eljárás első lépése a tiszta, ill. többé-kevésbé vízmentes MgCl_2 előállítása, a második pedig az olvasztott MgCl_2 elektrolízise.

Amennyiben a tengervíz az „érc”, az elektrolízist a MgCl_2 előállítása előzi meg, amely technológiában a következő lépések követik egymást:

- az $\text{Mg}(\text{OH})_2$ hidroxid kicsapátása $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mészkövel,
- a víz kiűzése kalcinálással, az MgO kinyerésére,
- karboklóros kezelés:



Ez az exoterm reakció függőleges kemencében zajlik le kb. 800°C-on, és vízmentes Mg-klorid olvadékokat eredményez.

Az elektrolízis során a Mg^{2+} ionok a katódon válnak ki fémolvadékként, az anódon pedig klórgáz fejlődik. Az elektrolizáló kád hőmérséklete mintegy 740°C, de természetesen többfajta eljárást és cellatípust dolgoztak ki a különböző országokban, amelyek pl. nem csak teljesen vízmentes kloriddal dolgoznak. Talán a legjellemzőbb az I.G. Farben eljárás. Ebben az elektrolizáló cellát folyamatosan táplálják az elektrolit-tal, amelynek ösz-

szetétéle: 40% CaCl_2 , 30% NaCl , 20% KCl és 10% MgCl_2 . A többi fém kloridjának bomlási feszültsége nagyobb, mint a Mg-kloridé, amely 2,6-2,8 V. Azért tartják ilyen kis értéken a MgCl_2 koncentrációját, mert a Mg oldhatósága a kloridjában relatíve nagy, s ez csökkenti a gyártás teljesítményét. További problémát jelent a Mg kis gőznyomása (740°C-on 10 torr) és az oxigénhez való nagy affinitása.

Az alumínium elektrolízisétől eltérően az elektródok függőlegesek. Az 1950-es évek elején kidolgozott alaptchnológia tiszta vas katódot és amorf szén vagy grafit anódot alkalmaz, amelyeket hőálló diafragmák választanak el. A könnyű Mg-olvadék az elektrolit tetején úszik. Egy hagyományos elektrolizáló cella elrendezési vázlata látható az 1. ábrán. A Faraday-törvény szerint elméletileg 2200 Ah villamos áram szükséges 1 kg Mg előállításához. A kádak 5 V feszültség és 150 kA áram mellett 0,45 A/m² áramsűrűséggel dolgoznak, a katód áram hatásfoka 80-90%. Az energiafelhasználást jelentősen csökkentették az elmúlt évtizedek fejlesztéseivel, pl. diafragmentes cellákkal (DLE) és a multipoláris cellákkal 18 kWh/t értékről csaknem a felére, 9500 kWh/t-ra. Meg kell azonban azt is jegyezni, hogy az Mg-gyártás a fő kibocsátóforrása a súlyosan mérgező dioxinnak.

2.2. Pirometallurgiai módszerek

A MgO Ellingham-egyenese a forráspont alatti tartományban jóval lejjebb helyezkedik el a képződési szabadentalpiákat a hőmérséklet függvényében ábrázoló diagramokon, mint a fő redukálószerké (C, Si, Al), ami azt jelenti, hogy ezen elemekkel

1. táblázat. A Mg-termelés technológiai és termelési adatai 10 és 20 évvel ezelőtt, [ezer tonna]

| Ország | Alapanyag | Eljárás | 1986. | 1996. |
|--|------------------------|---------|------------|------------|
| Franciaország | Dolomit | M | 12 | 15 |
| Olaszország | Dolomit | B | 15 | 12 |
| Norvégia | Dolomit, tengervíz | E | 60 | 51 |
| Jugoszlávia | Dolomit | E | 5 | 5 |
| USA | Tengervíz, dolomit, | E | 60 | 51 |
| | sóstóvíz | M | 36 | 36 |
| Kanada | Magnézia, dolomit | E | - | 60 |
| | | P | 10 | 12 |
| Összesen | | | 290 | 345 |
| E = elektrolízis, B = Bolzano-eljárás, M = Magnatherm-eljárás, P = Pidgeon-eljárás | | | | |

2. táblázat. Az elsődleges Mg-termelés adatai, 1999-2003. [tonna]

| | 1999. | 2000. | 2001. | 2002. | 2003. |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Franciaország | 16200 | 16500 | 4800 | 2000 | - |
| Norvégia | 40800 | 41400 | 40700 | 3100 | - |
| Oroszország | 35200 | 35500 | 35000 | 35000 | 30000 |
| Szerbia | 1203 | 1270 | 203 | - | 500 |
| Kanada | 64000 | 64000 | 65000 | 70000 | 50000 |
| USA | 75000 | 94000 | 50000 | 20000 | 10000 |
| Brazília | 7968 | 5723 | 5500 | 4500 | 4000 |
| Kína | 120700 | 142100 | 199700 | 231700 | 354000 |
| Izrael | 24300 | 31700 | 34000 | 28000 | 28000 |
| Kazahsztán | 11031 | 10380 | 16455 | 17858 | 14164 |
| Összesen | 396402 | 442573 | 451358 | 412158 | 490664 |

való redukciója nem lehetséges. Ámde az 1107°C-os forrpon felett a MgO Ellingham-egyenesen erősen felfelé hajlik, és metszi az említett redukálószerkegyeneseit, mégpedig annál kisebb hőmérsékleten, minél kisebb a nyomás. Ennek következtében lehetségessé válik a redukció a Mg gőz fázisának hőmérséklettartományában.

A szénrel való, erősen endoterm redukció termodinamikailag 1800°C felett lehetséges normál nyomáson ($p_{Mg} = p_{Co} = 105 \text{ Pa}$), és a 400°C-ra való reakcióképességhez 1864 Pa-os ($p_{Mg} = 932 \text{ Pa}$) depresszió szükséges. A magnézium reoxidációját feltétlenül el kell kerülni a gőz lecsapatása és a megszilárdulás közben.

A szilíciummal való redukció termodinamikailag 1600°C felett lehetséges, ha a nyomás viszonylag kicsi ($p = 2100 \text{ Pa}$), és a további hőmérséklet-csökkentéshez jelentős nyomáscsökkentés szükséges.

A Pidgeon-eljárás

A Lloyd Montgomery Pidgeon által kidolgozott és 1942 januárjában sikeresen kipróbált eljárás (amely Kínában ma a domináns technológia) előkezelt MgO·CaO dolomitot használ, redukálószerként pedig 75-85% Si-tartalmú ferroszilíciumot. A kalcinált, aprított, ferroszilíciummal kevert és agglomerált, majd 1200°C-ra előmelegített anyagot külső fűtésű, horizontális vákuumkonverterben redukálják, a fém gőzét pedig az egyik végéhez illesztendő kondenzátor fogja meg. A folyamat hőmérséklete 1200°C, a nyomás pedig 100 Pa. A fő reakció a következő:



A kanadai Timminco és a japán Ube vállalatok alkalmazzák a Pidgeon-eljárást, és Kína is erre az eljárásra alapozva vált szinte hihetetlen tempóban a világ fő termelőjévé. Egy retortában naponta 70 kg

ta az eljárást, amelynek 7,0-7,3 MWh/t az energiaigénye, és 2 tonna a kemencék napi termelése.

A Magnetherm-eljárás

Hasonlóan a Pidgeon-eljáráshoz, az alapanyagok ebben az esetben is dolomit és ferroszilícium, a hőmérséklet és a nyomás viszont lényegesen nagyobb: 1550-1650°C, ill. 5-10 kPa. A redukció fém-salak reakciók keretében zajlik le. Az olvadt salakban oldódott MgO-t a ferroszilíciumban oldott Si a következő reakció szerint redukálja:



A francia Péchiney által 1963-ban kidolgozott technológia vázlatát a 2. táblázat mutatja. A kemence falazat grafitból készül, amelynek boltozatán keresztül egy vízzel hűtött Cu-elektrod lóg be az elektrolitba. Az erősen endoterm folyamathoz a hőt a salak villamos ellenállásán fejlődő hővel szállítják. Az anyagbeadagolás egy ideig folyamatosan zajlik. A megolvadó ferroszilícium fokozatosan feloldja a magnéziumoxidot. A reakció miatt a FeSi Si-ban egyre szegényedik, leülepedik a kemence fenekére, ahol felhalmozódik. Az alapanyagok beadagolását akkor állítják le, amikor a salakréteg eléri egy bizonyos vastagságot (kb. 150 cm). Lecsapolják a maradék FeSi-t és a salak egy részét, hogy kb. 30 cm maradjon, majd kezdik előlről a ciklust.

A redukció folyamatosan zajlik a reaktorban, a beadagolás után egy

99,95-99,98%-os tisztaságú fémet állítanak elő.

A Pidgeon-eljárástól abban különbözik a Bolzano-módszer, hogy ez utóbbinál belső fűtésű vákuumkemencét alkalmaznak. Az olasz Societa Italiana per il Leghe di Magnesio (SAIM) és a brazil Brasmag alkalmaz-

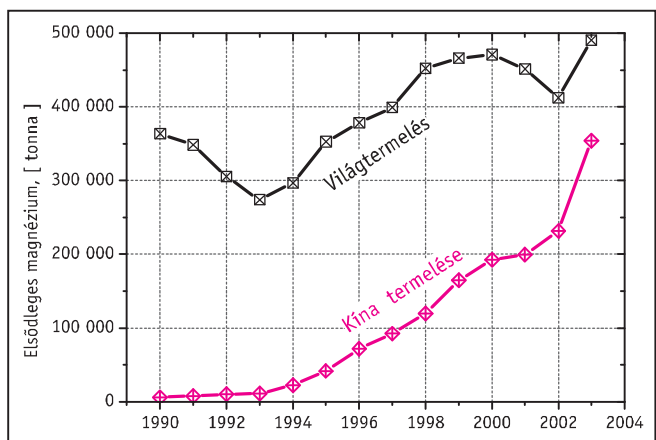
bizonyos időt vesz igénybe. A salak – amely ezen a hőmérsékleten nem teljesen olvadék fázisú – összetétele messze nem konstans: 57-60% CaO, 25% SiO₂, 11-14% Al₂O₃, 4-6% MgO. A szilárd fázisú salak mintegy 40%, az olvadék pedig telített MgO-ban. A redukációs folyamat lezajlását számos érdekes részfolyamat befolyásolja, amelyek közül csak megemlítünk néhányat: a gravitáció, a magnéziumbuborékok képződési zónája, a salakfördő mozgása, a felületi feszültség, az ülepedési sebesség.

3. A magnézium világpiaça

A gyártási módszerek áttekintése után érdemes megvizsgálni, hogy a világ néhány nagy Mg-gyártója milyen technológiát alkalmaz, és miként alakult a termelésük volumene (1. táblázat). Az 1996-os adatok alig mutatnak eltérést a 10 évvel korábbiaktól, ezt követően viszont rendkívüli átalakulások zajlottak le a magnéziumtermelésben.

Az USA-ban töredékére zuhant az elsődleges magnézium termelése (eközben a világ legnagyobb újrafeldolgozója lett, pl. 1999-ben 87300 tonnát olvasztott újra), Kína viszont szinte a nulláról indulva egyeduralgoló lett: a világtermelésnek már több mint a felét adja (2. táblázat és 3. ábra). A kereslet erőteljes növekedése miatt új gyártókapacitások épültek/épülnek Kínában, Ausztráliában, Kanadában, Izlandon és Kongóban.

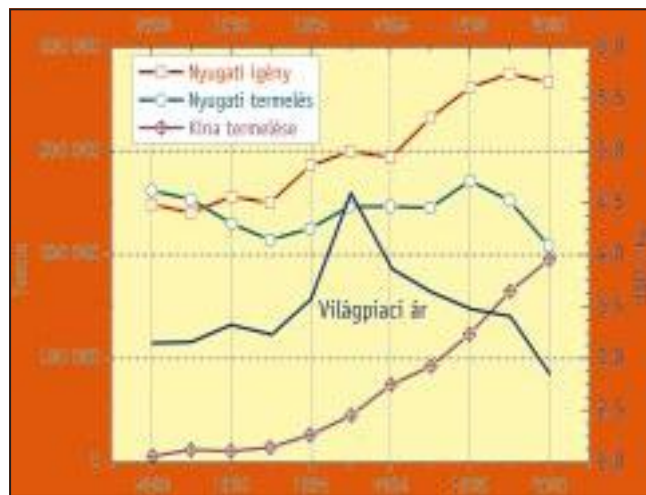
A magnézium ára az elmúlt években folyamatosan 2000 USD/tonna körül mozgott, amint azt a 4. táblázat mutatja. A diagramon feltüntetett árak az alumíniumötvezetek gyártására, ill. az acélpipari alkalmazásra kerülő termékekre vonatkoznak.



3. ábra. Kína és a világ magnéziumtermelésének alakulása az utóbbi 15 évben



4. ábra. A magnézium árának változása a közelmúltban



5. ábra. A magnézium árának változása a közelmúltban

A fokozott minőségű („high grade”) termékekre, amelyeket öntészeti célra használnak elsősorban, 25-50% felárat kell fizetni.

A korábbi évek árait vizsgálva, 10 évvel ezelőtt 4000 USD/t-s csúcson jegyezték az EU-s piacon a magnéziumot. A kínai termelés felfutása a növekvő nyugati kereslet mellett is jelentős árcsökkenésre vezetett.

