

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK



# Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Jövőnk anyagai, technológiái

Egyesületi hírmondó

139. évfolyam

2006/5. szám



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

## Vaskohászat

## 4 Fehérvári Gábor – Réger Mihály – Szélig Árpád – Verő Balázs

A folyamatos öntőgép kristályosítójában lejátszódó folyamatok fémtani vonatkozásai

## 7 Tardy Pál – Zámbo József

Az európai és a hazai acélipar szerkezeti változásai

## Öntészet

## 13 Szalai János – Kilvady Péter – Tóth Zoltán

Az oxigéndúsítás bevezetése az SVT-Wamsler Háztartástechnikai Zrt. kupolákemencéjénél

## 19 Narasimhan, V.

Átfogó, innovatív és fenntartható környezetvédelmi menedzsmentrendszer

## Fémkohászat

## 27 Kékesi Tamás

Anioncserés elválasztások ultranagy tisztaságú réz előállítására (II. rész)

## 36 Szabó Barnabás – Bálint-Pataki Zsófia – Ring György

Kobalt-króm ötvözetek orvostechikai alkalmazása

## Jövőnk anyagai, technológiai

## 41 Makszimus Andrea – Gácsi Zoltán – Tadeusz Pieczonka – C. Hakan Gür

A porkohászati gyártástechnológia hatása Al-SiC<sub>p</sub> fémkompozit szövetszerkezetére

## 45 Mészáros István

Magnetométeres mérések az anyagvizsgálatban

## Egyesületi hírmondó

## 49 Így emlékeznek tagtársaink 1956-ra

## 52 A fémkohászati szakosztály vezetőségi ülései

## 53 Köszöntés

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

## Fehérvári, G. - Réger, M. - Szélig, Á. - Verő, B:

## Formation of the Solid Shell in the Mould of the Continuous Caster... ..1

The continuous steel casting plays an important role in production process of flat steel products. In order to improve the quality of primary product (slab) we need to recognise of importance of physical and metallurgical processes during casting. In this paper metallurgical processes in the mould were investigated concerning three different steel types. This new lines of approach provide an opportunity to make model of description of solid shell forming and hereby that is possible detailed interpretation of failures (i.e. breakout phenomenon).

## Tardy, P. - Zámbo, J.: Structural Changes in the European and Domestic Steel Industry... .. 7

The Directorial Board of the Association of the Hungarian Steel Industry examines the following topic: Structural changes of the European steel Industry and their consequences. The paper presents the summary of this proposal that show the Hungarian situation also for the board-meeting of 28th September.

## Szalai, J. - Kilvady, P. - Tóth, Z.: Introduction of air enrichment with oxygen in the cupola furnaces of SVT-Wamsler Háztartástechnikai Zrt.... .. 13

Air enrichment with oxygen resulted the decreasing of coke consumption from 17% to 16% in the case of using oxygen only at restarting and to 15,45% when using it during the entire melting. The temperature of 1450 to 1500 °C required for tapping was achieved within two minutes. The losses of the liquid iron were reduced considerably. In spite of the higher melting temperature, the wear of the refractory wall did not increase, as the thermal center moved towards the axis of the furnace. The above development led to a reasonable reduction of production costs and increased the safety of the operation.

Key words: air enrichment, oxygen, melting zone, temperature, production costs, safety

## Narasimhan, V.: Inclusive, Innovative and Sustainable Environmental Management System... .. 19

Brakes India Foundry (BIF) has a magnetic vision, which is a synthesis of the visions of all the stakeholders. BIF is proud of its role as a responsible corporate citizen. BIF believes that profit should not be the only motive and the company should have noble goals beyond the immediate financial results. BIF is fully committed to conservation of non-renewable resources, reduction of pollution, continually improving on the environmental performance and the total involvement of everyone in this effort. BIF has become a zero discharge foundry of pollutants and solid wastes and taking advantage of the recyclability, is working towards creating a new value proposition. BIF have succeeded in developing stabilized mud blocks and green belt from solid waste. The accent has been on innovation, involvement of the villagers and unique Environmental Management System.

Key words: Responsible Corporate Citizen, Conservation of non-renewable resources, Total involvement, Zero discharge foundry, Recyclability

## Kékesi, T.: Separation by Anion-exchange to Produce Ultra High Copper... ..27

In the second part the author renders account of the experimental results. Anion exchange equilibrium results were verified by computed concentrations and spectrophotometric detection of the various species. Purification of copper-chloride solutions was devised, optimised and tested at a laboratory scale. The designed procedure is capable of eliminating virtually all the impurities from the copper chloride solution. Analytical testing and residual resistance measurement of the extracted metal proved the efficiency of the procedure

## Szabó, B. - Bálint-Pataki, Zs. - Ring, Gy.: Co-Cr Alloys for Medical Applications... ..36

Medical implants replace or help the normal function of an organ of the human body. The Co-Cr alloys are widespread used up for the manufacturing of surgical implants because of the suitable properties and behaviour of the material in biological environment. Co-Cr alloys are the base materials of several well-known devices, for example knee-, elbow-, hip- and dental implants, but there is a new area of Co-Cr medical devices, the manufacturing of Co-Cr vascular stents. Stent have great importance nowadays, because of the therapy of the vascular disease.

Makszimus, A. - Gácsi, Z. - Pieczonka, T. - Hakan Gür, C: Influence of the PM Processes on the Microstructure Al-SiC<sub>p</sub> MMC... ..41

The morphology of embedded particles influences the mechanical properties of the particle reinforced metal matrix composites. The paper presents the investigation of SiC particle and porosity distributions in various aluminium matrix composites produced by cold and hot pressing. Volume fractions and the distribution were measured. The results showed that the amount of porosity in the hot pressed specimens is always lower than that in the cold pressed ones; however, cold pressed and sintered samples have few large pores whereas more fine pores develop in the hot pressed ones. In the cold pressed specimens, heating rate for sintering influences the final density, and the coating of SiC particles with copper lowers the porosity while Ni-coating does not result in such an effect.

## Mészáros, I.: A New Type of Vibrating Sample Magnetometer... ..45

The developed instrument differs from the traditional Foner-type, because in our system the motion of the specimen is parallel with the lines of the external magnetic field. Therefore, this instrument can be called parallel motion vibrating sample magnetometer (PMVSM). The special vibrating system contains a vibrating rod, which holds the specimen. This arrangement can make the sample replacement and positioning fast and convenient. The PMVSM equipment allows us to measure samples in the mass range of 1-400 mg. Because of the versatility of the PMVSM instrument it could be a useful measuring device for materials science laboratory and educational purposes as well. Two material testing application possibilities of the PMVSM measuring equipment are presented.

**Szerkesztőség:** 1027 Budapest, Fő utca 68., IV. em. 413. • **Telefon:** 201-7337 • **Telefax:** 201-2011 • **Levélcím:** 1371 Budapest, Pf. 433. vagy kohaszat@mtesz.hu • **Felelős szerkesztő:** dr. Verő Balázs • **A szerkesztőség tagjai:** dr. Buzáné dr. Dénes Margit, dr. Dobránszky János, dr. Fauszt Anna, Hajnal János, Harrach Walter, dr. Klug Ottó, Lengyelne Kiss Katalin, Szende György, dr. Takács István • **A szerkesztőbizottság elnöke:** dr. Sándor József. **A szerkesztőbizottság tagjai:** dr. Bakó Károly, dr. Csurbakova Tatjana, dr. Dül Jenő, dr. Hatala Pál, dr. Károly Gyula, dr. Kékesi Tamás, dr. Kóródi István, dr. Ládai Balázs, dr. Réger Mihály, dr. Roósz András, dr. Takács István, dr. Tardy Pál • **Kiadó:** Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület • **Felelős kiadó:** dr. Tolnay Lajos • **Nyomja:** Press+Print Kft. 2340 Kiskunlacháza, Gábor Áron u. 2/a • **HU ISSN 0005-5670** *Belső tájékoztatóra, kereskedelmi forgalomba nem kerül.* • A közölt cikkek fordítása, utánnomása, sokszorosítása és adatrendszerekben való tárolása kizárólag a kiadó engedélyével történhet.

## Gombár János

(1947–2006)



Hetekkel ezelőtt a baráti-szakmai körben sajtóíróságra röpített a szomorú hír, hogy Gombár János tragikus hirtelenséggel elhunyt.

Gombár János Szarvason született 1947. február 21-én. Általános iskolai tanulmányait szülővárosában végezte. Itt sajátította el a szlovák nyelvet is. Ezt követően a csepeli 1. sz. MŰM Iparitanulmányintézetben kitanulta a fémöntő szakmát (1961–1964), majd a Csepeli Féműben 1964–69 között hengerészként dolgozott, de tehetségének, szorgalmának köszönhetően 1969–72 között már végátvevő ellenőr, majd 1972–73-ban kiemelt műszaki ellenőr volt. Eközben továbbtanult a csepeli Kossuth Lajos Dolgozók Köhőipari Technikum esti öntő tagozatán (1966–67), és 1970-ben öntőtechnikusi oklevelet szerzett, de tanulmányait rögtön folytatta a dunaujvárcsi NME Kohó- és Fémipari Főiskolai Karának levelező tagozatán, ahol 1975-ben metallurgus üzemmérnöki oklevelet szerzett.

Eközben felvételt nyert a Vasipari Kutató Intézet öntődei osztályának fémöntő csoportjába, ahol ennek meghatározó egyéniségévé nőtte ki magát gyakorlati és elméleti ismereteinek hasznosításával. Előbb mint öntőtechnikus, majd mint művezető, termelési irányító és tudományos munkatárs. Szakmai életének a meghatározó korszaka 1973-tól 1989-ig, gyakorlatilag a Vaskut megszűnéséig tartott. Ekkor elsősorban a kohó- és nyomásos öntészeti kutatásokban vett részt. A fémakörből származott diplomavédő szakdolgozata is: „Rövidrcsárt rotorok öntése kisnyomású öntéssel.” Az Öntőde c. folyóiratban nyitott szakkölte jelent meg, főleg társzerzőkkel.

A rendszerváltás után jelentős szerepet vállalt az alumíniumöntészet fejlesztésében: 1989–90-ben a Fémöntészeti Termelő Tanácsadó GMK-ban, 1990–92-ben a Program Szerszámkészítő és Fémöntészeti Rt.-ben mint igazgató. Az Erté-18 Kft.-nek 1992–93-ban volt igazgatója, de leg hosszabban (1993–2003) a Fémalk Rt.-ben dolgozott műszaki majd fejlesztési igazgatóként, de a cégnek résztulajdonosa is volt. Végül a Csepeli Cinköntő Kft.-nek volt tulajdonosa és ügyvezetője 2003-tól haláláig.

Egyesületünknek 1975 óta volt tagja, ahol az öntészeti szakosztály munkájában vett részt. Először a fővárosunkban megtartott 45. nemzetközi öntőkongresszus szervezésében vett részt, majd 1979-ben a nyomásos öntészeti munkabizottság (NYŰMB) titkárává választották, és mint ilyen részt vett a VI. nyomásos öntőnapok (Szeged, 1983.) szervezésében. 1986-ban a fémöntő szakcsoport vezetőségének tagja lett, és újból megválasztották a NYŰMB vezetőjének. A VIII. nyomásos öntőnapoknak főszervezője volt. E nagyrendezvények sikeréhez Gombár János munkássága jelentősen hozzájárult.

Munkahelyi elismerései 1979-ben a Vasipari Kutató Intézet Kiváló Dolgozója és a Társadalmi Munkáért Oklevél.

2006. augusztus 4-én hunyt el a Szent László Kórházban. Hamvait a keletlőrdi Szent Gellért Plébániatemplom urnatemetőjében helyezték örök nyugalomra az evangélikus egyház szereltatása szerint. Itt egykori főnöke, dr. Pilissy Lajos vett tőle rövid búcsút – megfartott hangon – a hajlani Vaskutas kollégák nevében; kiemelve Jancsi szorgalmát, tudását és szerénységét.

Az öntészeti szakosztály 2006. szeptember 9-én az ÖMM Öntődei Múzeumában tartott gyászszakélyen Ferencz István okl. kohómérnök, östveleti tag által tartott gyászbeszédvel vett búcsút Gombár János tagtársunktól, melyet kivonatolisan közlünk:

„Tisztolt János, Jani Barátunk!

Nem temetni és búcsúzni, hanem elköszönni jöttünk, mert Te számunkra sosem alsz meg! Elköszönni és megköszönni mindazt a sok szép, eredményes, fáradtságos munkát, amelyet rövidre szabott életedben szakmánk, a fémöntészet fejlesztéséért és megbecsüléséért, a családodért és az egyesületünkért tettél.

Emborsógos magatartásoddal, segítőkészségeddel kiérdemelted feletteseid és munkatársaid, a Vasipari Kutató Intézet, az egyesület vezetőinek megbecsülését, tiszteletét és szeretetét.

Sajnos hiába vártuk felépülésedet, a kegyetlen halál erősebbnek bizonyult élni akarásodnál. Hirtelen és örökre ragadt ki szeretőid, családod és igaz jó barátaid közül, akik itt vannak a szakosztályon és ott voltak a temetésedben is.

E nyári Szigetközi Napon a vizontlátás romégyében búcsúztunk. Ígérem, hogy emlékedet kegyelettel meg fogjuk őrizni. Rövid, fáradtságos, de sikerekben gazdag és eredményes életutadra visszatérve Dsida Jenő erdélyi költő házsongárdi temetőben lévő síremlékére vésett sírfeliratot kell idéznem:

„Megtettem mindent, amit megtehettem, kinek tartoztam, mindent megfizettem,

Elengedtem mindenki tartozását, felejtés el arcom múló földi mását.”

Életed történetét ismerve el kell mondanom, hogy Te is az új, fiatal felnővekvő nemzedékhez tartoztál, aki a tanulás lehetőségét fiatal vidékünkön jól használtad ki. Jelentős törekvénységet fejtettél ki az öntészeti szakosztály munkájában is rendezvények előkészítésében és lebonyolításában.

Az alumínium öntészet minden titkát ismerted. Bizalommal fordultak hozzád az a szakterületen dolgozók, hisz tanácsaiddal mindig segítetted őket.

Az ÖMSKE választmányának, a szakosztályok, a helyi szervezetek vezetőségeinek, a tiszteleti tagoknak, valamint tagtársadnak és igaz barátaidnak nevében mondok utolsó jó szerencsét!

Nyugodjál békében! Isten Veled!”

Ferencz István - dr. Pilissy Lajos

FEHÉRVÁRI GÁBOR – RÉGER MIHÁLY – SZÉLIG ÁRPÁD – VERŐ BALÁZS

## A folyamatos öntőgép kristályosítójában lejátszódó folyamatok fémtani vonatkozásai

*Az acélok folyamatos öntésekor a kristályosítóban lezajló folyamatokat három jellegzetes összetételű, különböző C-tartalmú acélra nézve tárgyaltuk, közel egyensúlyi feltételeket feltételezve. A háromféle acél karbon tartalma az alábbi volt: 0,06–0,15–0,25% C, továbbá 1,5% Mn és 0,3% Si jelenlétét tételeztük fel, így a peritektikus reakció nem állandó hőmérsékleten, hanem hőmérsékletközben játszódik le. A szemléletesség kedvéért a folyamatokat kettős megközelítésben tárgyaltuk. Először azt elemeztük, hogy mit tapasztalnánk akkor, ha a buga felületére rá tudnánk nézni, és a kristályosító fala mentén lefelé haladnánk. Második lépésként azt vizsgáltuk, hogy a felületen kialakult szövetszerkezet hogyan módosul a felületre merőleges irányban, a buga belseje (középvonala) felé haladva. Végül a TEMPSIMU programmal arra vonatkozóan végeztünk számításokat, hogyan alakul a szoliduszra és a likviduszra számított kéregvastagság a meniszkusztól lefelé haladva.*

### 1. Bevezetés

A világon ma évente már több mint 1 milliárd tonna acélt gyártanak, melynek döntő

hányadát folyamatos öntőművön öntik le. Ez a tény önmagában megmagyarázza azt a körülményt, hogy az acélok folyamatos öntésének technikai és technológiai fej-

*Fehérvári Gábor 2006-ban szerzett diplomát a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Kar, vasmetallurgia szakán. Jelenleg a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítványnál dolgozik. Doktori témája az acélok folyamatos öntésének szimulációja.*

*Szélíg Árpád okleveles kohómérnök, a Dunaferr Rt. főmetallurgusa, a Műszaki-Technológiai Főmérnökség megbízotti főmérnöke. 1971-ben a NME KFFK-n Dunaujvárosban szerzett metallurgus üzem-mérnöki képesítést, 1988-ban a NME Kohómérnöki Karán kohómérnöki oklevelet. 1971 és 1980 között a DV Acélművében, a martin- és elektroacél üzemben dolgozott. 1980-tól 1991-ig a NME KFFK Metallurgiai Tanszékén különböző beosztásokban tanított. 1991-től a DV Kutatóintézetében mint kutatómérnök, majd 1994-től a DV Acélművek Kft.-nél a Metallurgiai Fejlesztési Főmérnökségen, mint gyártás-technológiai vezető dolgozott. 1999-től az Acélművek Kft. főmetallurgusa. 2003-*

*től a Dunaferr Rt. szakértő főmetallurgusa. Szakterülete az LD- és elektroacél-gyártás, valamint az acélok folyamatos öntése.*

*Réger Mihály okleveles kohómérnök oklevelét és PhD tudományos fokozatát az NME Kohómérnöki Karán szerezte. Korábban kutatóként az AGMI-ban, majd a VASKUT-ban dolgozott. Jelenleg a BMF Bánki Donát Műszaki Főiskolai Kar Anyag- és Alakítás-technológiai Tanszékén főiskolai tanár, a Gépészmérnöki Kar kutatási főigazgató-helyettese. Kutatási szakterületén kiemelt helyet foglal el a folyamatos öntésnél végbemenő kristályosodási folyamatok fizikai és matematikai modellezése, a makrodüszési és középvonali dúsulási jelenségek megismerése.*

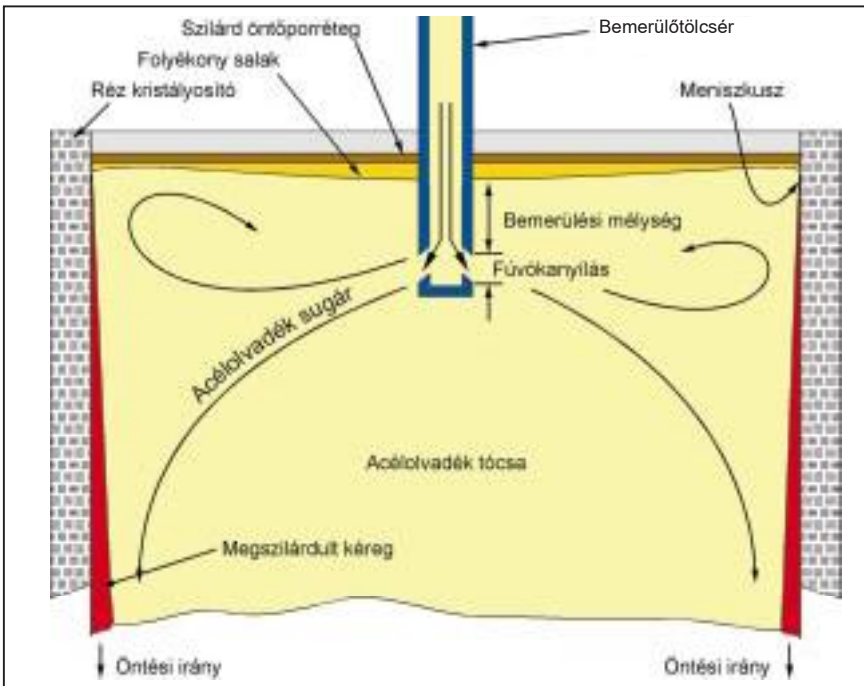
*Verő Balázs technológus szakos kohómérnök 1987-ben szerzett diplomát a NME-n. Jelenleg a Bayati tudományos igazgatóhelyettese. Egyesületünknek 40 éve tagja, több mint 15 éve lapunk felelős szerkesztője.*

lesztése az érdeklődés középpontjában áll. Napjainkig a folyamatos öntőművek számos változata terjedt el, ennek ellenére felépítésük öntőgéptípustól függetlenül hasonló jellegű.

Az acéolvadék megszilárdulása a kristályosítóban kezdődik el, mely kettős falú és vízzel hűtött kokillának tekinthető. A kristályosító alapvető feladata az, hogy a kilépés helyén megfelelő vastagságú szilárd kérget hozzon létre, amely képes megtartani a benne lévő acéolvadékokat. Ha ezt a funkcióját a kristályosító nem tudja ellátni, akkor bekövetkezik a szálzakadás jelensége (brakeout), amely súlyos üzemzavart jelent. Ezen túlmenően a kristályosítóban lezajló folyamatok meghatározó szerepet játszanak az öntött szál felületi minőségének befolyásolásában is, ezen belül elsősorban azonban a felületi repedések kialakulásában. Az úgynevezett csillagrepedés jelenti az egyik leggyakoribb felületi problémát. A kristályosítóban lezajló folyamatok fémtani értelmezése az előzőek figyelembevételével technológiai jelentőségű.

### 2. Kristályosító működésének általános jellemzése

Laposbuga öntésére alkalmazott kristályosító működését az 1. ábra vázlatával szemléltetjük. Az öntési hőmérsékleten lévő acéolvadék a közbenső üstből az ún. bemerülő tölcseren keresztül jut a kristályosítóba. A bemerülő tölcser alsó végénél két nyíláson keresztül a bemerülő tölcser kialakításának megfelelően adott szög alatt áramlik ki az acéolvadék, és ennek megfelelően kettős áramlás alakul ki az acéolvadékban, amint azt az 1. ábra is jelöli. A bemerülő tölcser az acéolvadékba adott mélységig merül be. A bemerülő tölcseren



■ 1. ábra. A kristályosító sematikus metszeti képe

lévő nyílások és az acéolvadék felső szintjétől való távolságot bemerülési mélységnek nevezzük. Az acéolvadék felső szintje jelenti a meniszkusz szintet. Az acéolvadék felületére szilárd állapotú öntőport juttatnak, melynek az acéolvadékkal közvetlenül érintkező része folyékony salakot képez. Ennek kettős feladata van, egyrészt megvédi az acéolvadékat az oxidációtól, másrészt biztosítja a kristályosító fala és a megszilárdult kéreg közötti kenést. Ez a kenőfilm legfeljebb milliméteres vastagságú. Az öntőporból kialakult salaknak metallurgiai szerepe is van. Képes ugyanis felvenni az acéolvadékból felúszó zárványokat. Amint azt már említettük, a kristályosító lényegében kettős falú vízzel hűtött rézkozilla, amely oszcillációs mozgást végez. Az oszcillációs mozgás teszi lehetővé az öntőporból keletkezett salaknak a kristályosító fala és a buga szilárd kérge közé való bejutását. A kristályosító hűtését biztosító víz mennyisége kb. 380-450 m<sup>3</sup>/h a szelvény méretétől függően lemezbugára vonatkoztatva. A hűtővíz legfeljebb 3-4 °C-t meleg-

szik fel a kristályosítóban. Mivel az acéolvadék általában 20-30 °C-os túlhevítéssel jut a kristályosítóba, a szilárd kéreg kialakulása csak a meniszkusz alatt bizonyos mélységben kezdődik el. A kristályosítóból kilépő szilárd kéreg vastagsága általában nem haladja meg a kb. 20 mm-t.

Az elmondottak alapján látható, hogy a kristályosítóban összetett fizikai, metallurgiai és fémtani folyamatok játszódnak le, így célszerűnek látszik a kristályosítóban lejátszódó folyamatok közül a fémtani folyamatok különálló tárgyalása.

### 3. A kristályosítóban lejátszódó fémtani folyamatok jellemzése

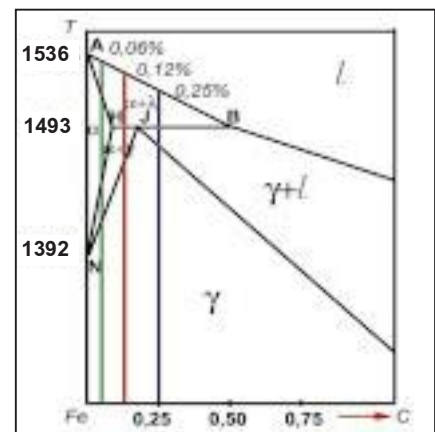
A kristályosítóban lejátszódó kéregképződés leírásakor célszerű a kristályosítóban uralkodó termikus viszonyokból kiindulni. A kristályosító fala mentén az öntőporral érintkezésben lévő acél hőmérséklete az öntési hőmérséklettől kezdve csökken a kristályosító alján kialakuló felületi hőmérsékletig. A gyakorlatban az

öntési hőmérséklet a kérdéses acél likvidusz hőmérséklete felett van, mintegy 30 °C-kal. Míg a kristályosítót elhagyó buga felületi hőmérséklete hőmérsékletmérési és modellezési adatok alapján 950-1150 °C körül van [1], vagyis a buga felszíne a kristályosítóból való kilépés helyén már ausztenites állapotú. A kristályosító bármely pontjában a felületre merőleges irányban haladva a hőmérséklet fokozatosan növekszik a likvidusz hőmérsékletig, illetve a buga középvonalában akár az öntési hőmérsékletig.

A kristályosítóban uralkodó termikus viszonyokon túlmenően figyelembe kell venni a dermedő acél egyensúlyi, vagy adott lehűlési sebességre vonatkozó fázisdiagramját, nevezetesen a lejátszódó fémtani folyamatok hőmérsékleti adatait, az adott pontban egymás mellett lévő fázisok mennyiségére vonatkozó információkat és a diagramok által jelzett folyamatok jellegét is (szilárdoldat dermedés, peritektikus reakció) [2, 3]. A kéregképződés folyamatát csak akkor érthetjük meg részleteiben, ha az előbb említett két információcsomagot együttesen kezeljük.

Az egyszerűség kedvéért három különböző karbontartalmú, de közel azonos mennyiségű ötvözöt (pl. 1,5% Mn-t) tartalmazó acél kéregképződési folyamatát jellemezzük [4]. A vonatkozó „egyensúlyi” diagram számunkra fontos, lényeges részletét az 2. ábra vázlatja mutatja, amelyen bejelöltük a három eltérő karbontartalmú acél összetételjelző vonalát is. A tárgyalás egyértelműbbé tétele érdekében a közelítő hőmérsékleti adatokat is megadtuk (lásó 1. táblázat).

A mintegy 0,06% karbontartalmú acél a H pontnál kisebb karbontartalmú acélt képvisel, így benne peritektikus reakció



■ 2. ábra. Az Fe-C-X állapotábra részlete

1. táblázat: Különböző karbontartalmú acélokra jellemző hőmérsékletek [5]

	C=0,06%	C=0,12%	C=0,25%
Likvidusz-hőmérséklet (°C)	1521,9	1517,2	1506,7
Ausztenitképződés kezdő hőmérséklete (°C)	1471,4	1481,8	1485,2
Szolidusz-hőmérséklet (°C)	1480,5	1466,4	1438,0
Delta-ferrit képződés befejező hőmérséklete (°C)	1409,4	1454,0	1479,9
MnS-képződés kezdő hőmérséklete (°C)	1464,0	1470,1	1449,7

nem játszódik le, míg a 0,15% karbon-tartalmú acélban a peritektikus reakció jelentős szerephez jut. A 0,25% karbon-tartalmú acélban pedig a peritektikus reakció befejeződése után még olvadék felesleg jellemzi a rendszert.

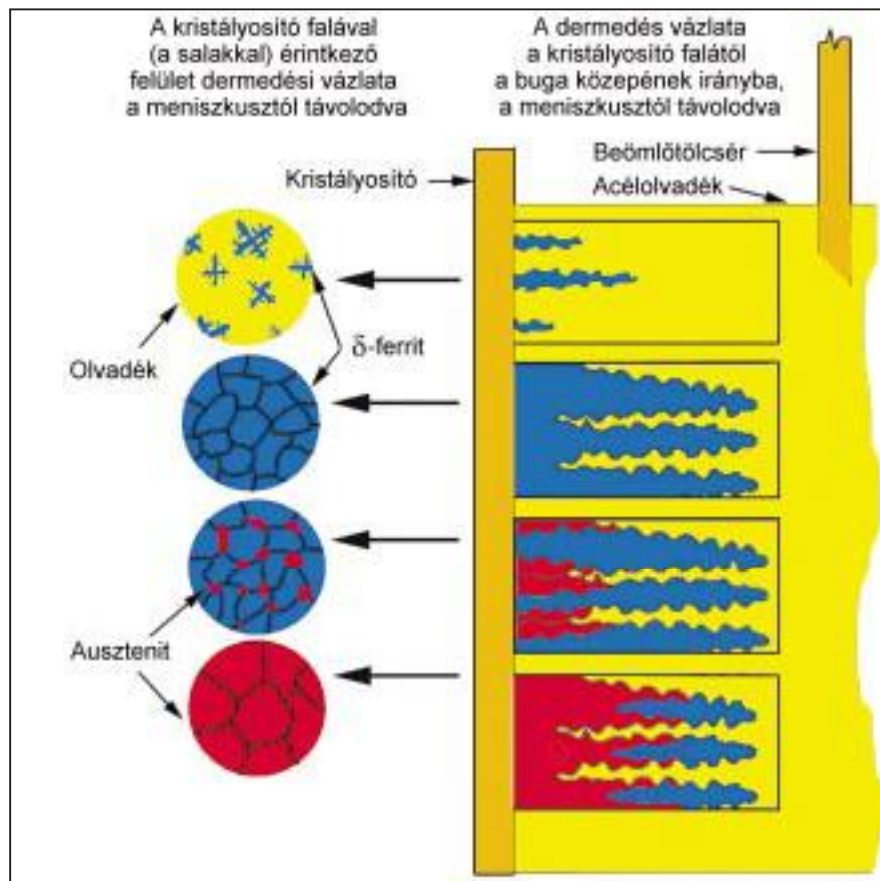
A kéregképződés folyamatát a szemléletesség kedvéért kétféle megközelítésben tárgyaljuk. Először azt mutatjuk be, hogy az öntőporból keletkezett salak felületével érintkező bugafelületen hogyan következnek egymás után az egyes részfolyamatok, vagyis azt szemléltetjük, amit akkor látnánk, ha a buga felületét közvetlenül meg tudnánk figyelni a kristályosítóban.

Második lépésben azt tárgyaljuk, hogy a buga felületéről befelé haladva hogyan alakulnak a fázisviszonyok a növekvő dendriték csúcsáig, vagyis az olvadék likvidusz-hőmérsékletéig. Ezen túlmenően a szilárd fázissal egyensúlyt tartó olvadék összetételére is utalunk. A kéregképződés folyamatát lépésekre bontjuk. Az egyes lépésekre az jellemző, hogy az egyes lépcsőkben lejátszódó folyamatok során minőségi változás nem, csak mennyiségi változás következik be. Minőségi változáson értjük például valamely új fázis megjelenését, vagy valamely addig nem tapasztalt reakció elkezdődését.

### 3.1. A 0,06% karbon-tartalmú acél kristályosodásának fémtana

Az első, tehát a 0,06% karbon-tartalmú acél esetét elemezve a 2. ábra egyensúlyi diagramja alapján megállapíthatjuk, hogy a buga felületén a hőmérséklet csökkenése közben az alábbi esetek alakulhatnak ki:

1. tartomány: Az öntőporból keletkezett salak homogén, és legfeljebb a likvidusz-hőmérsékletre lehűlt acéolvadékkal érintkezik.
2. tartomány: A likvidusz- és szolidusz-hőmérsékletek között az említett felületen megjelennek a delta-ferrit dendritjei, mégpedig a hőmérséklet csökkenésével egyre nagyobb mértékben befedve a felületet. Értelemszerűen a szolidusz-hőmérséklet elérésekor a delta-ferrit dendritjei egymással érintkezésbe kerülnek, és a szolidusz-hőmérsékleten kialakul az összefüggő szilárd kéreg.
3. tartomány: A szolidusz-hőmérséklet alatt egészen a delta-gamma átalakulás major görbéjéig bezárólag homogén delta-ferrites szövet jellemzi a felületet. Ebben a tartományban tehát csak a



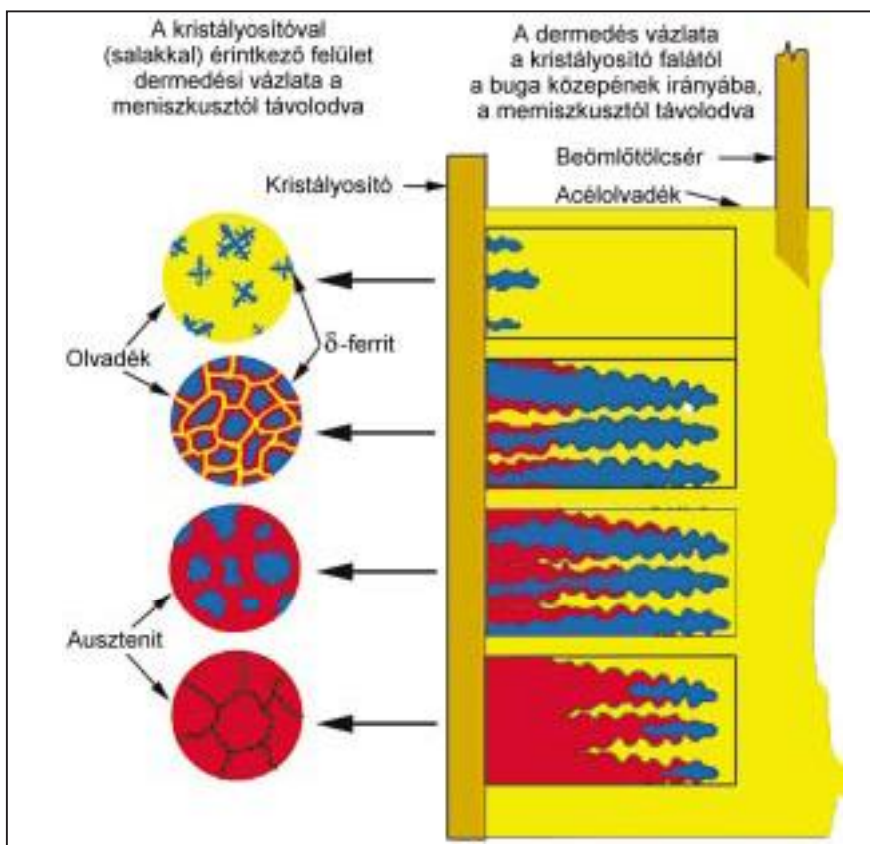
3. ábra. 0,06% karbon-tartalmú acél dermedése a kristályosítóban

kéreg termikus zsugorodásával kell számolnunk.