Az 5. ábra adataiból jól látható ez a trend, amelyet nyilvánvalóan az magyar, hogy a 2000-ben is mindössze 26 ezer tonnás kínai belföldi magnéziumfelhasználáson felül olcsón megtermelt hatalmas mennyiségű fémeket a kínai termelésnél lassabban bővülő piacon kellett értékesíteni.

4. A magyar külkereskedelem jellemzői

Magyarország magnéziumigénye – ahogyan azt a 6. táblázat jól érzékelteti – 1998-ig stabilan az egy-másfél ezer tonna éves szinten mozgott, amelyet orosz és ukrán forrásból elégített ki. 1999-ben jelentős váltás figyelhető meg a statisztikai adatokban:

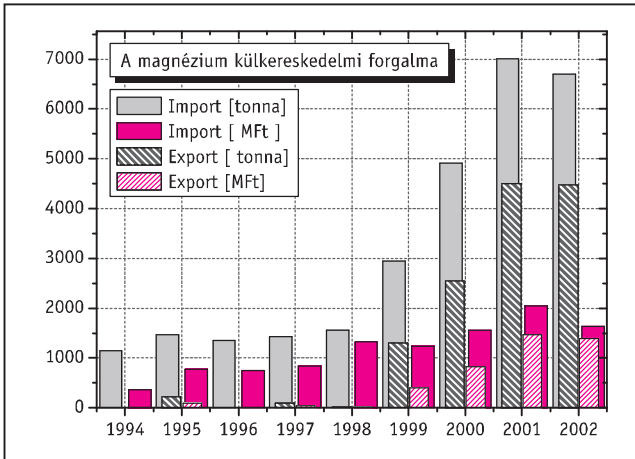
- Erőteljesen emelkedett a behozatal is és a kivitel is
- Totálisan átrendeződött a fő beszállító és célországok hierarchiája. A behozatalban Kína, majd Ausztria vált dominánssá, a külpiazi vevők között pedig monarchiabeli társunk szinte egyeduralkodó lett. A részletes adatokat a 3. táblázat tartalmazza.

5. A magnézium felhasználása

A megtermelt mennyiség felhasználása terén a következőképpen alakult a fogyasztói szektorok megoszlása 2002-ben: 40%-ot tett ki az alumíniumötvözetek gyártása, 35%-os részesedést ért el a nyomásos öntés (amely 10 év alatt egyébként a duplájára növekedett), 16% jut az acélgyártásra (kéntelenítés) és 9% az egyéb területeknek (pl. segédanyagok korrózióvédelem, öntöttvasgyártás, Ti-, Zr-gyártás stb.). A felhasználásban a Föld régióit tekintve az USA és Kanada használja fel az össz fogyasztás 49%-át, Európa a harmadát, Ázsia és Óceánia pedig 14%-ot. A továbbiakban – a teljesség igénye nélkül –

3. táblázat. Magyarország magnézium-külkereskedelmének adatai

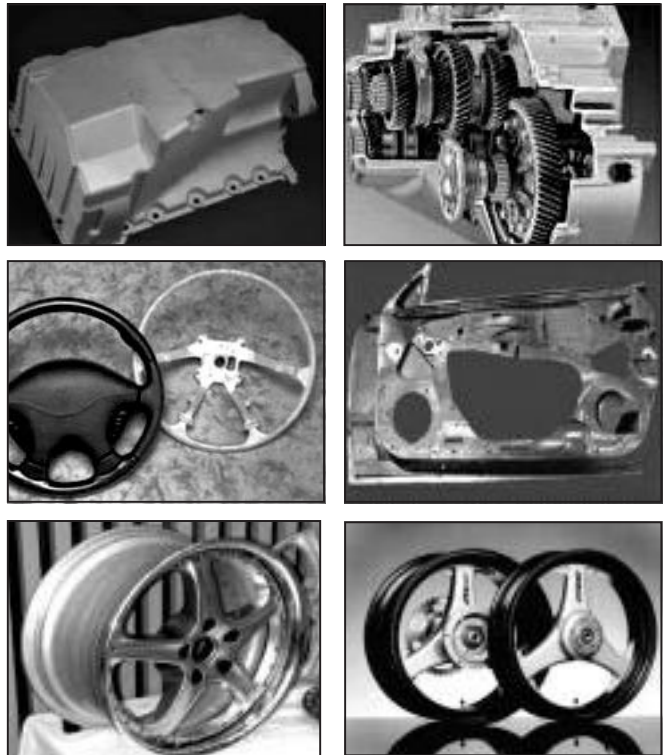
| Év | Import Tonna | MFt | 1. ország | Tonna | MFt | 2. ország | Tonna | MFt | 3. ország | Tonna | MFt | 1+2+3 Tonna | 1+2+3 MFt |
|-------|-----------------|-------|-------------|-------|-------|---------------|-------|-----|---------------|-------|-----|----------------|--------------|
| 1995. | 1 474 | 776 | Oroszország | 993 | 485 | Ukrajna | 357 | 149 | Olaszország | 13 | 72 | 1 363 | 706 |
| 1996. | 1 359 | 749 | Oroszország | 926 | 472 | Ukrajna | 358 | 149 | Olaszország | 16 | 87 | 1 300 | 708 |
| 1997. | 1 428 | 843 | Oroszország | 586 | 298 | Ukrajna | 616 | 275 | Olaszország | 14 | 137 | 1 216 | 710 |
| 1998. | 1 564 | 1 327 | Kína | 657 | 350 | Olaszország | 38 | 330 | Oroszország | 502 | 301 | 1 197 | 981 |
| 1999. | 2 954 | 1 245 | Kína | 1 006 | 481 | Ausztria | 1 633 | 379 | Olaszország | 16 | 190 | 2 655 | 1 050 |
| 2000. | 4 910 | 1 557 | Kína | 1 957 | 894 | Ausztria | 2 912 | 601 | Olaszország | 1 | 37 | 4 870 | 1 532 |
| 2001. | 7 007 | 2 055 | Ausztria | 5 183 | 1 196 | Kína | 1 796 | 766 | Hollandia | 1 | 29 | 6 980 | 1 991 |
| 2002. | 6 700 | 1 632 | Ausztria | 3 745 | 763 | Kína | 1 646 | 619 | Szlovénia | 1276 | 225 | 6 667 | 1 607 |
| | Export | | | | | | | | | | | | |
| 1995. | 227 | 100 | Hollandia | 80 | 36 | Lengyelország | 40 | 18 | Ausztria | 38 | 16 | 158 | 70 |
| 1996. | nincs | adat | | | | | | | | | | | |
| 1997. | 99 | 45 | Szlovákia | 99 | 43 | Ausztria | 0 | 2 | Jugoszlávia | 0 | 0 | 99 | 45 |
| 1998. | 21 | 23 | Szíria | 8 | 12 | Ausztria | 1 | 8 | Oroszország | 9 | 2 | 18 | 22 |
| 1999. | 1 307 | 409 | Ausztria | 1 263 | 395 | Németország | 43 | 14 | Jugoszlávia | 0 | 0 | 1 306 | 409 |
| 2000. | 2 549 | 832 | Ausztria | 2 548 | 828 | Belgium | 0 | 1 | Szíria | 0 | 1 | 2 548 | 830 |
| 2001. | 4 510 | 1 468 | Ausztria | 4 485 | 1 461 | Szlovákia | 23 | 3 | Belgium | 0 | 2 | 4 508 | 1 466 |
| 2002. | 4 473 | 1 391 | Ausztria | 4 300 | 1 340 | Szlovénia | 100 | 28 | Lengyelország | 54 | 13 | 4 454 | 1 381 |



■ **6. ábra.** A magnézium hazai külkereskedelmi adatai (forrás: Kopint-Datorg)

4. táblázat. Magnéziumpiaci modelladatok 2015-re

| Modell | Kapacitás | Minimális ár [USD/kg] | Mg / autó |
|--------|-----------|--------------------------|---------------------|
| | kt/év | | [kg] |
| 1. | 850 | 1,56 | 7,7 (EU)10 (USA) |
| 2. | 960 | 1,52 | 8,1 (EU)12,2 (USA) |
| 3. | 1540 | 1,41 | 16,8 (EU)25,9 (USA) |
| 4. | 3000 | 1,25 | ~34 (EU)~68 (USA) |



■ **8. ábra.** Mg-öntvény olajtekő, a VW Golf hajtóműháza, 3 kg tömegű Mercedes ajtókeret, kormánykerék, keréktárcsák

bemutatunk néhányat a fontosabb és érdekesebb alkalmazási területek közül.

Autóipari alkalmazások

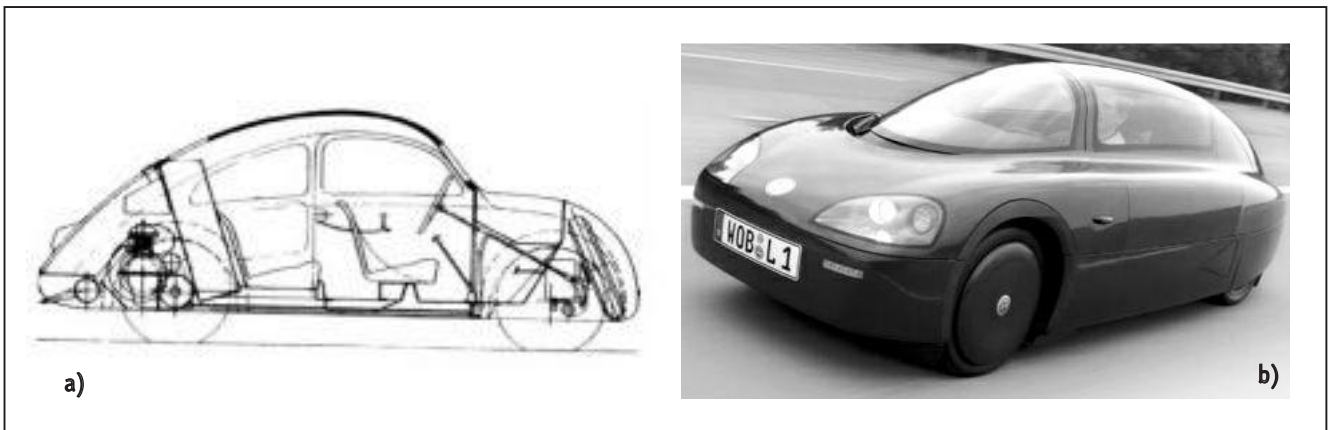
Különösen intenzíven növekedik tehát az öntészeti felhasználás, amely a járműgyártás és az informatikai ipar radikális változásaival függ össze. Nagy előnyt jelent a kiváló önthetőség, hiszen öntéssel nagyon vékony falvastagságok is elérhetőek. A magnézium szinte végleges alakra önthető, így nem igényel különösebb utómegmunkálást sem. A termelékenységi növekszik, a termék előállításának költsége pe-

dig csökken. Az autóiparban már az 1930-as évek közepén kezdték jelentősebb mennyiségben használni a magnézium-öntvényeket: *Ferdinand Porsche* 1934-ben kb. 25 kg magnéziumöntvényt tervezett a Volkswagen (**7. ábra**) kardántengelyházba és a léghűtéses motorokba (a Mercedes történetírói pedig 1900-ra teszik az első, magnéziumból készült motoralkatrészt). Az „egyliteres” tanulmányautóját a Volkswagen 2001-ben gyártotta: tömege 260 kg, amelyből 35 kg magnéziumöntvény, ill. Mg-alapú kompozit. Az üléstartókeret és a teljes vázszerkezet magnéziumból ké-

szült (**7. b. ábra**). További autóalkatrészeket mutat a **8. és a 9. ábra**.

Jelenleg a magnézium átlagos mennyisége egy járműben kb. 2 kg, de a nagy gyártók tanulmányai szerint több, mint 100 kg alkatrész potenciálisan kiváltható magnéziummal.

A magnézium is egyike azoknak a szerkezeti anyagoknak, amelyek jövője nagy mértékben összefügg az autóipar jövőbeni változásaival. Urbance és szerzőtársai 3 éve egy átfogó tanulmányt tettek közzé a JOM-ban, amely a lehetséges piaci forgatókönyveket modellezi a 2015-re várható



■ **7. ábra.** Ferdinand Porsche népautója (1934.), a VW 1 liter/100 km fogyasztású tanulmányautója 2001-ből



■ 9. ábra. Mg-öntvényből készült autóalkatrész (Meridian Technologies)

ipari folyamatok beszámításával. Négy forgatókönyvet írnak le a termelőkapacitások, a világpiaci ár és a személyautókba beépített átlagos mennyiségek közötti várható kapcsolatra, amelyeket a 4. táblázat foglal össze. Ugyanakkor meg kell említeni, hogy a túl nagy mennyiségű magnéziumnak lehetnek kedvezőtlen hatásai is: a Firehaus.com internetes portál 2004 december közepén arról számolt be, hogy egy kigyulladt Cherokee Jeepet a tűzoltók vízzel akartak eloltani, de az eredmény hatalmas tűzijáték lett, mivel az égő magnézium a vízzel hevesen reagált.

Repülőgépgyártás, űrkutatás

A második világháború alatt előtérbe került a magnézium-ötvözetek alkalmazása a repü-



■ 10. ábra. A 10 tonna Mg-t tartalmazó Convair B-36 repülőgép

lőgépgyártásban. Óriási mennyiségű repülőgépet gyártottak a harcoló felek, s ezekben nagy szerepet kaptak a Mg-ötvözetek, amelyek a gépek önsúlyát voltak hivatottak csökkenteni. Magnéziumból készítették mintegy 70 ezer repülőgép egyes hajtóműalkatrészeit és kerekeit. A 10. ábrán látható amerikai Convair B-36 „Peacemaker” típusú bombázóba darabonként mintegy 10 tonna (!) Mg-t építettek be.

A második világháború után a magnéziumgyártó ipar hanyatlásnak indult, amelyhez az is hozzájárult, hogy az 1950-és években megjelent a titán, amely ugyan háromszor nehezebb a magnéziumnál, de szilárdsága és korróziós jellemzői a gázturbinás repülőgépek és az űrtechnikai eszközök építésében jó néhány területen „esélyt sem adtak” a magnéziumnak.

Ennek ellenére számos, főleg katonai légi járművet fejlesztettek ki, elsősorban az USA-ban. 1950-ben jelent meg a Westland Aircraft S55 típusú helikoptere, amelynek külső lemezburkolata 115 kg ZW3 típusú Mg-ötvözetet tartalmazott. Az F80C vadászrepülő gyakorlatilag teljesen magnézium-ötvözetből készült. Napjaink két óriásvállalata, a Boeing és az Airbus

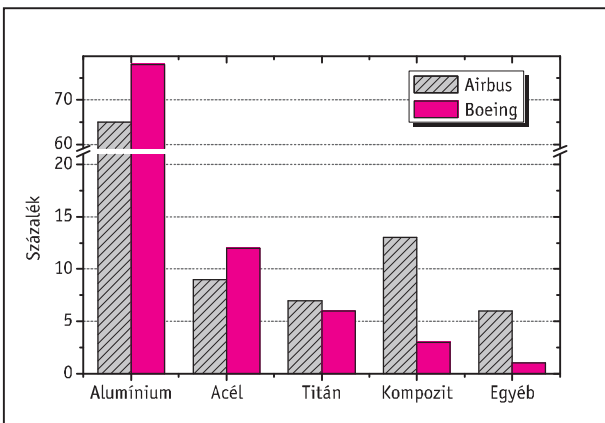
anyagfelhasználására a 11. ábra adatai jellemzők: a magnézium az egyéb kategóriába csúszik, de pl. az A380-as szupergibuszba 845 kg Mg-t építettek be. Fontos megemlíteni, hogy a Mg-ötvözetek repülőgépipari alkalmazásának kutatását-fejlesztését megcélzó IDEA-projektet (Integrated Design and Product Development for the Eco-efficient Production of Low-weight Airplane Equipment) az EU 6. keretprogramja támogatja, és az erre alakult konzorciumnak a magyar Fémalk is tagja.

A repülőgépgyártás terén elsősorban a katonai célú alkalmazások a jellemzők, de a magnéziumnak több más katonai felhasználása is jellemző, pl. a páncéltörő gránátok, rakétaeltérítők, világítógránátok gyártása.

Az űrtechnikai eszközök esetében mindent elkövetnek a fellövési tömeg csökkentésére. Mg-ötvözetből (AZ31, azaz Mg-3%Al-1%Zn), ill. Mg-mátrixú kompozitból kis tartóelemeket (pl. a tükrök és a zérus hőtágulású mérőberendezések számára, 12. ábra) készítenek. E téren igen hasznos, hogy a kompozitok erősítőanyagként használt szénszálat viszonylag jól nedvesíti a Mg-olvadék (ami nem mondható el az alumíniumra). Érdekes módon a Mg/C-kompozitok sűrűsége nagyobb, mint a fémmagnéziumé.

Az Mg/C-kompozit anyagú szerkezetek esetén nulla lehet az axiális irányú hőtágulás és mintegy 2 ppm/K a transzverzális irányú. Emellett ezen anyag fajlagos merevség másfélszerese a berilliuménak, és 9,5-szöröse a Invar-ötvözetének. E különleges hőtágulási tulajdonság nagyon fontos, hiszen az űreszközök több száz fokok hőingadozásnak vannak kitéve a napsugárzás miatt.

A szerzők hálás köszönetüket fejezik ki Németh Árpádnak (KOPINT-DATORG) a hazai válmstatistikai adatokért.



■ 11. ábra. Az Airbus és a Boeing anyagainak megoszlása



■ 12. ábra. Tükrőtartó

VERES ZSOLT – ROÓSZ ANDRÁS

Egykristálykészítés az univerzális sokzónás kristályosítóban

Az előre legyártott polikristályos darabokat különböző méretű és anyagú téglékben, az Anyagtudományi Intézetben kifejlesztett UMC sokzónás kristályosítóban átkristályosítottuk. Az átkristályosítás eredményeként orientálatlan egykristályokat kaptunk.

Az alkalmazott sokzónás kristályosító egy csökemence, amely 24 külön-külön fűthető zónából áll. A kemencék zónánkénti pontos szabályozása révén a kemence terében bizonyos határok között tetszőleges hőmérsékletprofil alakítható ki és mozgatható, így egyirányú kristályosítás végezhető a kemence és a darab mozgatása nélkül. A megfelelő hőmérséklet-gradiens front mozgási sebesség és geometria beállítása esetén egykristályt tudunk előállítani.

Bevezetés

A kristályos anyagok egyik jellegzetes tulajdonsága, hogy fizikai és mechanikai tulajdonságaik a kristálytani iránytól függenek, azaz anizotrópok. A gyakorlatban használatos kristályos anyagok (pl. fémek és ötvözetek) általában sokkristályosak, így minden irányban az adott tulajdonságnak egy átlagértékét találjuk, a tárgy izotrópnak mutatkozik. Ha sikerül egyetlen kristályból álló tárgyat, ún. egykristályt készíteni, annak tulajdonságai különböző irányokban eltérőek lesznek. Ezt a jelenséget számos esetben, a gyakorlatban is kihasználjuk. Jellemző példa a félvezetők esete. A Si, GaAs, GaSb stb. alapú integrált áramköröket ezek egykristály lapkáin alakítják ki. A nagy teljesítményű

gázturbinákban a legnagyobb hőmérsékleten működő ún. elsőköri turbinalapátokat egykristályokból készítik, kihasználva, hogy a turbinalapátok anyagainak (nikkel, illetve kobalt bázisú szuperötvözetek) mechanikai tulajdonságai szintén irányfüggők, illetve azt, hogy az egykristályok nem tartalmaznak ún. nagyszögű kristályhatárokat, ahonnan a törésmenetel kiindulhat.

A Miskolci Egyetem Anyagtudományi Intézetében tervezett és megépített Univerzális Sokzónás Kristályosító (UMC) berendezés kiválóan alkalmas egykristályok növesztésére. Figyelemmel kell lenni arra, hogy a hőmérséklet-különbség (ami sűrűségkülönbséget okoz) áramlásokat indít az olvadék fázisban. Az áramlások hatására ugyanis az egykristályban makrodú-

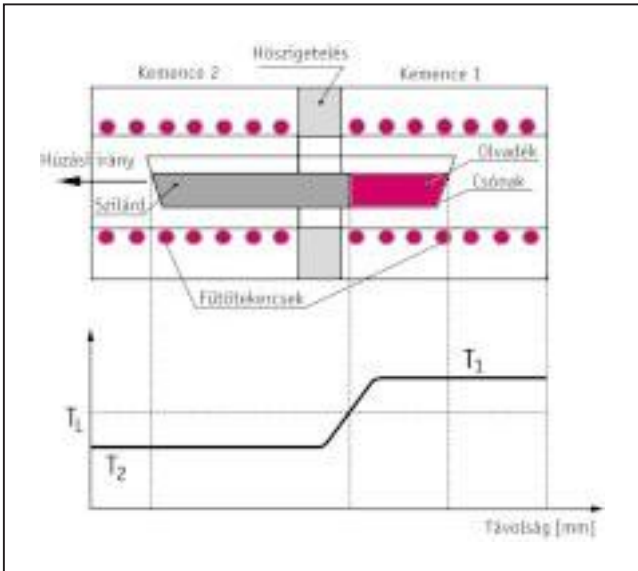
sulás alakul ki, azaz a kristály elején és végén a koncentráció különbözőn fog. A kapszula falán az olvadék fázisban újabb heterogén csíráképződéssel kristálycsírák jöhetnek létre, tönkretéve az egykristályos szerkezetet. Rendkívül különleges tulajdonságú ún. kompozit egykristályokat is lehet készíteni olyan módon, hogy a fémes alapanyaghoz kerámia (oxid, karbid) részecskéket keverünk. Földi körülmények között ezek a részecskék a kristályosodás közben felúsznak vagy leülepednek, attól függően, hogy a sűrűségük kisebb vagy nagyobb-e mint a fémes alapanyagé. Mindezeket a hátrányokat mikrogravitációs körülmények között végzett kristálynövesztéssel lehet kiküszöbölni. A Fémtechnika Tanszék illetve a Tanszékkal szorosan együttműködő MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport az elmúlt néhány évben kidolgozott egy eljárást alakos egykristályok növesztésére UMC-ben, és az eljárás alkalmazásával neutrondiffrakciónál monokromatorként használt egykristályt készített. A munka hosszú távú célja: a kidolgozott eljárásokkal – az UMC-nek az ISS-re való felkerülése esetén – kristályosítási kísérletek végrehajtása mikrogravitációs körülmények között, tervezett mikroszerkezettel rendelkező egykristályok készítése érdekében.

Egykristályok készítése

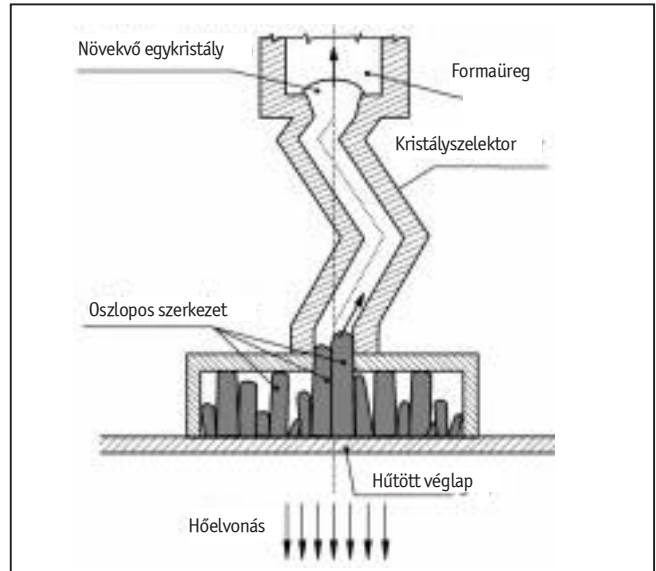
Egykristályt többek között egyirányú hőelvonással lehet előállítani. Az egyirányú hőelvonás megvalósításának egyik legegyszerűbb ún. Bridgmann-Stockberger módszerét az 1. ábra mutatja. Az 1. kemencében a kristályosítandó anyag olvadáspontjánál (T_1) nagyobb T_1 , a 2. kemencében az olvadáspontnál alacsonyabb T_2 hőmérsékletet állítunk be. A két kemence

Veres Zsolt 2001-ben végzett okleveles mérnök-fizikusként. 2001-2004-ig ösztöndíjas doktorandusz hallgató a Miskolci Egyetem Fémtechnika tanszékén, 2004-től tanársegéd ugyanitt. Kutatási területe az egykristályok előállítása.

Roósz András kohómérnöki diplomáját 1968-ban szerezte az NME-n (ma: Miskolci Egyetem). A műszaki tudomány kandidátusa (1983), a műszaki tudomány doktora (1994), az MTA levelező tagja (2004). 1968-tól az ME dolgozója, 1994-től habilitált egyetemi tanár. 1999-től a Fémtechnika és Képlékenyalakítástani Tanszék vezetője, valamint az Anyag- és Kohómérnöki Kar tudományos dékánhelyettese. 1984-91-ig állandó vendégkutató a stuttgarti Max Planck Intézetben. 1992-94-ig vendégprofesszor a Darmstadti Egyetemen. Fő kutatási területei: átalakulások ötvözetekben, kristályosodás, modellezés, űranyag-technológia.



■ 1. ábra. Bridgmann–Stockberger-kristálynövesztő módszer



■ 2. ábra. A kristályszelektor működése

közötti átmeneti zónában egy hőmérsékletlépcső alakul ki, melyet a lépcső meredekségével, az ún. hőmérséklet-gradienssel G [K/mm] lehet jellemezni. A pl.: kerámia csónakba helyezett próbaanyagot az 1. kemencében megolvasztjuk, majd az anyagra jellemző állandó v [mm/s] sebességgel áthúzzuk a 2. kemencébe. Ez idő alatt a csónakban levő anyag egyirányú hőelvonás mellett kristályosodik. Az egyszerű módszer hátránya, hogy a hőmérséklet-gradiens a kristály különböző pontjain különböző lesz, illetve a kapszulát vagy a kemencét mozgatni kell. A mozgás elősegíti az olvadék nem kívánt áramlását. Ezeket a hátrányokat az UMC sokzónás kristályosító küszöböli ki.

A kristályosodás mindig csírák keletkezésével kezdődik. Sajnos egyirányú hőelvonás esetében is több csíra keletkezik. A növekvő csírákból a 2. ábrán látható kristályszelektor választja ki azt az egyet, amelyből az egykristály létrejön.