4. tartomány: A delta-gamma átalakulás major görbéjénél elkezdődik a TKSZ-rendszerű delta vas fajtérfogat-csökkenéssel járó allotrop átalakulása. Ez a folyamat az átalakulási folyamat minor görbéjénél fejeződik be. Ebben a tartományban tehát a felület szövete heterogén, delta-ferrit- és ausztenit kristallitokból áll. Feltehető, hogy az ausztenit kristallitok a delta-ferrit dendriték hátfelületeinek hármass érintkezési pontjaiban jönnek létre csíráképződéssel és növekedéssel. Feltehető továbbá, hogy a delta-ferrit és az ausztenit szemcsemérete között szoros korreláció van. Az átalakulás során bekövetkező fajtérfogat-változás a kéregben feszültséget ébreszthet, vagy képlékeny alakváltozást válthat ki.
5. tartomány: A delta-gamma átalakulás minor hőmérséklete alatt a felület szövete homogén ausztenites. A gamma-alfa átalakulás major hőmérsékletéig csak termikus zsugorodással kell tehát számolnunk, megjegyezve, hogy ezt az átalakulási hőmérsékletet a felület nem a kristályosítóban éri el.

Az elmondottakat a 3. ábra szemantikus vázlaival szemléltetjük. Az ábra bal oldali vázla a kristályosító falának kinagyított részeit mutatja, amely kijelöli az előbb tárgyalt 2-5. tartományok feltételezett helyzetét is.

Ezek után tekintsük át a felületre merőleges irányban a kristályosító falától távolodva kialakuló fázisviszonyokat (3. ábra jobb oldal). Ennek a tárgyalásnak a folyamán azt kell szem előtt tartanunk, hogy a buga felületétől befelé haladva a hőmérséklet emelkedik. Ennél az elemzésnél értelemszerűen a felületen kialakult fázisviszonyokból indulunk ki. Az 1. tartományban a buga belseje felé haladva egyre nagyobb hőmérsékletű olvadékkal találkozhatunk. A 2. tartományban amellett, hogy a felület delta-ferrit dendritekkel való fedettsége a kristályosítóban lefelé haladva hőmérséklet csökkenése miatt növekszik, a dendriteknek a bugafelületre merőleges irányú mérete is nő. A delta-ferrit dendritek addig képesek növekedni, ameddig a dendrit csúcsa likvidusz-hőmérséklet alatt van (összetételi túlhűlés). A likvidusz- és szolidusz-hőmérséklet közötti helyzetet szemléletesen úgy jellemezhetjük, hogy a



■ 4. ábra. 0,15% karbon tartalmú acél dermedése a kristályosítóban

likvidusz-hőmérséklet közelében felület-egységeként a kisszámú és a felületre merőleges irányban véve kicsi delta-ferrit dendritek, míg a szolidusz-hőmérséklet közelében egymással már többnyire érintkező és a felületre merőleges irányban már viszonylag nagyméretű dendritek vannak jelen. Ahogy a buga felületén, úgy a buga felületével párhuzamos síkok bármely pontjában is természetesen érvényesülnie kell a jelenlévő fázisok egyensúlyára vonatkozó mennyiségi feltételeknek. Erre példaként említjük, hogy a dendrit likvidusz-hőmérséklet közelében lévő csúcsa 0 tf-% szilárd fázis mennyiséget képvisel.

A kéreg hőmérséklete a tisztán delta-ferrites tartományban 1481 és 1471 °C között van, a delta-ferritek érintkezésekor kialakuló szemcsehatár-felületek mozgás-képesek, ami görbült határfelületek kiegyenesedésében, esetleg a delta-ferrit kristallitok durvulásában nyilvánul meg (szemcsehatár-felületek csökkennek).

A 3. tartományban a felülettől befelé haladva a delta-ferrit dendritek egyre mélyebben alkotnak összefüggő szilárd kéreg, pontosabban a szolidusz-hőmérséklet alá került felületi réteg értelemszerűen egyre vastagszik, de továbbra is egyfázisú

marad, míg szolidusz-hőmérséklet feletti hőmérséklet-tartományban a delta-ferrit térfogathányada csökken, az olvadékné. Az egyes dendritek alakját ekkor úgy képzelhetjük el, mintha egy prizmatikus alakból fokozatosan csökkenő keresztmetszetű dendrit nőne ki, melyek alakját a növekvő szekunder dendritágak még összetettebbé tehetik.

A 4. tartományban a buga felületén megkezdődik a delta-ferrit ausztenitté való átalakulása, mégpedig a delta-ferrit oszlopos dendritek hármastalálkozási pontjaiban. Az allotrop átalakulás minorgörbéjéhez közeledve a kéregben a felületről befelé haladva fokozatosan csökken az átalakult gammafázis mennyisége, és azon a ponton, ahol az egyes dendritek hőmérséklete eléri az átalakulás major hőmérsékletét, ismét csak delta-ferrit van jelen.

Az 5. tartományban a delta-gamma átalakulás minorgörbéjét átlépve a hőmérséklet további csökkenése miatt az ausztenites felülettől befelé haladva egy bizonyos távolságban még tisztán ausztenites a kéreg. Ezt követi egy kétfázisú, delta + gamma fázisból álló szilárd kéreg, majd a delta-ferrites sáv következik, és végül az ebben a sávban jelenlévő delta-ferrit dendritek

egyre kisebb keresztmetszetűek lesznek, és már olvadékkal érintkeznek. Vagyis a kéreg delta + gamma heterogén sávjától kezdve a dermedő kéreg szerkezete megegyezik a 4. tartományban leírtakkal.

Az eddigiekben a szilárd kéreg kialakulásának folyamatát tárgyaltuk, és nem jellemeztük a kéregben lévő szilárd fázisokkal egyensúlyt tartó olvadék összetételét. Eddig csak arra utaltunk, hogy a növekvő delta-ferrit dendritek csúcsa az acél karbon-tartalma által meghatározott olvadáspontjának megfelelő hőmérsékletű olvadékkal, míg a buga felületére haladva a hőmérséklet csökkenése miatt a delta-ferrit dendritek felületére pontonra egyre nagyobb karbon-tartalmú olvadékkal tart egyensúlyt. Ez a karbon-tartalom adott esetben például 0,51% is lehet. Lényeges tehát, hogy a változó karbon-tartalmú olvadék mindig a delta-ferrittel tart egyensúlyt.

### 3.2. A 0,15% karbon tartalmú acél kristályosodásának fémtana

A már peritektikus reakciót is mutató (0,15% karbon-tartalmú, 4. ábra) összetételű acél kéregképződési folyamatát nem csak önmagában vizsgáljuk, hanem rámutatunk az előző esethez képest adódó különbségekre is. A buga felületén lejátszódó folyamatokat az alábbi lépésekkel jellemezhetjük:

1. tartomány: A likvidusz-hőmérsékletig az öntőporból keletkezett salak homogén acéolvadékkal érintkezik.
2. tartomány: Az acél nagyobb karbon-tartalma miatt a dermedés kisebb hőmérsékleten indul meg, mint az előző esetben. A buga felületén a kéregképződés folyamata az ilyen karbon-tartalmú acéloknál is hasonlóan játszódik le, mint az előző esetben, vagyis peritektikus reakció kezdő hőmérsékletéig a buga felületének delta-ferritekkel való fedettsége fokozatosan nő, de sohasem alakulhat ki delta-ferritekből (kristallitokból) álló összefüggő szilárd kéreg.
3. tartomány: A peritektikus reakció kezdő hőmérsékletének elérésekor a dendritek tövénél, pontosabban a felületen, a delta-ferrit reagál a dendritek közötti térben jelenlévő olvadékkal. Ennek az olvadéknak a karbon-tartalma az egyensúlyi diagram B-pontja szerinti (kb. 0,5%). Ez azt jelenti tehát, hogy a gamma fázis a dendritek tövét mintegy befedi, ugyanis ez a peritektikus reakció helye.

4. tartomány: A peritektikus reakció alsó határhőmérséklete felé közeledve egyre növekszik a felület szilárd fázissal való fedettsége, és ezzel együtt nő a delta-ferrit dendriteket körülvevő gammafázis mennyisége is. Kiemeljük, hogy a peritektikus reakció befejező hőmérsékletén tehát a gamma fázissal burkolt delta-ferrit dendritek egymással érintkezésbe kerülnek, és ekkor alakul ki az összefüggő szilárd kéreg a felületen, mivel azonban az acél összetételénél fogva a delta-ferrit feleslegben van, a szilárd kéreg felülete ekkor még kétfázisú.

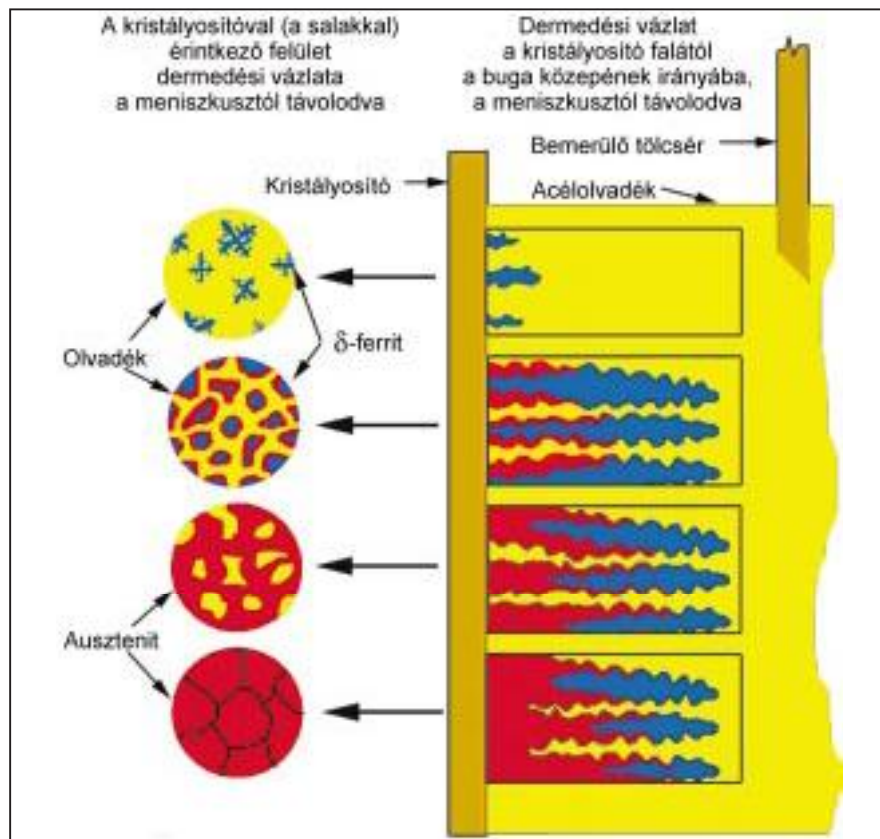
5. Tartomány: A peritektikus reakció alsó határhőmérséklete alatt a még feleslegben lévő delta-ferrit fokozatosan átalakul ausztenitté, és a delta → gamma átalakulás minor hőmérsékleténél a kéreg már homogén ausztenit képezi.

A kéregképződés folyamatát a fenti öt szakaszban, de most már a felülettől befelé haladva (4. ábra jobb oldali részlet) az alábbiakkal jellemezhetjük:

Abban a tartományban, ahol a buga felületén csak olvadék van, az olvadék hőmérséklete változik a kérdéses acél likvidusz-hőmérsékletétől egészen az acél öntési hőmérsékletéig.

A likvidusz-hőmérséklet alatt megjelenő delta-ferritek növekedése értelemszerűen hasonló, mint az előző esetben. Ahogy a kristályosítóban a buga lefelé halad, a felület hőmérséklete közelíti a peritektikus reakció kezdő hőmérsékletét, és így a delta-ferrit dendritjei egyre mélyebben nyúlnak be az olvadékba. A dendritek tövénél, amint azt már említettük, a delta-ferrit karbonban dúsabb olvadékkal tart egyensúlyt, míg a csúcsa az eredeti karbontartalmú olvadékkal.

A peritektikus reakció kezdő hőmérsékletén az egymással még nem érintkező delta-ferritek tövénél elindul a peritektikus reakció. A peritektikus reakció kezdő és befejező hőmérséklete közötti hűlés közben a delta-ferrit dendriteket egyre mélyebben vonja be az ausztenit. Végül a peritektikus reakció alsó határhőmérsékletén kialakul az összefüggő, kétfázisú szilárd kéreg. A felületre merőleges irányban befelé haladva a peritektikus reakció eredményeképp kialakult gammafázis mennyisége fokozatosan csökken, vagyis egyre vékonyodó ausztenit burok veszi körül a delta-ferriteket. Lényeges különbség tehát az első esethez képest, hogy ebben az esetben az olvadék az ausztenittel is érint-



■ 5. ábra. 0,25% karbon tartalmú acél dermedése a kristályosítóban

kezik, és a delta + olvadék reakciónak ezen a gamma burkon keresztül kell lejátszódnia. Ezzel definiáltuk a peritektikus reakció helyét a kéregképződés folyamatában. A dendritek vége továbbra is természetesen egynemű delta-ferrit. A peritektikus reakció alsó határhőmérsékletét átlépve – amint arra már utaltunk – a feleslegben lévő delta-ferrit fokozatosan átalakul ausztenitté, és így a szilárd kéreg felülettől befelé haladva kezdetben tisztán ausztenites, ezután egy ausztenites + delta-ferrites sáv, majd ezt követi az a tartomány, ahol már a felülettől adott távolságban az olvadék is jelen van az ausztenittel fedett delta-ferrit dendritek között.

Az elmondottakból látható, hogy az összefüggő szilárd kéreg még nem képező delta-ferrit dendritek között lévő olvadék karbon tartalma megegyezik annak az olvadékknak a karbon tartalmával, amely olvadék az ausztenittel fedett delta-ferrit részekkel tart egyensúlyt.

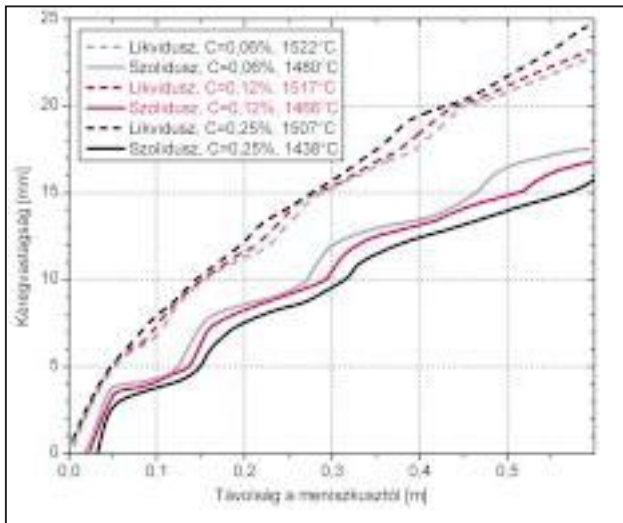
### 3.3. A 0,25% karbon tartalmú acél kristályosodása

Rátérve a kb. 0,25% karbon tartalmú acél esetére, a kéregképződés folyamatát az

alábbi lépések képezik (lásd 5. ábra). Először ismét a buga felületén megfigyelhető folyamatokat írjuk le:

1. tartomány: likvidusz-hőmérsékletig az öntőporból keletkezett salak homogén acéolvadékkal érintkezik.
2. tartomány: ahogy a salakkal érintkező olvadék eléri a likvidusz-hőmérsékletet, a határfelületen megjelennek a delta-ferrit dendrit csirái. A kristályosítóban lefelé haladva, a hőmérséklet csökkenése mellett a delta-ferrittel fedett felület aránya egyre növekszik, de ezek a delta-ferrittel fedett területek nem érnek össze, vagyis összefüggő szilárd kéreg e szakasz végéig nem alakul ki. A delta-ferrit dendritek tövénél karbonban dúsult (kb. 0,51% C-tartalmú) olvadék van jelen. Ennek az olvadéknak a mennyisége a delta-ferrit fázis mennyiségéhez viszonyítva szükségszerűen nagyobb, mint az előző esetben.
3. tartomány: a peritektikus reakció felső határhőmérsékletét elérve a delta-ferrit reagál a karbonban dúsult olvadékkal, és így a felületen ausztenittel körülvett delta-ferrit szigetek és olvadék van jelen. A peritektikus reakció alsó határhőmérséklete felé közeledve az ausztenit





■ **6. ábra.** Likvidusz- és szolidusz-hőmérsékletek pozíciója a kristályosítón különböző karbontartalmú acélok esetén

menyisége a delta-ferrit mennyiségének rovasára nő, és azon a ponton, ahol a felület hőmérséklete eléri a peritektikus reakció alsó határhőmérsékletét, a delta-ferrit teljesen eltűnik. Hangsúlyoznunk kell, hogy összefüggő szilárd kéregről még ekkor sem beszélhetünk, hiszen a tövénél teljesen ausztenites dendritek között karbonban dúsult olvadék van jelen.

4. tartomány: A szilárdoldatos dermedés törvényszerűségéből adódik, hogy a dermedés befejezésekor az olvadék karbon-tartalma az 1%-ot is elérheti (lásd  $Fe_3C$ -diagram BC vonalát). Ez a karbonban dúsult olvadék a hőmérséklet további csökkenése mellett szilárdoldatos dermedéssel kristályosodik, minden bizonnyal a már meglévő dendritvek vastagodását okozva. Az acél szolidusz-hőmérsékletének elérésekor a felületről nézve már nem látunk olvadékokat, vagyis ekkor alakul ki az összefüggő szilárd kéreg, amelyet az elmondottak szerint ausztenit képez.

5. tartomány: A felület homogén ausztenites, és így a hőmérséklet további csökkenésével csak hőtágulás okozta folyamatokkal kell számolni.

A kéregképződés folyamatát az egyes zónákban, de a felülettől befelé haladva a következőképpen írhatjuk le:

Mivel ennek az acélknak a legnagyobb a karbon-tartalma a tárgyalt három eset közül, az erre az acélra jellemző likvidusz-hőmérséklet a legkisebb. Abban a tartományban, ahol a buga felületén csak olvadék van, az olvadék hőmérséklete változik a kérdéses acél likvidusz-hőmérsékletétől egészen az acél öntési hőmérsékletéig. Amit a felület

hőmérséklete az acél likvidusz-hőmérséklete alá csökken a delta-ferrit dendritvek kialakulása és növekedése hasonló az előző két acélknál tárgyalt esethez. Természetesen az acél nagyobb karbon-tartalmából az adódik, hogy a peritektikus reakció felső határhőmérsékletének elérése előtt a delta-ferrit olvadék arány kisebb, mint az előző esetekben. A peritektikus reakció felső határhőmérsékletének elérésekor tehát – amint

arra már a felületen megfigyelhető folyamatok kapcsán utaltunk – a karbonban dúsult olvadék mennyisége nagyobb, mint amennyi a tisztán peritektikus reakcióhoz szükséges. Ezért az alsó és felső határérték közötti hűlés közben a delta-ferrit dendritvek felületén lejátszódó peritektikus reakció nem fogyasztja el az olvadékokat. Az egyes dendritvek ebben a tartományban kétfázisúak. Magjuk és végük delta-ferrites, míg a dendritnek azt a részét, amely már a peritektikus reakció felső határhőmérséklete alá hűlt, ausztenitburok veszi körül. Ez az ausztenitburok a dendrit csúcsa felé közeledve vékonyodik.

Az alsó határhőmérséklet átlépésével a dendriten belül a delta fázisnak el kell tűnnie. Az elmondottakból következik, hogy az egyes dendritvek szerkezete a következőképpen alakul az alsó határhőmérsékleten: A dendrit töve tisztán ausztenites, majd egy ausztenit burokkal fedett delta-ferrites rész következik, majd még beljebb egészen a dendrit csúcsig tisztán delta-ferrites szakasz következik. A dendritnek azon a részén, ahol az már kétfázisú, a felülettel egyensúlyt tartó olvadék közelítőleg ~0,5% karbon-tartalmú. A kéreg növekedésének utolsó szakaszában, vagyis az 4. tartományban a peritektikus reakció szempontjából feleslegben lévő olvadék rákristályosodik a meglévő dendritvekre, mégpedig annak tisztán ausztenites tövére. Az 5. szakaszban a buga lefelé haladásával egyidejűleg a felületi hőmérséklet csökkenése mellett az összefüggő homogén ausztenites szilárd kéreg vastagszik, és ettől beljebb a buga belseje felé haladva az oszlopos dendritvek további szerkezetének jellege változatlan marad.

#### 4. A szilárd kéreg kristályosítón belüli vastagsága

A kéregképződés fenti fémtani folyamatának elemzéséhez további támpontot nyújt az adott acélra vonatkozó likvidusz- és szolidusz-hőmérséklet kristályosítón belüli pozíciója, amelyet az előbb tárgyalt esetekre közelítőleg a 6. ábra mutat TEMP-SIMU-val végzett szimuláció alapján. A likvidusz-hőmérsékletre vonatkozó görbe mutatja minden esetben a delta-ferrit dendrit csúcsának helyzetét, míg a szolidusz görbe a már összefüggő szilárd kéreg kialakulásának helyét jelzi.

A szokásos öntési körülményekre vonatkozó számítások szerint a kristályosító végén az összefüggő szilárd kéreg vastagsága kb. 15-18 mm között változik, míg a delta dendritvek csúcsainak távolsága a felülettől mérve ugyanezen a helyen kb. 23-25 mm közötti. Ez azt jelenti tehát, hogy mintegy 5-10 mm-nyi az a távolság, amelyen belül a növekvő dendritvek közötti térben még acélolvadék jelen van. Ugyanezen a távolságon belül az acélolvadék összetételének is változnia kell, hiszen a dendrit csúcsa az acél átlagos összetételének megfelelő összetételű olvadékkal tart egyensúlyt, míg az egymással érintkezésbe kerülő és az így már összefüggő szilárd kéreg egy nagyobb karbonkoncentrációjú olvadékkal tart egyensúlyt. Ennek a karbonkoncentrációnak a maximális értéke az egyensúlyi diagram B-pontjához tartozó koncentrációnak felel meg. Természetesen ezen a tartományon belül a karbonkoncentráción kívül a hőmérséklet is változik.

#### Irodalom

- [1] TEMP-SIMU, Helsinki University of Technology, 2004
- [2] *M.C.Flemings*: Solidification Processing, McGraw-Hill Book Co., 1974
- [3] *R.Trivedi, W.Kurz*: Dendritic Growth, International Materials Review, 39 (1994), pp.49-74.
- [4] *Fehérvári G., Verő B., Kardos I., Csepeli Zs.*: Relationship between the primary cast structure and distribution of inclusions in a St52-3 type continuously cast steel slab, Materials Science Forum, 537-538 (2007) 115-123.
- [5] *J.Miettinen, S.Louhenkilpi, J.Laine*: IDS Solidification Analysis Package, Helsinki University of Technology, Laboratory of Metallurgy

## Az európai és a hazai acélipar szerkezeti változásai

**A Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés igazgatótanácsa 2006. szeptember 28-i ülésén tárgyalta „Az európai acélipari struktúraváltozások és következményeik” című témakört, amelyhez a szerzők készítették az írásos előterjesztést. A jelen dolgozat ennek összefoglalását adja. Kiindulópontja az, hogy az ezredfordulón drámai változások következtek be a világ acélpiacon és acéltermelésében, amelyek súlyosan érintették Európa acéliparát és a hazai acélipart is. A cikk összefoglalja a változások okait, jellegét és következményeit.**

### 1. Korszakváltás a világ acéliparában

Az elmúlt években mélyreható változások indultak meg a világ és Európa acéliparában, amelyek következményeit tagvállalataink is tapasztalhatták. A változások legfontosabb területei a következők:

- a világ acélfelhasználásának és acéltermelésének felgyorsuló növekedése;
- az acéltermelés és acélfelhasználás regionális eloszlásának átalakulása;
- a felgyorsult növekedés következményei a betétanyagok piacán;
- az acélipari vállalati koncentráció felgyorsulása.

### 2. A globális acéltermelés és acélfelhasználás trendjei

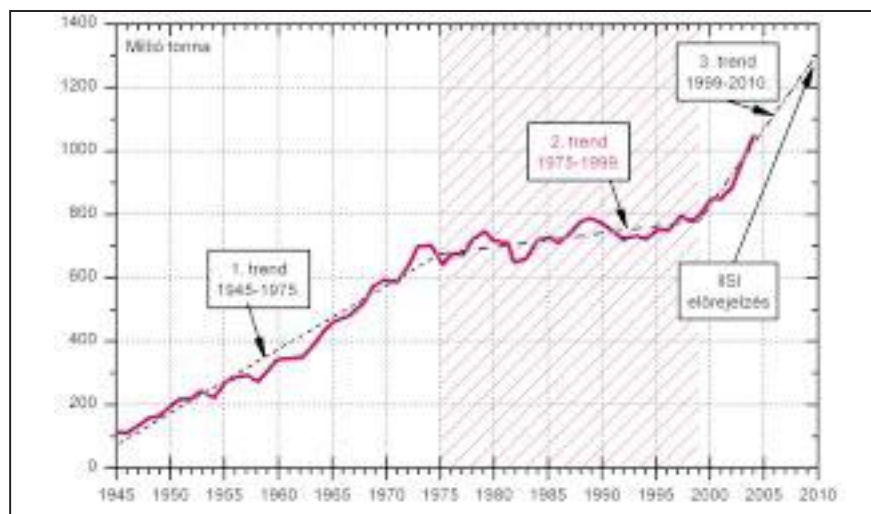
1950 óta hatszorosára nőtt a világ acéltermelése, a növekedés üteme azonban korántsem volt egyenletes. A világgazdasági növekedés ingadozásaival összefüggő rövidtávú változások mellett három, egymástól jól megkülönböztethető trend alakult ki jelentősen különböző növekedési sebességekkel (1. ábra). A változásokat jól szemlélteti az 1. táblázat is.

Az I. szakaszban a fő célkitűzés a termelés növelése volt. Európában az újjáépítés és a gazdasági növekedés sok acélt igényelt, az 50-es években az igények kielégítése is gondot jelentett. Az akkori problémák kezelésére hozták létre az Európai Szén és Acél Közösséget (1952), amelyet sokan joggal az Európai Unió előfutárának tekintenek. Az acélipar válasza erre a kihívásra a konverteres acélgártás kifejlesztése és bevezetése volt; ennek termelékeny-

sége többszöröse az addig uralkodó Siemens–Martin-eljárásénak.

A II. szakasz elején az acéliparban további jelentős, rövid időn belül feleslegessé és kihasználhatatlanná váló kapacitást hoztak létre. A lelassult növekedés gyárbezárásokkal, elbocsátásokkal, ill. az ennek elkerülését célzó állami beavatkozások bevezetésével járt. Európában az 1976-ban megalakult Eurofernek már főleg e problémák kezelésével kellett foglalkozni. Erre a szakaszra az elektroacélgártás térnyerése volt jellemző, amely elsősorban a termelés nagyságát illetően sokkal rugalmasabb az integrált acélgártásnál.

A III. szakasz megjelenése ugyanolyan váratlanul érte a világ acéliparát, mint a II. szakaszé. A felgyorsult növekedést egy ideig még követni tudta az acélipar, majd robbanásszerűen beindult a kínai gazdaság, és



■ 1. ábra. Trendváltozások a világ nyersacéltermelésében

**Tardy Pál** okl. kohómérnök; 1975-ben kandidátusi, 1990-ben MTA doktori címet szerzett. 2000-ben habilitált a Miskolci Egyetemen, ahol egyetemi magántanár. 1993-ig a VASKUT-ban dolgozott, azóta az MVAE igazgatóhelyettese. 160 publikációja van, közel fele külföldön. A 90-es években az ÖMBKE főtitkára, majd elnöke volt. Az MTA Metallurgiai Bizottságának elnöke. Számos hazai és nemzetközi szakmai és társadalmi testület vezetőségi tagja.

**Zámbó József** okleveles kohómérnök, okleveles kohóipari gazdasági mérnök. 1970-1981-ig a Vasipari Kutató Intézetben, azóta pedig a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülésben különböző beosztásokban dolgozott, ahol 1994 óta kereskedelmi igazgatóhelyettes. 1992-ben fél évre miniszteri biztosi teendőket látott el a diósgyőri kohászatnál. 1997-2003 között tagja volt az ÖMBKE választmányának és titkára a Vaskohászati Szekosztálynak.

ezen belül az acélfelhasználás és az acéltermelés. A következmények markáns jelei 2004-ben váltak érzékelhetővé a betétanyagok és az acéltermékek piacán bekövetkezett árröbbség formájában.

1. táblázat: A globális acéltermelés adatai

Időszak	Termelés, Mt	Növekedés
I. 1950-1974	189 → 708	20,8 Mt/év
II. 1974-1999	708 → 788	3,5 Mt/év
III. 1999-2005	788 → 1132	57,3 Mt/év

**2. táblázat:** Néhány ország és régió acélfelhasználásának növekedése (1999–2005)

Ország, régió	Növekedés
EU 15	2,5%
EU 10 (új tagok)	34,7%
USA	± 0%
Japán	+ 9,2%
Kína	157%
India	46%
Irán	127%

**3. táblázat:** A világ acélfelhasználásának regionális megoszlása 2005-ben

Ország/regió	Részarány a világ acélfelhasználásában
Európa (FÁK nélkül)	18,7%
FÁK-országok	4,2%
NAFTA-országok	13,4%
Japán	7,7%
Kína	31,1%
Egyéb ázsiai országok	15,2%
Egyéb országok	9,7%

A III. szakasz változásainak az acélipari technológiákra eddig nem volt olyan markáns hatása, mint az előző kettőnek. Mindenesetre határozott törekvések tapasztalhatók az anyagtakarékos technológiák, az alternatív betétanyagok, ill. kohósítási eljárások alkalmazására, a környezetvédelem rohamos fejlesztésére kényszerítő szabályozók bevezetésére, ami szükségszerűen növeli a termelési költségeket, ill. rontja a versenyképességet a „lazább” környezetvédelmi szabályozást követő országokhoz, régiókhoz képest. Ugyanilyen hatása van a CO<sub>2</sub>-kereskedelem bevezetésének is.

### 3. Az acélfelhasználás és acélttermelés regionális szerkezetének átalakulása

Napjainkban az EU régi országaiban és a világ többi fejlett országában a gazdaság acélintenzitása – az egy főre vonatkozó acélfogyasztás és GDP hányadosa – csökken. Ázsia „kis tigrisei” (Korea, Tajvan, Szingapúr) a közelmúltban érték el a maximumot; növekedésük ezt megelőzően rendkívül gyors volt, de mára jelentősen lelassult.

Kína az ezredfordulón jutott abba a növekedési szakaszba, amelyben a „kis tigrisek” 15 évvel korábban voltak: gazdasági növekedése felgyorsult, acélfelhasználása még gyorsabban kezdett növekedni. Ezt a helyzetet jellemzik a 2. táblázat adatai.

Az acélfelhasználás regionális eloszlása teljesen átalakult: a „klasszikus nagy acélfelhasználó régiók (Európa, Észak-Amerika, Japán) súlya lecsökkent, Kínáé viszont ma már megközelíti a világfelhasználás 1/3-át, és 2005-ben az acélttermékek 54%-a Ázsiában került felhasználásra (3. táblázat).

Az acélttermelés regionális eloszlása ma már eléggé hasonló az acélfelhasználásához (2. táblázat). A tervezett fejlesztések szerint 2005 és 2012 között több mint 500 Mt-val növekedhet a globális nyersacélgyártó kapacitás, aminek közel 80%-át Ázsiában fogják létrehozni, és ennek eredményeképpen rövidesen a világ acélttermelésének 2/3-a Ázsiában fog történni.