Az univerzális sokzónás kristályosító

A Miskolci Egyetem Anyag és Kohómérnöki Kara Anyagtudományi Intézetében évtizedes munka eredményeként fejlesztették ki az UMC-t. Az UMC 24 egyedileg programozható hőmérsékletű fűtőzónát tartalmaz. A fűtőzónák hőmérsékletének megfelelő változtatásával az UMC-ben létrehozható a Bridgmann-Stockberger módszerrel bemutatott hőmérsékletprofil. Mivel az egyes zónák hőmérséklete számítógépi program segítségével változtatható,

a hőmérsékletlépcsőt – a berendezés korlátain belül – szabadon mozgathatjuk a kemence hossz tengelye mentén (3. ábra). Ezzel elkerülhető a próba vagy a kemence mozgatása, így az olvadék áramlása csökkenthető, mikrogravitációs körülmények között az áramlás teljesen eliminálható. Az UMC vázlatát a benne levő próbával együtt a 4. ábra szemlélteti.

Alakos Cu-6% Sn egykristály növesztése

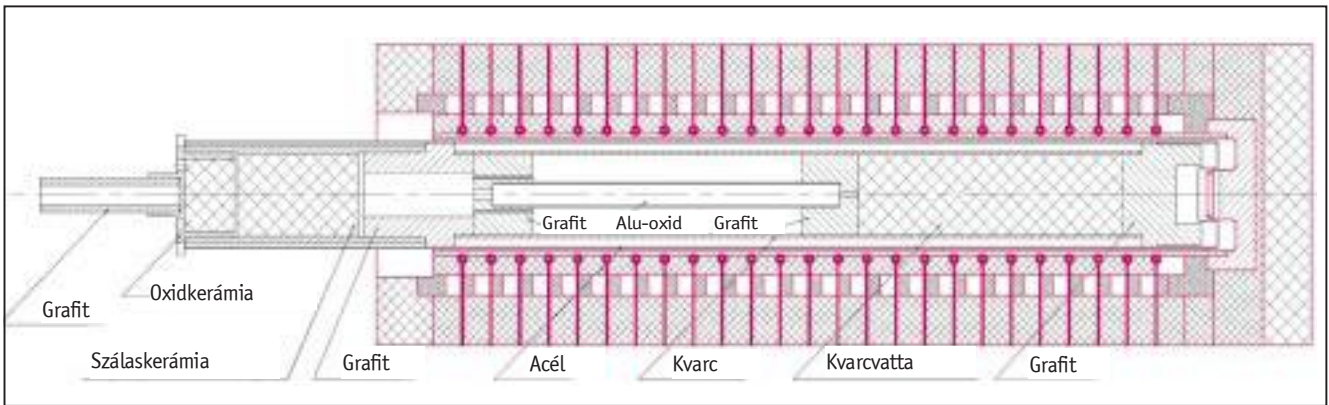
Az alakos egykristályok (pl. turbinalapát) növesztése sokkal nehezebb, mint az egyszerű geometriával (kör, négyzet) rendelkező egykristályok készítése. A nehézség lényege, hogy a változó alakú és méretű kristályosodási front miatt, az átmeneteknél, ahol sarkok és élek találhatók, heterogén csíráképződéssel újabb csírák jöhet-

nek létre, ami lehetetlenné teszi az egykristály készítését. További probléma a megfelelő forma elkészítése.

A kísérletek anyagául modellötvözetként Cu-6%Sn ötvözetet választottuk. A forgácsolással előállított alakos próbatestet a precíziós öntésnél használatos etilszilikátos formázási technológia segítségével vékony kerámia héjjal vontuk be. A kerámia héjba termoelemeket helyeztünk, melyekkel a kísérlet során folyamatosan mértük a próbatest hőmérsékletét. A kerámiával bevont próba elvi ábrája az 5. ábrán látható. A hőmérsékletlépcsőt az ábra szerint jobbról balra (a valóságban fölülről lefelé) mozgatva a próbát először irányítottan megolvasztottuk, majd az ábra szerint balról jobbra (a valóságban alulról felfelé) mozgatva kristályosítottuk. Az így kapott egykristályt a 6. ábrán, az egykristály felüle-



■ 3. ábra. Hőmérsékletlépcső az UMC falán



■ 4. ábra. Az UMC a próbával

tét az irányított kristályosítás nyomaival (párhuzamos primer dendritágak) a 7. ábrán, a belső szerkezetét a 8. ábrán mutatja.

Alakos kompozit egykristály növesztése

A kísérletek célja az volt, hogy megállapítsuk, milyen módon lehet a CuSn olvadékba kerámiarészecskéket juttatni és a kristályosítás során benne tartani. A kísérleti technika merőben más volt mint az előző esetben, hiszen először létre kellett hozni a kerámia részecskéket tartalmazó keveréket, majd ennek átolvasztásával előállítani a kerámia részecskéket magában foglaló egykristályt. A vizsgálatoknál SiC, MoC és WC kerámiaport használtunk.

A porokat golyósmalomban kevertük össze. A porok nem szeparálódtak, sőt a kis WC részecskék beleszártak a CuSn porba (mechanikusan ötvözöttek). A kristályosítás eredményeként ezen esetekben is egykristályokat kaptunk. A bekevert kerámiás részecskék azonban nagyon egyenlőtlenül helyezkedtek el a kristályokban. Ennek oka az alapötvözet és a kerámiás részecskék fajsúly szerinti szeparálódása volt. Egy tervezett úrkíséret célja, az egyenletes részecskeloszlás megvalósítása.

Monokromátor egykristály készítése HEUSLER-ötvözetből

A kristályos anyagok egy további különleges tulajdonsága, hogy a rájuk eső röntgen vagy neutron sugárzást oly módon verik vissza (diffraktálják), hogy a visszavert

sugárzás intenzitása a visszaverődés szögétől függ. Azt a Θ szöveget, ahol a visszavert hullámok interferencia révén erősítik egymást az ún. Bragg¹-egyenlet adja meg:

$$\Theta = \arcsin(n\lambda / 2d)$$

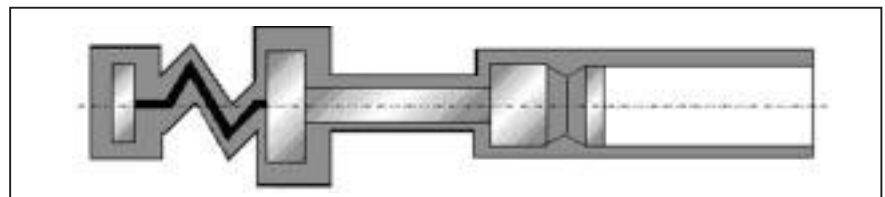
Az egyenletben λ a sugárzás hullámhossza, d a kristálytani síkok távolsága, n természetes szám. Ezt a jelenséget használjuk ki a diffrakciós vizsgálatoknál, de ez a jelenség szolgál egyes sugárzások monokromatizálására, azaz a fehér (mindenféle hullámhosszú sugárzást tartalmazó) sugárnyalábból egyetlen hullámhosszal bíró sugárzást kiválasztani.

A neutron diffrakciós vizsgálatokkal szemben támasztott követelmények megkövetelik a minél nagyobb intenzitású és megfelelő mértékben monokromatizált és polarizált neutronsugarak alkalmazását. A különböző módszerek közül a legjobb a neutronsugár egykristállyal való monokromatizálása és egyidejű polarizálása. Ehhez nagy méretű (5x10x100 mm-es), megfelelően orientált kristályokra van

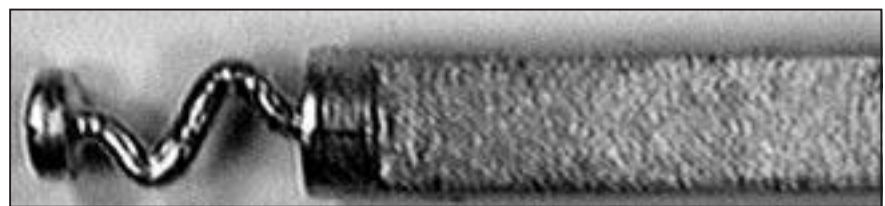
szükség. Ezeket az egykristályokat különleges kristályosító berendezésekben, egyirányú hőelvonással állítják elő. Több ötvözet is alkalmas egykristály monokromátor alapanyagának, de előállításuk még nem tökéletesen megoldott. Praktikus okokból mi az eredeti Heusler-ötvözet mellett döntöttünk.

A Heusler-ötvözet

A Heusler-ötvözet kristályosodása során Cu₂MnAl vegyületfázis keletkezik. A kristályosodás a hűtés során 920°C-on kezdődik és néhány fokok tartományban megy végbe. A hőmérséklet lassú csökkenésével, kedvezőtlen hatásként különböző összetételű kiválások jöhetnek létre. A kísérleteink esetében a viszonylag gyors hűlés miatt csak a β Mn-nak volt ideje kiválni. Ennek a fázisnak a kristályszerkezete a Cu₂MnAl vegyülettel közel azonos, Mn-tartalma azonban jóval nagyobb. A Heusler típusú ötvözetekre jellemző módon a Cu₂MnAl vegyület ferromágneses annak ellenére, hogy az alkotói egyenként nem ferromágnesesek.

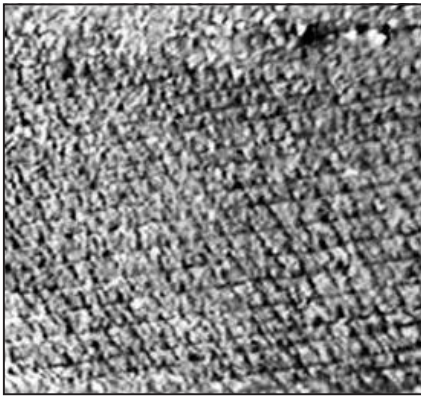


■ 5. ábra. A próba a kerámiahéjjal

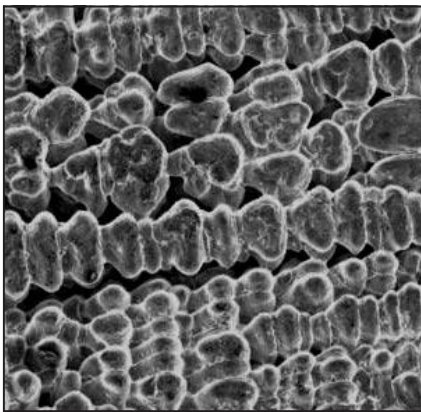


■ 6. ábra Cu-6%Sn egykristály

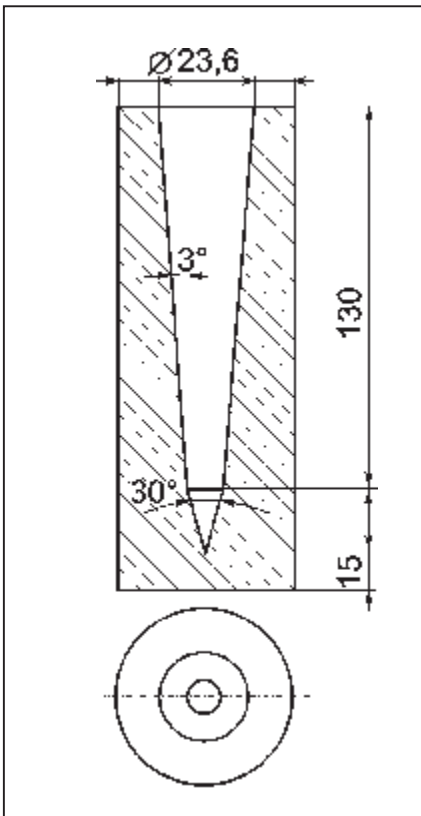
¹W. H. Bragg és W. L. Bragg angol fizikusok (apja és fia) a diffrakció törvényeinek felfedezéséért 1915-ben megosztott fizikai Nobel díjat kaptak.



■ 7. ábra. Cu-6%Sn egykristály felülete



■ 8. ábra. Az egykristály dendrites szerkezet



■ 9. ábra. Alumínium-oxid kapszula

Kristályosítás

A kristályselektoros módszer (egy kristályselektor csak egy kristály növekedését teszi lehetővé) közben kiderült, hogy a Heusler-ötvözet esetében nem szükséges különleges kristályselektor alkalmazása. Egy 30°-os csúcshögű kúpból kiinduló kristályosodás egykristályt eredményez.

Az egykristály előállításához megfelelő hőmérséklet-gradiens és kristályosodási front mozgási sebesség szükséges. A kristályosítási paraméterek változtatásával befolyásolni tudjuk az előállított kristályok tulajdonságait. A kristályokat mozaicitásuk mértékével minősítik.

A mozaicitást a kisszögű szemcsehatárok száma és szöge határozza meg. A mozaicitás mértéke a felhasználás szempontjából lényeges. A mozaicitás mértékét a neutronszórás kísérletnél kapott reflexiós csúcs félérték szélességével ($\Delta\theta$) jellemzik. Ha a mozaicitás túlságosan kicsi ($\Delta\theta < 0,5^\circ$), a neutronnyaláb intenzitása nem kívánt mértékben lecsökken, az ilyen kristállyal monokromatizált nyalábot nehéz, esetleg lehetetlen detektálni. Ha a kristály mozaicitása túl nagy ($\Delta\theta > 1,5^\circ$), a nyaláb nem kívánt mértékben divergens lesz.

A kristályosító kapszula

Ha a kapszula elején lévő kúp hegyén a görbületi sugár megfelelően kicsi, csak egy csíra keletkezik a kristályosítás kezdetekor. Megfelelő kristályosítási paraméterekkel (hőmérséklet-gradiens, front mozgási sebesség) történő egyirányú hőelvonás eredményeként nem keletkeznek új csírák, hanem a kúp hegyében keletkezett fog tovább nőni. A létrehozott darab így egy kristályból áll, orientációja megegyezik a csíra orientációjával.

Ezek figyelembevételével terveztük meg és készítettük el a kristályosító kapszulát. A 9. ábrán látható módon a kapszula egy 30°-os kúppal kezdődik. Azért, hogy a kapszulából ki tudjuk venni a kész kristályt, a kúp 3°-os dőlésszöggel rendelkező hengeres testben folytatódik.

A kapszula alumínium-oxid kerámiából készült. Ennek oka, hogy az új csírák keletkezésének megakadályozása végett a kapszula belső falának a lehető legsimábbnak kell lennie, valamint olyan anyagú kapszulára van szükség, amit a Heusler-ötvözet nem nedvesít.

Kristályosítási paraméterek

A kristályosítási paraméterek többféle variációja mellett végeztünk kísérleteket. Ezek mindegyike egykristályt eredményezett. A kristályok csak mozaicitásukban térnek el egymástól.

- Használt hőmérséklet-gradiensek [K/mm]: 3; 4; 6; 8
- Használt kristályosítási sebességek [mm/h]: 2; 3

A kísérleti eredmények alapján egyértelműen megállapítható, hogy a hőmérséklet-gradiens és a kristályosítási sebesség csökkentésével a kristály mozaicitása csökkenthető. A kialakult mozaicitás 1-3° között változott.

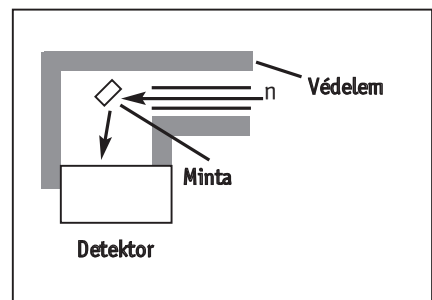
Előállított kristályok

Az előállított kristályokat fénymikroszkóp, energiadiszerp mikroszonda, neutron-diffrakciós vizsgálatok és röntgen Laue-felvételek segítségével minősítettük. Megállapítottuk, hogy a darabok összetétele megfelelő, hely szerint nem változik jelentős mértékben. Kristályhatárok nincsenek, a darabok egykristályok.

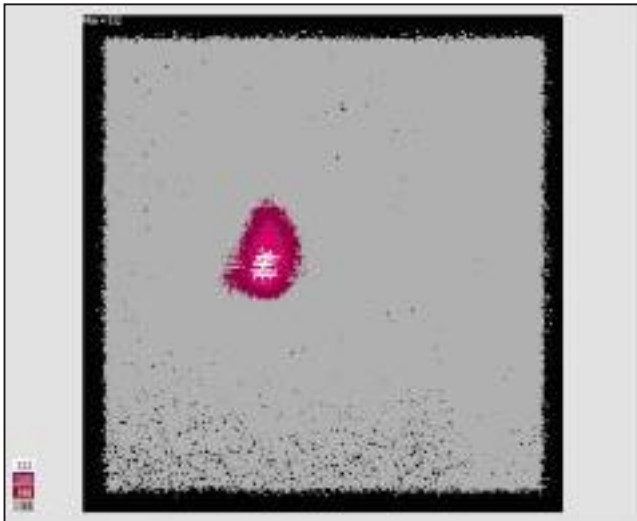
Neutrodiffrakciós vizsgálatok

A kész darabokon neutrodiffrakciós vizsgálatokat végeztünk, hogy a kristályokat a mozaicitásuk alapján minősíteni tudjuk. A vizsgálatokat a KFKI-OSZKI-ben végeztük egy kétdimenziós detektor és polikromatikus neutronnyaláb segítségével. A mérési összeállítás a 10. ábrán látszik. A vizsgált kristályról visszaszórt neutronokat a kétdimenziós detektor érzékeli. A 11. ábrán látható képet kapunk, amin az adott pontba beérkező neutronok számát a pont színe mutatja. Minél világosabb, annál nagyobb a „beütések” száma. A mérési összeállítás és a kapott kép adataiból megállapítható a kristály helyzete és mozaicitása.

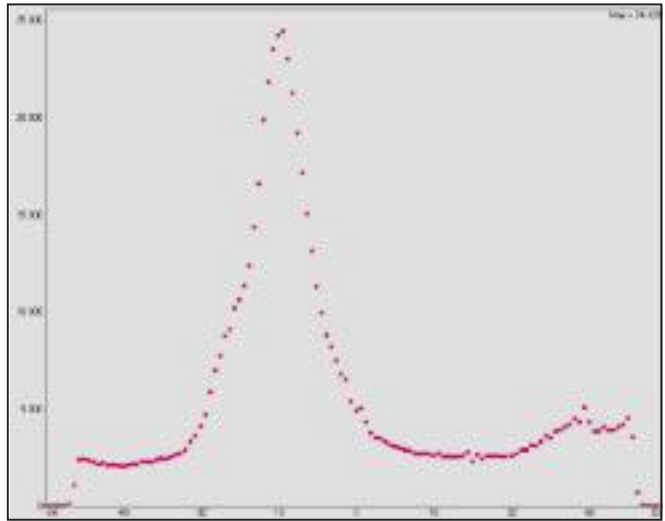
A fenti diffrakciós képhez tartozik egy



■ 10. ábra. Neutrodiffrakciós mérési összeállítás



■ 11. ábra. Neutrodiffrakciós szórás kép



■ 12. ábra. Intenzitáseloszlás függvény

adatmátrix. Ha az adatokat az x vagy az y tengely mentén értékeljük, egy szög tartományra megkapjuk a mérés intenzitáseloszlás függvényét. (12. ábra) Az így kapott görbe félértékszélessége felel meg a vizsgált kristály mozaicitásának.

Eddigi kísérleteink során sikerült olyan módszert kifejleszteni, amelyik alkalmas egykristály gyártására Heusler-ötvözetből. A kristályok minősége a kristályosítási paraméterek segítségével a kívánalmaknak megfelelően változtatható. Az előállított kristályok orientálás és darabolás után alkalmasak lesznek neutronnyaláb monokromatizálására és egyidejű polarizálására.

Tervek

A földi kísérletek űrkísérelt tervét alapozták meg. Amennyiben az UMC felkerül az ISS-re, mindhárom kísérletcsoportból érdemes kísérletet végrehajtani. A kísérletek célja annak megállapítása lenne, hogy (I) az alakos egykristály növesztése esetén a falhatás mennyire érvényesül,

(II) lehetséges-e az áramlások teljes kiküszöbölése,

(III) meg lehet-e akadályozni a kerámia részecskék szeparálódását,

(IV) milyen hatása van az áramlások elmáradának a Heusler-ötvözet mozaicitására.

Természetesen amíg az UMC felkerül az ISS-re, folytatjuk a földi kísérleteket. Kidolgozzuk a magkristályra növesztés technológiáját annak érdekében, hogy a további felhasználás céljainak megfelelő egykristályokat lehessen Heusler-ötvözetből az UMC-ben előállítani.

Irodalom

- [1] Köster, W.-Gödecke, T.: Das Dreistoffsystem Kupfer-Mangan-Aluminium, Z. Metallkunde, 1966, 12, 889-901
- [2] Goldschmidt, D.: Einkristalline Gasturbinschaufeln aus Nickelbasis-Legierungen, Mat.-wiss. und Werkstofftech, 1994, 25, 311-320
- [3] Roosz A.-Watring, D.-Roosz T.-Teleszky I.-Tatir L.: A new technology to produce Shaped Cast Single Crystal, Pro-

ceedings of 4th Decennial International Conference on Solidification Processing, Sheffield, 7-10 July, 1997

- [4] Szőke J.-Tolvaj B.-Roosz A.: Az univerzális sokzónás kristályosító hőtechnikai modellje. Gép, XLVIII, 1996, 9-11 o.
- [5] Szőke J.-Roosz A.-Tolvaj B.-Roosz T.: Modelling and testing the thermal behavior of UMC, Mat. Sci. Fórum, 2000, 329-330, 4415-422
- [6] Veres Zs.-Roosz A.: Heusler-ötvözet kristályosítása VIII. FMTÜ Kolozsvár 2003.03.21-22, Proceedings, pp.311-314
- [7] Veres Zs.-Roosz A.: Egykristály előállítása Heusler-ötvözetből, Miskolci Egyetem Anyag- és Kohómérnöki karának tudományos ülészsaka Miskolc 2003.09.04-05
- [8] Veres Zs.-Roosz A.: Egykristály előállítása Heusler-ötvözetből, OAAKK Balatonfüred 2003.10.12-14
- [9] Veres Zs.: Egykristály előállítása Heusler-ötvözetből, Doktoranduszok fóruma, Miskolc, 2003.11.06

■ MŰSZAKI-GAZDASÁGI HÍREK

Szélérőmű park épül Vépen. Akár már az idén májusban üzemelni kezdhet az első szélmotor a Vas megyei Vépen. A Szélenergia Vép Energiatermelő Kht. tervei között 2008 végéig egy 24 szélmotorból álló szélérőmű park létrehozása szerepel – jelentette be Boldizsár Sándor, a közhasznú társaság képviselője.

„Közbeszerzési pályázat keretében vá-

lasztottuk ki a német Enercon szélmotorokat gyártó céget az első szélmotor elkészítésére és felállítására” – mondta. Hozzátette: az Enerconnal már szerződést kötöttek a 230 millió forint értékű beruházásról, amelyet 90 százalékban a Phare CBC program támogatásából, 10 százalékban saját erőből finanszírozzák.

Az első vépi szélmotor megfelelő szél-

sebesség mellett 600 kilowattnyi villamos energiát termel majd óránként, amelyet a helyi elektromos szolgáltató cég, az EON Rt. hálózatába táplálnak be. Vépen ennek fejében kedvezményesen számlázzák majd ki a közvilágítást, ezzel az önkormányzat évi 5-10 millió forintot takarít meg.

A tervek szerint 2006 végéig újabb négy szélmotor, 2008-ig pedig további

18-20 szélmotor üzemelhet majd Vép hátrában. Ehhez természetesen a közhasznú társaság további uniós támogatásokra kíván pályázni.

☞ <http://www.geographic.hu>

Afrika áttér a geotermikus energiára? A nyolc vezető ipari ország környezetvédelmi miniszterei az angliai Breadsall-ban pénteken szükségesnek látták elindítani az afrikai kontinens jelentős geotermikus erőművi programját – az ENSZ égisze alatt –, enyhítendő az afrikai országok energiaszámláját, és tekintettel arra, hogy a magas olajár miatt eladósodásuk növekedésével kell számolniuk.

A geotermikus erőmű fejlesztés tiszta energiára épül, a hévíz egyébként is ott rejtőzik a kontinens alatt, a Vörös tengertől Mozambikig. Ennek potenciális haszna óriási a máskülönben energiaforrásoktól megfosztott térségbeli államok számára. Ám a geotermikus erőmű program megvalósításához még jelentős technikai és még jelentősebb pénzügyi akadályokat kell legyőzni – húzza alá az ezzel kapcsolatos jelentés.

A miniszterek szükségesnek látják emellett az illegális trópusi fakivágás, ezen évi 15 milliárd dollárosra becsült üzlet problémájának kezelését is, amely miatt fokozatosan elpusztulnak az esőerdők. Ezen a téren azonban nem látszik körvonalazódni egyetértés, főleg a trópusi fával folyó kereskedés korlátozásáról.

☞ <http://www.geographic.hu>

Emlékezőfémek. Tudósok kifejlesztettek egy olyan nikkeltitán (Nitinolnak elnevezett) ötvözetet, amely képes két különböző alak felvételére, majd megfelelő behatásra az eredetivé való visszaalakulásra. A Nitinolt először meghatározott formára lehet alakítani, ezt követően átalakítani egy másik formájúvá, majd egy kritikus hőmérsékletre való felmelegítéssel visszakapják az eredeti formát. Ellenáll az anyagfáradásnak is, vagyis a törés veszélye nélkül sokszor meg lehet hajlítani. Ez az igen figyelemreméltó ötvözet számos jobb minőségű új eszköz, például fogszabályozók, sebészeti csipeszek és szemüvegeretek elkészítését tette lehetővé.

☞ *Metalforum*, 4. 73. sz. 6. (2005.)

Új hidrogénforrás. A kutatók nemrégiben „mikrobás tüzelőanyag-cellában” állítottak elő hidrogént. A berendezés működtetéséhez kevesebb energia szükséges, mint

a mobiltelefonhoz felhasznált energia 5 százaléka, és olyan biomasszából nyer ki hidrogént, amely nem bontható le természetes úton.

A hagyományos, hidrogént termelő fermentációhoz szénhidrát alapú biomassza szükséges. A reakcióban a hidrogénon kívül különböző melléktermékek is keletkeznek (például ecetsav és vajsav), amelyeket a baktériumok már nem bontanak le hidrogénné. A kutatók olyan mikrobás tüzelőanyag-cellát módosítottak a hidrogén előállításához, amelyet korábban szennyvíz tisztítására terveztek. A hidrogéntermeléshez eltávolították a rendszerből az oxigént és egy kevés energiát tápláltak be. 0,25 volttal négyszer annyi hidrogént állítottak elő, mint a hagyományos fermentáció során, és a cella minden biológiai úton lebontható, oldott szerves anyaggal használható.