### 4. A felgyorsult termelésnövekedés következményei a betétanyagok piacán

A világ nyersacélttermelése 1999 óta évente közel 60 Mt-val növekszik, ami jelentős mennyiségű betétanyag-többletet igényel. Ennek az óriási szívóhatásnak a következményei 2003-ig alig voltak érzékelhetők: a meglévő kapacitásokkal ki lehetett elégíteni az igényeket. A drámai változás 2004-ben következett be: valamennyi betétanyag ára ugrásszerűen megnőtt.

A vasérc árváltozása jellegében lényegesen eltér a többi betétanyagétól. Ennek oka az, hogy a vasércellátásban már régóta rendkívül nagy a vállalati konszolidáció mértéke: a legnagyobb 10 ércszállító vállalat adja a szállítások 97%-át. Ezek rendkívül erős alkupozícióban vannak az acéliparral szemben. Uralkodó piaci hely-

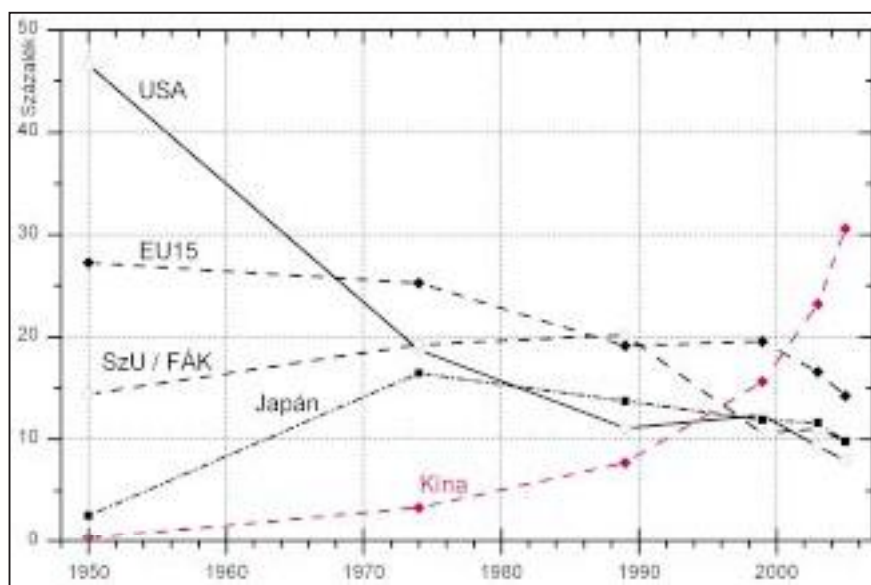
zetüket hatékonyan tudják érvényesíteni; ebben legnagyobb vásárlójuk, Kína sem tudta eddig megakadályozni őket. A jó piaci kilátások ismeretében a vasércszállítók gyors ütemben fejlesztik kapacitásukat, ami 2007-ben több mint 100 Mt-val lesz nagyobb, mint 2005-ben.

A kohókokszy gyártásban Kína a legnagyobb; exportja azonban saját felhasználásának gyors növekedése miatt csökkent, ami hiányzik a nemzetközi kereskedelemből. A Nemzetközi Vas és Acél Intézet (IISI) szerint 2007 végéig kb. 45 Mt új kocszoló kapacitást hoznak létre, legnagyobb részét Kínában. A kocszolható szén árának változása hasonló jellegű a vasércéhez; itt 2000 óta háromszorosára nőttek az árak.

### 5. A vállalati konszolidáció felgyorsulása az acéliparban

A globalizáció egyik fontos kísérőjelensége a vállalatok összeolvadása (összevonása), ami számos iparágban (járműipar, elektronika, gyógyszeripar stb.) már évtizedekkel ezelőtt megkezdődött, és azóta is folyik. Az acélipar konszolidációja ezekhez képest nagy késéssel, lényegében az ezredforduló táján gyorsult fel. Ennek eredményeképpen még ma is sokkal kisebb a konszolidáció mértéke, mint akár a beszállítóknál (ércellátás), akár a vásárlóinál (pl. járműipar).

Az acélipar felgyorsult konszolidációja napi téma a szakértők körében. A mai helyzetet az 4. táblázatjól szemlélteti. Eszerint a 10 legnagyobb acélipari vállalat termelése nem éri el a világtermelés 1/3-át, ami



■ 2. ábra. A világ acélttermelésének régiók közötti megoszlása

4. táblázat: A legnagyobb acélpipari vállalatok termelése és részaránya a világtermelésben

	Termelés Mt	Részarány a világ termelésében, %	Térség
Mittal-Arcelor	110	9,71	globális
Nippon	32	2,82	Japán
Posco	31	2,74	Korea
JFE	30	2,65	Japán
Baosteel	24	2,12	Kína
US Steel	20	1,77	USA + Szlovákia, Szerbia
Corus	18	1,59	UK + NL
Riva	18	1,59	Olaszország
Nucor	18	1,59	USA
Thyssen Krupp	17	1,50	Németország
<b>Összesen</b>	<b>318 Mt</b>	<b>28,08%</b>	

a velük üzleti kapcsolatban lévő ágazatokhoz képest rendkívül kis konszolidációs fokot jelent. A táblázatban felsorolt óriásvállalatok közül egyedül a Mittal tekinthető valóban globálisnak. Három további vállalat két kontinensen termel (az USA-ban és Európában), a legtöbb azonban csak egy országban működik.

A Mittal helyzete abból a szempontból is kedvező, hogy alapanyag-ellátásának zömét (a kokszolható szén 45%-át, a vasérc közel 80%-át, a kokszt 82%-át) saját forrásokból biztosítják; ez rajtuk kívül csak a Severstal-ról mondható el, amely viszont egyelőre még sokkal kisebb cég.

A világ acélpiparában minden bizonnyal tovább folyik a konszolidáció. A legújabb hírek szerint az orosz nagyvállalatok (Severstal, Evraz) szeretnének Európában terjeszkedni; a CORUS megvételéről vannak erre vonatkozó híradások.

## 6. A változások hatása az EU acélpiparára

Az EU régi 15 országa 1950-ben a világtermelés közel 30%-át adta; az USA részaránya pedig megközelítette az 50%-ot. A világ azóta sokat változott: az EU részaránya 2005-ben 14,5%, az USA-é 8,2% volt. Kína súlya még 1989-ben is kisebb volt 10%-nál, 2005-ben pedig már meghaladta a 30%-ot. A tradicionális nagy acélpipari régiók 1950-ben a teljes termelés több mint 90%-át adták, 2005-ben viszont csak 42%-át. A világ acélpipara alapvetően átrendeződött.

Az EU a 90-es évek elejéig jelentős acél-exportőr volt, és acélpiparának meghatározó szerepe volt a nemzetközi acélpiacokon. A súlypont áthelyeződésével ez a szerep lényegesen csökkent, és az elmúlt években egyre inkább védekező szerepre kényszerült, expanziós lehetőségei beszűkültek. Az

EU acélpiparának helyzete ma a következőképpen jellemezhető:

- a régió acélfelhasználása sokkal lassabban nő a világtágnál;
- nyersanyagbázisa – Svédországot kivéve – lényegében elhanyagolható;
- a termelési költségek nagyok;
- a költségeket tovább növeli a környezetvédelem;

– meghatározó nagyvállalatai alig terjeszkednek az unión kívülre, sőt kívülről irányított konszolidáció részeseivé válnak.

- A hátrányokkal szemben két fontos versenylőnnyel is rendelkezik az EU acélpipara:
  - termelő berendezései, termékszerkezete összességében korszerű;
  - az acélpipari innovációban (technológia és termékfejlesztés) még mindig élenjáró.

A felsorolt problémák közül az Európai Bizottság és az EUROFER a betétanyagok és az energiahordozók piacán kialakult helyzetet tekinti legveszélyesebbnek az unió acélpiparának versenyképességére. Ez összhangban van a leírtakkal. Ez az egyetlen olyan versenyhátrány, amit lényegében az EU objektív adottságai (a nyersanyagok és energiahordozók előfordulása) határoznak meg, és ezért alapvetően nem lehet rajta változtatni. E versenyhátrány csökkentésére az EUROFER két irányban tesz erőfeszítéseket.

### 6.1. A betétanyagok és késztermékek piacán folyó verseny szabályozása

Az Európai Bizottság Ipari és Vállalkozási Igazgatóságának fémes és nem fémes anyagokkal foglalkozó egysége a közelmúltban (2006. augusztus 2.) tette közzé „Az EU vas- és fémipara gazdasági indikátorainak elemzése: a nyersanyagok és az energiaellátás hatása a versenyképességre” című tanulmányt. Ebben megállapították, hogy a nyersanyagok és az energia sze-

repe a legnagyobb a versenyképességet illetően. A legérzékenyebb betétanyag az acélpipari vállalatok megítélése szerint 2005-ben a vasérc és a kokszt volt. Az acélipiaci szakvélemények továbbra is a globális felhasználás és termelés dinamikus növekedését jósolják, így ez a helyzet alapvetően nem fog változni. Mivel az árváltozásokkal a 4. pontban és 2006. májusi előterjesztésünkben részletesebben is foglalkoztunk, most eltekintünk a részletesebb elemzéstől.

A drasztikus áremelések mellett az EU acélpiparát az a tény is zavarja, hogy az alapanyagellátásban teljes az importfüggőség, ami a kiszolgáltatottság érzetét kelti. Ez az érzés jogos, mert eddig semmiféle eredményt nem tudtak elérni az árakról folytatott alkuk során.

Az UNICE (az Európai Iparvállalatok Szövetsége) állásfoglalásában ennél tovább megy: „a jelenlegi piaci fejlemények azt jelzik, hogy az elkövetkezendő években, évtizedekben kritikus tényezővé válhat a méltányos árakon történő szállítások biztonsága” is. Ezt a problémát csak a tiszta, átlátható és a nemzetközi kereskedelemben elfogadott szabályok között folytatott kereskedelem oldhatja meg. Az UNICE ezek figyelembevételével a következő álláspontot képviseli:

„Ilyen körülmények között az ipari nyersanyagokhoz való hozzájutás biztonságának növeléséhez hatékony EU-stratégiát kell kidolgozni, amihez arra van szükség, hogy ez a téma EU és nemzeti szinten egyaránt elsőrangú prioritást kapjon. Ennek a stratégiának messze túl kell nyúlnia a kereskedelempolitikán, be kell vonni külkapcsolatokat, a fejlesztési együttműködést, a környezetvédelem és munkabiztonság kérdését, a versenyszabályozást, a K+F-et és a nemzeti erőforrások problémáit is”.

A konkrét javaslatok a következők:

- a nyersanyagok nemzetközi piacát torzító tényezők kiszűrése,
- a nyersanyagigények kielégítésének elsősegélyt kell adni a külkapcsolatokban,
- az EU harmadik országokkal folytatott fejlesztési együttműködéseinek törekedni kell a nyersanyagokhoz való hozzájutásra,
- a környezeti, egészségügyi és munkabiztonsági politika biztosítsa az alapanyagokhoz való hozzájutás figyelembevételét,
- az EU versenypolitikájánál figyelembe kell venni a nyersanyagpiac speciális jellegét,
- erősíteni kell a fenntartható nyersanyagellátás szempontjait a K+F tevékenységben,
- nemzeti szinten is hangsúlyt kell adni a nyersanyagellátást befolyásoló tényezőknek.

Az EUROFER támogatta az UNICE által kiadott állásfoglalást. Az EU illetékes szervezetei a nemzetközi kereskedelem általános kérdéseivel is foglalkoznak, ami nemcsak a nyersanyagok beszerzése, hanem az acéltermékek exportja és importja szempontjából is fontos. A Bizottság azt vizsgálja, hogy az előrehaladó globalizáció figyelembe vételével milyen változtatásokat kell végrehajtani a piacvédelem területén.

Az EUROFER – tagjainak véleményét figyelembe véve – olyan álláspontot képvisel, hogy nem indokolt a meglévő piacvédelmi eszközök lazítása (a Bizottság ugyanis ebbe az irányba javasolja az elmozdulást), mert a globalizáció felerősíti a piactorzító eszközök alkalmazásának lehetőségét és veszélyét. A lazítás helyett az ellenőrzés szigorítását tartja szükségesnek. A piacvédelem jelenleg elfogadott módszerei nem torzítják, hanem – ellenkezőleg – korrigálják a piac működését, ezért további alkalmazása indokolt. Az antidümping eljárások jelenlegi gyakorlatát jónak tartják, és elzárkóznak minden olyan változtatástól, ami tovább bonyolítaná és nehezítené ezt az eljárást.

### **6.2. Az acélipar fajlagos anyag- és energiafelhasználásának csökkentése**

Az EU adottságait figyelembe véve az ilyen irányú fejlesztések a legfontosabbak közé tartoznak. Májusi előterjesztésünkben részletesebben foglalkoztunk ezzel a kérdéssel, ezen a helyen csak újra hangsúlyozzuk a témakör jelentőségét.

### **6.3. A konszolidáció folyamata az EU acéliparában**

A világ 10 legnagyobb acélipari vállalata közül három (Corus, Riva és Thyssen Krupp) tekinthető valóban EU-beli vállalatnak. A helyzet azonban meglehetősen gyorsan változik. Az Arcelor például 2006 közepéig még önálló vállalatcsoport volt, és mérete szerint a második helyen állt.

Az Európán belüli konszolidációnak eddig két nagy eredménye van: a CORUS létrejötte brit és holland vállalatokból, majd az ARCELOR kialakítása spanyol, francia és luxemburgi nagyvállalatokból. A nemzeti határokon túlra rajtuk kívül kevés nyúlik át; a legfontosabb valószínűleg az olasz Riva németországi tulajdonrésze.

Az Arcelort a közelmúltban a Mittal vásárolta fel, a vállalatcsoport az EU-n kívül az USA-ban, Romániában, Kazahsztánban és Ukrajnában is tulajdont szerzett, így va-

lóban – mindezeig az egyetlen – globálisnak tekinthető acélipari óriásvállalat.

Az EU-ban folyó felvásárlások új fejleménye az orosz és ukrán vállalatok megjelenése. Ez a folyamat logikusnak tekinthető, ha figyelembe vesszük az EU acéliparának nyersanyagbázisát. A nyersanyagpiacon kialakult helyzet kulcspozícióba hozta a nagy ércbázissal is rendelkező vállalatokat; Oroszország és Ukrajna ide tartozik. A két ország az IISI adatai szerint 2004-ben több mint 160 Mt ércet termelt; ebből 138 Mt-t használtak fel, azaz 20–25 Mt maradt exportra. A jelenlegi árvíszonyok mellett a saját ércbázison működő acélgéártás igen nagy versenyelőnyt jelent, mert a vasércárát különösen napjainkban nem a termelési költségek emelkedése, hanem a piaci kereslet erősödése határozza meg.

Az orosz és ukrán acélipari vállalatok eddig elsősorban az új tagországokban vásároltak acélipari vállalatokat (köztük a Dunafer Zrt.-t és a DAM 2004 Kft.-t); az EVRAZ-nak azonban már Olaszországban (Piombino) és Franciaországban (Ascometal) is van üzeme. A közelmúltban jelentek meg a híradások arról, hogy a Severstal (amelynek az USA-ban már van üzeme) a CORUS felvásárlására készül.

Az EU acéliparának felsorolt problémáit figyelembe véve valószínűleg nem az lesz az orosz és ukrán tulajdonosok elsődleges stratégiája, hogy saját ércbázissal segítsék az EU-beli vállalatok ellátását; sokkal inkább azt lehet várni, hogy a primér termelést (félttermékgéártás) maguk végzik, és a feldolgozás marad az EU-ban. Ennek is megvan a szigorú logikája:

- tömegében sokkal kevesebb anyagot kell szállítani (érc, koks helyett acélt);
- a termelési költségek sokkal kisebbek (alacsonyabb bérek, lazább környezetvédelem);
- az EU-beli vállalatok korszerű feldolgozó technológiái és termékszerkezete, valamint az egységes, nagy piacon való jelenlét előnyei jól kihasználhatók.

### **7. A struktúraváltás következményei a hazai acéliparában**

Hazánk 2004 óta tagja az Európai Uniónak, acéliparunk így részévé vált az EU acéliparának. Alapproblémái (a nyersanyagbázis hiánya stb.) ugyanazok, mint EU-beli társaié; csak acélhulladékból vagyunk önellátók.

A hazai acélipari vállalatok mérete nemzetközi összehasonlításban kicsiny; ez a

Dunafer Zrt.-re is igaz, ha figyelembe vesszük géártástechnológiáját. Termékszerkezetük, az alkalmazott technológiák és a géártó berendezések korszerűsége elmarad az EU 15-re jellemző színvonalától; versenyelőnyről hozzájuk képest az alábbi területeken beszélhetünk:

- a bérköltségek kisebbek,
- a hazai felhasználók kiszolgálásában jobb pozícióban vannak (szállítási költségek, kapcsolatrendszer),
- a kisebb méretek miatt rugalmasabban tudnak alkalmazkodni a vásárlók igényeihez.

Teljes vertikumban három vállalat működik. Közülük kettő (Dunafer Zrt. és DAM 2004 Kft.) ukrán tulajdonban van. Az integrált technológiát alkalmazó Dunafer esetében már érzékelhető az a tendenciák, amelyeket az EU acéliparával kapcsolatban leírtunk: egyelőre csak feldolgozókapacitásainak (meleg- és hideghengerlés, bevontolás) növeléséről vannak értesüléseink (az acélgéártást szinten kívánják tartani).

Az Ózdi Acélművek Kft. fő terméke a betonacél. Ez a termék a szó jó értelmében vett acélipari tömegtermék (nincs szükség hozzá speciális metallurgiai, hőkezelési eljárások alkalmazására), amelyet viszonylag szűk minőségi és kiviteli tartományban, nagy tömegben állítanak elő. Géártására sok helyen miniacélművek specializálódtak, amelyek a földrajzi közelségükben lévő felhasználók igényeit elégítik ki.

Ilyen az ÓAM is, amely a betonacélgéártás tekintetében lényegében monopolhelyzetben van hazánkban, amelyet az olcsó import miatt nem tud igazából kihasználni. Az ilyen méretű és profilú üzemek esetében a vállalati konszolidáció eredményeként nem alakulhatnak ki a korábban felsoroltakhoz hasonló méretű óriásvállalatok; a konszolidáció azonban itt is halad. Az ÓAM az Aicher vállalatcsoport tagja, amely az anyaországon kívül (Németország) más országokban (Csehország, Magyarország, Románia) is rendelkezik acélművel. Fontos eredménye a konszolidációnak, hogy az ÓAM a 90-es évek válsága után stabilizálódott, és jelentős fejlesztésekre került sor benne. Jelenleg folyik az acélgéártó kapacitás bővítése, amit a piaci lehetőségek alátámasztanak.

### **8. A vállalati struktúraváltozások hatása a tagvállalatok piacaira**

A 2. pontban vázolt termelés és acélfelhasználás növekedési szakaszok közül a II. sza-



kasz (1974–1999) jelenségeit, a gyárbezárásokat, elbocsátásokat, állami beavatkozásokat, piaci korlátozások ügyeit hazánk, és így a tagvállalatok is még az EU-n kívüliként éltek át. 1992-ig az EU a magyar acélszállításokat is korlátozta ún. önkorlátozó megállapodás keretében megadott kvótákkal és több esetben anti-dömping vám kivetésével. Az anti-dömping eljárás kezdeményezésével és vámok alkalmazásával még társult tagságunk időszakában (1992–2003 között) is több alkalommal élt.

Az ország EU taggá válásáig (1993–2004 között) az acéltermékek importjával szemben hazánk is alkalmazott piacvédelmet a volt KGST országokkal szemben, illetve 2002–2004 között az általános acélipari válság miatt néhány termék esetében az országok többségével, így még az EU-val szemben is. Mindezek ellenére több termék gyártása megszűnt, és ezek azóta csak importból szerezhetőek be. Az ország EU-taggá válása óta az önálló piacvédelmi intézkedés lehetősége megszűnt.

Magyarországon az acélkereskedelemmel foglalkozó cégek száma az utóbbi 10 évben rendkívüli mértékben megnőtt, és az európai acélgyártó cégek többsége valamilyen formában közvetlenül is jelen van ezen a kicsi magyar piacon.

A magyarországi acélfelhasználás és acélpiac alakulásával több éve folyamatosan foglalkozunk, és évente két alkalommal az Igazgatónács és a Kereskedelmi Szakigazgatói Tanács is napirendjére tűzte ezt a témakört, ezért most csak néhány összefoglaló megállapítást emelünk ki:

- az ország összes acélfelhasználása az elmúlt 10 évben 75%-kal nőtt, miközben a belföldön gyártott acéltermékek hazai felhasználásának mennyisége a kisebb évenkénti ingadozásoktól eltekintve összességében nem változott. Az import aránya 35%-ról 66%-ra nőtt. Ez lényegében azt jelenti, hogy a magyar acélfelhasználás növekedéséből nem a magyar acélgyártók, hanem a külföldiek és az importőrök profitáltak;
- főbb termékcsoportonként megvizsgálva, ugyanebben az időszakban az összes lemeztermék felhasználás 65%-kal nőtt, miközben a belföldön gyártott lemez felhasználás 20%-kal nőtt. Az import aránya a felhasználásban 28%-ról közel 50%-ra nőtt;
- a rúd- és idomacélok felhasználása 85%-kal nőtt, miközben a belföldön gyártott termékek felhasználása 20%-kal csök-

kent. Az import aránya 30%-ról 70%-ra nőtt. Ezenbelül a betonacél felhasználás a 4-szeresére nőtt, miközben az import a 12-szeresére és az aránya a felhasználásban 12%-ról 36%-ra nőtt. Az idomacélgyártás több lépcsőben mára már teljesen megszűnt;

- a húzott huzal felhasználás kb. 40%-kal nőtt, miközben a belföldön gyártott termék felhasználása 15%-kal csökkent és az import 2,5-szeresére nőtt. Az import aránya 35%-ról 60%-ra változott;
- a hegesztett cső felhasználás a 10 évvel ezelőttivel azonos nagyságú, miközben a belföldön gyártottból a felhasználás a harmadára csökkent (üzembezárás is volt). Az import aránya 18%-ról 70%-ra nőtt;
- a zártszelvény felhasználás 60%-kal nőtt, miközben a belföldön gyártottból a felhasználás hullámzó volt, de lényegesen nem változott. Az import aránya 13%-ról 50% felettire nőtt.

Ezek a változások a magyar acélfelhasználás és az import arányában még nem az európai acélipar átstrukturálódásának, hanem nagyobb részt az országban lezajlott gazdasági változásoknak és a kereskedelmi liberalizációnak a következményei.

Az összes acéltermék importnak több mint 80%-a a jelenlegi EU országokból érkezik. Ez az arány az EU közeljövőben várható bővítésével (Románia, Bulgária stb.) tovább nőhet. Mivel az EU-n belül egységes szabad piac működik, ez azt is jelenti, hogy a magyar acélipari vállalatok számára a jövőben is elsősorban az EU-n belüli piaci verseny lesz a legnagyobb kihívás. Különösen igaz ez amiatt is, hogy a magyarországi acélipari vállalatok számára a belföldi piac mellett mindig is fontos volt az európai piacokon való jelenlét, és ez valószínű így is marad.

Mindemellett nagy és nyitott kérdés persze az, hogy a globalizációs folyamat miként folytatódik, és ez milyen hatással lesz az európai acélpiacra, illetve a magyar acélipar hogyan és milyen szereplőjévé válik a konszolidációnak? Ettől függetlenül a magyarországi acélipari vállalatoknak a lehető legszélesebb piaci kapcsolatokat kell kiépíteni ahhoz, hogy a jövőben is prosperáljanak.

#### Következtetések

Legfontosabb megállapításaink a következők:

- a. Az acélfelhasználás és acéltermelés nö-

vekedési üteme az ezredfordulón ugrászerűen megnőtt, a hajtóerő a kínai gazdaság rendkívül dinamikus növekedése.

- b. Az acélfelhasználás és acéltermelés súlypontja Ázsiába helyeződött át, ahol 2005-ben a világtermelés 54%-át használták fel. A folyamatban lévő fejlesztések figyelembe vételével néhány éven belül itt fogják termelni az összes nyersacél 2/3-át.
- c. A dinamikus termelésnövekedés ugrászerűen áremelkedést okozott a nyersanyagok piacain. A hirtelen megnőtt keresletet ugyanis a nyersanyag beszállítók nagyfokú konszolidációjuk következtében messzemenően ki tudták használni.
- d. Az említett fejlemények eredményeképpen felgyorsult az acélipari vállalatok konszolidációja is; ennek leglátványosabb következménye a két legnagyobb vállalatcsoport (Mittal, ARCELOR) egyesülése. Az acélipar konszolidációjának mértéke ennek ellenére elmarad a nyersanyagok beszállítóinak és fő felhasználóinak (pl. járműipar) konszolidációs fokától.
- e. Az új helyzet hátrányos következményekkel jár az egész EU acéliparára, amely nem rendelkezik érdemleges nyersanyagforrásokkal, termelési költségei pedig a magas bérek és környezetvédelmi ráfordítások miatt magasabbak a feltörekvő országokénál.
- f. Az EU acélipar határozott intézkedéseket szeretne elérni mind a nyersanyagpiacon, mint a késztermékek piacán annak érdekében, hogy méltányos verseny alakulhasson ki és versenyben maradhasson vetélytársaival.
- g. Az EU acéliparában először a CORUS, majd az ARCELOR megjelenése jelezte a konszolidáció felgyorsulását; a Mittal belépése erősítette a folyamatot.
- h. Új jelenség az orosz és ukrán cégek megjelenése az EU-ban folyó acélipari konszolidációban. Nyersanyagbázisuk, hagyományaik előnyös helyzetet biztosíthatnak számukra a primér acélipari technológiák területén.
- i. A hazánkban működő acélipar 2004 óta része az EU acéliparának, és a nálunk zajló folyamatok trendje – bár a méretek értelemszerűen kisebbek – megegyezik az EU-ban végbemenő folyamatokéval. A hazai acélipar elmúlt években tapasztalt piacvesztései összefüggnek ezekkel a folyamatokkal.

## „Időkerék” – Horváth István visszaemlékezései

Lengyel Lászlótól vett idézet szolgál a kötet mottójául: „Nincs ember, akit ne beszélnek rá a visszaemlékezésekre. Tévedjen, meséljen másként, de tévedése, meséje ütközhessen mások tévedéseivel, meséivel – talán az elérhetetlen igazsággal.”

Lényeges már az elején felhívni az olvasó figyelmét arra, hogy az elmondottak, leírtak *Horváth Istvánnak*, a Duna-ferr Dunai Vasmű Részvénytársaság legsikeresebb elnök-vezérigazgatójának szemszögéből érthetők. Sokan, különbözőképpen ítélték meg egy-egy döntése helyességét, egyben azonban közelednek egymáshoz az álláspontok. Mégpedig abban, hogy irányítása alatt a Duna-ferr megőrizte versenyképességét, talpon maradt a rendszerváltás utáni időszakban, emberek ezreinek megélhetését biztosított, s egy város látta hasznát a kohászati vállalatkomplexum erőforrásainak.

A Dunai Vasmű történetét tucatnál is több kötet dolgozza fel, köszönhetően annak, hogy létrejött e folyamatosan számot vetettek önmagukkal akár a benne dolgozók, de érdekesnek vélték a kívülről írók, mérnökök vagy történészek is történetének megírására. A maradandót alkotó legmagasabb szintű vezetők munkássága és személye előtt tisztelegve születtek kötetek *Borovszky Ambrus*-ról, a már legendává vált első vezérigazgatóról, *dr. Szabó Ferenc*-ről, aki másfél évtizedig állt a Dunai Vasmű élén, akit ma is kiemelt figyelem övez. Az elismerés eme módja kijárt Horváth Istvánnak is, akinek egy évtized adatott meg arra, hogy az időközben társaságcsoporthá alakult Duna-ferr Dunai Vasmű elsőszámú, megbecsült vezetője legyen, s érdemeiért később megkapja a Dunaújváros Díszpolgára címet.

Két év kellett ahhoz, hogy elkészüljön a könyv, amelyhez a kezdetektől fogva nevényt adta *dr. Pungor Ernő*, a Magyar Tudományos Akadémia tagja, *Komornik Ferenc*, a Magyar Tudományos, Üzemi és Szaklapok Újságíróinak Egyesülete igazgatója és *Wellek Margit*, a Technika Alapítvány részéről. A szerkesztéssel *Szente Tünde*-t bízták meg, aki az üzemtörténet-írás terén már tapasztalatokat szerzett. Nevéhez fűződik többek között a dr. Szabó Ferenc visszaemlékezéseit tartalmazó interjúkötet szerkesztése és megírása, amelynek címe: *Korrajz*.

A jelen kötet címe, az „Időkerék” arra utal, hogy a klasszikus visszaemlékezés műfajától eltérően nem a kronológiai sorrendi-

ség mentén haladnak, hanem a máig vitatott, és nagy port kavart időszak Horváth István általi értékelésével kezdenek. Tudniillik a privatizációt megelőző felsővezetői vagyongazdálkodással és a politika, politikus „belenyúlásával” a társaságcsoporth addig kiválóan működő rendszerébe. Tehát a kötet több szempontból vita tárgyát képező témával indít, kelti fel az érdeklődést a közelmúlt nehezen átlátható folyamatairól.

Az elnök-vezérigazgatói megbízatás lejárta követő – ami egyenlő leváltással és eltávolítással – Transelektro-s megbízás, majd diósgyőri állásajánlat felkínálásának előzményei viszik tovább a történetet, s eljutnak az elnöki, illetve vezérigazgatói utódok tevékenységének megítéléséig. Kitérnek a Duna-ferr-privatizációra is.

Ezután kis fordulatot vesznek időben, s visszakanyarodnak ahhoz a korhoz, amely miatt megíródott a kötet, ez pedig nem más, mint a Horváth István által irányított vállalatcsoporth működése és fejlődése. A hatodik rész keretét a vezérigazgatói pályázatba foglaltak adják meg, hiszen a pályázati anyagban megfogalmazott célkitűzések és azok megvalósulása olvasható benne. Remélhetően adalékkul szolgál a rendszerváltás hazai gazdasági folyamatait elemző történészeknek, a vasgyárban kortársként a történeteket aktívan alakító, befolyásoló résztvevőknek és azoknak a ma már nyugállományban lévő vasműsőknek, akik életműnek tekintik a gyár felépítését és továbbfejlődését. Hasznos olvasmányul szolgálhat azoknak is, akik ezután kerülnek a Duna-ferr Zártkörű Részvénytársasághoz.

Gazdaságtörténetileg értékes és érdekes korszak képe tárul elénk: a piacgazdaságra való áttérés, korszerű konszernstruktúra, divíziók, önálló jogi társaságok, humán erőforrás-gazdálkodás, anyag- és energiatakarékosság, minőségirányítás, környezetvédelem és még lehet sorolni azokat az elemeket, amelyek e kor iparvállalatának szervezeti működését jellemzik. Erre az időszakra esik hazánkban az Európai Unióba lépését megelőző tárgyalássorozat, a belépésre való felkészülés, amely a Duna-ferrt is érintette.

Nagyszabású ünnepségsorozat tartott egy esztendőn keresztül – amely egybeesik a század- és ezredfordulóval –, ugyanis a Dunai Vasmű fennállásának fél évszázados múltját idézi. Megszületik minden idők hazai viszonylatban legnagyobb üzemtörté-

neti munkája, a Duna-ferr Dunai Vasmű Krónika. A felhők viszont egyre sűrűsödnek a társaságcsoporth ege felett... Egyesek úgy értékelik, hogy korát megelőzte a vagyongazdálkodási szerződés, sőt, a sikerdj lejárattal fogalomhá vált ekkoriban. A privatizációt bizalmatlanság övezte. S a politika is beavatkozott a vállalat belügyeibe. Utólag vetődnek fel kérdések: Mi lett volna, ha...? Amint azt a történelemben megszoktuk, utólag már könnyű okosnak lenni.

S aki arra is kíváncsi, hogy mi kell ahhoz, hogy valaki a huszadik században a hazai gazdaság élvonalába kerüljön, nemzetközileg elismerésre tegyen szert, az lélektani fejlődőt játsza, a társadalmi érvényesülés törvényszerűségeit segítségül hívva, lapozzon tovább, és olvassa el – időben ismételtlen visszakanyarodva – Horváth István gyermekkori élményeire visszaemlékező, az iskolás éveket felidéző, a Dunai Vasműbe kerülő és ott a ranglétrát végigjáró életpályáját.

A jelen, vagyis 2006. egy fejezet erejéig dióhéjban vonultatja fel azokat az elfoglaltságokat, amelyekben a Duna-ferr egykori elnök-vezérigazgatója hasznosíthatja több évtizedes vezetői tapasztalatait, szerteágazó kapcsolatrendszerét.

A kötet egyharmadát teszik ki a mellékletek, hivatalos levelezésekkel, gazdasági eredményekkel, szervezeti-működési ábrával, vállalati belső szabályzatokkal, konferenciák anyagaival, ünnepi köszöntőkkel. Nem hiányozhatnak a végéről a személyes adatok, s azok a dokumentumok, amelyek a Dunai Vasmű történetét bemutatják.