Persze, nincs annyi hulladék biomassza, hogy a világ teljes hidrogénszükségletét kielégítse, de ez a fajta megújuló energiatermelés csökkentheti a szennyvízkezelés költségét, és elősegítheti, hogy a hidrogént energiaforrásként hasznosítsák.

☞ <http://origo.hu/tudomany/technika>

Már nem a gyémánt a legkeményebb anyag. A Bayeruthi Egyetemen szén nanocsövekből létrehozták a világ legkeményebb anyagát.

Eddig a gyémánt volt a világ legkeményebb anyaga. A gyémánt rugalmassági modulusza 443 gigapascal. Keménységének titka, hogy kristályszerkezetében minden szénatom négy másik szénatommal kapcsolódik erős kovalens kötéssel. Natalia Dubrovinszkaja kollégáival – Leonyid Dubrovinszkijjal és Falko Langenhorsttal – szabadalmaztatta az eljárást, amellyel 491 gigapascal rugalmassági modulusú anyagot lehet előállítani.

Az új anyag, amelyet „gyémánt nanorúd-tömörítőanyag” (ADNR) neveznek, összefonódó apró gyémántrudakból áll. A gyémántrudak 5-20 nanométer átmérőjűek és körülbelül 1 mikron hosszúak.

Az ADNR létrehozásakor a karbon-60 molekulákat (60 szénatomból álló pirinyó gömböket) 20 gigapascal nyomással összehapréselték, miközben mintegy 2200 °C-ra hevítették. Az így kapott terméken végzett vizsgálatok alapján megállapították, hogy az ADNR 0,3 százalékkal sűrűbb a gyémántonál, és a jelenleg ismert legkevésbé összenyomható anyag.

☞ <http://index.hu/tech/tudomany>

A hidrogéné a jövő? A hidrogénhajtású járművek legnagyobb előnye, hogy a hidrogénon túl csak a levegő oxigénjét igényli, az egyetlen melléktermék pedig a kristálytiszt víz lesz. A károsanyag-kibocsátás így a nulla felé konvergál, bár szkeptikusok arra is figyelmeztetnek, hogy a sűrített hidrogén előállítása nemcsak hogy igen költséges, hanem legalább ugyanannyira környezetszennyező, mint maga a benzin, illetve annak égéstermék. Mivel bonyolult kémiai folyamatok révén tudják csak kinyerni különféle anyagokból a hidrogént, ehhez pedig igen sok fosszilis energiára van szükség, így egyes vélemények szerint a hidrogénhajtású motorok semmivel sem környezetkímélőbbek. Ugyanakkor tudósok hada éppen azon dolgozik, hogy hogyan lehet hidrogént minél egyszerűbben előállítani, másrészt kicsi helyen, nagy sűrűségben tárolni. A legutóbbi kísérletekben már a napenergia és a víz segítségével próbálják meg előállítani a hidrogént, amelynek gyártása így olcsóbbá és környezetkímélőbbé tehető.

Az utakon egyébként már most is futnak olyan hibridautók, melyeket részben a hagyományos belsőégésű motorok hajtának, másrészt különböző energiaforrások révén működő akkumulátorok. Az első hibridautót még 1928-ban Ferdinand Porsche tervezte, a kilencvenes évek közepétől pedig ugrásszerűen megnőtt az érdeklődés a környezetkímélőbb és megújuló energiaforrásokat igénybe vevő autók iránt.

☞ <http://www.geographic.hu>

Termikus fúrás. A Formdrill (formafúró) termikus fúró- és perselyformáló szerkezet, amelyet egy nagy teljesítményű oszlopos fúrógép tokmányába foghatunk be. Segítségével erős furat készíthető egy lemezbe vagy vékony falú csőbe, egy, a fúrásnál kialakított persely formájában. Ebben a perselybe lehet menetet vágni, vagy átmenő furatként használni hegesztett, forrasztott vagy keményforrasztott kötésekhez, de teherhordó felületként is használható. A Formdrill furatot képez anyagroncsolás nélkül. Sokfajta anyagnál használható, ajánlott acél és színesfém pl. lágyvas (1100 N/mm szilárdság), rozsdamentes acél, réz, bronz és a legtöbb alumíniumötvözet megmunkálásához.

☞ *Metalforum* 06. sz

Addig éljen a lap, amíg a tagság igényli!

Megalakult a BKL Kohászat szerkesztőbizottsága

A BKL Kohászatnál hagyományosan a szerkesztőbizottság tekintette feladatának a lap stratégiájának meghatározását és a megjelent lapszámok kritikai értékelését. Ezt a funkciót a lap szerkesztőbizottsága a legutóbbi időig sikeresen betöltötte. *Prohászka János* akadémikusnak a szerkesztőbizottság elnöki tisztéből való visszavonulása után mostanra teremtődtek meg egy új szerkesztőbizottság létrehozásának feltételei.

A szakosztályok javaslata alapján a következő tagtársak fogadták el a szerkesztőbizottsági tagságba való felkérést:

Vaskohászati szakosztály:

dr. Réger Mihály

dr. Tardó Pál

dr. Takács István

Fémkohászati szakosztály:

dr. Csurbakova Tatjana

dr. Hatola Pál

dr. Kórodi István

Öntészeti szakosztály:

dr. Bakó Károly

dr. Lődai Balázs

dr. Sándor József

Egyetemi osztály:

dr. Dúl Jenő

dr. Károly Gyula

dr. Kékési Tamás

dr. Róusz András

A szerkesztőbizottság alakuló ülését dr. Verő Balázs felelős szerkesztő hívta össze 2005. június 22-re. Az ülésen a szerkesztőség tagjai is részt vettek.

A megjelenteket Verő Balázs köszöntötte majd ismertette a lapkiadás helyzetét. Elmondta, hogy a szerkesztőség végzi a lappal kapcsolatos napi teendőket a megszokott rend szerint, a lap nyomdai előkészítését és nyomtatását a Press+Print Kft. végzi Kiskunlacháznál. A három lappal kapcsolatos koordinációs tevékenységre az egyesület egy új bizottságot hozott létre (kiadói bizottság) dr. Lengyel Károly vezetésével.

A szerkesztőség véleményét tolmácsolva kifejtette, hogy a szerkesztőbizottság ismételt megalakulását a lap stabilitása szempontjából tartják fontosnak.

Ezt követően – az alakuló ülést megelőző

egyeztetés alapján – dr. Sándor Józsefet javasolta a bizottság elnökének. Más személyre javaslat nem hangzott el. A bizottság tagjai egyhangúlag dr. Sándor Józsefet megválasztották a szerkesztőbizottság elnökének.

Verő Balázs gratulált az új elnöknek, átadta neki a szót és az ülés vezetését.

Sándor József megköszönte a bizalmat, kiemelte, hogy a bizottság alapvetően arra fog törekedni, hogy biztosítsa a lap megjelenését mindaddig, amíg a tagság igényt tart rá. Tisztában van azzal, hogy a lap kiadásának ügye mindig az érdeklődés előterében van. Várható, hogy váratlanul felbukkanó problémák a jövőben is lesznek, a bizottság ezek megoldásában is segíteni próbál majd. A megjelenéssel kapcsolatos gondok kezelésén túl fontosnak tartja, hogy a bizottság segítsen a lap szakmai színvonalának emelésében és a szakmai hagyományaink megőrzésében.

Az elnök a bizottság első feladatának tekinteti munkarendjének kialakítását. Ehhez segítséget adhatnak az egyesület alapszabályának a lappal kapcsolatos paragrafusai. Erről a következőkben *Hajnal János* adott tájékoztatást, aki tagja a szerkesztőségnek és a kiadói bizottságnak is.

Az idézett paragrafusok tartalma szerint a lap mellett működő szerkesztőbizottság létrehozható. A tagjait a felelős szerkesztő kéri fel a szakosztályok javaslata alapján (ahogy ez a jelen esetben is történt). A szerkesztőbizottság működési rendjére vonatkozó előírás az alapszabályban nem található, de a bizottságnak nyilvánvalóan az egyesület céljaival teljes összhangban kell működnie.

A következőkben a bizottság tagjai részéről hangzottak el javaslatok, észrevételek.

Dr. Bakó Károly egyetért azzal, hogy a bizottság alapvető feladata a lap stratégiájának kidolgozása és végrehajtásának ellenőrzése. A lapkiadás anyagi feltételeinek megteremtése az egyesület, pontosabban a szakosztályok feladata.

Dr. Károly Gyula a lap sokszínűségének megőrzése mellett foglalt állást, és hangsúlyozta,

hogy a bizottság tagjainak a megjelenő cikkek szakmai szűrésében is szerepet kell vállalnia. Kiemelten fontosnak tartotta a PhD hallgatók cikkeinek megjelentetését.

Dr. Kékési Tamás szerint arra kell törekedni, hogy a megjelenő tudományos cikkek színvonala az impaktfaktoros folyóiratokban megjelenők színvonalához közelítsen.

Dr. Dúl Jenő a fiatal mérnökök publikációs tevékenységének támogatását nagyon fontosnak tartja, összhangban a választmány törekvéseivel. Az egyesületi közös számok megjelentetését a maga részéről nem tartja célszerűnek.

Dr. Sándor József az élénk vitát összefoglalva megállapította, hogy a bizottság elsőrendű feladata a különböző szándékok és igények összehangolása és ennek közvetítése a szerkesztőség felé. Ezután felkérte a szerkesztőség tagjait, hogy fogalmazzák meg, miben várna segítséget, véleményt, útmutatást a bizottságtól.

Dobránszky János a lap ideális szerkezetére vonatkozó javaslat kidolgozását kérte (rovatok formája, cikkek, hírek aránya stb.), míg *Szende György* a külföldi szerzők cikkeinek megjelentetésével kapcsolatban kért állásfoglalást. Arra is utalt, hogy az operatív vezetés nagyobb tiszteletet adjon a lapnál folytatott munkának.

Hajnal János a bizottság lapértékelő munkájának fontosságát hangsúlyozta (évenkénti lapbírálat).

Lengyel Károly felhívta a szerkesztőbizottság figyelmét arra, hogy a szerkesztőség fiatalítása égető probléma, és kérte segítségüket.

Az ezt követő kötetlen beszélgetésben Károly Gyula részéről elhangzott az a javaslat, hogy kérjük ki a tagság véleményét arról, hogy mit szeretne olvasni a lapban. Dúl Jenő elismeréssel szövegezte a szerkesztőség sokévi munkájáról.

Sándor József megköszönte az aktív részvételt, jó alkalomnak vélte a bizottság összehívását a szeptemberben esedékes kari tudományos konferencia kapcsán.

 dr. Fauszt Anna, dr. Verő Balázs

Történelmi városok vezetőinek találkozója

Az OMBKE és a selmecbányai intézmények egyre bővülő baráti kapcsolatai új, fontos állomáshoz érkeztek.

Selmecbányai vezetők már korábban felvetették, hogy szívesen alakítanának ki testvérvárosi kapcsolatokat valamely magyarországi várossal.

Az OMBKE választmányának legutóbbi ülésén elhangzott a felhívás a szóba jöhető városok számbavételére és megfelelő javaslat kidolgozására. Ezt követően *Petrusz Béla* alelnök, a fémkohászati szakosztály elnöke tárgyalást kezdett Székesfehérvár polgármesterével, amely gyors és kedvező eredménnyel zárult. A város vezetése kész az együttműködésre. Ennek alapján 2005. május 27-én székesfehérvári és OMBKE delegáció utazott Selmecbányára, melynek tagjai voltak: *Warvasovszky Tihamér* polgármester, *Radetzky Jenő*, a Fejér megyei Ipari és Kereskedelmi Kamara elnöke, *Schultz György*, a polgármesteri kabinet igazgatója, *dr. Tolnay Lajos* elnök, *Petrusz Béla* alelnök, *dr. Vörös Árpád*, az NKB elnöke. A küldöttséget fogadó partnerek: *Ing. Ivan Gregán* polgármester-helyettes, *dr. Ing. Jozef Karabély*, a selmecbányai bányász egyesület elnöke. A találkozón részt vett *Peter Moravitz* (az OMBKE tiszteleti tagja), aki a kétoldalú kapcsolatok ápolásában és bővítésében kiemelkedő érdemeket szerzett.

A megbeszélésekre a városháza tanácstermében került sor (1. ábra). A képen látható háromtagú együttes a város iránti szeretetet, hűséget kifejező dalokat adott elő. Ezt követően a történelmi város

múltját, kultúráját és a lakosság városához fűződő bensőséges kapcsolatát megéneklő vers előadására került sor. E megható előjáték után *Ivan Gregán* polgármester-helyettes a város történelmét, jelentős bányászati és kulturális múltját, jelenét és jövőbeni törekvéseit összefoglaló beszéddel üdvözölte a vendégeket. Ennek során kiemelte, hogy az 1993 óta a világörökségek sorába került város az idegenforgalomban látja jövőjét. A városba érkező turisták túlnyomó része Magyarországról érkezik.

A szívélyes üdvözlő szavakat *Warvasovszky* polgármester köszönte meg, és ezt követően a vendégek véleményüket a város vendégkönyvében is rögzítették. A felek megállapodtak abban, hogy a testvérvárosi megállapodás tervezetét a magyar város vezetői készítik el, és annak aláírására összel kerül sor Székesfehérváron.

A szívélyes légkörű megbeszélést és fotózást (2. ábra) követően városnézésre indultak a partnerek.

✍ V. Á.



■ 1. ábra.



■ 2. ábra.