Gazdag fotóanyag illusztrálja azt a hazai és külföldi kapcsolatrendszerét, amely feltétele egy működő- és versenyképes társaságcsoporth hosszú távú fennmaradásának, elfogadottságának.

A visszaemlékezések során kollégák, elődök, pályatársak és utódok név szerint is bekerültek a kötet egyes részeibe.

A könyv 2000 példányban került nyomtatásra, az Innova-Print Kft. jóvoltából. Kiadja a Technika Alapítvány, felelős kiadó: prof. Pungor Ernő. Szakmai konzulens: *Peredi Ágnes*. A korrekúráért *Jakab Klára* felelt.

A kötet megvásárolható a Taberna könyvesboltban (Római körút 32., telefon: 25/423-848) és annak vasműves pavilonjában: Vasmű tér 1-3., 1998 Ft-ért. A Taberna vállalta a könyv országos könyvterjesztői hálózatba való eljuttatását is.

SZALAI JÁNOS – KILVÁDY PÉTER – TÓTH ZOLTÁN

## Az oxigéndúsítás bevezetése az SVT-Wamsler Háztartástechnikai Zrt. kupolókemencéinél

**Sikeres kísérleteket végeztek kupolókemencék fúvószelének oxigénnel való dúsításával. Az oxigénadagolás a biztonságosabb olvasztás lehetőségét teremti meg. Könnyíti a kupolókemencék kezelést, csökkenti az öntőgépek kifolyónyílásánál az elfagyás veszélyét, javítja a vas folyékonyságát, biztonságosabbá teszi a vasöntöde üzemmenetét, s ráadásul anyagi előnyökkel is jár.**

### 1. Bevezetés

A kupolókemencék fúvószelének oxigéndúsításával már az 1920-as évek elején kezdtek foglalkozni, de az üzemserű alkalmazás csak az 1960-as évekre tehető. Az oxigéndúsítás hatására nő az égés hőmérséklete, ami a ballaszt nitrogéntartalom csökkenésének az eredménye. Ugyanakkor nő a füstgázok CO<sub>2</sub>-tartalma, a CO csökkenése mellett. Az olvadási öv lejjebb kerül, kisebb lesz a fúvószel okozta hűtőöv. Az égés kisebb helyen, de intenzívebben megy végbe, ezért nagyobb lesz a folyékony vas hőmérséklete. A szakirodalomban több szerző is ír kísérletekről, amelyekben 1-4%-os oxigénadagolással

végeztek többórás üzemserű gyártást. A tüzelőanyag-, jelen esetben a koksztakarítás értéke e cikkekben változó, de mindegyik egyetért a következő előnyökben: a folyékony vas hőmérséklete kb. 50 °C-kal nő, csökken a kokszfogyasztás, növelhető az olvasztási teljesítmény, azonos elegyösszetételnél a C-tartalom nem csökken, a Si, Mn, P leégése csökken, kisebb lesz a S felvétele, az öntvények tulajdonságai javulnak, a selejt csökken, a falazat kiégése nem nagyobb, ritkább a kupolók üzemzavara. További megállapítás, hogy azokban az öntödében, ahol a kupolókemence üzemét gyakran szüneteltetni kell (ilyen a mi öntödénk is), igen előnyös az oxigéndúsítás alkalmazása. Az

**Szalai János** 1971-ben végzett Miskolcon metallurgusként, majd 1976-ban gazdasági mérnöki képesítést is szerzett. Az ötvözetgyártásban dolgozott 1977-ig, majd a Vasipari Kutató Intézetben, a karbonszéntes mangánérc hasznosításának a témakörében. Új, komplex ötvözeteket gyártó kísérleti üzem létesítésében vett részt, szabadalmakat dolgozott ki. Tudományos csoport-, majd osztályvezető volt 1985-ig. Ezután az SVT műszaki igazgatója volt 1993-ig. Az irányításával fejlesztették a tűzhelygyártást, új GISAG olvasztóművet létesítettek, zománcozó kemencéket és hulladékégetőt építettek. Az Egri Vasöntöde ügyvezető igazgatója volt 2002-ig, itt bevezette az ötvözt és a gömbgraffitos öntöttvas gyártását. Ezt követően az

SVT-Wamsler RT. Vasöntöde igazgatója, majd műszaki igazgatója. 1993-94-ben a MŰSZ elnöke.

**Kilvady Péter** az NME dunaiújvárosi főiskolai karán szerzett diplomát. 1974-től vasöntödei technológus, majd szegverő üzemvezető a Saigótarjáni Acélárnyékban. 1989-től a Vasipari Kutató Intézet zagyvarónai telephelyén kohászati üzemvezető, majd az Ötvözetgyártásban fejlesztőmérnök. 1993 óta öntödei technológus az SVT Wamsler Zrt.-nél.

**Tóth Zoltán** 1982-ben végzett a VST Kosice kohászati főiskolán, öntész szakon. A füléki Kovosmaltnál technológus (1982-1988), majd ügyvezető igazgató (1988-1991). 1991-től 2001-ig művezető, azóta üzemvezető az SVT Wamsler Zrt.-nél.



1. ábra. Az oxigéntartály a párologtatóval

újrafúvatáskor 30 percről 9 percre csökkenthető a megfelelő csapolási hőmérséklet eléréséhez szükséges idő. Ugyanakkor az oxigéndúsítás ideje csak 24 perc.

### 2. Előzmények

A SIAD Hungary Gázokat Forgalmazó és Termelő Kft. szakemberei megkeresték cégünket és ajánlották az oxigéndúsítás bevezetését kupolókemencéinknél. Előzetes számítást végeztünk, amelynek az eredménye azt mutatta, hogy érdemes a témával foglalkozni. A SIAD vállalta, hogy a kísérletekhez szükséges berendezéseket három hónapra ingyenesen átadja, csak a tartály bérleti díját és a felhasznált oxigént kell fizetni. Vállalta továbbá a berendezések telepítését, engedélyeztetését, kezelésük betanítását. Lehetőséget biztosított egy Gruppo Imar nevű olasz referenciaüzem megtekintésére, ahol 15 éve eredményesen alkalmazzák az oxigénbe-





■ **2. ábra.** A berendezés gázadagolást vezérlő panele



■ **3. ábra.** A folyékony vas szállítása

fúvó berendezéseket. A berendezés 20 t cseppfolyós oxigént befogadó, a hozzá tartozó párologtatóval ellátott tartályból és az oxigénadagolást szabályozó panelből áll (1-2. ábra).

### 3. A kiinduló technológia

Öntödénkben 2 db  $\varnothing$  900 mm-es GISAG-rendszerű forrószéles kupoló üzemel felváltva. Az olvasztáshoz szükséges levegőt 5400 m<sup>3</sup>/h teljesítményű ventilátor szolgáltatja, amely 6 db 205 mm átmérőjű fúvókán keresztül áramlik a kemencébe. A forrószéles kéményrekeruperátor biztosítja. Normál üzemmenet esetén a forrószél hőfoka 350-400 °C. A medence és az olvasztózóna falazata döngölt szilikol, amelyet minden másnap felszórással javítanak. Az előmelegítő és adagoló zóna bélése hőálló beton, amelynek az élettartama öt-hat év. A csapolás folyamatosan történik, salakleválasztó szifonon keresztül, 2800 kg befogadó képességű, gázfűtésű előgyűjtőbe. Az előgyűjtőből 800 kg-os üstben futómacskapályán szállítjuk a folyékony vasat a FOMET-típusú öntőgépekbe, amelyek hálózati frekvenciás, csatornás indukciós fűtésűek. A fűtés 1-től 7-es fokozatig szabályozható (3-4. ábra).

A vékonyfalú öntvényeink öntéséhez szükséges, 1400 °C-os vashőmérséklet tar-

tásához a 4-es fokozat szükséges. Ha a gépbe öntött vas hőfoka nem megfelelő, 5-ös, 6-os fokozaton növelhető, de ez idő- és energiaigényes – egy fűtési fokozat emelése plusz 20 kW teljesítménybevittelt jelent –, ezért jobb, ha már eleve meleg vas kerül az öntőgéphez. Az olvasztás két műszakban történik. A kupolók névleges olvasztási teljesítménye 5 tonna/óra. A kupolók üzembeállításakor a formázó kapacitásunkat 2 db 2013-as DISAMATIC automata formázógép, 3 pár FOROMAT 10-es és 4 pár FOROMAT 20-as formázógép alkotta. A FOROMAT-gépsor üzemeltetése a kis teljesítmény és nagy létszámgéni miatt gazdaságtalanná vált, ezért megszüntették.

A két DISAMATIC folyékonyvasigénye a jelenlegi termékösszetétel mellett 2,2-2,5 t/ó, ezért az olvasztással gyakran meg kell állni. Egy műszakban a tényleges olvasztási idő átlagosan öt óra. Az olvasztási szünetekben visszahűl a kupolóban és az előgyűjtőben lévő vas. A nem megfelelő hőfokú, sűrű, folyékony vasat az előgyűjtőből ki kell önteni egy homokból kialakított gödörbe, mert a DISAMATIC öntőgépekbe öntve a beömlőcsőr elfagyását okozná. Ezeket a meredvényeket bér munkában törjük, és újraolvasztjuk. A meredvények mennyisége éves szinten eléri a 200-240 tonnát, amelynek a szállítása, töretése és újraolvasztása igen jelentős költséggel jár. A hosszabb állásidők a kemence visszahűlését és az alapkokszt leégését okozzák. Ezek kiküszöbölésére a hosszabb leállások előtt pótkokszt adagolunk, napi két-három 150 kg-os adagot.

### 4. Kísérletek

Az oxigéndúsítás alkalmazásával öntödénknél koksztakarítást, energiamegtakarítást és a gyors felhűtéssel magasabb vashőmérsékletet biztosítva a meredvények jelentős csökkentését kívántuk elérni. Az előzőekből kitűnik, hogy az olvasztóteljesítmény növelése nem követelmény.

A berendezések telepítésének optimális helyét a SIAD szakembereivel közösen határoztuk meg. Az oxigéntartály telepítésénél figyelembe kellett venni, hogy a tartály alapjától 5 m-es távolságon belül épület, csatorna nem lehet, a töltéshez a tartálykocsi megközelíthesse, és ne legyen túl messze a kupolóktól.

A tartályt és a párologtatót egy méter vastag beton alapra helyezték, amelyet védőföldeléssel és kerítéssel kellett ellát-

ni. A gázvezérlőpanelt a kupolók kezelőpódiumára telepítették. Az oxigénbevezető csövet az aláfúvó ventilátor felmenő vezetékébe építették be, még a rekuperátorok előtt, így mindkét kupoló üzemeltethető oxigéndúsítással.

Az oxigéndúsítási kísérleteket 2006. március 22-én kezdtük meg, a korábban is használt,  $\varnothing$  205 mm-es fúvókákkal. A kísérlet első napján a berendezések kipróbálása, a vezérlőpanel működésének ellenőrzése, az oxigén mennyiségének beállítása volt a cél. Előzetes számítások szerint a fúvóka keresztmetszetét le kell csökkenteni, így a befúvott forró levegő és az oxigén keverékének a sebessége megnő, az égés centruma a kemencében beljebb kerül. Így a megnövekedett olvasztási hőmérséklet nem ad nagyobb hőterhelést a falazatnak. A kísérlet második napján a fúvókák átmérőjét 150 mm-re csökkentettük, ekkor kezdődött el az igazi kísérletsorozat (5. ábra).

A kupolóba 1200 kg alapkokszt adagoltunk. A fúvatás után erre adagoltunk szokás szerint három induló adagot, amely adagoként 500 kg saját visszatérő hulladékból és 65 kg adagkocszból állt. A további adagok a szokásos átlagnak megfelelően 200 kg nyersvas, 150 kg vásárolt géptöredék, 150 kg saját visszatérő hulladék és csökkentett 60 kg adagkocsz, a mészke mennyisége 30 kg volt. A kupoló teljes megtöltése után, amikor a fúvatólevégő nyomása eléri a legalább 25 mbar-os nyomást, 5.50 perckor elindítottuk az oxigénbefúvást 60 Nm<sup>3</sup>/h mennyiséggel. Az első csapolt vas hőfoka 1360 °C-ról két perc alatt 1420 °C-ra, majd 1450 °C-ra emelkedett. Félórás üzemelés után a salak és a vas feljött a fúvókákba, mivel túl intenzív volt a fúvatás, túl gyors az olvadás. A fúvatással leálltunk, de a fúvókákat nem sikerült kitisztítani, ezért fennállt az elfagyás veszélye. 6.35-kor a kupolót újraindítottuk 90 m<sup>3</sup>/h oxigén befúvatásával, közben pótkokszt (150 kg) is beadagoltunk, az adagkocszt 65 kg-ra növeltük, hogy a fúvókákat ki tudjuk olvasztani.

7.45-re sikerült négy fúvókát kiolvasztani, kitisztítani és a csapolt vas hőfoka is megfelelő lett.

9.30-kor az oxigén mennyiségét 60 m<sup>3</sup>/h-ra csökkentettük, a kupoló az igénynek megfelelően kisebb olvasztási teljesítménnyel, magas hőfokú vasolvasztással, stabilan működött. A további kísérleteknél a fúvókák átmérőjét tovább csökkentettük.



■ 4. ábra. Az öntőgép feltöltése vasolvadékkal



■ 5. ábra. A leszűkített fúvóka üzemelés után

centettük  $\varnothing$  120 mm-re, az adagkokszot a szokásos 65/500 kg fémes betétről 60 kg-ra csökkentettük, és az oxigén befúvatása 60 m<sup>3</sup>/h mennyiséggel az olvasztás teljes időtartama alatt, folyamatosan történt. A csökkentett adagkokszsal is jó volt a folyékony vas hőmérséklete, de a műszakváltás utáni időszakra az alapkokszerű erősebben leégett, ezt 150 kg-os pótkokszerű adagolással pótolni kellett. Nyolc napig üzemeltünk így, majd egy napot oxigénbefúvás nélkül. Bebizonyosodott, hogy oxigénellátási probléma esetén a kupolók a csökkentett keresztmetszetű fúvókákkal is üzemeltethetők, de a két adag 150-150 kg-os pótkokszerű szükséges volt.

A további üzemelés során az oxigénbefúvást csak a leállások utáni újraindulásnál alkalmaztuk 10-30 perces időtartamban, szükség szerint. Ekkor az adagolt oxigén mennyisége 90 m<sup>3</sup>/h volt. Az adagkokszot 65 kg-ra visszaemeltük, így az alapkokszerű pótlásához a többlet kokszerű adagolás nem szükséges. Így üzemeltünk 2006. március 28-a óta, üzemzavar nélkül.

A kísérletek során felmerült, hogy az oxigénbefúvás nem okoz-e karbonleégést. A kísérleti időszakban a szokásosnál alacsonyabb C-tartalmú nyersvas állt csak rendelkezésünkre (C: 3,62-3,77%) a kívánatos 3,8-4,2% helyett. Az ebből olvasztott öntöttvas C-tartalma 3,30-3,50%, de a délelőtti utolsó és délutáni első vas-elemzések ettől alacsonyabb, 3,06-3,20% közötti értékeket mutattak. A korábbi elemzéseket vizsgálva bebizonyosodott, hogy ez a tendencia az oxigénadagolás előtt is tapasztalható volt, valószínűleg a kupoló hosszabb leállása alatt (műszakváltáskor 1-1,2 óra) ég ki a karbon egy része. Az oxigénbefúvással, az olvasztási hő-

fok növelésével könnyebb az acélhulladék beolvasztása is, amely az összes fémes betét közül a legolcsóbb. Az acélhulladék adagolásának a karbon csökkenése szab határt. Megfelelő karbon tartalmú nyersvas esetén 10% acélhulladék is adagolható a GG150-es minőségű öntöttvashoz. Oxigénbefúvatással, a hőfok növekedésével nő a vas karbonoldó képessége, így az acélhulladék is könnyebben veszi azt fel.

## 5. Következtetések

### 5.1 Általános tapasztalatok

Az eddigi kísérletekből az az általános tapasztalat vonható le, hogy az oxigénnel való dúsítás esetén kevesebb a kokszerű felhasználás (15,99%, ha csak a kemencék újraindulásánál, és 15,45%, ha a teljes fúvatás alatt dúsítunk), mintha oxigén nélkül fúvatunk (17,17%), a csapoláshoz szükséges 1450-1500 °C-os hőmérséklet egy-két perc alatt elérhető, folyékony vasat csak üzemzavar esetén, szifonlyukadáskor és az öntőgép cseréjekor kell gödörbe önteni, illetve a falazat nem kopott gyorsabban a nagyobb olvasztási hőfok ellenére sem, mivel a hőcentrum beljebb került a kemence belsejébe.

### 5.2 Várható megtakarítások

A várható megtakarítások több tényezőtől adódnak össze.

- A kokszerű felhasználás a fent leírtak szerint 1,18%-kal csökken.

8500 t folyékony vas olvasztása esetén:  
 $8500 \text{ t} \times 583,89 \text{ Ft/t} = 4\,963\,655 \text{ Ft}$

- Csökken a meredvény tömege. Éves átlagban kb. napi 800 kg vasat öntünk gödörbe. Ennek egy része indulásnál, egy része pedig üzemzavarok esetén képző-

dik. A május havi, oxigénnel történő üzemelés alatt összesen kb. 2400 kg vasat kellett kiönteni üzemzavar és öntőgépcseré miatt. Ez 109 kg/nap átlagértéket ad, ami 243 munkanappal számolva az eddigi 194 400 kg helyett csupán 26 487 kg feleslegesen megdermedt vasat jelent, vagyis éves szinten várhatóan mintegy 168 tonnával csökkenthető a meredvényképződés.

A meredvények szállítási, törési és visszaolvasztási költsége: 28 752 Ft/t

$168 \text{ t} \times 28\,752 \text{ Ft/t} = 4\,830\,336 \text{ Ft}$

- Kevesebbszer kell cserélni az öntőgépek kifolyónyílásánál használatos ún. „felöntőcsőöröket”. A csere esetenként átlagosan egy óra leállást jelent egy DISA-soron. A megfelelő magas hőfokú vas használatával csökken a felöntőcsőörök elfagyásának a veszélye, így a havi hatnyolc alkalom helyett csak két-három alkalommal kerül sor a cserére.

A termelés kiesés csökkenéséből adódó nyereség éves szinten átlagosan 4,5 óra x 12 hónap = 54 óra. Ha ezt az időt formakészítésre használjuk fel, az óránként 150 jó forma elkészítésével és 3,8 kg-os átlagos öntvény tömeggel számolva 30 780 kg/év öntvénytermelést jelent. 10% nyereséggel számolva ez  $769\,500 \text{ Ft}$  többletbevett hoz az öntödének.

A cserék elmaradásával megtakarított kieső munkaidőből adódó megtakarítás:

$216 \text{ óra} \times 3531 \text{ Ft/óra} = 762\,692 \text{ Ft}$

Összesen:  $769\,500 \text{ Ft} + 762\,692 \text{ Ft} = 1\,532\,196 \text{ Ft}$

A megtakarítást csökkentő tényező a gázellátás díja:  $1\,470\,000 \text{ Ft/év}$

Összes megtakarítás tehát a kísérletek alapján, éves szintre vetítve:

$4\,963\,655 \text{ Ft} + 4\,830\,336 \text{ Ft} + 1\,532\,196 \text{ Ft} - 1\,470\,000 \text{ Ft} = 9\,855\,987 \text{ Ft}$

A megtakarításokba nem számoltuk bele a hidegfolyásos selejt csökkenéséből és a hálózati frekvenciás csatornás indukciós öntökemence energiafelhasználásának csökkenéséből adódó megtakarítást, mert ezek csak hosszabb távon mutathatók ki.

## 6. Összefoglalás

Összességében az eddig lefolytatott kísérletek pozitívnak értékelhetők. A fúvólevélgőhöz történő oxigénadagolás a pénzben kifejezhető megtakarításon túl a biztonsá-

gosabb olvasztás lehetőségét teremti meg. Könnyíti a kupolókemencék kezelését, csökkenti az öntőgépek kifolyónyílásánál az elfagyás veszélyét, javítja a vas folyékonyságát, egyszóval biztonságosabbá teszi vasöntődéknél az üzemmenetét.

## ■ EGYETEMI HÍREK

# Nándori Gyulára emlékeztek a Miskolci Egyetemen

Halálának első évfordulóján életművét bemutató kiállítással emlékeztek *dr. Nándori Gyulára*, az Öntészeti Tanszék alapítójára és egykori tanszékvezetőjére (1965-1990), aki közel fél évszázadon keresztül tevékenykedett a Miskolci Egyetemen az öntészeti felsőoktatás és kutatás szolgálatában.

A kiállítást *dr. Tóth Levente*, a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánhelyettese nyitotta meg. Nándori professzor életművét *dr. Bakó Károly* egyetemi magántanár, a Magyar Öntészeti Szövetség elnöke méltatta, nemzetközi szakirodalmi munkásságát pedig *dr. Reinhard Döpp*, a Technische Universität Clausthal pro-



■ 1. kép. A kiállítás fogadótáblája



■ 2. kép. Dr. Reinhard Döpp professzor méltatja Nándori Gyula nemzetközi szakirodalmi munkásságát



■ 3. kép. Egykori kohász oktatótársak a megnyitón: dr. Tóth Attila, dr. Tóth Levente, dr. Farkas Ottó és dr. Czekkel János



■ 4. kép. A tanítványok ma már az öntőipar vezetői, dr. Takács Nándor, dr. Sohajda József, Katkó Károly



■ **5. kép.** Dr. Zsámboki László az Egyetemtörténeti Bizottság nevében idézte fel Nándori professzor alakját



■ **6. kép.** Dr. Zsámboki Lászlóné, dr. Nándori Gyuláné, dr. Kaptay György és dr. Sándor József Zsámboki dr. szavain derül

fesszora mutatta be a népes közönség előtt. A megnyitón megjelentek Nándori professzor családtagjai, továbbá *dr. Kaptay György*, a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánja, *dr. Károly Gyula*, a Metallurgiai és Öntészeti Tanszék tanszékvezetője, *dr. Farkas Ottó* prof. emeritus. Az öntőipar és az OMBKE részéről jelen voltak többek között *dr. Sándor József*, a Fémalk Zrt. vezérigazgatója, *dr. Vörös Árpád és felesége*, *dr. Faragó Elza*, az RDX Kft. vezetői, *dr. Lengyel Károly*, a TP TechnoPlus Kft. ügyvezető igazgatója, az OMBKE főtítkárhelyettese, *dr. Sohajda József*, a Csepel Metall Vasöntöde Kft. ügyvezető igazgatója, az OMBKE öntészeti szakosztályának elnöke, *Katkó Károly*, a K+K Kft. igazgatója, a szakosztály titkára és *Lengyelné Kiss Katalin*, az Öntődei Múzeum igazgatója. A megnyitón készült felvételeket az *1-2. képen* mutatjuk be.

Nándori Gyula 1951-ben Sopronban szerzett kohómérnöki oklevelet. Vasöntődei szakmai irányító munkát követő aspiráns- és kutatóévek után 1959-ben kezdte el óraadóként az öntészet oktatását Miskolcon. 1963-tól főállású egyetemi oktatóként az öntő ágazat tananyagának elkészítésével, előadásainak megtartásával és jegyzeteinek megírásával létrehozta a hazai öntészeti felsőoktatást.

A kiállítás anyaga – melyet a Miskolci Egyetem Egyetemtörténeti Gyűjteményének (Múzeumának) munkatársai (*Lossné Ács Mária* és *Munkácsi Szilvia*) állítottak össze az Öntészeti Tanszék és a család segítségével – nemcsak a kiváló elméleti szakembert, a tudóst, hanem a tanítványok és a kollégák által olyannyira közkedvelt, mindig jókedélyű professzor alakját is bemutatta, akire a hazai és nemzetközi szakmai körökben egyaránt mint a nagy szaktekintélyű „pikulás öntészre” emlékeznek vissza a kollégák, barátok, tanítványok.

A kiállítás az egyetemi könyvtár aulájában 2006. május 19-től augusztus 28-ig volt megtekinthető. Teljes anyaga hamarosan elérhető lesz az egyetemi múzeum honlapján ([www.lib.uni-miskolc.hu/muzeum/kezdo.php](http://www.lib.uni-miskolc.hu/muzeum/kezdo.php)). Október 13-ától pedig az Öntődei Múzeumban lesz az év végéig kiállítva.

**Lossné Ács Mária**



■ **7. kép.** A professzor úr lánya, Nándori Zénáb és veje, Németh Géza Döpp professzorral



■ **8. kép.** Dr. Tóth Levente és a Nándori professzor fia, Gyula

# Beszámoló a 67. öntészeti világkongresszusról

A 67. öntészeti világkongresszus rendezésének jogát egy korábbi közgyűlésén Angliának ítélte a WFO (World Foundrymen Organization). A szervezést magára vállaló, az angol öntő szakembereket tömörítő ICME (Institute of Cast Metals Engineers) a 2006. június 5-7-e között megtartott rendezvény helyszínéül Harrogate-et választotta.

Harrogate híres üdülőváros volt főként a múlt század első felében, de ma is számos kisebb-nagyobb szálloda várja a turistákat. A kongresszus helyszíne a Harrogate International Centre kongresszusi központ volt, amely kifogástalan feltételeket biztosított a kongresszus szinte valamennyi rendezvényének (1. kép). A kiadott regisztrációs listában 37 országból 426 résztvevő szerepelt, közülük 184 fő Angliából.

A kongresszus hivatalos programja előtt, már június 4-én ülésezett a WFO elnöksége, délután pedig a szokásos városnézésen vettek részt a résztvevők. A hivatalos program június 5-én a megnyitóval kezdődött. A megnyitó elnökségében *Bhagwati, P. M.*, a WFO indiai elnöke, *Williams, B.*, az ICME elnöke és Észak-Yorkshire grófság képviselőjében *Lord Crathorne* foglalt helyet. Bhagwati úr üdvözölte a megjelenteket és méltatta a szervezők munkáját, Williams úr a szervezéssel kapcsolatos dolgokról számolt be, majd Lord Crathorne rövid üdvözlő szavak után megnyitottnak nyilvánította a kongresszust. A megnyitó második részében a szokásos kulturális műsor következett, most az angol hadsereg díszgyenruhába öltözött fúvószenekara és skót dudások

parádéja szórakoztatta a megjelenteket. A hangulatos műsor után hangzott el a három plenáris előadás:

*Thomson, R. (UK):* Öntött ötvözetek mikroszerkezeti átalakulásának modellezése

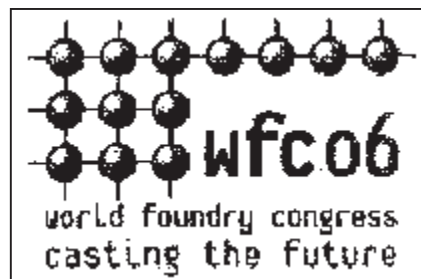
*Ashton, M. C. (UK):* A beszállítói lánc versenyképességének és a piaci lehetőségeknek a maximálása a technológia nyújtotta előnyök kiaknázásával

*Rhys, G. (UK):* Járműgyártás kiélezett versenykörülmények között: nincs helye teljesítménybeli gyengeségnek

Rövid ebédszünetet követően kezdődtek a szekcióelőadások. Huszonkét szekcióba minden eddignél több, összesen 89 előadást soroltak be, míg a poszterszekcióban 46 előadás szerepelt a végleges programot és beosztást tartalmazó programfüzet szerint. A poszterszekcióban szerepelt az egyetlen magyar előadás a *Bakó K., Lengyel K.* szerzőpárostól *Ovotrain on-line virtuális szakmai oktatóprogram* címmel (2. kép). Újdonság volt, hogy a programfüzetben a szekció elnökeit bemutató rövid szakmai méltatás is megjelent. A kísérők délután a környék nevezetességeivel ismerkedtek, míg este a kongresszusi központban került sor a hivatalos bankettre.

Június 6-án folytatódtak a szekcióelőadások, míg a kísérők York nevezetességeivel ismerkedtek. Este Yorkban, igazán méltó helyen, a Nemzeti Vasút Múzeumban rendezték meg az öntőestet. A hatalmas kiállítóterekkel rendelkező múzeum az angol vasút történetének legértékesebb, legérdekesebb darabjait őrzi számos korabeli, a vasút-forgalmat kiszolgáló részlettel. A résztvevők a múzeum melletti óriáske-rekre is felülhettek, onnét csodálhattuk York panorámáját, amelyet a híres székesegyház ural.

Június 7-én délre fejeződtek be a szekcióelőadások. Ugyancsak délelőtt került sor egy szimpózium keretében



négy, a FOCAST-projekt keretében végzett precíziós öntészeti kutatási feladat (precíziós öntészeti viaszok reológiai tulajdonságai, a kerámiahéj tulajdonságai, kerámiaformák leöntése, a precíziós öntés modellezése) eredményeinek ismertetésére.

Ezen a napon került sor a WFO közgyűlésére is. A tagországok képviselői jóváhagyták a szervezet elnökségének beszámolóját és a gazdálkodásról szóló jelentést. Megerősítették azt a döntést, hogy 2007-ben Düsseldorfban a GIFA ideje alatt Technical Forum lesz, míg a 2008-as kongresszust India szakmai egyesülete szervezi Chennai-ban. A Technical Forum 2009-ben Csehországban, a kongresszus 2010-ben Kínában lesz. A közgyűlés meghallgatta Bakó Károlynak, a MEGI elnökének és *Horacek, M.-nek*, a WFO elnökségi tagjának közös előterjesztését a regionális öntészeti szövetségek megalakításának lehetőségeiről, előnyeiről és esélyeiről. A közgyűlés döntött az új tisztségviselőkről, az elnök *Wolf, G. (D)*, az alelnök *Ogi, K. (J)* lett, míg a kincstárnok, *Suchy, J. (PL)*, és a főtitkár, *Turner, A. (GB)* személyében nem történt változás.

Délután került sor a Technical Forum előadásaira, melynek moderátora a német Wolf, G., a WFO újonnan választott elnöke volt. A hét érdekfeszítő előadás előadói és a vita hozzászólói azt a témakört járták körbe, hogy a tervezői és beszállítói folyamatok, a gyártási és megmunkálási tevékenység optimalizálása milyen előnyöket biztosít az öntődék tevékenységében.

Este fejeződött be a kongresszus hivatalos programja az új elnök zárszavával. Kiosztották a három legjobb előadásnak járó díjakat, melyeket *Schneider, N. (D)*, a Hüttenes-Albertus Chemische Werke GmbH igazgatója adott át. A díjazott előadások szerzői és címei az alábbiak:

*Narasimhan, V. (IND):* Átfogó, innovatív és fenntartható környezetvédelmi nedzsmntrendszer



■ 1. kép. A konferencia városa, Harrogate

Macnaughtan, M., Eggleston, D., Richardson, M. (GB): Előrelépések a kiváló minőségű lemezgrafitos járműipari vasöntvények olvasztásában a Precision Disc Castings öntödéjében

Jones, S., Yuan, C., Blackburn, S. (GB): Precíziós öntvények kerámia héjának gyors elkészítése: egy ősi eljárás forradalmasítása

A továbbiakban rövid bemutatkozási lehetőséget kapott a GIFA szervezőbizottságának képviselője és az indiai kongresszus szervezőbizottságának vezetője, aki átvette a WFO zászlaját is.

Ahogy más kongresszusok esetében is történt, talán a legfontosabb kísérő ren-

dezvény a közel száz öntödei beszállító és más, az öntészetben érdekelt cég kiállítása volt, amelyet a résztvevőkön kívül mintegy 1300 látogató tekintett meg.

A hivatalos program utáni napon kezdődtek a kongresszus utáni utak, és előzetes jelentkezés alapján ekkor lehetett részt venni az üzemlátogatásokon is.

Többekkel beszélgetve megállapítottuk, hogy a 67. öntészeti világkongresszus szakmailag talán a legtöbbet nyújtó, kifogástalanul szervezett, de szerény kiegészítő programokat biztosító és rendkívül drága rendezvény volt.

A kongresszus előadásait tartalmazó



2. kép. Dr. Bakó Károly és dr. Lengyel Károly várják az érdeklődőket a poszterszekcióban

CD a Magyar Öntészeti Szövetségnél és az OMM Öntödei Múzeum könyvtárában is hozzáférhető. **L. K.**

NARASIMHAN, V.\*

## Átfogó, innovatív és fenntartható környezetvédelmi menedzsmentrendszer

*A Brakes India Foundry (BIF) öntödének vonzó jövőképe van, amely az összes érdekelt jövőképe a szintézise. A BIF büszke a szerepére, mint felelős vállalati polgár. A BIF úgy véli, hogy a nyereség nem lehet az egyetlen motívum, és a társaságnak nemes céljai legyenek, túl a közvetlen pénzügyi eredményeken. A BIF teljesen elkötelezett a nem megújuló erőforrások megőrzése, a szennyezés csökkentése, a környezetvédelmi teljesítmény folyamatos javítása, és mindenkinek a bevonása mellett ebbe az erőfeszítésbe. A BIF szennyezőket és szilárd hulladékot nem kibocsátó öntöde lett, és az újrafeldolgozhatóság előnyeit kihasználva, új értékkinálat létesítésén dolgozik. A BIF sikeresen gyárt építkezési alapanyagot és talajjavító adalékot a szilárd hulladékból. A hangsúly az innováción, a falubeliek bevonásán és az egyedülálló környezetvédelmi menedzsmentrendszeren volt.*

### Bevezetés

A BIF szürke vasöntvényeket gyárt kokillaöntéssel, valamint szürke és gömbragrafitos vasöntvényeket nagynyomású homokformázással. A gyárban képződő hulladékokat és az alkalmazásukat a következők ismertetik:

### A kísérletek alapgondolata:

Az öntödében képződő olyan hulladékok hasznos felhasználása építkezéshez, mint a visszatérő homok és a salak.