„Mindig van perspektívája annak, aki nagyobb teljesítményre képes”

Ezzel a mondattal buzdította hallgató-ságát *Petrusz Béla* a, MAL Rt. alelnöke, a fémkohászati szakosztály elnöke a 2005. június 3-án megtartott inotai szakmai nap bevezető előadásában. Sajnálátát fejezte ki fiatal szakembereink eltávozásá miatt, akik az elkövetkezendő évek komoly termékfejlesztéseiben már nem vesznek részt. Stratégiai termékeink felsorolásánál kiemelte, hogy a nagyobb hozzáadott értékű termék (szalag, húzott huzal) gyártása le-

het a célunk. Határozott kijelentése, mely szerint az elektrolízis rövidebb-hosszabb ideig tartó működtetése körül sok a bizonytalanság, de a kohó léte nem energiakérdés, hanem környezetvédelmi, a hallgatóság körében nem sok reményt hagyott.

„Az alumínium félgyártmányok jelenlegi helyzete és jövőképe” címmel *Csatnó Géza* vezérigazgató-helyettes tartott előadást. Érdekes volt a bemutatott körkép piaci részesedésünkről. A durvahuzal- kivi-

telünk Ausztria igényét 80%-ban elégíti ki, a hidegen hengerelt szalag olasz, cseh és lengyel felhasználók mellett túlnyomó részt a hazai piacra kerül, húzott huzalokkal svájci, német és svéd felhasználók mellett spanyol és angol piacokat szeretnénk meghódítani, tárcsával a hazai piaconon kizárólagos beszállítók vagyunk és a cseh igények 50%-át szállítjuk.

Az utóbbi időben a kevés sikeres kész-árufelvezetés ténye mellett, a célok meg-

valósításához fejlesztési irányként a következőket adta meg:

- minőségfejlesztések (szilárdság, szövet-szerkezet, homogenitás),
- hulladékok előkészítése a minél nagyobb hulladékarány eléréséhez,
- korszerű, kis leégésű olvasztókapacitás kiépítése,
- a szélesebb öntvehengerelt alapanyag részarányának növelése,
- húzott huzalok hőkezelésének fejlesztése,
- alumínium félglyártmányok továbbfeldolgozási stratégiája.

Felvázolta a jövő termékszerkezetét, melyben távlati célként a 2004. évi termeléshez viszonyítva a tárcsa másfélszeresét, a húzott huzal kétszeresét és a szalag háromszorosát kell elérni.

„Az új Thermcon-kemence bemutatása” címmel *Jenét Gábor* divízióigazgató számolt be új ~900 mFt-os beruházásunkról. A körütekintő, gondos kemencekiválasztás utáni építés megkezdését jelentette be. Az előadás kitért az új kemence nyúj-

totta előnyök bemutatására, a regeneratív tüzelésű kétkamrás kemence alkalmazására a tömbök és vastagabb hulladékok, valamint a vékony hulladékok olvasztására, csapolási lehetőségekre fémszivattyúval, vákuummal és a leeresztő csapolónyláson. Jövőbeni célként említette, hogy az 1 000-2 000 t/év hulladékfelhasználásunk várhatóan 15 000 t/év lesz.

„Lauener szalagöntőde működésének értékelése” címmel *Szűcs Zoltán* csarnokvezető a szalaggyártási eljárások összehasonlításával kezdte előadását. A hengerelhető méreten és teljesítményen kívül kiemelte az ikerhengeres eljárás előnyeit a Rotary-eljárással szemben, a szimmetrikus kristályosodást és a nagyságrenddel nagyobb dermedési sebességet. (Lauener 300 °C/sec, Rotary 3 °C/sec).

A technológia és a berendezésfejlesztések ismertetésénél kiemelte a külső szaktanácsadók, a belső munkatársak és a labor segítségét. Folyamatos további fejlesztések között említette többek között a

szalagszélmarás tökéletesítését, a vásárolt hulladék arányának növelését, a hengerháj élettartamának növelését.

Sélefi Albert divízióigazgató „Az inotai huzalgyártás 2003-2004. évi műszaki gazdasági eredményei” címmel tartotta rövid beszámolóját.

A kimutatások alapján változatlanul a divízió értékesítésének több mint 90%-át teszik ki az ötvözött és ötvözetlen húzott huzalok, valamint az ötvözetlen élelmi-szeripari huzalok.

Az elmúlt évben 113 ajánlatból csak 31 db rendelés lett. Ennek okát vizsgálva, nagy feladat lesz a vevők meghódítása.

Petrusz Béla záró szavaiban reményét fejezte ki, hogy a legközelebb szeptember végén megrendezendő szakmai nap még több érdeklődőt vonz.

A rendezés és a színvonalas előadások hírére továbbítva ebben joggal reménykedhetünk.

Rajnai Kálmánné

Jól sikerült tudományos szakmai nap és baráti találkozó Szigetközben

Az OMBKE mosonmagyaróvári helyi szervezete 2005. június 3-4-én tartotta tizenkettedik alkalommal a hagyományos szigetközi baráti találkozóját, egybekötött „tudományos szakmai nappal” a Dunaszigeten, a MOTIM Rt. üdülőjében. Ezúttal is gazdag, változatos programot állított össze a helyi szervezet vezetősége.

A megjelent kollégákat és hozzátartozókat, valamint a vendégeket – mintegy 80 főt – *Ferencz István*, a helyi szervezet elnöke köszöntötte. Őt követően *Csutak István* titkár ismertette a rendezvény programját, és eredményes tanácskozást kívánt a tudományos szakmai nap résztvevőinek.

Nagy figyelem kísérte *Dr. Nagy Géza* PhD főiskolai tanár, okl. kohómérnök (Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék, Győr): „A tisztább termelésről az ipari ökológiáig” címmel megtartott előadását, melynek főbb megállapításait az alábbiakban foglaltuk össze:

- Az előadás bevezetőjében az ENSZ Környezet és Fejlődés Bizottság által 1987-ben kiadott „Közös jövőnk” átfogó programban rögzítettek szerint definiálta a fenntartható fejlődés fogalmát. Ez röviden olyan fejlődést jelent, mely úgy biztosítja a jelen szükségleteinek a kielégíté-

sét, hogy az nem károsítja a jövő generációk igényeinek a kielégítését. Kifejtette, hogy ezt a célt a javak és szolgáltatások előállítására, valamint a fogyasztás területén tett, teendő összehangolt környezetbarát intézkedésekkel lehet és kell elérni.

- A 90-es évek második felétől hazánkban is terjedő (az ENSZ, UNIDO/UNEP szervezetei által indított „Nemzeti Tisztább Termelési Központok” – hazánkban '97-től működő TTMK által terjesztett) tisztább termelésátfogó stratégia arra fókuszál, hogy a technológiai folyamat anyag- és energiaforgalmának elemzésével és a gondos bánásmód általánossá tételével a hatékonyságot növelje, vagyis a termékben megjelenő erőforrás-felhasználás fajlagos értékeit csökkentse. Így a környezetbarát termelés gazdasági eredményt is biztosít, ami a fenntartható fejlődést szolgálja.

- „Összességében tehát arra kell törekedni, hogy a természeti erőforrások minél hatékonyabban hasznosuljanak, minél hosszabb ideig maradjanak a gazdasági körfolyamatban (termelés, elosztás, fogyasztás), és így a társadalom megelégedésére, az ökológiai szempontok figyelembe vételét gazdaságos termelés kere-

tei között tudják biztosítani, azaz a fenntartható fejlődést szolgálni.” – hangzott el az előadás során.

Nagy figyelem kísérte *Alexander Koch* – *Miklós István*: „Korszerű magbevonó anyagok az öntészet számára” címmel elhangzott előadását is. A nagy érdeklődést kiváltó előadásokhoz többen is hozzászóltak, és az előadók válaszaikban tovább bővítették az elhangzottakat.

A szakmai program után jó étvágygal elfogyasztott vacsora következett, majd baráti beszélgetés és „közös vidámság” tette hangulatossá a baráti összejövetelt.

Másnap – a kedvező időjárásnak köszönhetően – lehetőség adódott Szigetköz alaposabb megismerésére. Így többen ellátogattak Hédervár községbe, ahol megtekintették a XIII. századi alapokra épített Boldogasszony-temetőkápolnát, melyet az 1680-as években a lorettói kápolnával bővítettek ki. Egyike a kevés kora barokk emlékeknek a falu közepén emelt Szt. Mihály plébániatemplom.

A gazdag program megszervezéséért köszönet illeti *Tamas Tivadar* szervezőtitkárt.

Dr. László László

85. születésnapját ünnepelte

Katona László okl. kohómérnök Hajdúszoboszlón született 1920. 11. 20-án. 1944-ben matematika-fizika szakos tanári, 1960-ban kohómérnöki, 1967-ben kitüntetéses hőkezelő szakmérnöki diplomát szerzett.

1944-1955 között tanárként dolgozott Ózdon. 1950-ben az Ózdi Kohó és Gépipari Technikumba helyezték, melynek igazgatója volt az iskola 1955-ben történt megszűnéséig.



1946-ban bekapcsolódott a technikusok esti tagozaton történő nevelésébe, ahol 1951-1974 között vezetője volt az ózdi gépész, villamos és kohász középfokú oktatásnak, valamint a Dunaújvárosi Kohászati Főiskola kihelyezett tagozatának.

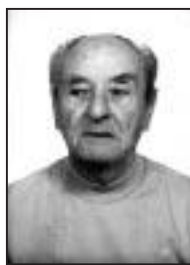
1955-ben az Ózdi Kohászati Üzemben kutatómérnökként kezdett dolgozni, majd 1975-ig a Metallográfiai Osztályt vezette. 1980-ban történt nyugdíjba vonulásáig a műszaki vezérigazgató-helyettes műszaki-gazdasági tanácsadója volt.

Vállalati izotópfelelősként bevezette Ózdon a radioaktív izotópos vizsgálati módszert. Anyagvizsgálati ellenőrzése mellett készültek a März-kemencék elpárolgató hűtésének kazánjai és a füstgáz-hasznosító kazánok. Részt vett számos kutatási munkában. Szakcikkei jelentek meg. Előadásokat tartott hazai konferenciákon, és társszerzőként külföldieken. Tagja volt az MTA Észak-Magyarországi Anyagvizsgáló Csoportjának.

Munkája elismeréséül Miniszteri Elismerő Oklevelet, az Oktatásügy Kiváló Dolgozója, kétszer a Kohászat Kiváló Dolgozója és a Miniszter Tanács Kiváló Munkáért kitüntetésekert kapta.

Kovács Győző 1957-ben végzett a BME Gépészmérnöki Karának melegtechnológus ágazatán, majd 1967-ben ugyanott képlékenyalakító szakmérnöki diplomát szerzett. 1946-63. között a Ganz-Mávagban hőkezelő üzemvezető. 1963-68-ban a Budapesti Kőolajipari Gépgyárban melegüzem – (kovács-hőkezelő) – vezető, majd 1968-80 között a Kőbányai Vas- és Acélön-

tödében kutatómérnök, kovácsüzem-vezető, majd a műszaki fejlesztés vezetője volt. Az OMBKE kovács szakcsoportjának 1960 óta tagja, melynek rendezvényein mindig aktívan vett részt.



75. születésnapját ünnepelte

Bánhidi László 1930. augusztus 21-én született Csepelen. Édesapja a csepeli Weiss Mainfreid gyár öntödéjében dolgozott mint öntő szakember. 1945-ben őalta került az öntödébe, és kezdte el fémminitakésztő tanulmányait.

1948-ban sikeresen letette a szakmunkásvizsgát, majd beiratkozott az Öntőipari Technikumba. Az utolsó évet nem tudta befejezni, mert bevonult katonának.

1953-1957 között megtanulta az öntészetet, a szoboröntést és a szoborcizellálást. 1957-ben elbocsátották a forradalmi nézetei miatt.

1964-ig a motoröntvénygyárban dolgozott, majd megalakult az Öntődei Vállalat, így került a Soroksári Vasöntödébe, ahol 1990-ig dolgozott mint a fémmintarészleg vezetője. 1990-ben nyugdíjba vonult.



Csire István felsőfokú ipari szaktechnikus 1930. május 30-án született Csepelen. Iskoláit Csepelen, Székesfehérváron és Budapesten, a Bánki Donát Főiskolán végezte. 1944-től 1990-ig a Csepel Művekben dolgozott, 1955-től 1990-ig a CsM Vas- és Acélöntödében. Szakmai tevékenysége során üzemszervezői, termelésirányítói, üzemvezetői és osztályvezetői beosztásokban végzett munkáját több kitüntetéssel ismerték el.

Az OMBKE öntészeti szakosztály csepeli szervezetének tagjaként 1962-től 1993-ig aktívan részt vállalt a helyi szervezet vezetőségének munkájában. Előbb titkár, majd 1975-től 1985-ig elnöke a csepeli csoportnak.

1993-ban az egyesület vezetőségének felkérésére, mint nyugdíjas, részt vesz a budapesti helyi szervezet létrehozásában. A megalakult helyi szervezet tagjai elnököknek választják meg.



2004-ben a tisztújítás során fiatal szakembereket javasol a vezetőségbe, átadva a több évtizedes tapasztalatokat a fiataloknak.

Egyesületi munkáért több kitüntetésben is részesült, a 94. küldöttgyűlésen Debreceni Márton-emlékéremmel ismerték el több évtizedes egyesületi munkáját.