### A kísérlet:

Az öntödei visszatérő homokkal és salakkal, földdel és cementtel kísérletet foly-



1. ábra. A téglá

tattak, megfelelő arányban keverve ezeket téglák gyártásához. A téglát a Bangalore-i Indiai Tudományos Intézetben (IISc) elemezték, különböző keverési arányokkal, változtatva a kötési időt és a méreteket, hogy a téglá optimális tulajdonságait ériék el, a nyomószilárdság, a nedves és a száraz sűrűség, a százalékos víztartalom tekintetében.

A 4. keverék, 75% visszatérő homokkal, 5% salakkal, 15% talajjal, és 5% cementtel, nagyon nagy nyomószilárdságot adott. Ebből tervezték meg a „stabilizált iszaptömb technológiát” nagyszilárdságú téglák gyártására.

A kívánt tulajdonságokat, így a nedvesszilárdságot és a szárazsűrűséget, a kötési idő változtatásával érték el.

\* Brakes India Limited, Foundry Division, Sholinghur, India. A 70. Öntészeti Világkongresszus, 2006 díjnyertes előadása

A hulladékképződés forrása	A felhasználás területei
Selejt homok a homokműből és salak a kupolából	Téglagyártás, betongyártás, útépités, A zöldövezet fejlesztése
Bontott béléanyag a kemencékből, az üstökből és a salakgátból	Építés
Fonnyadt levelek és ürtítés az S.T.P.-ből (Sewage Treatment Plant – szennyvízkezelőből)	Trágya a zöldövezet fejlesztéséhez
Csomagoló faanyag	Állványok készítése
Irodai hulladék	Újrafeldolgozás

### Az alkotók különböző szintjeivel tervezett kísérlet

Fő alkotók	Visszatérő homok, %	Salak, %	Talaj, %	Cement, %	Nyomószilárdság kg/cm <sup>2</sup>
1. keverék	90	5	3	2	<18
2. keverék	85	5	8	2	20-25
3. keverék	80	5	10	5	22-27
4. keverék	75	5	15	5	30-35

#### 1. táblázat.

No.	Kötési idő, nap	Méret, cm	Sűrűség, g/cm <sup>3</sup>		Víztartalom %	Nedvesszilárdság kg/cm <sup>2</sup>
			Nedves	Száraz		
1	7	7,6x7,6x7,6	2,11	1,86	13,65	18,21
2	21	7,6x7,6x7,6	2,12	1,86	14,04	23,53

#### 2. táblázat. Az eredmények

Tulajdonság	Égetett téglá	Visszatérő homokból készített téglá
Összetétel	Vörösföld	~20% föld + 80% visszatérő homok + 5% cement
Fajlagos tömeg, g/cm <sup>3</sup>	2,0	2,1
Vízfelvétel, %	10 - 15	2 - 3
Nyomószilárdság, kg/cm <sup>2</sup>	20 - 30	30 - 35

### Alkalmazási példák: Épületek építése



■ 2. ábra. Ebédő



■ 3. ábra. Kazánház



■ 4. ábra. Kantin



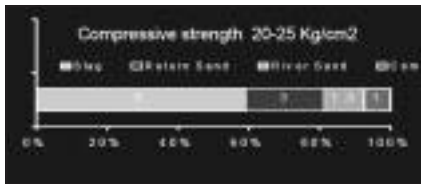
■ 5. ábra. Oktatási központ

### A téglá gyártási folyamata

- A visszatérő homok szitálása 4 mm-es szitával
- A hulladékhomok, a bányapor és a föld összekeverése 1:1:1 arányban
- 5% Portland-cement adagolása és kocka formázása
- A kockák érlelése 7-21 napon át
- A kockák vízbe merítése két napra
- A minták nedves szilárdságának, száraz és nedves sűrűségének a vizsgálata

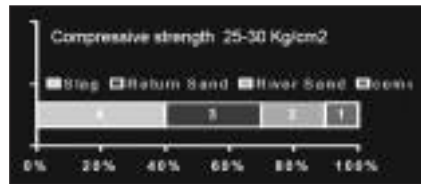
### Előnyök:

- Nincs légszennyezés a gyártási folyamat alatt.
- A gyártáshoz nem szükséges fűtőanyag. A téglák szárításához sem használtak tűzifát.
- A telephelyen gyártható.
- Görbe profilok, így párkánytömbök, lépcsőzetes falidomok is gyárthatók.
- A méreteingadozás minimális, (<0,5 mm hosszban és szélességben, <1,5 mm mélységben).



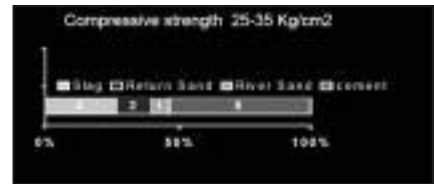
Nyomószilárdság 20 – 25 kg/cm<sup>2</sup>; slag – salak; return sand – visszatérő homok; river sand – folyami homok

■ **6. ábra.** Terhelés nélküli falak



Nyomószilárdság 25 – 30 kg/cm<sup>2</sup>; slag – salak; return sand – visszatérő homok; river sand – folyami homok

■ **7. ábra.** Kis terhelésű falak



Nyomószilárdság 25 – 35 kg/cm<sup>2</sup>; slag – salak; return sand – visszatérő homok; river sand – folyami homok

■ **8. ábra.** Közepes terhelésű falak

### Következtetések

A kísérletek elemzése alapján megállapítható, hogy szabványos műveletekkel olyan öntödei hulladékokat, mint a visszatérő homok és a salak, hasznosítani lehet nagyon olcsó téglák gyártásában. A BIF képezi a lakosokat erre a fenntartható technológiára, hogy az ipari méretekben alkalmazható legyen, és nyereséges foglalkoztatást nyújtson. Ilyen módszerek bevezetésével az öntöde NULLA szennyezést kibocsátó cég lett.

### A stabilizált iszaptömbök technológiája

– A fenti eredmények azt mutatják, hogy a téglák tulajdonságaiban nincs jelentős eltérés.  
– A téglák fajlagos tömegének az ingadozása csak 4%-os.

– A vízfelvétel a hagyományos égetett téglákéhoz képest jó.

A kis és közepes terhelésű falakhoz eltérő összetételű keverékeket dolgoztak ki, mint a 6-8. ábrák szemléltetik.

A visszatérő homok finom frakciói általában csak feltöltésekhez használhatók. Mivel azonban bentonitot tartalmaznak, és káros anyagokat nem, kísérletet végeztek pázsit készítésére visszatérő homokkal. A bentonit megtartja a nedvességet, és a pázsit ápolásához szükséges víz mennyisége jelentősen csökkent. A kísérletet megismételték zöldegek, konyhakerti növények és virágzó fák termesztésére.

Indiában áramot fogyasztanak víz szivattyúzásához 100 m-es mélységből, amelyet aztán nem művelt földekre paza-

rolnak. Ez az innováció a válasz az indiai szintérré? A BIF zöldövezetet fejleszt visszatérő homokkal, 10 hektáros területen.

### Hivatkozások

1. IS 1077:1992 Common burnt clay building bricks (Közönséges, égetett agyag építő téglák, 5. revízió.)
2. IS 3495:1992 Methods of testing for burnt clay building bricks (Vizsgálati módszerek égetett agyag építő téglákhoz)
3. Segédlet az IISc Bangalore professzoraitól
4. Műszaki anyag az Auroville Pondichéry-től.

**Fordította: Szende Gy.**

## ■ MÖSZ-HÍREK

### A Magyar Öntészeti Szövetség 2006-os közgyűlése

Tizenötödik alkalommal tartott közgyűlést a Magyar Öntészeti Szövetség, negyedik alkalommal Ráckevén, a Savoyai-kastélyban.

Napirend előtt *Friedrich-Georg Kehrer*, a düsseldorfi GIFA-NewCast vásárok felelős szervezési vezetője tartott rövid szakmai előadást. Előadásában tájékoztatást adott az európai öntész társadalom fontos szakmai rendezvényéről, a 2007-es GIFA-NewCast öntészeti szakkonferenciáról és kiállításáról, melyet Düsseldorfban rendeznek meg. Szaktolmácsként *Sándor Balázs* működtött közre.

Napirend előtt *dr. Bakó Károly* elnök megköszönte *Gál Györgynek*, a CASTER Kft. tulajdonos-ügyvezetőjének, hogy kis kiállítás keretében bemutatta cége termékeit a közgyűlés résztvevőinek.

Ezután *dr. Bakó Károly* ismertette a közgyűlés meghirdetett napirendjét.

1. A MÖSZ elnökségének beszámolója a 2005. évben végzett munkáról, a szövetség gazdálkodásáról. A 2005. év egyszerűsített mérlegbeszámolója és eredménye

2. A MÖSZ Ellenőrző Bizottságának jelentése a 2005. évi gazdálkodásról

3. A MÖSZ 2006. évi költségvetési és munkaterve

4. A MÖSZ Életmű-díj, a Kiváló F fiatal Öntész MÖSZ-díj és a MÖSZ-díj átadása

5. Egyebek. MÖSZ szakmai nap 2006 szeptemberében.

A közgyűlés az 1-2. napirendet közösen tárgyalta. *Dr. Hatala Pál* ügyvezető főtárgyaló elöltesen eljuttatott írásos beszámolójához rövid szóbeli kiegészítést tett. *Temesváriné Békó Erzsébet*, az Ellenőrző Bizottság vezetője az írásban kiosztott anyaghoz nem tett érdemi megjegyzést, azt minden szempontból megfelelő-

nek, a törvények szerintinek minősítette.

A 3. napirendi pont keretében a közgyűlés egyhangúan elfogadta a Magyar Öntészeti Szövetség 2005. évi költségvetésének teljesítését, ill. a szövetség 2005. évi mérlegét 11.266 ezer Ft összeggel és az eredménykimutatást 1.009 ezer Ft-tal, és megtárgyalta a 2006. évi teendőket.

A 4. napirendi pont keretében *dr. Tótkocsis Nándor*, a MÖSZ-díj kuratóriumának elnöke ismertette az ez évi MÖSZ-díjra érkezett pályázatok értékelését és a kuratórium döntését. 2006-ban MÖSZ Életmű-díjat kapott *Árkovits Elemér*, Le Belier Kft., MÖSZ-díjat kapott *Fegyverneki György*, Hydro Kft. és Kiváló F fiatal Öntész MÖSZ-díjat kapott *Szabó Gábor*, Csepel Metall Kft.

Az 5. napirend keretében *dr. Bakó Károly* elnök tájékoztatást adott a jelenlévőknek arról, hogy 2006 szeptemberében



MÖSZ Információs Szakmai Napot tartanak, amelyen szakmai előadások, cégismertető, termékbemutató hangzanak el. Kérte a tagvállalatok vezetőit, hogy képviselőik vegyenek részt a rendezvé-

nyen. Ezután az elnök megköszönte a közgyűlés részvevőinek a megjelenését. Rövid, átfogó tájékoztatást adott a magyar és az európai öntészet termelési és gazdasági helyzetéről, a várható tendenci-

ákról. Kérte a jelenlévőket, hogy igényeiknek megfelelően, a jövőben is használják ki a MÖSZ szervezetének adottságait, vegyék igénybe szolgáltatásait.

**H.P.**

## Átadták a 2006-os MÖSZ- díjakat

A Magyar Öntészeti Szövetség hagyományainak megfelelően idén januárban ismét három kategóriában hirdette meg pályázatát MÖSZ-díjak elnyerésére, amelyek kiosztására – az előzetesen megválasztott kuratórium értékelését követően – 2006. május 24-én Ráckeven tartott közgyűlésén került sor. Az elismeréseket **Dr. Bakó Károly** elnök adta át.

### 1. kategória: MÖSZ Életmű-díj

A Szövetség immáron ötödik alkalommal adományozta e díjat arra érdemesnek ítélt szakértőnek. 2006-ban a beérkezett két jelölés között döntve, a szakma legmagasabb elismerésének számító Életmű-díjat a magyar öntészet fejlesztésében, művelésében, a szakma hírnevének öregbítésében hosszú éveken át végzett kiemelkedő szakmai munkájáért **Árkovits Elemér**, okl. kohómérnök kapta meg.

Árkovits Elemér 1937. október 23-án Veszprémben született. Egyetemi tanulmányait a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karának Vas- és Fémkohómérnöki Szakán 1961-ben fejezte be. Az Ajkai Tímföldgyár és Alumíniumkohó elektrolízis üzemegységében kezdte meg szakmai munkáját. 1967-ben az ajkai hosszú távú formaöntészeti fejlesztési tervek megvalósítására kapott megbízást. 1968. március 25-én került ki az első elad-

ható nyomásos öntvény a szerszámból. 1969-től 1978-ig vezette a 3000 t/év gyártókapacitású öntödei csarnokban az alumíniumöntvények gyártását. Részt vett minden egyes új technológiai fejlesztés kialakításában (pl. Al-keréktárcsák gyártása), az új öntési metodikák (vákuumos és squeeze casting-öntés) bevezetésében, az öntőszerszámok gyártástechnológiai kialakításában, gyártósorok technológiai tervezésében, ő bírálta el az adott darabok gyárthatóságát, minőségi követelményeinek betarthatóságát, az adott öntvény újját végigkísérte, elemezte annak gazdaságosságát. Nem volt az öntödében szinte olyan öntvény, melyet Árkovits Elemér nem ismert volna, ill. a mintadarabtól, vagy a vevő által átadott rajztól a széria kifutásáig a gyártás kialakításában ne vett volna részt.

Az öntöde 1994-es privatizációját követően a francia Le Belier Csoport jelentős mértékben támaszkodott Árkovits Elemér munkájára, olyannyira, hogy nyugdíjazását követően is mind a mai napig megbecsült szakembere a Le Belier magyarországi gyárának.

### 2. kategória: MÖSZ-díj

Az elismerést olyan tagvállalat vagy tagvállalati munkacsoport, személy(ek) nyerhetik el, akik(k) az előző évben kiemelkedő teljesítményt ért(ek) el.

„Eredményes technológiai vagy gyártmányfejlesztés” tárgykörben a kuratórium két pályázatot értékelt.

**Gyurán László**, az ajkai Le Belier Magyarország Zrt. munkatársa új módszerek alkalmazását mutatta be a folyékony fém-öntvények minőségének javítása érdekében. A megvalósított technikai újítások lényege: új

fejlesztésű, energiatakarékos, hatékony üst-előmelegítő berendezés; új fejlesztésű, a korábbinál jobb hőszigetelésű üstfalazó anyag; az olvadék gáztalanítása XSR-rotor, ill. automata fedőóvadagoló alkalmazásával.

**Fegyverneki György**, a győri Hydro Alumínium Zrt. mérnöke olyan összefüggérendszerrel állított fel, melynek segítségével mért paraméterek felhasználásával előre jelezni lehet az Al-Si-öntvényből öntött hengerfejöntvények repedésérzékenységét, ill. egy új, eddig még nem alkalmazott technológia (fluidágyas hűtés) kidolgozásával a repedésérzékenység a kívánt érték alá csökkenthető. A kuratórium döntése alapján 2006-ban a MÖSZ-díjat Fegyverneki György okl. kohómérnök nyerte el.

### 3. kategória: Kiváló Fiatal Öntész-díj

A díjban 35 évnél fiatalabb szakember részesülhet, aki kiemelkedő jelentőségű, önálló munkájával, szakmai tevékenységével méltó a díj elnyerésére.

2006-ban a beérkezett két pályázat közül a kuratórium a gyártmány- és gyártásfejlesztés területén kifejtett eredményes alkotó tevékenységéért **Szabó Gábor** okleveles kohómérnököt, a Csepel Metall Vasöntöde Kft. munkatársát tüntette ki.

A pályázat egy újonnan kifejlesztett homogénizáló berendezéshez szükséges forgattyúház öntéstechnológiájának a kidolgozásáról szól. A pályázó a konstruktőrökkel együttműködve, a korábbi típusokhoz képest egy összevont funkciójú, önthetőség és tisztíthatóság szempontjából kedvezőbb kialakítású, kedvezőbb költségszerkezetű, anyag- és energiatakarékos konstrukció létrehozásában volt meghatározó személy. Az új konstrukcióval a termék piaci pozíciójának sikeres megerősítését is kiválóan végezte el.

A nyerteseknek gratulálunk, további sikeres munkát kívánunk!

**Dr. Hatala Pál**



1.kép. A MÖSZ-díjak 2006. évi nyertesei. Fegyverneki György, Árkovits Elemér és Szabó Gábor

## Magyarország öntvénytermelése 2005-ben

A Magyar Öntészeti Szövetség a hazai öntödék által szolgáltatott adatok alapján ismét elkészítette a statisztikáját az elmúlt év, 2005 öntvénytermeléséről. Az adatgyűjtés néhány adatszolgáltató késedelme, illetve hiányos adatszolgáltatása miatt néhány helyen elhanyagolható becslést is tartalmaz (1. táblázat).

A 2005. évi vasöntvénytermelés a 2004. évihez képest összességében szerény csökkenést mutat (1,4%), amire inkább azt mondhatjuk, hogy stagnált, de a csökkenés mindenképpen az adatszolgáltatás pontatlanságának a tűrésén belüli. A lemezgrafitos vasöntvények termelése szerényen (3,1%-kal) csökkent, míg a gömbgrafitos vasöntvényeké – a szolgáltatott adatok alapján – jelentős mértékben (35,4%-kal) csökkent. Temperöntvényt változatlanul egy hazai öntöde gyártott, de a korábbi évek folyamatos csökkenésével szemben, az elmúlt évben a termelése 2,7-szeresre növekedett.

A 2005-ös acélöntvény-termelés összességében 2,6%-os növekedést mutat 2004-hez viszonyítva. A gyártott ötvözetlen acélöntvények mennyisége gyakorlatilag változatlan volt, de az ötvözött acélöntvények mennyisége némileg növekedett. Az 5385 tonnás összes hazai acélöntvénygyártásból 513,6 tonnával részesednek a precíziós öntödék. Ez a mennyiség a 2004. évi értékkel gyakorlatilag megegyezik.

Az alumíniumöntvény-termelés már megszokott növekedése 2005-ben is folytatódott, a mértéke 15,6%-os volt, megközelítve a korábbi évek átlag 20%-os növekedését. Ezzel a hazai alumíniumöntvény-termelés először haladta meg az évi 85000 tonnát (85335 tonna). 2005-ben változatlanul a nagyvállalatok tudták jelentős mértékben bővíteni teljesítményüket. Technológiák szerinti bontásban a nyomásos öntödék teljesítménye jelentősen csökkent (14,4%), míg a kokillaöntdék termelése érdemben növekedett, átlagosan 56%-kal, ezzel a megtermelt mennyiség 48 974(!) tonnára nőtt. A nyomásos öntödék összességében mintegy 6000 tonnával termeltek kevesebb öntvényt, mint 2004-ben, 36 103 tonna öntvényt gyártva. A homokba öntött öntvé-

1. táblázat. Magyarország öntvénytermelése 2004–2005-ben (Értékek tonnában)

Megnevezés	2004*	2005*
Lemezgrafitos vasöntvény	48724	47242
Gömbgrafitos vasöntvény	30813	19912
Vermikulárgrafitos vasöntvény	760***	336
Temperöntvény	10	27
Vasöntvény összesen	80307	67517
Ötvözetlen acélöntvény	3014**	3002**
Ötvözött acélöntvény	2232**	2383**
Acélöntvény összesen	5246**	5385
Alumínium kokillaöntvény	31405	48974
Alumínium nyomásos öntvény	42138	36103
Alumínium homokformázott öntvény	295***	258
Alumíniumöntvény összesen	73838	85335
Bronzöntvény	296**	750**
Sárgaréz öntvény	1796	984
Cinköntvény	3021	1816
Egyéb nehézfém öntvény	176**	686**
Nhézfém öntvény összesen	5289**	4236
<b>ÖSSZES ÖNTVÉNY</b>	<b>164680</b>	<b>162473</b>

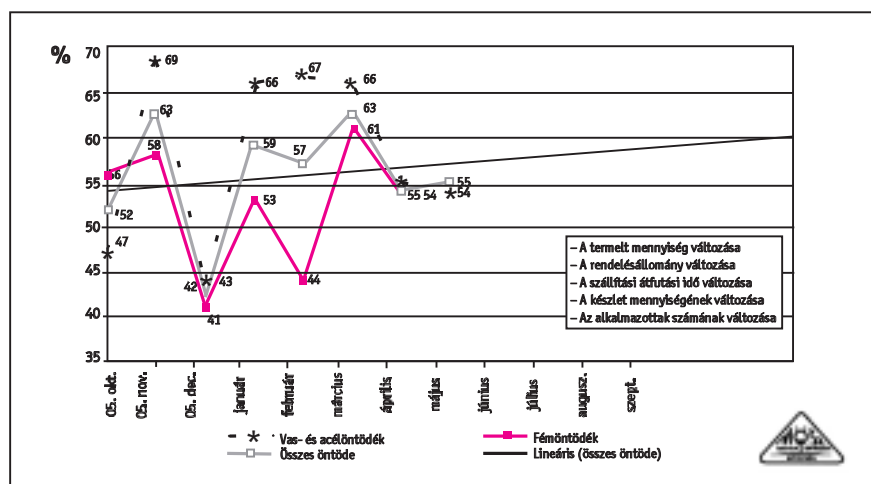
\* MÖSZ adatgyűjtés      \*\* Precíziós öntvényekkel együtt      \*\*\* Becsült adat

nyek mennyisége 37 tonnával, 258 tonnára csökkent. (Ebben a körben csak kis- és középvállalkozások működnek.)

A nehézfémöntdék adatai alapján a hazai nehézfémöntvény-termelés 2005-ben összességében 1053 tonnával, mintegy 20%-kal csökkent az egy évvel korábbihoz képest. A rézalapú öntödék teljesítménye jelentősen (20%-kal) csökkent. A cinköntdék termelése mintegy 40%-kal csökkent, alatta maradt a 2000. évi mennyiségnek, 1816 tonna volt.

A Magyar Öntészeti Szövetség évek óta, havonta, tagjai adatszolgáltatása alapján készíti a szintetizált öntészeti menedzserindexet (ÖBMI). Az ÖBMI az alábbi diagramban (1. ábra) is látható ötszempontról szerinti előrejelzés. Az előrejelzések szerint a MÖSZ-tagok az elmúlt mintegy félvév során és még jelenleg is optimistán ítélték/ítélik meg a közeli jövőt.

Összeállította: **Dr. Hatala Pál**  
a MÖSZ ügyvezető főttkára



1. ábra. Az öntészeti menedzserindex változása a MÖSZ adatai alapján

## A Hydro Aluminium eladta a Mandl&Berger szerszámgyárát

A Hydro megvált linzi Mandl&Berger néven ismert osztrák szerszámgyárától, amely eddig belső beszállítója volt a hengerfejgyártást magába foglaló öntvényüzletágnak. A vevő a németországi Biedenkopfban székelő Meissner Rt. leányvállalata, a Meissner Szerszámkészítő Linz Kft., amely 2006 elején az üzlet részét mind az 55 dolgozóját, valamint helyiségeit és berendezéseit átvette. Az egy időben átvett 10 fiatal szakmunkástanulót a Meissner és a Mandl&Berger között létrejött szakképzési szövetségbe integrálták. Egyúttal a Hydro csoporttal sikerült lezárni egy hosszú távú, öntőszerszámokra vonatkozó szállítási megállapodást is.

Linzben a Hydro immár kerekén 380 dolgozójával még nagyobb figyelmet szentel fő üzleti tevékenységének, az alumíni-

umból készített bonyolultabb geometriájú gépjárműhengerfejek fejlesztésének és gyártásának. Ennek érdekében került sor egy évvel ezelőtt a technológiai szempontból kevésbé előnyös nyomásos öntészeti részleg megszüntetésére.

Most, már a további beruházások tekintetében is, még inkább arra koncentrálhatunk, ami a fő üzleti tevékenységünkben előrevisz bennünket – mondja dr. Havasi Ferenc, a Hydro testvérgyárak, a Mandl&Berger linzi és győri közös cégvezetője.

A Hydro vezető szerepet tölt be a gépkocsialkatrészek alumíniumból való gyártása terén, hozzájárul például összetett motorblokkokkal és hengerfejekkel a gépjárművek tömegének csökkentéséhez, ami üzemanyag-megtakarítást és kisebb füstgázkibocsátást eredményez.

A Meissner cég egy 1922-ben alapított öntőszerszám-specialista, amely már régóta fontos partnere a Hydro öntészeti tevékenységekkel foglalkozó üzletágának.

A Hydro egy 1905-ben alapított energetikai és alumíniumtermelő vállalat, 35000 embert foglalkoztat a világ 40 országában. A vállalat vezető offshore kőolaj- és földgáztermelő, a világ harmadik legnagyobb integrált alumíniumértékesítője, és élenjár a megújuló energiák valamint a hatékony energiafelhasználási megoldások terén is. Évszázados tapasztalattal a háta mögött, az elkövetkező 100 évben is képes lesz arra, hogy vevői, partnerei számára értéket, valamint időtálló megoldásokat teremtsen.

Forrás: News from Hydro, 2006.

**Fordította: Sándor Balázs**

## KÖNYVISMERTETÉS

A TERC szakkönyvkiadó Népi Kultúra könyvsorozatában jelent meg 2006-ban *Sabján Tibor, Lengyelné Kiss Katalin és Lengyel Károly* tollából az *Öntöttvas kályhák* című könyv. A vaskályhák virágkorukban nemcsak a parasztság, hanem a polgárság körében is igen népszerűek voltak, de még a nemesi kúriákban is használták őket.

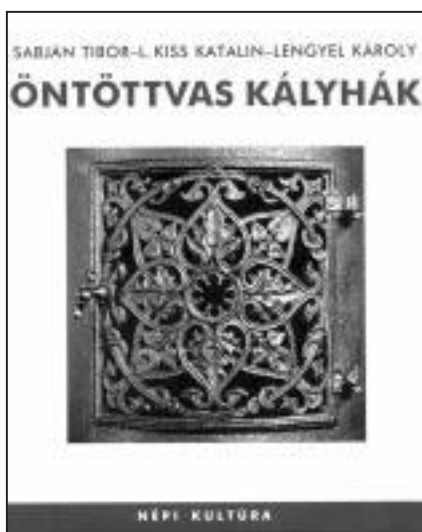
Az öntöttvas kályhák elterjedése Európában című első fejezet áttekinti a vaskályhák gyártását a középkortól kezdve a 19. századig, amikorra az öntödék már nagy választékban kínálták ezt a portékát. A következő két fejezet az öntöttvas kályhák magyarországi elterjedését mutatja be, és azokat az öntödéket, amelyek kályhagyártással is foglalkoztak.

A kályhagyártás technikai alapjai című fejezet két témakört ölel fel. Az egyik az öntöttvas kályhák gyártása a mintakészítéstől kezdve a formázáson és öntésen át az öntvénytisztításig és -kikészítésig. A másik témakör a kályhák belső szerkezete, különös tekintettel a füstjáratra.

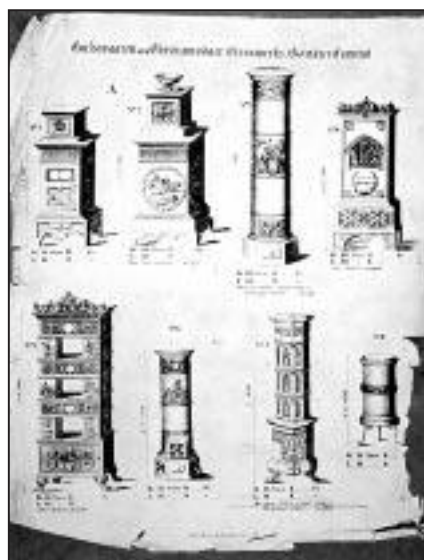
A könyv nagyobbik része az öntöttvas kályhák típusainak részletes áttekintését nyújtja, rendet igyekezvén teremteni a megnevezések sokszor pontatlan vagy elentmondásos használatában. Bemutatja a gömbölyű és szögletes kályhákat, a szekrény-, oszlop-, huzam-, teremkályhákat. Megtudható, milyenek voltak a börtön- és a jancsikályhák, mire használták a reggeli-, főző- és vasalókályhákat. Külön fejezet tárgyalja a kályhák díszítését, továbbá jelzéseit; az utóbbiakból megállapítható, melyik öntöde gyártmányáról van szó.

A könyvet gazdag képanyag teszi szemléletessé, ennek jó része korabeli mintakönyvekből és árjegyzékekből származik, ezek tartalmazzák a kályhák főbb adatait és árát is.

A könyv végén egy rövid fejezet az öntöttvas kályhák fűtésével és karbantartásával; egy másik a kályhák gyűjtésével és restaurálásával foglalkozik. **K. L.**



**1. kép.** A könyv az Öntödei Múzeumban is megvásárolható



**2. kép.** Részlet egy 1854-es hisnyóvízi katalógusból

# Megújult a Ganz-emlékkiállítás az Öntödei Múzeumban



■ 1. kép. Ganz 1863-ban készült portréja

A magyar műszaki muzeológia nagy ünnepe volt 2006. június 22-én, ekkor nyílt meg az Öntödei Múzeum állandó kiállításának első felújított része, amely a XIX. századi magyar vasipar egyik legkiválóbb alakjának, Ganz Ábrahámnak állít emléket.

Az Öntödei Múzeum 1969-ben történt megnyitása óta kiemelt figyelmet fordít Ganz Ábrahám (1814-1867) életének és munkásságának bemutatására, hiszen a múzeumnak helyt adó épületben 1964-ig működött az eredetileg 1858-62-ben Ganz által épített kéregkerék-öntöde.

Az új állandó kiállítás létrejöttét az tet-

te szükségessé, hogy a 37 évvel ezelőtt készített kiállítás tárgyi és illusztrációs anyaga már felújításra szorult. A most megnyitott új kiállítást előkészítő kutatás eredményei látványosan egészítik ki az eddig már ismert tárgyi anyagot, így lehetőség nyílt Ganz Ábrahám életét még sokszínűbben bemutatni.

A kiállítás megújulását a környezet felújítása előzte meg. Az új installációk felépítése előtt szükségessé vált a séd rendszerű tetőgerendák lángmentesítése, a falazat és a padlózat átfestése. A múzeumba belépő látogatót egy megtisztult, áttekinthető kép fogadja, ahol a műemléki berendezések is nagyobb hangsúlyt kapnak.

A kiállítás előkészítésében a múzeum valamennyi munkatársa részt vett, a forgatókönyvet Lengyelné Kiss Katalin és Kozma Erzsébet dolgozta ki, a rendező Lengyelné Kiss Katalin. A látványterv és a kivitelezés Szőke Imre kiállításrendező munkája. A megnyitó napján a megjelentek kézbe vehették az Öntödei Múzeumi Füzetek 16. számát, Kovács László Ganz Ábrahámról írt tanulmányát. Ugyancsak megjelent az a képeslap, amely Ganz Ábrahám arcképét mutatja. A portré eredetijét a Magyar Nemzeti Múzeum történelmi arcképcsarnoka őrzi.

Ganz Ábrahám életét és munkásságát háromnyelvű (magyar, angol, német) feliratozással, négy témakör köré csoportosítva jelenítettük meg, ezek a fiatalkori

szakmai utat bemutató *Vándorévek*, a kezdeti Pest-budai évekről szóló *A gyáralapító*, a világszerte elismerést kapott kéregöntésű vasúti kerekek és sínkereszteződések üzleti sikerét bemutató *A feltaláló és üzletember*, ill. a Ganz magánéletét megjelenítő *A polgárfejezetcím*et viselik. A múzeumi bemutatásban új elemként épült be egy számítógépes böngésző, ezzel a bővebb információ után érdeklődők is kielégíthetik kíváncsiságukat. Ez utóbbi anyagának összeállításában Schudich Anna és Militsits Máté vettek részt.

Kutatásainkban a BTM Kiscelli Múzeuma, a Budapest Főváros Levéltára, a Fővárosi Szabó Ervin Könyvtár, a Hadtörténelmi Levéltár, a Közlekedési Múzeum, a Magyar Nemzeti Múzeum, a Magyar Országos Levéltár, a Magyar Szabadalmi Hivatal, a Széchenyi Könyvtár, a Biberauer-Bodoky Gyűjtemény, a Ganz Holding Gyűjtemény, a zürichi Staatsarchiv és az Embrachi Polgármesteri Hivatal anyagából válogattunk, a dokumentációs és tárgyi anyag előkészítésben Schudich Anna, dr. Klug Ottó és Káplán György jeleskedett.

A megnyitó ünnepség az Öntödei Múzeum kertjében található Ganz-mellszobor megkoszorúzásával vette kezdetét. A Svájcban született alapító tiszteletére először a svájci és a magyar himnusz hangzott el. A szobor posztamentére az első koszorút a szülőháza képviselőjeként Svájc magyarországi nagykövete, Marc-André Salamin, a másodikat Budapest II.



■ 2. kép. A megújult kiállítás részlete



■ 3. kép. A svájci nagykövete, Marc-André Salamin koszorút helyez el Ganz szobránál



■ 4. kép. Dr. Tolnay Lajos köszöntője, a háttérben Kócziánné dr. Szentpéteri Erzsébet és Lengyelne Kiss Katalin

kerületének Önkormányzata nevében *Horváth Csaba* polgármester helyezte el. A harmadik koszorúval az Országos Műszaki Múzeum és az Öntödei Múzeum nevében *Kócziánné dr. Szentpéteri Erzsébet* főigazgató és *Lengyelne Kiss Katalin* igazgató tiszteltet a gyáralapító emléke előtt.

Az ünnepség a továbbiakban már a múzeum kiállítócsarnokában zajlott le. A vendégeket Kócziánné dr. Szentpéteri Erzsébet köszöntötte, és egyben köszönetét fejezte ki a kiállítás létrejöttét segítő levéltáraknak, könyvtáraknak, múzeumoknak és gyűjteményeknek. A megnyitób-

szédet Marc-André Salamin excellenciás úr mondta. Beszédében arra hívta fel a figyelmet, hogy milyen jelentős szerepet játszottak a XIX. századi magyar gazdasági életben a Svájcból jött szakemberek, többek között *Haggenmacher Jakab Károly*, *Egger Vilmos*, *Serbeaud Emil*, de legfőképpen Ganz Ábrahám. A nagykövet úr kifejezte köszönetét azért, hogy az Öntödei Múzeum önálló állandó kiállítással emlékezik meg Ganz Ábrahámról.

Sajnos, *Albert Berbíer* úr, Ganz szülőfalujának, Embrachnak a polgármestere nem tudott eljönni az ünnepségre, viszont levélben küldött üdvözlőt az Öntödei Múzeum igazgató asszonya tolmácsolta. Legvégül *dr. Tolnay Lajos*, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület elnöke fejezte ki köszönetét az Országos Műszaki Múzeum főigazgatójának és Lengyelne Kiss Katalinnak, a kiállítás rendezőjének, hogy szakmai szempontból nézve is korrekt, de a nagyközönség igényeit is figyelembe vevő kiállítás őrzi a világhírnevet szerzett gyáriparos emléket.

Ezután Lengyelne Kiss Katalin Ganz Ábrahám Buda városától kapott 1863-as díszpolgári oklevelének a másolatával ajándékozta meg a kiállítás létrejöttét segítő személyeket.

Köszönet illet mindenkit, aki segítette a kiállítás létrejöttét, különösen *dr. Csánády Andrásné Bodoky Ágnes*t, aki a Biberauer-Bodoky gyűjteményből Ganz Ábrahám több személyes tárgyát is a kiál-

lítás rendelkezésére bocsátotta, és a Ganz Holding Zrt. elnök-vezérigazgatóját, *Fitos Zoltánt*, aki lehetővé tette, hogy a gyártörténeti gyűjteményből származó tárgyakról készített kiállítási másolatokkal gazdagodjék az eddigi Ganz-kiállítás anyaga.

A szakmai megnyitó ünnepélyesebbé tételét a Kiss Zenede Ifjúsági Fúvószenekar játéka szolgálta. A gasztronómiai örömeket a megnyitó után feltálatl finom korhelyleves biztosította, amelyet *dr. Lengyel Károly* kohómérnök főzött.

A Ganz Ábrahám nevéhez méltó megnyitőünnepség előkészítéséért *Hajnalné Simonyi Erzset*t és a *Szántó András* vezette műszaki gárdát illeti köszönet.

A forrásokat a múzeum fenntartója, a kulturális tárca, ill. az Országos Műszaki Múzeum, a Nemzeti Kulturális Alapprogramtól pályázat útján nyert támogatás, vállalati támogatások, így az ERFI Irodaház Kft., az Antamik Kft., a svájci Kereskedelmi Kamara tagjai, a Phoenix Mecano Kecskemét Kft., az Atel Kft., a Nestle Kft., valamint az OMBKE és a Svájci Nagykövetség biztosította.

Az Öntödei Múzeum állandó kiállításának további szegmenseit is szeretné felújítani, ezeknek a kiállításoknak az előkészítésén dolgoznak munkatársai. Reméljük, nemsokára újabb megnyitóról adhatunk beszámolót.

**Millits Máté**  
művészettörténész

## Öntvényrekord a Meuselwitz Guss-nál

Mint arról lapunkban korábban hírt adtunk, a „Meuselwitz Guss” 9 millió eurós beruházással új, nagy tömegű öntvények formázására is alkalmas csarnokot hozott létre. Középfrekvenciás indukciós olvasztókemencékkel bővítette az olvasztóművét, és új, nagyobb teherbírású darukat is üzembe állított. Így már akár 65 t nettó tömegű öntvény gyártására is alkalmassá vált az öntöde.

Ezt kihasználva, az üzem az eddigi saját és Közép-Németország rekordját is megdöntve, egy óriási portálmegmunkáló központ 53 t nettó tömegű keresztartóját öntötte le. Ehhez 68 t folyékony vasat öntöttek a forma két végéről két, egyenként 36 t befogadóképességű öntőüstből a 410

tonnával leterhelt, csaknem 12 m hosszú, 2 m széles és 2 m magas formába. A vasat 1400 °C hőmérsékleten csapolták, csapolás közben magnéziummal kezelték, majd közel 100 m hosszú úton szállították a formához. A szállítás után magnéziumos utókezelést végeztek, majd a vasat 1320 °C hőmérsékleten, 169 másodperc alatt öntötték a formába.

További, hasonló nagyságú öntvényre is van

megrendelésük. Az ilyen nagy tömegű öntvények gyártásában a Meuselwitz Guss Közép-Németországban átvette a piaci vezető szerepet.

**Horváth László**



■ 1. kép. Az óriási keresztartó öntvény

KÉKESI TAMÁS

## Anioncserés elválasztások ultranagy tisztaságú réz előállítására (II. rész)

*A II. részben a szerző az elvégzett kísérletekről számol be. Az anioncserés egyensúlyi eredmények ellenőrzésére a különböző ionok relatív koncentrációit kimutató számítások és spektrofotometriai vizsgálatok szolgáltak. A réz-klorid oldatok tisztítását laboratóriumi kísérletek alapján sikerült kialakítani, optimalizálni és minősíteni. A kifejlesztett eljárás alkalmas gyakorlatilag az összes szennyező eltávolítására a réz-klorid oldatból. A tisztított oldatból kinyert fém analitikai és maradék ellenállás vizsgálata igazolta a módszer hatékonyságát.*

### 4. Az anioncserés réztisztítás módszere

Az anioncserélő gyantában nem köthető elemek elválasztása a réz megkötését igényli a folyamatnak legalább egy lépésében. Az egyensúlyi vizsgálatok bizonyították, hogy a réz csak az egy vegyértékű alakjában képez erősen köthető anionos komplexeket a kloridionokkal, és ehhez az  $1-4 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  HCl-koncentrációk tartománya a legalkalmasabb közeg (7. ábra). A Cu(I) anioncserés megoszlási hányados maximumát ( $6,3\cdot 10^1$ ) ugyan az 1 M HCl-koncentráció biztosítaná, de ebben az oldatban csupán  $0,08 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  réz(I) oldható, míg 4 M HCl esetén a megoszlási hányados kisebb ( $2\cdot 10^1$ ), de egy nagyságrenddel nagyobb ( $0,7 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) az oldhatóság. Így ugyanannyi kiinduló réz-mennyiségnek az anioncserélő oszlopon rögzítésekor 4 M HCl kiinduló oldattal kb. fele a HCl-felhasználás és – a jóval kisebb kiinduló oldattérfogat miatt – a feladott réz megkötődési sávja keskenyebb lesz. Ezért a réztisztító eljárás kiinduló oldatában 4 M HCl-koncentrációt érdemes alkalmazni. Az eljárás további lépéseiben a szennyezőket az anioncserélő gyantaágyban megkötött réz mellől megfelelő koncentrációjú HCl-oldatokkal lehet eltávolítani, illetve a réz elúciójakat az oszlopban visszatartva elválasztani.

Az ionok elválasztása szempontjából a megoszlási görbék alacsony ( $\log D <$

$0,5\dots 1$ ) illetve magas ( $\log D > 1,5\dots 2$ ) szakaszai használhatóak a legelőnyösebben ki. Kedvező, ha a tisztítandó fém anioncserés megoszlása erősen függ a kloridion-koncentrációtól. Ebben az esetben biztosítható az alapfém illetve bármely szennyező elem elválasztása, vagyis, hogy az együtt stabilizálható oxidációs fokozatú ionjaik a két ellentétes kategóriába eső megoszlási hányadosokat mutassanak.

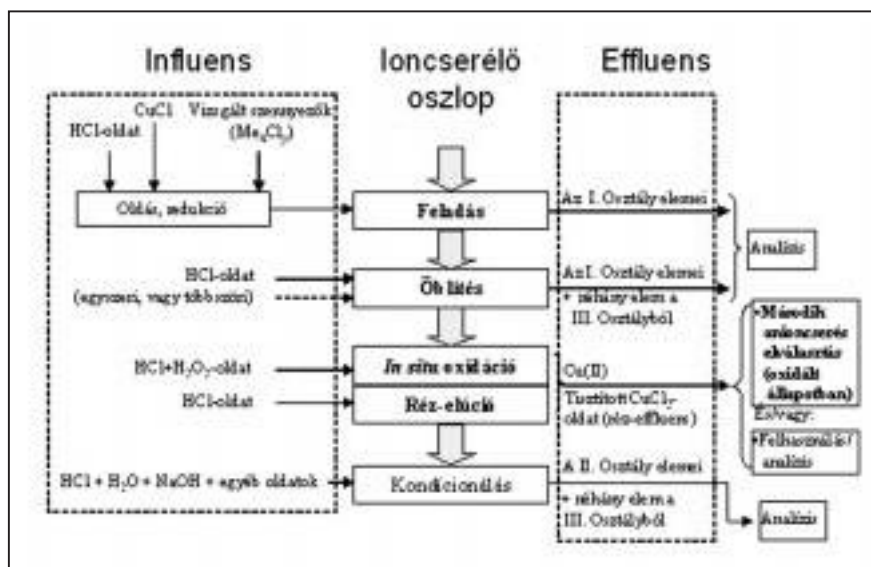
Mivel a 7. ábra szerint a réz és a többi lényeges szennyező elem anioncserés megoszlási függvényei között általában a 0–4 M HCl tartományban a legnagyobb az eltérés, ezért a technológia számára megfelelő HCl-koncentrációt ebben a tartományban célszerű megtalálni. Az 5. táblázat az elemeknek a réztől való anioncserés elválaszthatóságát foglalja össze erre a HCl-koncentrációtartományra vonatkozóan.

#### 4.1. Az anioncserés réztisztítási eljárás kísérleti megvalósítása

A legtöbb elem az Ia osztályba tartozik, amelyben nincs, vagy csak igen gyenge az anioncserés szorpció. Ezek a potenciális szennyező elemek nem jelentenek nehézséget, zömében távoznak az oszlopból kifolyó oldattal, miközben a feladott oldatból a réz(I) megkötődik a gyantaágyban. Hasonlóan távoznak az Ib osztály elemei is az oszlopból, ha a kisebb oxidációs fokozatukban vannak. Ezt a feltételt az oldat előkészítésekor és feladásakor kell biztosítani.

Az elválasztási séma II. jelű osztályba tartozó elemeket erősen köti a gyanta-fázis az egyetlen lehetséges, vagy a magasabb oxidációs fokozatukban. Ezek az elemek a réztől az elúciója során választhatóak el a gyantaágyban megkötve. A III. osztályba sorolt többi elem jellemzői kevésbé általánosíthatóak, így ezek anioncserés elválasztását külön-külön kell vizsgálni. Az optimalizációs elválasztási kísérletek fő célja olyan HCl-koncentrációkat megjelölni, amelyekkel végzett öblítések során ezen elemek egyik része az I. osztály szennyezőivel együtt eltávolíthatóak a réz elúciója előtt, illetve másik részük a II. osztály elemeivel együtt visszatarthatóak a gyantafázisban a réz elúciója alatt.

A réz elúciója során az anioncserés megoszlási függvények nagyobb HCl-koncentrációkon csökkenő tendenciája ellenére is vissza kell tartani számos gyakorlati jelentőségű szennyező elemet a gyantafázisban. Ezért nem alkalmazható  $4 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ -nél jelentősen nagyobb HCl-koncentrációjú eluens oldat. Azonban a gyantafázisban kötött egy vegyértékű réz megoszlási hányadosa a 4 M HCl-koncentrációjú eluens oldat esetén még olyan nagy, hogy a réz elúciója nem lenne hatékony ilyen formában. A 7. ábra megoszlási függvényei azonban azt sugallják, hogy a megkötött réz Cu(II) alakra konvertálva az elúciója jelentősen felgyorsítható a 0–4 M HCl tartományban is. A megkötött Cu(I) in situ oxidációjának külön vizsgálata megmutatta, hogy az eluáló oldatba adagolt – sztöchiometrikusnál nem sokkal nagyobb mennyiségű – hidrogén-peroxid kiválóan megfelel erre a célra anélkül, hogy az oxidálószerrel elszennyeznénk az elválasztási eljárásból származó réz-effluens oldatot. Amennyiben a HCl-koncentráció nem lépi túl a  $4 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  értéket, a



10. ábra. A fő anioncserés elválasztási lépések a réz tisztításakor

beadott hidrogénperoxid nem okoz zavaró mértékű klórgázfeljődést.

A réz oxidációja pillanatszerűen végbemeget, amit a megkötési zóna hirtelen elsötétedése és a mély színű réz-effluens oldat gyors megjelenése jelez. A gyantában kötött Cu(I) egyben védi is a szerves mátrixot az egyébként káros oxidáló hatástól. A több ciklusban kezelt gyanta erősen bázisos kapacitásában és a szemcsék integritásában észrevehető változás nem lépett fel. A gyors elúció igen kedvező a tisztítási hatások szempontjából, mivel a rezet kis térfogatú, koncentrált eluátumban lehet a gyantaágyból kinyerni. Így a réz ultranagyfokú tisztítási módszerének kidolgozásánál az in situ oxidációval segített elúció újszerű technikáját minden esetben alkalmaztam. Egyetlen veszélyt a gyantaszemcsék jelentős dagadása jelentette, ami a megkötött réznek a gyantafázisból történő hirtelen kilépésével jár. Amennyiben a réz elúcióját hosszú HCl-as öblítő lépés előzte meg, a szorpciós zóna az oszlop aljához közel kerülhet, és az

elúciókor itt végbemenő térfogatnövekedés a legerősebb anyagokból készült oszlopokat is képes volt szétrobbantani. Amennyiben a réz szorpciós zónája az elúciót megelőzően nem tartható a gyantaágy felső harmadában, az in situ oxidációval gyorsított elúciót egy fellazító visszamosási lépésnek kell megelőznie, amivel elkerülhető az oszlop szétrobbanása. Az eljárás vázlatát a 10. ábra szemlélteti.

A tervezett anioncserés eljárás alapvető lépése az elválasztási művelet, amelyet a gyanta visszajáratásához szükséges kondicionálás egészíthet ki. Az előbbi művelet részleplesei: az oldatelőkészítés, az anioncserélő oszlopra feladás, öblítő lépések az I. és néhány III. osztályba tartozó szennyező eltávolítására, végül az in situ oxidációval összekapcsolt réz-elúció. A meggyűjtött eluátumban a réz mentes az eredeti szennyezőtől, így ebből a sósavas Cu(II)-klorid oldatból ultranagy tisztaságú formában nyerhető ki közvetlen elektrolízissel, illetve bepárlás utáni hidrogénes redukció standard módszereivel. A fém ki-

nyerési lépéseit szintén vizsgáltam, és megfelelő optimalizálás után a vizsgálati célokat szolgáló fémes minták előállítására mindkét kinyerő módszert alkalmaztam.

A használt anioncserélő gyanta visszajáratását lehetővé tevő kondicionálás alapvetően lúgos és savas öblítési és visszamosási lépéseket jelent, mellyel a visszamosott (II. osztály és néhány elem a III. osztályból) szennyezők a minél teljesebb eltávolítása a cél. Amennyiben az elválasztási eljárás nem képes valamely gyakorlatban is fontos szennyezőt megfelelő mértékben eltávolítani, a Cu(II)-effluent egy második anioncserélő oszlopban végrehajtott kiegészítő elválasztási lépésben lehet az előzőtől eltérő oxidációs szám – HCl-koncentráció kombináció mellett továbbtisztítani. Az optimalizálást az effluensből vett minták szerint szerkesztett elúciós diagramokra, illetve az ezekből számítható tisztítási és kinyerési hatásfokokra lehet alapozni.

A laboratóriumi léptékű elválasztási kísérletek 250 cm<sup>3</sup> oldattal indultak, melyben a vizsgált karakterisztikus szennyező elemek koncentrációja 100 ppm (mg·cm<sup>-3</sup>) volt. A nitrogénnel öblített 4 M HCl oldatba utoljára adagolt anyagként került a gyanta kapacitásának kb. felét lekötő mennyiségű (analitikai tisztaságú) CuCl. Ezután következett a kiinduló oldat redukáló kezelése – zárt reaktorlombokban granulált 4N tisztaságú réz granáliát adagolva és nitrogénnel öblítve mágneses keverés közben – a réz(I) oxidációs fokozatra jellemző szintelen állapot stabilizálásáig. Az alkalmazott ioncserélő desztillált víz vezetőképessége jellemzően 0,1 ~ 0,4 μS·cm<sup>-1</sup> volt.

Az előkészített oldat a redukáló reaktorból nitrogén túlnyomással jutott a 11. ábrán bemutatott rendszerben az ioncserélő oszlop adagoló edényébe. A redukáló műveleti szakaszban ez a levegő távoltartását, az oxidáló szakaszban pedig a be-

5. táblázat. A réz potenciális szennyezőinek osztályozása az anioncserés elválasztás szempontjából

Osztály	Egyszálly anioncserés megosztási hányados (≤ 4 M HCl oldatokra)		Elemek
	Redukáló körülmények*	Oxidáló körülmények**	
Ia	D < 1...10	D < 1...10	Alkáli, alkáliföld, ritkaföld, aktinidák, Sc, Y, Ti, Zr, Hf, Th, V, Pa, Mn, Co, Ni, Al, Si, Ge, As, Se
Ib	D < 1...10	változó	Cr, W, Fe, U, Tl
II	D > ~100	D > ~100	Mo, Tc, Re, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Bi, Po
III	változó	változó	Nb, Ta, Ag, Zn, Cd, Ga, In, Sn, Pb, Sb, Te

\* Redukció réz szemcsékkel érintkeztetve \*\* Oxidáció H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> adagolással

adott oxidálószer homogén eloszlását szolgálta. A kiinduló oldat feladása után a következő munkafázisok öblítőoldatait további adagolódényekben készítve lehetett feladni. A gyakorlatban vizsgált szennyező elemek kiválasztásánál figyelembe kellett venni:

- az anioncserés egyensúlyi megoszlási függvények különböző típusait,
- a korábbiaktól eltérőnek talált egyensúlyi anioncserés megoszlásokat,
- és a réz leggyakoribb szennyezőinek a képviselőjét.

Természetesen a legnagyobb hangsúlyt a III. osztály szennyezői kapták. Különös gyakorlati jelentősége van az Ag, Pb, Zn, Sn és Sb szennyezők vizsgálatának. Az ón és az antimon elválasztását érdekessé teszi a folyamatban várhatóan változó oxidációs állapot és a nagyon kis HCl-koncentráció mellett várható hidrolízises precipitáció. Noha az indium és a kadmium nem lényeges szennyezők a gyakorlatban, az előbbi viszonylag alacsony és gyengén változó megoszlási függvénye miatt jól felhasználható volt az elválasztási folyamat ellenőrzésére, az utóbbi pedig a legalacsonyabb HCl-koncentrációkon is kialakuló anionos komplexekkel jellemezhető szennyező elemek eltávolítására adott jelzést, miközben a hidrolízis nem jelent a kísérleti tartományban veszélyt.

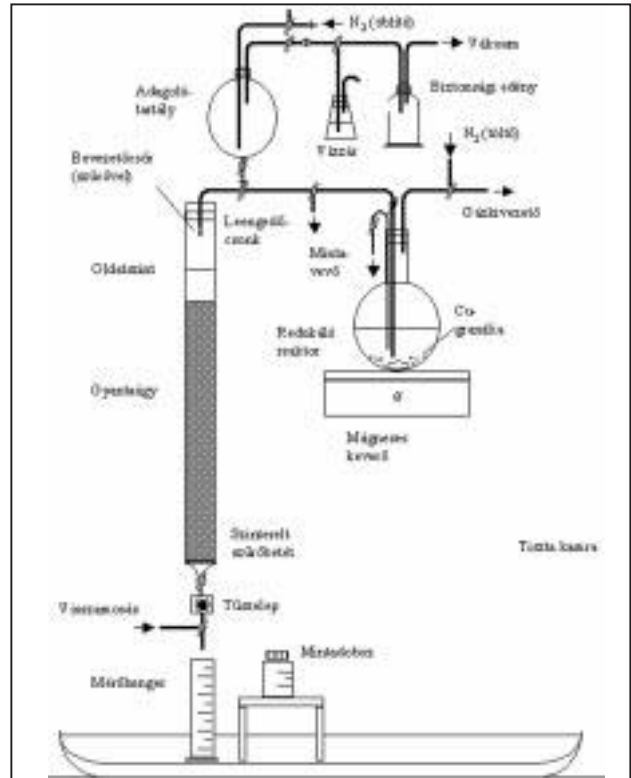
Az anioncserés viselkedésükben igen homogén – igen sok elemből álló – I.a, I.b és II. osztályok elemeit egy-egy tag képviselte. Az anioncserés megkötésre alkalmas elemeket egy gyakorlatban is fontos szennyező, a nikkelt példája képviselte. Az I.b osztály legfontosabb tagjának, a vasnak a vizsgálatát a redukált körülmények ellenőrzése is indokolta. A II. osztály elemei közül gyakorlati szempontból a bizmut jelenti a legfontosabb esetet, ugyanakkor a kis HCl-koncentrációkon tapasztalható viselkedése is fontossá tette a további információ szerzését.

Az eljárási terv törekszik a megoszlási hányadosok szélsőséges értékeit használni az illető elem eltávolítása, illetve megkötése során. Így a gyantaágy magasságát sem érdemes úgy tekinteni, mint a kromatográfiás jellegű szétválasztások esetében. Rövidebb ágyat alkalmazva csökkenthető a koncentrációs profil szélesedése. Azonban a kapacitási megfontolások, az anyagnak az ágy keresztmetszete mentén is homogén elhelyezése és a II. osztály szennyezőinek biztonságos visszatartása

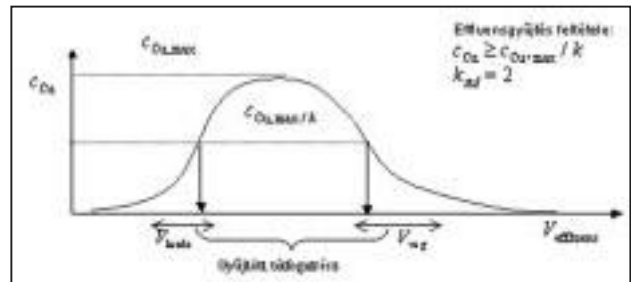
megfelelő magasságú gyantaágyat is igényel. A laboratóriumi gyakorlatban az átmérőhöz viszonyított 10 ~ 20-szoros ágy-magasság terjedt el [42]. Ezért a 2,5 cm belső átmérőjű ioncserélő oszlopban kb. 25 cm volt az ágy magassága.

A kísérlet folyamán az áramlási sebességet az oszlop kivezetőcsőjén elhelyezett szabályozó szeleppel lehetett állítani a 2 – 5 BV/h (ágy-térfogat/óra) tartományban, ami az ioncserés gyakorlatban alacsonynak számít [42], de az egyensúly jobb megközelítésének és az élesebb koncentrációprofilok kialakítására kedvező lehetett. A kifolyó effluensből periodikusan vett általában 10 cm<sup>3</sup> térfogatú oldatminták ICP-AES, illetve AAS műszeres technikával végzett kémiai analízisre kerültek.

Az analitikai eredmények korrekciójára és az elválasztási jellemzők számítására kifejlesztett speciális számítógépes értékelő szoftver (ANELV) több részprogramból állt. A rendszer tartalmazza az egyensúlyi adatok feldolgozására kifejlesztett alapvető korrekciós algoritmusokat, de a sokelemes mintákra tekintettel, az ANELV algoritmusában az interferenciakorrekció lehetősége is szerepelt. Erre alapvetően a több hullámhosszon végzett szimultán mérések szolgáltak. Amennyiben ezek között egyik hullámhossz sem volt zavarmentes, a széles körben elfogadott [43] spektrum-interferencia adatai, illetve "blank" sorozattal meghatározott gyakorlati interferenciák függvények kerültek használatra. A program opcionális lehetőségként tartalmazza a mintavétellel járó folyadékáramlási zavarokból eredő kon-



■ 11. ábra. A laboratóriumi anioncserés elválasztási kísérleteknél használt rendszer



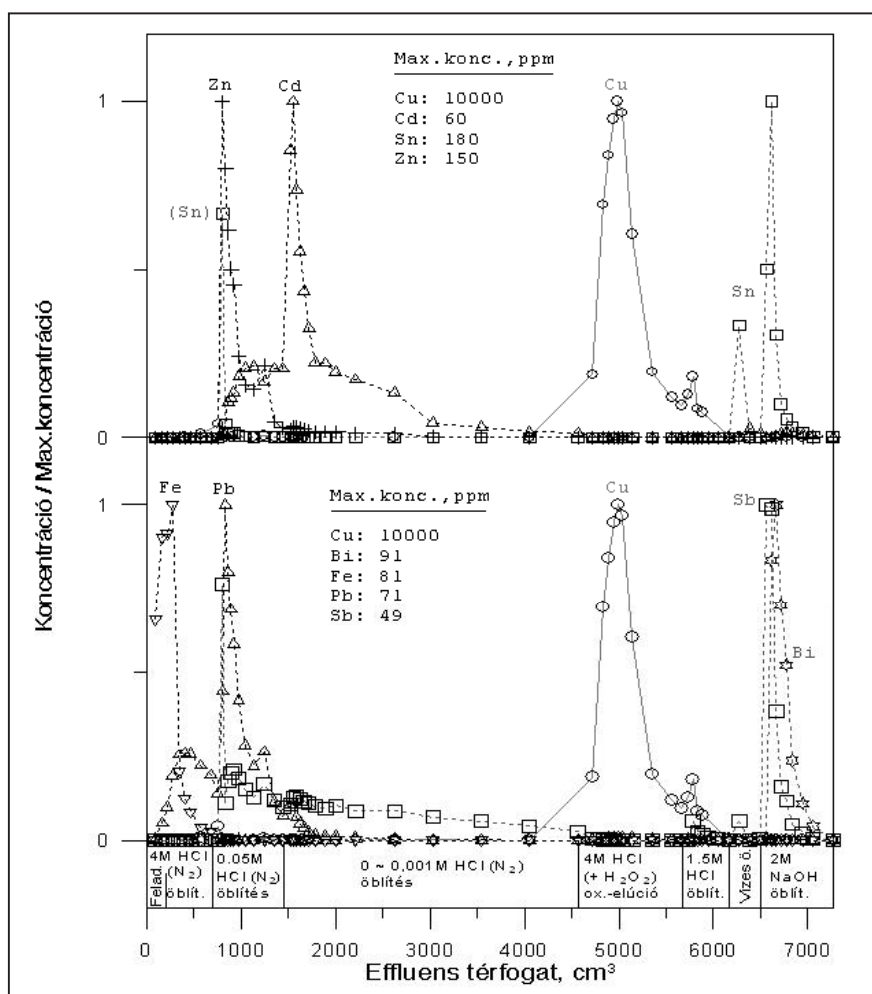
■ 12. ábra. Az effluensgyűjtés határai a réz fő elúciós csúcsa környezetében

centrációingadozások matematikai simítását a közismert futóátlagok módszerével. A szélső értékek pontjainál a rendszer letiltotta a simító operátor hatását. A koncentrációprofilok térfogat szerinti integrálása minden esetben az eredeti értékeken alapult.

Az anioncserés elválasztási eljárások optimalizálása során a kísérletekből származó elúciós görbék numerikus integrálása alapján kifejezhető a vizsgált szennyezőre ( $\lambda$ ) vonatkozó tisztítási arányszám ( $T$ ):

$$T_{\lambda} = \frac{\sum m_{\lambda}}{\sum m_{Cu}} = \frac{c_{\lambda,0}}{c_{Cu,0}} \cdot \frac{\int_{V_1}^{V_2} c_{Cu} dV}{\int_{V_1}^{V_2} c_{\lambda} dV} \quad (16)$$





■ **13. ábra.** Az optimalizált réztisztító eljárás első anioncerés lépésének jellemző elúciós görbéi (laboratóriumi méret)

Elválasztási eljárás: feladás – 4 M HCl + M<sub>x</sub>Cl<sub>y</sub> (N<sub>2</sub>); Öblítés – 4 M HCl (N<sub>2</sub>); öblítés – 0,05 M HCl (N<sub>2</sub>); öblítés 0 ~ 0,001 M HCl (N<sub>2</sub>); oxidatív Cu-elúció – 4 M HCl + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (N<sub>2</sub>); Kiegészítő művelet: öblítés – 1,5 M HCl; vizes öblítés; öblítés – 2 M NaOH

valamint a réze (mint alapfémre) vonatkozó kihozatali index ( $\eta_{Cu}$ ):

$$\eta_{Cu} = \frac{100\%}{\sum m_{Cu}} \cdot \int_{V_k}^{V_a} c_{Cu} dV \quad (17)$$

ahol  $V_k$  és  $V_a$  a tisztított effluens gyűjtését jelölő kezdeti és végső folyadéktérfogatok. A tisztítandó fém és valamely szennyező feladott mennyisége  $\sum m_{Cu}$  illetve  $\sum m_i$ . A tisztított oldatrészben összegyűjtött mennyiségek ( $m_i$  és  $m_{Cu}$ ) az elúciós görbék alakjától és az effluensgyűjtés intervallumától függenek. A tisztítási arányszámok az oldatgyűjtés különböző szélességű intervallumaira vonatkozhatnak, amelyeket a tisztítandó elem koncentrációs csúcsához viszonyítva kell megszabni:

$$c_{Cu} = \frac{c_{Cu, max}}{k} \quad (18)$$

A standard értékek ( $T_{z, sz} \eta_{kz, sz}$ ) az alapfém koncentrációs csúcsának a 12. ábrán szemléltetett „fél-magasság” határpontjai közé eső oldat-tartományra vonatkoznak, vagyis a  $k$  szélességi paraméter standard értéke:  $k_{sz} = 2$ .

#### 4.2 Az elválasztási kísérletek eredményei

Általánosan igazolódott a várakozás az egynél nagyobb megoszlási hányadosok melletti elúció gátoltságával és a szorpciós sáv diszperziójával kapcsolatban. Az In, a Pb és az Ag elúciós görbéi a 4 M HCl öblítőoldattal erősen szétterültek, a réz elúcióját megelőzően nem lehet ezeket az elemeket még a viszonylag rövidre méretezett gyantaágyból sem megfelelő mértékben eltávolítani, noha az In és a Pb megoszlási hányadosa csupán ~ 5, az ezüsté ~ 8, ilyen HCl-koncentráció esetén.

Továbbá a 4 M HCl-ben anioncerés megoszlásra nem alkalmas Fe(II) tökéletesen éles és szimmetrikus koncentrációs csúccsal volt elválható, ami egyrészt a redukáló előkezelés hatékonyságát is igazolta, másrészt az ideális elúció feltételeit is mutatta. Ezzel szemben az In, Pb és az Ag koncentrációs csúcsainak a hátsó oldala erősen elhúzódtott. Ez jelzi az egyensúlyi izotermákra tipikusan jellemző csökkenő meredekséget, amint a fémkoncentráció erősebben növekszik [36]. A közel ideális megoszlási hányadosoknál (7. ábra) kisebb értékek vonatkoznak a szorpciós sáv közepét jellemző nagy fémkoncentrációkra.