Farkas Lajos aranyokleveles kohómérnök 1930. augusztus 17-én született Békéscsabán. 1948-ban érettségizett a helyi Evangélikus Gimnáziumban. Egyetemi tanulmányait Sopronban végezte, 1952-ben az utolsó soproni kohász évfolyam tagjaként kapott diplomát. Diplomájának megszerzése után a Tatabányai Alumíniumkohóba helyezték, ahol kezdetben művezetőként, majd a



műszaki fejlesztési osztály vezetőjeként tevékenykedett. 1956 októberében a helyi munkástanács egyik vezetőjévé választották. Egy év és 3 hónapi szabadságvesztésre ítélték és az alukohótól fegyelmileg elbocsátották. Az alumíniumiparban, de a kohászatban sem kapott munkát. 1958 végén a Vaskohászati Kemenceépítő Vállalat (a KGYV elődje) dunaújvárosi főépítésvezetőségénél tudott elhelyezkedni fizikai munkásként. 1960-tól kerülhetett műszaki állományba, először művezető, építésvezető, majd 1970-től a KGYV dunaújvárosi főépítés-vezetője volt. A Dunai Vasműben megvalósított nagyberuházásoknál (FAM, konverteres acélmű, kohóátépítések) a KGYV helyszíni vállalati megbízottja volt. 1980-ban a KGYV központjába került, termelési főmérnök-helyettes, majd kohászati főmérnök lett. 1990-ben nyugdíjba vonult, de 2002-ig egy tűzálló falazatokkal foglalkozó kft.-nél menedzseri munkát végzett.

A kohászati technikum majd a felsőfokú technikum számára készült „Kohászati kemencék” c. tankönyv társszerzője volt. Részt vett ezen tantárgy gyakorlati oktatásában, és számos diplomamunkának volt bírálója. A korszerű kemenceépítések témájában több előadást tartott itthon és külföldön is.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek kisebb megszakítással 1950 óta tagja. A KGYV központ helyi szervezetének megalakítása után megalakította annak dunaiújvárosi szakcsoportját. Budapesten a helyi szervezet titkára volt nyugdíjazásáig. A vaskohászati szakosztály vezetőségi tagja két ciklusban, majd az ellenőrző bizottságban tevékenykedett. Egyesületi munkájáért Zorkóczy Samu-emlékérmét kapott. Számos vállalati kitüntetés mellett a Kiváló Kohász és a köztársasági elnök által adományozott 1956-os emlékérem birtokosa.

Máthé György 1930. szeptember 17-én, földműves családban született Csaholcon. Középiskoláit a Kolozsvári Unitárius Kollégium Gimnáziumában, Szatmárnémetiben és a Debreceni Református Kollégium Gimnáziumában végezte.



1949-ben érettségizett. 1953-ban a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki karán, épületgépész szakon diplomázott. A katonaságtól leszerelve, 1953. október 30-án a Gépipari Tervező Irodában vállalt munkát és a nyugállományba vonulásáig, 1990-ig itt dolgozott, a Légtechnikai osztályon. A munkaterülete gyárak, üzemek szellőztetésének, por- gázelszívásának a levegő tisztításának tervezése volt. Kiemelkedő munkái az öntödék, hókezelő, felület-kikészítő, festőműhelyek légtechnikai tervezése voltak. Pl. soroksári Vasöntöde, KÖVAC, ACSŐ, Soproni Vasöntöde, Szegedi Vasöntöde, Ganz Mávag öntödéi, Győri Vagon- és Gépgyár, Székesfehérvári Színesfém Öntöde, ZIM Kecskeméti Hídonöntöde. Továbbá a szovjet festősorokhoz technológiai berendezések, vegyi előkezelők, szikkasztó alagutak, hűtőzónák. Ezekon kívül önálló festőkamrák tervezése a Kertészeti Vállalat, a Kiskunfélegyházi Vegyipari Gépgyár részére.

Az OMBKE munkájába az 1960-as években kapcsolódott be, létrehozta a Munka-

egészségügyi Bizottságot és több, az öntödék szellőztetésével kapcsolatos konferenciát szervezett. Több szakcikke jelent meg az Öntöde c. lapban is.

Jelenleg az Öntészet-történelmi és Műzeumi Szakcsoport munkájában vesz részt és 2006-tól az „Aranydiplomások” körében is tevékenykedik.

Munkaköri feladata jobb ellátása érdekében 1978-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen környezetvédelmi szakmérnöki diplomát szerzett.

A vállalatnál végigjárta a ranglétrát: tervező, irányító tervező, csoportvezető, osztályvezető, főmunkatársi beosztások után, mint tervezési főmérnök ment nyugállományba. Munkája elismeréseként több alkalommal Kiváló Dolgozó, egy-egy alkalommal a Kohászat Kiváló Dolgozója, a Testnevelés és Sport Érdemes Dolgozója, a Munka Érdemrend bronz fokozatának kitüntetettje, és még számos kitüntetés birtokosa a több évtizedig végzett társadalmi munkájáért.

Raabe Imre aranyokleveles kohómérnök augusztus 25-én ünnepelte 75. születésnapját.

Pécsett született, középiskolai tanulmányait Dombóváron végezte, ahol 1948-ban érettségizett a Katolikus Tanulmányi Alap Gimnáziumában. 1948-tól 1952-ig a soproni egyetemen folytatta tanulmányait a Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Kar vaskohászati szakán. 1952-ben került a Dunai Vasműbe, ahol az ércdarabosító beruházását irányította, majd annak első üzemvezetője volt 1956-57-ben. 1957-től a nagyolvasztó gyárrészleg műszaki osztályát vezette, majd 1963-ig a gyárrészleg műszaki vezetője lett. 1963-tól 1974-ig a meleghenger-mű gyáregység-nél gyáregységvezető, ill. a meleg- és hideghengermű főmérnöke volt. 1974-ben kinevezték a vállalat fejlesztési főmérnökének, és ezt a tisztelet töltötte be nyugdíjazásáig, 1990-ig. Feladata volt a konverter és a koksizoló állami nagyberuházásainak, valamint a Dunai Vasmű saját fejlesztéseinek és beruházásainak megvalósítása.

Munkáját számos kitüntetéssel is elismerték. Megkapta a Munka Érdemrend bronz és ezüst fokozatát, valamint a Kohá-



szat Kiváló Dolgozója és Kiváló Kohász miniszteri kitüntetésben is részesült.

Több szabadalom társtulajdonosa, és kétszer nyerte el a Kiváló Újító arany fokozatot.

Kiemelkedően eredményes szakmai életpályájának elismeréseként 2000-ben a Dunai Vasmű alapításának 50. évfordulója alkalmából Dunaferr-díjjal tüntették ki.

Dr. Sziklavári Károly okl. kohómérnök 1930. július 25-én született Lajosmizsén. Középiskolai tanulmányait Budapesten és Sopronban végezte. 1950-ben érettségizett és felvételizett a miskolci egyetem Kohómérnöki Karára, ahol 1954-ben kitüntetéses vaskohómérnöki oklevelet szerzett.



1954. júliusától a diósgyőri Lenin Kohászati Művek acélművében gyártás- és öntéstechnológiával, selejtelemzéssel foglalkozott. Hároméves acélműi tevékenység után a vasöntödében vezette a metallurgiai részleget, fő tevékenysége a különleges szürkevas öntvények, továbbá kéreg-, kompaund-, kalander- és szürkevas hengeranyagok gyártástechnológiájának kidolgozása volt.

1959 decemberétől a NME Fémkohászattani Tanszékén oktatott adjunktusi, majd docensi beosztásban. Aktívan részt vett a tanszék igen széles skálájú ipari megbízások kutatómunkájában is. Egyetemi doktori disszertációját 1970-ben védte meg. Jelentős mértékben fejlesztette a tanszéken a számítástechnika alkalmazását célirányos rendszerprogramok elkészítésével.

1991-től nyugdíjas, 1996-ig óraadóként oktatott.

1959-87-ig a Fémkohászattani Tanszék tanszékvezető-helyettese, a Kohómérnöki Kar tanácsának (háromévi megszakítással) 1966-1984-ig, a dékáni tanácsnak (ugyancsak háromévi megszakítással) 1970-1984-ig tagja, 1978-84 között a kar dékánhelyettese.

Kitüntetései: Munka Érdemrend bronz fokozata, további három miniszteri kitüntetés, két egyetemi oklevél.

Szakirodalmi munkássága: 2 egyetemi tankönyv, 8 egyetemi jegyzet, 8 oktatási segédlet, 31 szakcikk, 16 szakmai előadás, 45 kutatási jelentés a felsoroltak részben

társszerzővel. 2 tanulmány, 6 opponensi vélemény, 3 lektorálás.

Vincze Sándor okl. kohómérnök, kohómérnök-tanár 1935. július 28-án született Kispesten.

70. születésnapját ünnepelte

A budapesti Steinmetz Miklós Gimnáziumban érettségizett, majd a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán vas- és fémkohómérnök-ként kapott diplomát. A mérnök-tanár képeztést a Budapesti Műszaki Egyetemen szerezte.

A Csepel Művek Vas- és Acélöntödéjé-



ben kezdte szakmai pályafutását gyakorlóként, majd a technológiai osztályon acélöntvények technológusaként dolgozott. 1962-től 1965 augusztusáig az acélöntödében üzemmérnök, művezető, főművezető és üzemvezető-helyettesként tevékenykedett. 1965 őszétől a csepeli Gép- és Kohóipari Technikumban mérnök-tanárként a kohászati kabinet vezetőjeként irányította a kohó- és öntőipari technikusok képzését a nappali, esti és levelező tagozaton. 1975-től vezető tanár, majd óraadóként a Bánki Donát Műszaki Főiskola és a Budapesti Műszaki Egyetem mérnök-tanári szakán pedagógiai gyakorlatokat vezetett. Tanári munkájának egyik fő feladatának tekintette a szakma megszerettetését és megtartását. Több műszaki szakkönyv és tankönyv műszaki és pedagógiai lektora volt. Érettségi feladatok szerzője.

Munkájáért megkapta a minisztertanács Kiváló Munkáért kitüntetését. 1993-ban tanácsos címet kapott.

1995-ben ment nyugdíjba. 1997-ig – az utolsó öntőtechnikus osztály képzéséig – még tovább dolgozott. 1997 után különböző kohászati szakmák esti képzésében előadásokat tartott, majd a Magyar Kereskedelmi és Iparkamara vizsgabizottságában tevékenykedett.

Az OMBKE-nek – több megszakítással – 1960-tól tagja. Az utóbbi években betegségei miatt visszavonultan él.

Jubiláló tagtársainknak szeretettel gratulálunk, további jó egészséget és még sok békés évet kívánunk!

Dr. Dézsi Lajos

(1930–2005)



Dr. Dézsi Lajos 1930 január 2-án született Debrecenben. Ötéves korában családjával együtt Pestre került, iskoláit is itt végezte. 1948-ban érettségizett a II. Rákóczi Ferenc kereskedelmi gimnáziumban. Érettségi után újságíró gyakorlónak áll és egészen 1954-ig dolgozik különböző lapoknál főállású újságíróként. 1954-től 1978-ig az OTP sajtó- és propagandaosztályának munkatársa.

Közben elvégzi az ELTE Bölcsészettudományi Karának lélektani szakját és 1968-ban munkapszichológusi diplomát szerez.

Az OTP-nél írja első nagyobb tanulmányait a vállalati image-kutatás, a reklámsz pszichológia és a fogyasztói magatartáskutatás témáiban. Az elsők között végez telefonos közvéleménykutatást, kidolgozva annak módszertanát is. Kiállításokat, vetélkedőket szervez, reklámsz pszichológusi munkát végez.

1974-ben egyetemi doktorrá avatják az ELTE-n.

1978-ban a Magyar Alumíniumipari Tröszt központjába hívják vezető munkapszichológusi beosztásba. Itt dolgozik azután egészen nyugdíjazásáig, 1991-ig.

1983-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen munkapszichológusi oklevelet szerez és felveszika a munkapszichológiai szakértők jegyzékébe.

A MAT-nál részt vesz az iparági pszichológiai és szociológiai fejezetekben és kutatásokban, az Inotai Alumíniumkohó és a Székesfehérvári

Könnyűfémű munkapszichológiai laboratóriumainak kialakításában. A MAT munkapszichológiai tevékenységét nagyobb tanulmányban foglalja össze.

1992-től 1996-ig megbízott tanácsadóként a Magyar Alumíniumipari Múzeum fejlesztésével foglalkozik. Alapító tagja a múzeum baráti körének és a Magyar Alumíniumipari Múzeumért Alapítvány kuratóriumának.

Folyamatosan gondozza a múzeum kiadványainak kéziratát. Megírja a múzeum kiállítási útmutatóját, „A magyar ezüst története” című átfogó ipartörténeti munka bevezető történeti fejezetét. Alapítója óta szerkesztője „A Mi Múzeumunk” című lapnak.

1995-től tagja az OMBKE székesfehérvári csoportjának.

2004-ben megújítja munkapszichológusi szakértői engedélyét.

Pszichológusként és újságíróként élete utolsó pillanatáig egyaránt aktív maradt. Felhívást intézett a magyar pszichológusok társaságához, a pszichológia magyarországi történeti emlékeinek megőrzésére, egy majdani múzeum kialakítására.

Sikerre vitte „A Mi Múzeumunk” című lapot, hírlevélből rövid idő alatt közkezdvelt ipar- és kultúrtörténeti lappá fejlesztve. Ezt tekintette legkedvesebb munkájának...

Radnai József