A 7. ábrán megadott megoszlási függvényeket igazolta az is, hogy 4 M HCl-koncentráció mellett az ezüst már nem volt visszatérhető a gyantában, de az eltávolítása sem volt kivitelezhető a réz elúciójáig. Ugyanakkor az in situ oxidáció részben konvertálta az antimont az Sb(V) állapotba, amit a réz eltávolítása után alkalmazott vizes öblítés során tapasztalt kettős csúcs jelzett [44]. Az in situ oxidáció során lejátszódó Sb(III) → Sb(V) átalakulás 4 M HCl oldat alkalmazása esetén nem veszélyezteti a réz effluátum tisztaságát, mert az Sb(V) ilyen oldatból megfelelően kötődik a gyantához.

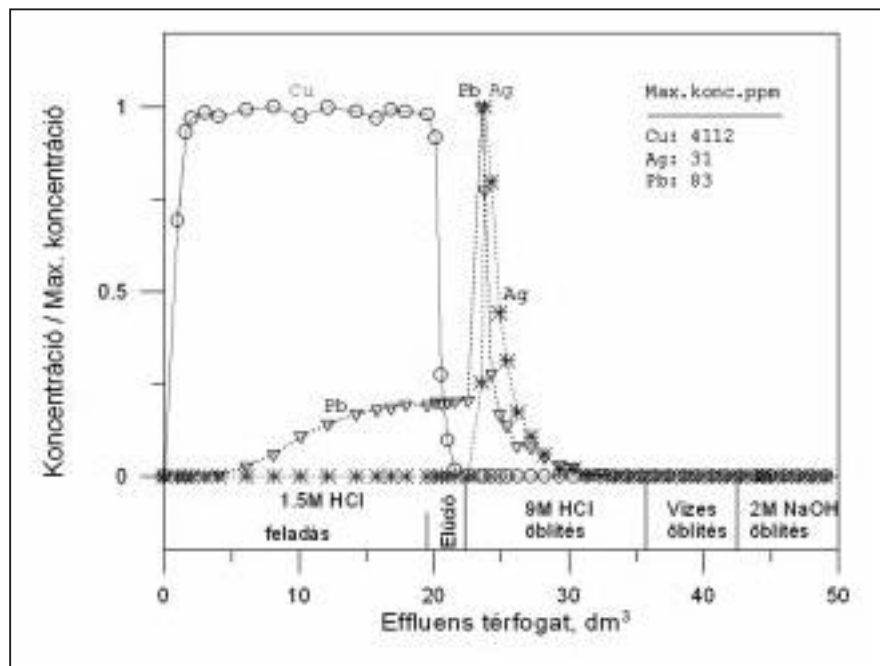
Noha az alapvető feladatokat teljesítette, de a kiinduló oldat 4 M HCl-koncentrációjától sem negatív, sem pozitív irányban eltérve nem bizonyult tökéletesnek az egyetlen sósav-koncentráció beállításán alapuló egyszerű eljárás. Ezért a végső megoldás a 4 M HCl-koncentráció mellett végzett feladás és réz elúció közötti öblítési lépéseknél használt influens oldat HCl koncentrációjának a módosítására épül. Az optimalizált eljárás első lépcsőjében a szennyezők zöme választható el a réztől a 4 M HCl-koncentrációjú, redukált állapotú CuCl kiinduló oldat feladását követő összetett öblítési technikával és a 4 M HCl-koncentráció mellett végrehajtott in situ oxidációval segített réz elúcióval. Ezt a műveletet a 13. ábrán szemlélteti.

A 4 M HCl-koncentráció mellett végzett feladást követően az I. és III. osztály számos elemének az eltávolítása felgyorsítható kisebb sósav-koncentrációt alkalmazva az öblítés során, de a redukáló körülményeket továbbra is biztosítva. Még közel 0 M HCl-oldattal – vagy akár vízzel – is lehet az öblítést végezni, a feladott Cu(I) elvesztése nélkül. Noha a 2. és a 7.

ábrák szerint a köthető anionos Cu(I) klorokomplex ionok is bomlanak a nullához közeli HCl-koncentrációkon, a keletkező CuCl-precipitátum fizikailag kötve marad a gyantaágyban. Újra HCl-oldatot juttatva az oszlopba, a Cu(I) újra oldódik és megkötődik. Legelőnyösebb azonban a 0,001 ~ 0,05 M HCl tartományban végzett öblítés, amely hatékonyan eltávolítja azokat a szennyező elemeket, amelyek nagyobb sósavkoncentrációkon erősen kötődnek, de vízzel öblítve hidrolízises csapadékot képeznek.

Az oxidációval elősegített réz-elúció kivitelezhető (i) az Sb, (ii) az Ag elválasztásának megfelelően. Az (i) esetben a fentiekben leírt módon, legalább 4 M HCl eluens alkalmazásával biztosítható az Sb és a többi maradék szennyező erős megkötése, az ezüst kivételével, a réz elúciója alatt. A (ii) esetben viszont egy ~ 1,5 M HCl-eluens mellett megakadályozható az Ag szivárgása, és a többi maradék szennyező is jól köthető, kivéve az oxidálódott Sb(V). A két változat közül az első a kedvezőbb. Ezt szemlélteti a 13. ábra, ahol az antimon nem szennyezi a 4 M HCl-t és H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-ot tartalmazó eluenssel végzett oxidatív elúcióban kapott réz effluent. A kapott 4 M HCl-CuCl<sub>2</sub>-oldatot tiszta vízzel kb. 1,5 M HCl koncentrációra hígítva egy második anioncserélő oszlopban a maradék ezüstszenyezés egyszerűen eltávolítható.

A 14. ábra mutatja, hogy az ezüst töké-



■ 14. ábra. Az optimalizált réztisztító eljárás második anioncserés lépésének jellemző elúciós görbéi (félüzemi méret)  
Elválasztási eljárás: feladás – 1,5 M HCl + M<sub>x</sub>Cl<sub>y</sub>; elúció – 1,5 M HCl;  
Kiegészítő művelet: öblítés – 9 M HCl (N<sub>2</sub>); vizes öblítés, öblítés – 2 M NaOH

letesen eltávolítható a csökkentett HCl-koncentrációjú CuCl<sub>2</sub>-oldatból a második lépcsőben alkalmazott egyszerű anioncserés művelettel, miközben a réz(II) indifferens az anioncserélő gyantával szemben. A második lépcsőben az anioncserélő gyantaágy csupán egy „ezüstsűrőként” működik, ami járulékos hatásként még az ólom elválasztását is javítja.

A réztisztító anioncserés eljárás második lépcsőjét bemutató 14. ábra egyúttal a méretnövelés kísérleti szakaszára is példát ad. A 122 cm<sup>3</sup> térfogatú laboratóriumi gyantaággal végzett kísérletsorozat után a 22-szer nagyobb térfogatú, de keresztmetszeti és magassági arányaiban változatlan gyantaágyat befogadó kb. 1 m hosszú ioncserélő oszlopokat használtam,

6. táblázat. A kidolgozott réztisztítási anioncserés eljárás elválasztási sémája

Elválasztási műveletek (HCl-konc., mol.dm <sup>-3</sup> - - redox körülmények)	Az elválasztott (részben elválasztott) szennyező elemek csoportjai
<b>Első lépés</b> Feladás + öblítés (~4 – Red.) Öblítés (0,001-0,05 – Red.) Elúció (~4 – Ox.)	I. osztály +Zr+Hf+Nb+Ta+Pa+Mn+Fe+Co+Ge+As+Se (A-csoport) → A-csoport + W+U+Zn+Cd+Ga+In+Pb+(Sb)+Te II. osztály + Mo+Sn+Sb
<b>Második lépés</b> Feladás-elúció (~1,5 – Ox.)	II. osztály + Mo+Ag+Zn+Cd+(Pb)+Sn

Red. – Cu-szemcsékkel redukált állapot, Ox. - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-dal (a Cu-re ~sztöchiometriai mennyiség) oxidált állapot,  
I. osztály – nem kötődő (alkáli, alkáliföld, ritkaföld, Sc, Y, La, Ac, Ti, Th, V, Cr; **Mi**; a **p**-blokk első két sora) elemek.  
II. osztály – oxidáló körülmények mellett erősen kötődő (Tc, Re, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Bi, Po) elemek.

7. táblázat. A karakterisztikus szennyező elemek eltávolítási jellemzői

Eljárési lépcső	k	h <sub>0,r</sub> (%)	Eltávolítási index, T <sub>i</sub>					
			Ag	Cd	In	Pb	Sb	Bi, Fe, Hg, Zn, Sn
1	2	70	2	840	>100	46	>600	>1000
2	2	92	>1000			34		

k – a fő elúciós csúcs gyűjtött hányadára vonatkozó szélességi paraméter

8. táblázat. A különböző módon előállított rézminták GDMS-analitikai eredménye

Kiindulóanyag	CuCl	6N Cu	6N Cu	CuCl	CuCl
Elválasztás	-	-	-	Anioncsere	Anioncsere
Cu-kinyerés	H <sub>2</sub> -redukció	-	-	Katódos redukció	H <sub>2</sub> -redukció
Plazmaolv. (min, %H <sub>2</sub> )	12 - 15 10	-	14 10	10 10	10 - 15 10
Szennyező elem	Koncentráció, ppm (tömeg)				
Na	0,07	0,04	0,08	< 0,0045	< 0,002 - 0,003
Mg	< 0,002 - 0,007	0,0009	0,0008	< 0,0057	0,0028 - 0,0093
Al	0,11 - 0,35	0,0067	0,028	0,1	0,07 - 0,1
P	0,061 - 0,066	< 0,003	0,45	0,06	0,044 - 0,070
S	0,22 - 0,29	0,01	0,006	< 0,1	< 0,003 - 0,07
Cl	0,018 - 0,041	0,013	0,041	< 0,024	0,0045 - 0,065
K	0,023 - 0,024	0,0087	0,025	< 0,007	0,0018 - 0,0057
Ca	0,043 - 0,058	< 0,02	0,0059	< 0,21	0,013 - 0,029
Ti	0,0026 - 0,0071	0,027	0,019	0,0047	0,0012 - 0,0058
V	0,003 - 0,026	< 0,0005	0,00008	< 0,004	0,00043 - 0,0015
Cr	0,062 - 0,097	< 0,002	0,0006	< 0,0054	0,0074 - 0,047
Fe	0,57 - 0,73	0,0061	0,040	0,057	0,037 - 0,057
Mn	0,0035 - 0,0040	< 0,001	0,00043	< 0,0045	0,0055 - 0,015
Ni	< 0,002 - 0,054	< 0,002	0,0018	0,0081	< 0,002 - 0,098
Co	0,0012 - 0,0013	< 0,001	< 0,0007	< 0,004	0,0009 - 0,0012
Zn	< 0,08 - < 0,09	< 0,2	0,16	< 0,064	< 0,08 - 0,1
As	0,0050 - 0,0059	0,0064	0,0032	0,0088	0,0016 - 0,0038
Se	0,17 - 0,41	< 0,04	< 0,03	0,0295	< 0,02 - 0,03
Br	< 0,02 - 0,028	< 0,04	< 0,02	< 0,017	< 0,02 - 0,03
Zr	0,0011 - 0,0012	< 0,0017	0,011	< 0,009	< 0,001 - 0,0087
Nb	0,00072 - 0,0069	0,00083	0,00080	0,007	0,0026 - 0,024
Mo	0,0048 - 0,0068	0,00052	< 0,004	< 0,018	< 0,004 - 0,0018
Ag	3,50 - 3,63	0,113	0,013	0,025	0,02 - 0,026
Sn	0,015 - 0,023	0,024	< 0,02	< 0,053	< 0,02 - 0,0021
Sb	0,0063 - 0,014	< 0,008	0,0039	0,006	0,0039 - 0,0078
Te	0,12 - 0,15	< 0,06	< 0,05	< 0,064	< 0,04 - 0,06
Pb	0,0071 - 0,011	0,0055	0,0035	< 0,019	0,0025 - 0,030

melyek kvarcból, illetve korrózióálló és átlátszó műanyagból készültek [45]. Amennyiben a megnövelt keresztmetszet nem okoz csatornásodás jellegű oldat-áramlási rendellenességet, a térfogati arányok betartásával a laboratóriumi eredmények felhasználhatóak a félüzemi méretű berendezés működtetésére. Az öblítési térfogatok kiinduló értékét a laboratóriumi ágytérfogat arányában lehet megválasztani, majd a félüzemi berendezés gazdaságossági szempontjait is figyelembe véve érdemes módosítani.

A nagyobb méretű oszlopok esetében jelentkező legfontosabb sajátosság az oxidatív rézelúciókor fellépő hirtelen gyantatérfogat-növekedéssel kapcsolatos feszítő erők megnövekedett jelentősége. Az ilyenkor veszélyes oszlopprobbanások, a rézszorpciós sávját az ágy magasabb területén megtartva, a feladás után kisebb (4 M) HCl-koncentrációval végzett öblítés-

sel, valamint az ágyat fellazító rövid áramlási irány megfordítással kerülhetők el.

A réz szennyezőinek eltávolítására kidolgozott anioncsérés elválasztási sémát a 6. táblázat foglalja össze. Az optimalizált elválasztási eljárás minősítésére az anioncsérés tulajdonságok kategóriáit általában jellemző, valamint a leglényegesebb gyakorlati szennyező elemekkel végzett kísérletek eredményei alkalmasak. A 7. táblázat a (16)-(18) képletekkel definiált módon kifejezett standard tisztítási és kihozatali paramétereket adja meg.

Az összes szennyezőre kiterjedő minősítésre a kiinduló CuCl anyag sósavas oldatának az anioncsérével tisztított, illetve a tisztítatlan adagjaiból bepárlással és hidrogénes redukcióval előállított réz termékek teljeskörű GDMS (*Glow Discharge Mass Spectrometry*) elemzése, valamint a maradékellenállások ( $RRR_{4,2}$ ) mérése

adott eredményt. Technológiai alternatívaként, a tisztított CuCl<sub>2</sub>-HCl oldatból közvetlen elektrolízissel kinyert tiszta réz is szerepelt a vizsgálatban. A hidrogénes redukció, illetve a kloridos oldatból történő katódos rézleválasztás feltételeinek kidolgozása külön kutatási témákat jelentett [24,25], melyek eredményei kívül esnek az anioncsérés tisztítás tárgykörén.

A tisztított illetve a nyers réz-klorid oldatokból – a kidolgozott alternatív módszerekkel – kinyert rezet először egy igen rövid Ar-H-plazma olvasztással kellett tömör formába hozni, majd a kapott darabokból – hengerlés és vékony szeletekre vágás után – huzalt kellett előállítani. Az alakító műveletek minden lépése között kémiai és elektrolitos polírozásra is szükség volt, a szennyeződött felületi rétegek eltávolítására. A mintákban kimutatható szennyezők koncentrációját a 8. táblázat adja meg. Az elválasztás értékelésében

nem szerepel a kvarcoszlopok anyagából és az eluensből, valamint a hidrogénes redukció kvarc kemencésövéből bekerülő néhány ppm-nyi szilícium, továbbá az átvitt íví plazmakemence katódjából származó rendszertelen volfrám és thórium szennyezés.

A folyékony hélium hőmérsékletén és szobahőmérsékleten elvégzett elektromos ellenállási mérések a globális tisztaságot jellemezték, így a GDMS-analitika eredményeinek az ellenőrzésére szolgáltak. A szerkezeti anyagokból származó járulékos szennyezés miatt a maradékel- lenállási értékek nem haladták meg az 1000–2000 értéktartományt. Kvarc ion- cserélő oszlopok használatával 1000-nél nagyobb, műanyag oszlopokkal 2000-nél nagyobb RRR értékeket sikerült elérni, noha a kvarccsöves kemencében végzett hidrogénes redukció, valamint a plazma- olvasztás további szennyezés forrása ma- rad, amire a gyakorlati alkalmazásnál kell tekintettel lenni. A megfelelő anyagvá- lasztással és alkalmas technikával ezek a járulékos szennyezések kiküszöbölhetőek [46].

Az anioncserés eljárás értékelésekor a 8. táblázat – több mintán alapuló – első és az utolsó két eredményoszlopai vethetőek össze. Az olvasztási lépés csupán alakadó jellegére a 2. és 3. eredményoszlopok utalnak. Az anioncserés lépés elhagyásával előállított mintákban a fontosabb szennyezők (S, Ag, Fe, Se, Te) koncentrá- ciója jelentős volt, míg az anioncserésen tisztított mintákban alig voltak kimutat- hatóak. A viszonylag tiszta kiinduló- anyagban is igen kis koncentrációban je- len lévő legtöbb egyéb szennyező az anioncserés lépés után a biztos kimutat- hatóság határához közel, vagy az alá ke- rült.

A kidolgozott anioncserés réztisztítási eljárás elúciós diagramjai és az ezek alap- ján számított elválasztási jellemzői a ter- vezett módszer működését igazolták. Mindez bizonyítja az eljárás tervezését megalapozó egyensúlyi vizsgálatok ered- ményeit és az anioncserés technológia al- kalmasságát az ultranagy tisztaságú réz előállítására. Az eljárás fejlesztése és mi- nősítése az anioncserés viselkedési típu- sok szerint megválasztott karakterisztikus szennyező elemeken alapult. A méretnö- velés után pedig, az összes szennyező el- távolítását az előállított fémes minták tel- jes körű kémiai analízisével, illetve fizikai

mérésekkel vizsgálhattam. Mindezen eredmények megerősítik, hogy a réz ultra- nagyfokú tisztítására kifejlesztett anion- cserés módszer megfelel a kutatások kez- detén kitűzött elvárásoknak, és alkalmas egy gyakorlati eljárás kidolgozására.

Az ultranagyfokú réztisztításra kifej- lesztett újszerű módszer ipari megvalósít- hatósága iránt Japánban (Fine Materials Corp. – Sony, Tagajo, Mitsui Mining & Smelting Co., Ageo) és Szlovákiában (Kovohuty Krompachy A.S., Krompachy), valamint Finnországban (Outokumpu Research, Oy, Pori) is érdeklődést mutat- tak. Japánban ezen a módszeren termelő technológia is alapul, a szlovák rézipar gazdasági gondjai, illetve a Finnor- számban fejlesztés alatt álló új hidrome- tallurgiai rézkinyerő eljárás azonban az ultranagy tisztaságú réz technológia be- ruházási és termékfejlesztési terveit Európ- ában elnapolta.

#### Irodalom

- [1] Miyake, Y.: *Bul. Japan Inst. Met.*, 31 (1992) p.267.
- [2] Bischoff, A., Aldinger, F.: *Proc. 32nd. Electronic Components Conference (ECC)*, 1982; p.251.
- [3] Ichikawa T., et al.: *Hitachi Densen*, 10 (1991) p.53.
- [4] Kurosaka, A., et al.: *Advances in Cryogenic Engineering (Materials)*, Vol.36, Eds. Reed, R.P., Fickett, F.R., Plenum Press, 1990, p.749.
- [5] Smith, G.A.: *J. Inst. Met.*, 100 (1972) p.125.
- [6] Smart, J.S., Smith, A.A., Phillips, A.J.: *Trans. Amer. Min. Met. Eng.*, 143 (1941) p.272.
- [7] Miyake, Y.: *Bul. Japan Inst. Met.*, 31 (1992) p.267.
- [8] Isshiki, M., Fukuda, Y., Igaki, K.: *Tran s. Jpn. Inst. Met.*, 27 (1986) p.449.
- [9] Engelmann, C.: *J. Radioanal. Chem.*, 6 (1970) p.399.
- [10] Engelmann, C.: *J. Radioanal. Chem.*, 6 (1970) p.227.
- [11] Isshiki, M. et al.: *Trans. ISIJ*, 23 (1983) p.796.
- [12] Isshiki, M., Igaki, K.: *Trans. Jpn. Inst. Met.*, 18 (1977) p.412.
- [13] Isshiki, M. et al.: *Radioisotopes*, 28 (1979) p.349.
- [14] Igaki, K., Isshiki, M., Yakushiji, K.: *Trans. Jpn. Inst. Met.*, 20 (1979) p.611.

- [15] Isshiki, M. et al.: *Radioisotopes*, 30 (1981) p.211.
- [16] Isshiki, M., Fukuda, Y., Igaki, K.: *J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles*, 82/1 (1984) p.135.
- [17] Kittel, C.: *Introduction to Solid State Physics*, John Wiley & Sons, New York, (1953) p.305.
- [18] Weisberg, L.R., Josephs, R.M.: *Phys. Rev.*, 124 (1961) p.36.
- [19] Isshiki, M., Igaki, K.: *Trans. JIM*, 19 (1978) p.431.
- [20] Mende, H.H., Thummes, G.: *Appl. Phys.*, 6 (1975) p.93.
- [21] Peterseim, J., Thummes, G., Mende, H.: *Z. Metallk.*, 70 (1979) p.266.
- [22] Kékesi, T.: *Europ. Integ. Studies*, 2, 1, (2003) p.107.
- [23] Kékesi, T., Isshiki, M.: *Erzmetall*, 56 (2003) p.59.
- [24] Kékesi, T., Isshiki, M.: *J. Appl. Electrochemistry*, 27 (1997) p.982.
- [25] Kékesi, T., Mimura, K., Isshiki, M.: *Mater. Trans., JIM*, 36 (1995) p.649.
- [26] Sillén, I.G., Martell, A.E.: *Stability Constants of Metal-Ion Complexes*, Special Publ. No. 17, The Chem. Soc., London, 1964.
- [27] Sillén, I.G., Martell, A.E.: *Stability Constants of Metal-Ion Complexes*, Supplement, Special Publ. No. 25, The Chem. Soc., London, 1964.
- [28] Zemanis, J.F., et al.: *Handbook of Aqueous Electrolyte Thermodynamics*, New York, NY, American Inst. Chem. Eng. Inc., 1983, p.101.
- [29] Kékesi, T., Mimura, K., Isshiki, M.: *Hydrometallurgy*, 63 (2002) p.1.
- [30] Kékesi, T., et al.: *Metall. Mater. Transactions B*, 32B (2001) p.573.
- [31] Kékesi, T., Török, I.T., Isshiki, M.: *Hydrometallurgy*, 77 (2005) p.81.
- [32] Lever, A.B.P.: *Inorganic Electronic Spectroscopy*, 2nd Ed., Elsevier, Amsterdam, New York, 1984, p.251.
- [33] Boyd, G.E., Adamson, A.W., Myers, L.S.: *J. Am. Chem. Soc.*, 69 (1947) p.2836.
- [34] Campbell, E.C., Nelson, F.: *Phys. Rev. A*, 91 (1953) p.499.
- [35] Heltferich, F., Plessset, M.S.: *J. Chem. Phys.*, 28 (1958) p.418.
- [36] Small, H.: *Ion Chromatography*, Plenum Press, New York, London, 1989.
- [37] Kékesi, T., Isshiki, M.: *Mater. Trans. JIM*, 35 (1994) p. 406.

- [38] *Fritz, J.J.*: J. Phys. Chem., 84 (1980) p.2241.
- [39] *Hamer, W.J., Wu, Y.C.*: J. Phys. Chem. Ref. Data, 1 (1972) p. 1047.
- [40] *Goldberg, R.M.*: J. Phys. Chem. Ref. Data, 10 (1981) p.671.
- [41] *Kraus, K.A., Moore, G.E.*: J. Am. Chem. Soc., 75 (1953) p.1457.
- [42] *Anderson, R.E.*: Ion-Exchange Separations, Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers, ed. Schweitzer, P.A., McGraw-Hill, New York, 1988, p.1431.
- [43] *Boumans, P.W.J.M.*: Line Coincidence Tables for Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry. 2. Ed. Pergamon Press, Oxford, New York, 1984.
- [44] *Kékesi, T., Isshiki, M.*: Hydrometallurgy, 45 (1997) p.345.
- [45] *Kékesi, T. et al.*: Metall. Mater. Trans. B., 28B (1997) p.987.
- [46] *Uchikoshi, M., Kékesi, T., Y. Ishikawa, K. Mimura, Isshiki, M.*: Mater. Trans., JIM, 38 (1997) p.1083.

## Kommentárok az „Inota marad, Hungalu változik?” című cikkhez\*

Harrach Walternek a BKL Kohászat 2006/2. számában megjelent cikkével kapcsolatban nagy szomorúságot érzek. Egy „öreg” kohó leállítását természetesnek tűnhet, de ha előttem megjelennek a 80-90 éves, még működő létesítmények, akkor egy 50 éves üzem, ha nem is „serdülőnek”, de „java-korúnak” számíthat.

Elektrolíziskapacitás kivonása a jelenlegi világhelyzetből kiindulva nem szerencsés. Két fontos körülményt kell figyelembe venni:

1. Erőteljes a fejlődés Kínában és Indiában, ezzel a mértékadó felvevő piac népességszáma 2 milliárd fővel bővül. Ez a körülmény a kapacitáscsökkentés ellen szól, bárhol legyen is a kohó.
2. Az energiahelyzet nagyon aggasztó, ami elsősorban az energiaárak növekedésében érezteteti hatását. Ez a körülmény a kapacitáscsökkentés mellett szól, elsősorban nagy energiafogyasztású kohóknál.

### ad 1.

A kínai építő- és autóipar növekedése szembetűnő. Elég, ha Shanghai fejlesztését és a nagy autógyárak Kínában való terjeszkedését vesszük figyelembe. Ami Indiát illeti, ott a villamosenergia-elosztóhálózat növekedése (alumíniumkábelekkel az indiai tradícióknak megfelelően) látható és várható, különös tekintettel a réz árának emelkedésére. A réz LME ára 2005

novembere óta több mint duplájára nőtt, míg a kohóalumíniumé 1,6-szorosára. Érdekes az öntészeti, 380-as ötvözet árának emelkedése is, amely ugyanezen időszakban 1,7-szeresére nőtt, és közelít a 3000 USD/t szinthez (a kohóalumínium cash eladási ára ezt a határt május 11-én lépte át). Ez, és legutóbbi komplett projektem (a dél-afrikai Hillside) legújabb híre szerint a tervezett 356-os, 443-as, és 444-es autóipari ötvözetek iránt lecsökkent a kereslet, helyükbe a 380-as és hasonló ötvözetek használata lépett, egyszerűen azért, mert olcsó(bb). Öntéstechnológiai műveletek és ötvözet összetételek átalakítása lépett be a hőkezelés elmaradásának pótlására. Az alumíniumárak emelkedését nem lehet egyszerűen az LME készleteinek alacsony szintjével magyarázni (ahogy az LME honlap kommentátora elemezte április végén). Először is, az LME kb. 400 rak-tára közül három ázsiai kiemelkedett (Szingapúr, Busán és Juhor), amelyek összkészlete 380 kt körüli, szemben a maradék 790 kt-jával, így az ázsiai piac az LME kontrollja ellenére „önálló életet” igyekszik élni.

### ad 2.

Az energiahelyzet túl bonyolult, de megpróbálom röviden összefoglalni. A korábbi, mainál jobb minőségű és nagy készletű energiaforrások közvetlen felhasználása a mai minőségi (és főleg mennyiségi) igények

növekedése miatt már nem lehetséges. ill. nem ésszerű. Korábban lehetséges volt könnyű, alacsony kéntartalmú nyersolajat (light sweet crude) elégetni az égőkben. Ma ez nem megy, mert minden célra külön finomítási eljárással alkalmassá tett olaj szükséges, meg aztán az említett olaj mind ritkábban fordul elő. Hasonló a helyzet a szénnel is. Ma egyre inkább hidrogénezett olajszármazékok és ún. „tisza szén”, azaz elgázosított szén formájában kell történnie a szén hasznosításának, ami nemcsak környezetvédelmi, hanem gazdaságossági okokból is fontos. Más kérdés, hogy minden javítás, reformálás mögött jelentős beruházási terhek jelentkeznek. Ezek a beruházások elég gyorsan megtérülnek, de jelentős tőkét kell befektetni. A mai fogyasztási struktúra közelítően a következő:

Szén	374 163 TJ/nap
Földgáz	230 102 TJ/nap
Olaj	412 364 TJ/nap
Uránium	103 180 TJ/nap
Hidroelektromosság	52 20 TJ/nap
Egyéb, megújuló	95 TJ/nap

A lehetséges energiahordozók a fenti felsorolás tételeinek eredményeként a következőképpen alakulhatnak (a teljesség igénye nélkül):

- Integrált, tiszta szén bázisú villamos energia ellátás
- Szénből előállított, szintetikus földgáz

\* Az írást „immár késő bánat ....” címmel Becker Miklós okl. kohómérnök kollegánk küldte elektronikus postán Kanadából. Becker Miklósnak, aki változatlan érdeklődéssel figyeli a magyar alumíniumipar történéseit, lapunk korábbi számaiban is jelentek meg írásai. Szerk.

- Szénbázisú, szintetikus motorüzemanyagok
- Reformált földgáz
- Olajszármazékok kiterjedt sora
- Hagyományos és Doppler-elven működő, nukleáris erőművek
- Hidroelektromosság
- Szél- és napenergia felhasználás (korlátozott, mert időjárás-érzékenyek, figyelemreméltó egy quebeci cég legújabb fejlesztése a szélturbinákhoz, ami kiküszöböli a változtatható áttételű fogaskerékrendszer használatát, minden zajával és megnövelt karbantartási igényével együtt)
- Bio-bázisú üzemanyagok (pl. etanol, biodízel stb., bár ezeknek – a cukornád-rost kivételével – a talajerozió szab határt)
- Egyéb bioenergia fejlesztés

A felsorolás (bár távolról sem teljes), a hagyományos energiaforrások pótlását célozza. Nem árt megjegyezni, hogy az olaj a legkényelmesebben felhasználható energiaforrás, és nehézségekbe ütközik annak pótlására irányuló minden intézkedés. Pedig az olaj pótlására igencsak komolyan kell gondolni. Figyelembe kell venni a következő tendenciákat:

- ↳ Napi 1 millió hordónál több nyersolajat termelő olajmezők száma húsz évvel ezelőtt világszerte 15 volt. Ma ez a szám mindössze 4. Elgondolkodtató, hogy az olaj és vele együtt a többi energiaforrás erősen apadóban van, még a következő kínai és indiai „nagy ugrások” előtt. Érdekes, hogy a világ olajfogyasztása másodpercenként 1000 hordó.
- ↳ Az olaj minősége is változik. Míg a már említett könnyű, kis kéntartalmú olaj (40 API fok, azaz 0,825 kg/dm<sup>3</sup> sűrűségű) akár közvetlenül is felhasználható,

addig a bitumennek (8 API fok, azaz 1.00 kg/dm<sup>3</sup> sűrűségű) már költséges feldolgozások és finomítások egész során kell átesnie, nem is beszélve az 5% feletti kéntartalomról és a nagy százalékban jelen lévő aromás komponensekről.

Ezen elkalandozási kísérletek után visszatérve Inotára, nem tartom jó dolognak a leállítást, még energia megmondások alapján sem. Nem nagyon látható be, hogy a magas energiaár egy „nagyfogyasztású” kohó leállítását indokolja. Nem árt megjegyezni, hogy emlékezetem szerint Inotán már 15 MWh/t energiafogyasztást is elértek. Miért kell 17 MW/t-ról beszélni? Aztán a világpiaci timföldárak a hirtelen keresletváltozások miatt abnormálisan nőttek, de mindezeket figyelembe véve 3000 USD/t feletti kohó-alumínium-árak megengednek egy lényeges „költségrést”.

Szerintem egy 70-80 MW körüli teljesítményű erőművet kellett volna (vagy talán még kellene?) építeni Ajkán, gázturbinás kogenerációs megoldásban. A gázturbinás energiatermelés egyébként is célszerűvé teszi (vagy inkább megköveteli a gázturbinára Brayton fokozata után a folyamatgőz fejlesztését a gőzturbinás Rankine fokozat helyett, amely utóbbinak a hatékonysága nem túl kedvező). Ez azt jelentené, hogy a gázturbinák Brayton fokozata áramot fejlesztene és Inotára (a kohóba) vezetnék, a kogenerációs része pedig a timföldgyári gőzt szolgáltatná. Az elektromosság átvitele Inotára természetesen nem szükségszerűen egy erőátviteli vezetérendszer kiépítésével történne, hanem az országos hálózaton keresztül az MVM-mel történő elszámolással. Pontosan ilyen konstrukcióban dolgozik az Alcan és a Hydro Quebec. A timföldgyáron belül is le-

hetne a hőgazdálkodást javítani, pl. gőzkompresszorokkal, kalcinálási hő visszanyerésével stb... Az egészet még ajkai szénnel is meg lehetne oldani (azt hiszem, még van belőle) úgy, hogy a szentet elgázósítanák, akár föld alatt is (nem ismerem a körülményeket, lehet, hogy ez a „brainstorm” nem megfelelő).

Japán egyetlen működő kohója, a Kambara kohó (szinten 35 kT/év), még hozzá oldaltüskés Söderberg kádakkal és továbbfeldolgozással kondenzátor fóliát gyárt. Lépnüük kellett, ha életben akarják tartani a kohót és igazolni, hogy abban az energiaéhes országban erre a célra energiát használhassanak fel.

Inotán a félgyártmánygyártásnak igencsak meg kell kapaszkodnia, ha a szabad piacról akarnak kohófémet importálni. A gyártmánystruktúra kialakításánál figyelembe kellene venniük a nagytisztaságú alumíniummal plattírozott termékeket is, autóiipari és háztartási gépek díszítő elemeinél (a kis méretek elbírnak egészen meglepő súly-árakat, a felhasználók alig vennék észre). Különleges felülethatású termékek felhívják a figyelmet magukra, és figyelmet érdemelne a nem túlzott fogyasztás mellett a Kayser-féle dobozanyag (can stock) minihengermű, és még folytatni lehetne a brain storm – improvizatív (javító) technikákat. Szerintem át kellene még gondolni az inotai leállítást és modernizálás címén újraértékelni, talán megélné...

A japán példa szerint pl. raffinálót lehetne felépíteni Inotán.

A Köbál megsemmisülése sem hasznos, de az is már kész tény, bár minden folyamatot meg lehet állítani vagy megfordítani...

## ■ MŰSZAKI-GAZDASÁGI HÍREK

### Termelő egységek megszerzése révén bővül a Chalco

Az Aluminium Corp of China folyamatosan terjeszkedik úgy, hogy a hazai versenytársait kivásárolja. A folyamat vége az lehet, hogy a Chalco lesz a világ harmadik legnagyobb alumínium termelője. Tavaly decemberben már a hatodik alumínium gyártót (Zunyi Aluminium - 113 kT/év) kebelezte be, így fémelőállító kapacitása el-

érte az évi 1,5 millió tonnát. Elemzők szerint ez még csak a köztes állapot, mivel a végső cél a 3 millió tonna/év összesített kapacitás. Az önálló vertikális felépítés megvalósítása távolinak tűnik, mivel a bauxitforrásokat zömmel külföldön kell biztosítani, és gyenge pontot jelent még a kohók villamos energia szükségletének megbízható kielégítése. A Chalco a hazai kohókat decemberben azzal lepte meg,

hogy 20%-kal csökkentette a szabadpiacra vitt timföldje mennyiségét (ezzel a többlettel a saját hálózatát látja el). A kínai timföldtermelés 86%-át a Chalco adja, és a belső piacon ez a timföld olcsóbb, mint az importált. Az ellátásból kizorolt kohóknak a drágább timföldet kell megvenniük, ezzel versenyképességük jelentősen romlik.

(Meta! Bulletin, 2006. febr. 27., p.6)

## Kobalt-króm ötvözetek orvostechnikai alkalmazása

*Az élő szervezet normál funkcióját pótló vagy helyreállítását elősegítő eszközt nevezzük implantátumnak. Ezek anyaga változatos. A cikk az implantátumok egy speciális területével, a Co-Cr ötvözet alapanyagokból készült implantátumokkal és azok tulajdonságaival foglalkozik. A Co-Cr ötvözetből készült orvostechnikai eszközök legelterjedtebb felhasználási területe a sebészeti implantátumok gyártása. Mivel az emberek lélekszáma, átlagéletkora nő és a technika is gyorsan fejlődik, a különféle, testbe beültethető orvostechnikai eszközök száma rohamosan fejlődik. A jobban ismert eszközök a térd-, könyök-, csípő- és fogimplantátumok, a kevésbé ismertek közé tartoznak a sztentek (az erek tágtítására szolgáló, hengeres dróthálók), mű-szívbillentyűk, csontrögzítő csavarok és gerincrögzítők, melyek alapanyagaként Co-Cr ötvözeteket is használnak. Nem szabad elfelejtenünk az egyre nagyobb mértékben teret hódító állati implantátumok gyártását és beültetését sem.*

### Bevezetés

A Co-Cr alapú ötvözetek, mint sok új és különleges alapanyag, az űrutatásból származnak. Alapvetően két fajtájuk van: a CoCrMo ötvözetek, melyekből általában öntvény termékeket készítenek, illetve a CoNiCrMo ötvözetek, melyekből megalakítással állítanak elő terméket. Az előbbi évtizedek óta fogászati implantátumok előállítására, de manapság már törött csontokat összekötő rögzítők gyártására is használják. A második anyagcsoport viszonylag új a piacon, ebből készítik az előgyártmányát a nagy terhelést felvevő térd- és csípőízületi implantátumoknak. Mindkét ötvözet hasonlóan jó kopási-fáradási tulajdonságokkal rendelkezik [4, 5].

In vitro és in vivo kísérletek sokasága bizonyította, hogy az anyag sebészeti implantációs alkalmazásra megfelelő. Ezek a fémek hosszú időre kerülnek a szervezetbe, ezért rendkívül jó degradációs tulajdonságokkal kell hogy rendelkezzenek, illetve

követelmény a bio-, esetleg haemokompatibilitás. A sűrűség, a rugalmassági modulus és a mechanikai tulajdonságok a kobalt-króm ötvözetek esetében általában nagyobbak, mint a 316L ausztenites acélnál. A rugalmassági modulus értéke nem egyértelműen jó, ha egy implantátum esetében nagy. Ezek az ötvözetek nem ferromágnesesek, így MRI-biztosak.

A kobaltalapú ötvözetek általánosan jellemezhetőek úgy, mint nem mágnesezhető, jó kopás-, korrózió- és hőálló ötvözetek. Ezeknek a jellemzőknek a nagy része a Co kristályszerkezeti tulajdonságaihoz vezethető vissza. A kobaltalapú ötvözetek alakíthatósága igen nehéz, ezért sem olyan elterjedt az alkalmazásuk, azonban különleges tulajdonságaiknak köszönhetően speciális területeken jó választás ez az anyag. Az orvostechnika egy olyan speciális terület, ahol a Co-Cr ötvözeteket nagy előszeretettel alkalmazzák.

A beültetett orvostechnikai eszközökön lényegében egy védőréteg biztosítja azt,

hogy az idegen anyag részecskéi ne, vagy csak kis mértékben juthassanak ki a szövetek közé. A Co-ötvözetek esetében ez egy passzív fém- vagy hidroxid réteg, melynek tartósságát, illetve regenerálódását a kopások miatt biztosítani kell az agresszív testfolyadékokkal szemben. A testfolyadékok és a beültetett fém implantátumok között intenzív elektrokémiai reakciók játszódhatnak. Az összetett szerkezetek esetében különösen figyelni kell arra, hogy milyen anyagpárosítással választja a tervező anyagot: a sebészeti alkalmazású 316 LVM rozsdamentes acél esetében például erős galvanikus korróziós jelenség alakul ki Co-ötvözetekkel párosítva. A Ti-ötvözetek használata sokkal előnyösebb anyagválasztás az ilyen összetett termékek esetén. Az implantátumokkal szembeni követelmények rendszerezését az 1. táblázat tartalmazza [1, 4, 5].

### Kobalt-króm ötvözetű implantátumok

Ismert felhasználási területe a Co-ötvözeteknek a csípőprotézisek (1. ábra) gyártása. A több egységből felépülő implantátum esetében előszeretettel alkalmazzák a Co-ötvözeteket a femorális fejrész kialakítására, mivel igen kemény és sima felület érhető el ezeken az anyagokon, amely felület megakadályozza a polietilén vápa gyors kopását.

A mechanikai tulajdonságok jelentősen függenek a szemcsemérettől: minél finomabb a szemcsézettség, annál előnyösebbek a szilárdsági és szívóssági jellemzők. Bizonyos implantátumoknál, mint például a sztenteknél gyakori, hogy egy adott anyagra és anyagvastagságra meghatározzák az ideális szemcseméretet, hogy az a beültetendő orvostechnikai eszköz minden funkciójához megfelelő legyen.

Kobalt-króm ötvözeteket használnak kardiológiai implantátumok anyagaként is. A kardiológiai alkalmazások közé tartoznak a sztent-graftok és a sztentek. A kobaltalapú ötvözetek ballonos tágtítású sztentekhez való alkalmazása az utóbbi két évben gyorsan nőtt [8, 10].

A kobalt-króm ötvözetek nagy sűrűségűek, ami előnyös a röntgensugaras láthatóság (röntgensugár-elnyelőképesség) szem-

**Szabó Barnabás** 2003-ban szerzett gépészmérnöki oklevelet a BME-n, 2006-ban pedig mérnök-közgazdász oklevelet a Corvinus Egyetemen. 2005 óta a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékén dolgozik tudományos segédmunkatársként, kutatási témája a koszorúér-sztentek hazai fejlesztéséhez kapcsolódóan a vékony csövek nagy pontosságú lézersugaras vágása.

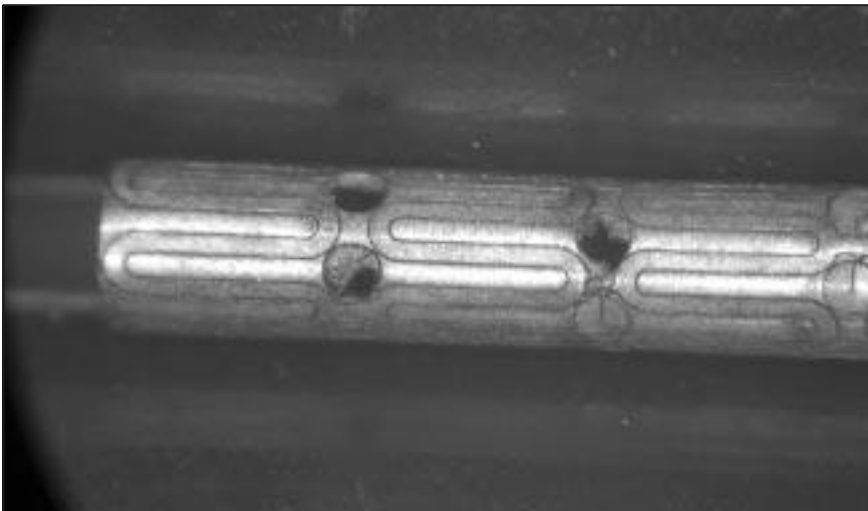
**Bálint-Pataki Zsófia** 2006-ban szerzett gépészmérnöki oklevelet a BME-n. Jelen-

leg a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékén dolgozik tudományos segédmunkatársként, kutatási témája a koszorúér-sztentek hazai fejlesztéséhez kapcsolódóan a koszorúér-sztentek vizsgálati rendszerének kidolgozása.

**Ring György** 2005-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet a BME-n. 2005 szeptemberétől PhD-hallgató a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékén. Kutatási témája a koszorúér-sztentek mechanikai és funkcionális tulajdonságainak vizsgálata.



1. ábra. Ízületi protézisek és azok alkatrészei [15, 16]



2. ábra. Hazai Co-Cr sztent lézersugaras vágás utáni állapotában (csőátmérő: 1,2 mm)

pontjából. A nagy rugalmassági modulus növeli a visszarugózást, viszont a nagy folyáshatár lehetővé teszi, hogy vékonyabb, kisebb bordakeresztmetszetű (a bordák a hálós szerkezet összekötő szálai; sztenteknél ez csak 60-80 mikrométer) sztenteket tervezzenek, és ennek révén a kisebb erekbe is jól eljuttatható, kellően nagy tartóképeségű sztentek készíthetők. Mindezeket a fejlesztéseket az tette lehetővé, hogy a gyártók az új generációs sztentek előállításához kobalt-króm ötvözeteket használtak. A kisebb bordavastagság hosszú távú klinikai eredményessége sok esetben igazolt [7, 9, 11].

A 2. ábrán a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékének közreműködésével, az NKFP-3A/042/04 K+F projektben kifejlesztett, L605 Co-Cr ötvözet alapanyagból lézerrel kivágott sztent látható. Összehasonlítva a hagyományos 316LVM alapanyagú sztentekkel, a Co-Cr sztentek bordavastagsági méretei akár 25%-kal is kisebbek azonos mechanikai tulajdonságok mellett. A sztentek felületét a jobb

klinikai hatás miatt sokszor gyógyszerkibocsátó bevonattal látják el [10, 13].

A ballonos tágítású (ballonkatéter segítségével tágított) sztentek legfőbb alapanyagai az L605, MP35N és Phynox/Elgiloy kereskedelmi néven ismert ötvözetek. A 2. táblázat az anyagjelöléseket és az anyagösszetételre vonatkozó szabványokat, a 3. táblázat pedig a sztentek elő-

állításához használt hőkezelt csövekre jellemző fizikai és mechanikai tulajdonságokat mutatja. Nemzetközi szabványok rögzítik az orvostechikai Co-Cr ötvözetek kémiai összetételét [2, 3].

A mechanikai tulajdonságok mellett a legfontosabb követelmény az ASTM-7 vagy annál finomabb szemcseméret. A finomszemcsesség azért jelentősebb követelmény, mivel ez biztosítja a kis bordavastagság melletti felületi simaságot és tágulási egyenletességet. Elvárás, hogy a bordavastagság minimum 3 szemcséből álljon.

A három ötvözet nyúlási tulajdonságai hasonlóak, az L605-nek a legnagyobb a sűrűsége és a rugalmassági modulusa, ezért a belőle gyártott sztentnek előnyösebb a röntgenláthatósága (röntgensugár-elnyelési képessége) és a tartóképesége [2, 3].

### A kobaltalapú ötvözetek hőkezelése

A kobalt-króm-nikkel alapú ötvözeteket teljes lágyítással hőkezelik vagy csak feszültségmentesítik. Öregítő hőkezeléseket is alkalmazhatnak, ezek célja a karbideloszlás módosítása. A legtöbb Co-Cr-Ni alapú ötvözetnél inkább a teljes lágyítás javasolt, mivel nagy maradófeszültségek keletkeznek a gyártási folyamat közben.

A kobaltalapú ötvözetek hőkezelésétől gyakran tartózkodnak, mert nemkívánatos karbidkiválás keletkezik a hőkezelés utáni lassú hűtés eredményeként. A jó mérettartó és a törésnek ellenálló anyagokat 870-900 °C között 2-4 óráig hőkezelik. Az ötvözet szilárdulásakor a Cr karbidképzőként viselkedik, és felelős az anyag keményedéséért. Új megalakítási technológiák segítik sokszor az anyag egységes kémiai összetételének a kialakulását. Speciális hőkezeléssel és izosztatikus sajtolással javítanak még az anyag mechanikai tulajdonságain [1].

1. táblázat. Az orvostechikai anyagokkal szemben támasztott követelmények [5]

Kompatibilitás	Mechanikai tulajdonságok	Gyártás
Szöveti reakciók	Rugalmasság	Gyártási eljárások
Mechanika tulajdonságok változása	Folyáshatár Szakítószilárdság	Követelmények egyhangúsága és hasonlósága
Fizikai tulajdonságok változása	Alakíthatóság Szívósság	Alapanyag minősége
Kémiai tulajdonságok változása	Deformáció az idő függvényében	Elsőrendű technikák a tökéletes felület és szövetszerkezet érdekében
Degradáció általi helyi változások	Kúszás Fáradási szilárdság	Az anyag biztonságos és megfelelő sterilizálhatósága
Degradáció általi általános káros hatások	Kopásállóság	Termék költsége



2. táblázat. A sztenteknél használatos kobalt-króm ötvözetek [2]

Márkanév	ASTM hosszú jel	UNS	ASTM	ISO
MP35N	35Co-35Ni-20Cr-10Mo	R30035	F652	5832-6
Phynox	40Co-20Cr-16Fe-15Ni-7Mo	R30008	F1058	5832-7
Elgiloy	40Co-20Cr-16Fe-15Ni-7Mo	R30003	F1058	5832-7
L605	Co-20Cr-15W10Ni	R30605	F90	5832-5

3. táblázat. A hőkezelt csövekre jellemző fizikai és mechanikai tulajdonságok [2]

Ötvözet	Sűrűség [g/cm <sup>3</sup> ]	Rugalmassági modulus [GPa]	Szakítószilárdság [MPa]	Folyáshatár [MPa]	Nyúlás [%]
316L	7,95	193	670	340	48
Phynox/ Elgiloy	8,30	221	950	450	45
MP35N	8,43	233	930	414	45
L605	9,1	243	1000	500	50

4. táblázat. Az MP35N ötvözet kémiai összetétele

Összetevő	Tömeg%	Összetevő	Tömeg%
Kobalt	35,000	Mangán	0,060
Króm	20,580	Szilícium	0,030
Nikkel	34,820	Szén	0,010
Molibdén	9,510	Bór	0,010
Vas	0,520	Foszfor	0,002
Titán	0,430	Kén	0,002

5. táblázat. Az MP35N mechanikai tulajdonságainak vizsgálata

Állapot	Folyáshatár [MPa]	Szakítószilárdság [MPa]
Teljesen újrakristályosodott	390	955
53% hidegalakítás	1385	1760
53% hidegalakítás és öregítés 693 °C, 4 óra	1935	2005

6. táblázat. Az L605 ötvözet kémiai összetétele

Összetevő	Tömeg%	Összetevő	Tömeg%
Kobalt	51,0	Mangán	1,5
Króm	20,0	Szilícium	0,4
Wolfram	15,0	Szén	0,1
Nikkel	10,0	Foszfor	0,4
Vas	3,0	Kén	0,3

### Az MP35N ötvözet

Az MP35N (35% Co, 35% Ni, 20% Cr, 10% Mo) egy olyan szuperötvözet, amely nagy szilárdságú és nagy törési keménységű. Kémiai összetételét a 4. táblázat tartalmazza. Ellenáll a feszültségkorróziónak is, ezért kiválóan alkalmazható katéterekhez, ortopédiai kábelekhöz és érrendszeri implantátumok alapanyagaként [14, 15].

Az ötvözet szilárdságát különösen két folyamatnak köszönheti: a hidegalakításnak és az azt követő hőkezelésnek. A hi-

degalakítás és az azt követő öregítő hőkezelés az ötvözet további alakíthatóságát drasztikusan csökkenti. Az öregítő hőkezelést kizárólag a hidegalakítás után alkalmazzák. Az MP35N szilárdsága jelentősen növelhető 580-600 °C-on 4 órán át tartó öregítéssel (5. táblázat).

A lágú MP35N kiválóan ötvözi a szilárdságot és a korrózióval szembeni ellenállást. Szakítószilárdsága hasonlitos a 304-es ausztenites korrózióálló acéléhoz. Az ötvözet orvostechnikai végfelhasználásai sztenek, katéterek és ortopédiai alkalmazások.

### Az L605 ötvözet

Az L605 egy kobalt-króm-volfrám-nikkel ötvözet, amelynek kémiai összetételét a 6. táblázat tartalmazza. Alkalmazása elsősorban mű-szívbillentyűkhöz és lágyított állapotban sebészeti rögzítő drótokhoz jellemző. A Ni- okozta allergia előfordulhat a nagy Ni-tartalom miatt.

Az ötvözetet az optimális tulajdonságok elérése céljából homogenizálják 1175-1230 °C között, majd gyorsan, levegőn vagy vízzel hirtelen lehűtik. Kisebb hőmérsékleten való hőkezelés karbidkiválást okozhat, ami nemkívánatos. A C-tartalom jellemzően: 0,1%. Az L605 ötvözetnek nagy a korrózióval szembeni ellenállása, valamint a szilárdsága. Az ötvözet orvostechnikai alkalmazásai: sztenek, szívbillentyűk, implantálható csavarok és egyéb ortopédiai alkalmazások [2].

### Következtetések

Hosszú ideje alkalmaznak implantátumokat az emberi szervezet hiányos vagy rosszul működő részeinek, szerveinek segítésére vagy pótlására. Mivel ezek az anyagok testidegenek az élő szervezet számára, egyetlen esély az olyan különleges anyagok alkalmazása, melyek az igen speciális és szigorú mechanikai és kémiai követelményeknek megfelelnek. A modern technológiák lehetővé teszik újabb és újabb kompozitok (pl. L605-Ta-L605 szendvics falképzésű, 120 mikron falvastagságú csövek sztenekhez) és polimerek kifejlesztését, azonban a különböző egyedi fémes ötvözeteket nemigen tudják kiszorítani a piacról. A Co-Cr ötvözetek is az implantátumok egyik szegmensének egy alternatív alapanyagát jelentik, azonban ezeknek is megvan a maguk behatárolt alkalmazási területe. A beültethető orvostechnikai eszközök fejlesztésekor sok kompromisszumot igényel a megfelelő alapanyag kiválasztása: a legnagyobb súlya a választásban mégis az anyag szerkezetben való viselkedésének van, háttérbe szorítva a gyártástechnológiai nehézségeket. A Co-Cr ötvözeteknél is ezt figyelhetjük meg.

### Irodalom

- [1] Gibson, M. – Stamm, H.: The Use of Alloys in Prosthetic Devices. Business Briefing Medical Device Manufacturing & Technology (2002) 48-51, World Markets Research Centre Ltd. Pubs. – ART 90999

- [2] Davis, J. R.: Handbook of Materials for Medical Devices, Davis & Associates, Ohio 2003, p. 1-5
- [3] Dobránszky J.: A titán: egy fém, amelyet a repülés tett naggyá. BKL Kohászat 137 (2004:1) p. 29-36.
- [4] Marti, A.: Cobalt-base alloys used in bone surgery, Injury. 2000 Dec;31 Suppl 4. p. 18-21. Review
- [5] www.haynesmed.com/images/Products/Consensus\_CoCr.jpg (2006. 9. 10.)
- [6] www.spirecorp.com/images/spire\_bio\_medical/surface\_treatments/product\_pictures/ionguard.gif (2006. 9. 10.)
- [7] Puskás Zs. – Major L.: Ausztenites acélból készült sztent érprotézisek felületi jellemzőinek és bevonatainak vizsgálata. BKL Kohászat 134 (2001:5) p. 191-196.
- [8] Gámszter J. – Major L. – Puskás Zs. – Kócs M. – Dobránszky J. – Giese, M. Szabó B. Albrecht K.: Development and Manufacturing of Coronary Stents in Hungary. Materials Science Forum (elfogadva)
- [9] Major L. – Dobránszky J. – Nyitrai Zs. – Puskás Zs.: Development of coronary stents using advanced results of materials science and technology. In: Penninger A. – Kullmann L. – Vörös G. (eds.): Gépészet 2004, Proc. Fourth Conference on Mechanical Engineering, BUTE, Budapest, 2004, p. 759-763.
- [10] Ring Gy. – Bogнар E. – Major L. – Mészáros Gy.: Testing methods of coronary stents. Proc. Fifth Conference on Mechanical Engineering, BUTE National Technical Information Centre and Library, CD-ROM, ISBN 963 593 456 3, ring\_bognar\_major\_testingmethods.pdf
- [11] Ring Gy. – Bogнар E. – Dobránszky J.: Coronary Stents' Materials and Examinations of Surface and Expansion Features. Materials Science Forum (elfogadva)
- [12] Bogнар E. – Ring Gy. – Dobránszky J.: Koszorúérsztentek anyagvizsgálata. Anyagvizsgálók Lapja, 14 (2004:4) p. 127-132.
- [13] Dobránszky J.: The microwelding technologies and their applications. Scientific and Technical Bulletin of the "Aurel Vlaicu" University of Arad, 1 (2005:4) p. 7-13.
- [14] Poncin, P. – Millet, C. – Chevy, J. – Prost, J. L.: Comparing and Optimizing Co-Cr Tubing for Stent Applications. In: Helmus, M. - Medlin, D. (eds) Medical Device Materials II, Proceedings from the Materials & Processes for Medical Devices Conference 2004 August 25-27, St. Paul, Minnesota, ASM International 2004, Materials Park, OH, p. 274-278.
- [15] Poncin, P. – Prost, J.: Stent Tubing: Understanding the Desired Attributes, In: Shrivastava S, ed. Proceedings from the Materials & Processes for Medical Devices Conference. Anaheim: ASM International, (2003) p. 253 - 259.
- [16] Ebrahim, M. et al: Fracture properties of multiphase alloy MP35N. Materials Science and Engineering A349 (2003) p. 313-317.
- [17] Ebrahim, M et al: Influence of cold-work and aging heat treatment on strength and ductility of MP35N. Materials Science and Engineering A272 (1999) 371-379.

## ■ KÖNYVISMERTETÉS

### Szarka János: ALUMÍNIUMÖTVÖZETEK MELEGHENGRELÉSE (matematikai modell) c. könyv ismertetése

A meleghengrelés matematikai modelljét azért dolgoztuk ki, hogy a működő meleghengersor zavarása nélkül lehetővé tegye szűrastervek készítését, optimalizálását és a meleghengrelés fejlesztési változatok kidolgozását. A modell a hőtágulási együtthatót, sűrűséget, fajhőt, hővezetési tényezőt, alumínium-levegő, alumínium-emulzió és alumínium-acél hőátadási, súrlódási és az előresietést meghatározó csúszási tényezőt, valamint a melegalakítási szilárdságot a valóságos befolyásoló tényezők függvényében veszi figyelembe. Ezek számítási képleteit és grafikonjait 10-féle alumíniumötvözetre a leírás 1-8 melléklete tartalmazza. A modell megbízhatóságát a 9. mellékletben a mért és számított adatok összehasonlításával mutatja be. A 10-20. melléklet a meleghengrelés technológiai adatainak, ún. a hengrelési sebesség, műhelyhőmérséklet, tuskóhőmérséklet, tuskóhossz, -szé-

lesség, -vastagság, súrlódási tényező, csévelő szűrásszám, teljes szűrásszám, hengrelési hiba, valamint a redukció és sebesség együttes változtatásának hatásait elemzi. A 21. melléklet az elkészített szűrasterv összefoglalása táblázat és grafikus formában. A modell automatikusan ellenőrzi, hogy a szűrasterv készítő által beírt és a kiszámított adatok az üzemi megengedett határokon belül vannak-e. Ha nem, akkor az ellenőrző cellákba ROSSZ, ha igen, akkor JÓ szót ír. A szűrasterv készítő feladata, hogy értelem szerűen addig javítsa, illetve változtassa az általa beírt szűrásadatokat, amíg minden ROSSZ JÓ-ra nem fordul. A modell egyállványos irányváltó meleghengersorokra alkalmazható és adaptálható más fémek meleghengrelésére is, ha az anyagjellemzőket és a hengersor adatokat kicserélik. Terjedelme 168 A4 oldal, kemény kötésben.

## Helyesbítés

Dr. Bódi Dezső, a BKL Kohászat 139. (2006) 3. számában megjelent, „40 éve sikerült úrkuti mangánércből mangánt előállítani” c. cikk szerzője kérte több értelemzavaró szövegrész helyesbítését.

40. old. bevezetés 1. sora: 1966. január-február  
3. oszlop 30. sor: ammónium-karbamátos  
3. oszlop utolsó előtti sor: (anolit)  
41. old. 2. ábra: PVC-keretes acélkatód  
1. oszlop alulról 4. sor: „nem vizsgált kolloidokat”  
1. oszlop utolsó sor: Fe(OH)<sub>3</sub>  
3. oszlop 10. sor: hidrogénion-aktivitás  
42. old. 1. tábl. Anód adatsorban: 1% Ag  
3. tábl.: Alumíniumtermitikus Mn  
43. old. 1. oszlop 4. sor: 310 t  
1. oszlop utolsó bekezdés: a katódon 5 A/dm<sup>2</sup>, az anódon 11 A/dm<sup>2</sup>,  
2. oszlop 18. sor: SO<sub>2</sub> adagolás  
44. old. 7. ábra A Co és Ni kinyerés elvi folyamat-ábrája.  
2. oszlop 28. sor: 25.555,-Ft/t Mn volt [14,15]  
3. oszlop. 2. bekezdés: Az állítólag évi 3000 t elektrolit Mn kapacitású nagyüzem megtervezése előtt az időben végül is évi 150 t Mn kapacitású hazai kísérleti üzem létesítésére született döntés(...) 3. oszlop 25. sor adalék helyett „csapadék”  
Irodalom [1]: Mathganca helyett Marganca  
[8] MTA Közl. 18.1-4, 1956, .pp.214-225  
[16] 1975  
[20] 1970

## Alvízi ország vagyunk. Semmit sem tehetünk?

Az ausztráliai Esmeralda vállalat, amely Nagybányán 52 ezer uncia arany és 280 ezer uncia ezüst kitermelését ígérte 2000-re, remélte, hogy részvényeinek értéke 40 ausztrál centről 67-re fog ugrani. Az Aurul nevű vállalkozásában fele részben az Esmeralda, másik felében a román állam volt a tulajdonos. A bányát kizárólag az ausztrál fél tervezte, építette és üzemelteti, ezért a tulajdonrésze után járó 50%-on felül az üzemi nyereség négy százaléka illette meg. Az arany uncijának kitermelési költségét 160 ausztrál dollárra tervezték, és a termelést két évre előre már el is adták 310 dollárért.

2000. január 31-én az üzem hulladékiszap-tározójának gátja 25 m hosszban átszakadt, és több mint 1 000 000 m<sup>3</sup>, cianvegyületet (kálium-cianidot) tartalmazó ipari szennyvíz került a Zazar patakba, majd onnan a Szamosba és február 2-án már a Tiszába. A Szamos magyar szakaszán először a természetes vizekre megengedett 0,1 mg/l HCN maximális értékének (halálos mennyiség 0,1- 0,6 mg/kg HCN) 800-szoros, 2-án délben 180-szoros (18 mg/l) értékét mérték. Február 3-ra 5-10 mg/l értéket várt a szakhatóság. Ez az érték a Bodrog-Tisza-összefolyásnál még február 5-én is 10 mg/l volt. A 3 km/h sebességgel mozgó szennyezésdugó 6-án elérte a Tisza tavat, és az országhatártól Tokajig teljesen kipusztította az élővilágot. A Bodrog hígító hatása ellenére (120 m<sup>3</sup>/mp víz) a további folyószakaszon is pusztultak a halak és a halak táplálékául szolgáló alsóbbrendű állati szervezetek (febr. 7. *Bóncsi István* nyilatkozata). A katasztrófa nagyságáról és az utóhatásokról még ma is folyik a vita. Több mint három évbe telt, míg kb. évi 1 Mrd forint költséggel részben sikerült visszaállítani a vízben az ökológiai egyensúlyt. Magyarországon január 4-én 53 község 113 000 lakosát érintették a mérgezés miatti óvintézkedések, és a szennyezés február 9-én elérte Szolnokot, ahol a Tisza-tó víztömegében annyira felhígult, hogy a szolnoki vízmű aktív szén szűrővel emberi használatra alkalmassá tudta tisztítani.

A céget – amelynek már volt egy gátszakadása – hamar visszakapta működéséhez a korábban visszavont környezetvé-

delmi engedélyt. A céget az illetékes prefektúra hárommillió lei (40 000 forint) bírsággal sújtotta. Reméljük, hogy az EU csatlakozás előírásai között szerepel majd a vizek fokozottabb védelme is.

2000. február 7-én a szomszédos, nagybozintai, állami, nemesfémkinyerő vállalat, a „Remény” bocsátott ki 100 000 m<sup>3</sup> 10 mg/l cianid koncentrációjú szennyvizet a Lápos és a Zazar patakokba. Román közlés szerint a szennyezés jelentéktelen volt, bár a cég 860 USD nagyságú büntetést fizetett. Itt a szennyezés a derítő ürítésekör következett be.

A nagybányai cianidszennyezés után az optimisták remélték, hogy a szennyező román-ausztrál vegyesvállalat az Aurul megtéríti a károkat a „szennyező fizet” elv alapján. A tárgyalások még mindig folynak.

Ezzel szemben azóta ugyancsak Románia felől újabb szennyezés történt.

Hat évvel a tiszai cianidszennyezés után (2006 febr. 6-án) Nagybányán a nagy hó és a -20 Celsius-fok alatti hőmérsékletek miatt megrepedeztek azok a csövek, amelyek a Transgold aranykitermeléssel foglalkozó bányavállalattól a nagybozintai derítőhöz szállítják a cianos zagyot. A nagybányai zöldszervezetek szerint a repedések hossza helyenként elérte a 90 centiméternyi hosszúságot, és a mérgező anyag kijutott a szabadba. A Transgold lezárta a csöveket, a megfagyott zagyot ideiglenesen műanyag hordókban teherautókkal szállították a derítőhöz.

Bár a Transgold vállalat és Máramaros megye vezetői tagadták, meglehetősen nagy mennyiségű mérgező anyag jutott ki a szabadba. Látszott ez szabad szemmel is: lépésszerű lépésre jégcsapokba dermedt a folyadék, és nemcsak a megrepedt cső esetén, hanem az egyes csődarabok összekötésére használt csavaros elemeknél is. A fehér havon tisztán látható volt, ahogy a cianos, mérgező anyag széles medret vájt magának a vezetéktől a Zazar folyóig.

A bukaresti nagykövetség szerint valóban megrepedt a Transgold cég egyik csöve, de semmilyen környezetszennyezést nem okozott. *Szentpéteri István* kolozsvári főkonzul pedig nem tudott részleteket az esetről. *Rákics Róbert*, a környezetvé-

delmi tárca helyettes államtitkára szerint nem szennyeződnek a környező folyók.

Erre ráduplázva most folyik a Transgold újabb aranybánya létesítésével kapcsolatos eljárása.

Terv szerint 12 Mm<sup>3</sup>/év talajt akarnak megmozgatni, és a 800 hektár alapterületű bányatavat közel 200 m magas gát duzzasztaná. (Duna TV 2006. 09. 03.)

A magyar kormány egyelőre tiltakozik, de vajon milyen eredménnyel?

Nem jobb a helyzet Ausztriával sem. A Rába folyót évek óta szennyezi vagy a jennersdorfi börtgyár, vagy egy a Rába mellett települt, fürstenfeldi geotermikus erőmű. Végleges konkrét megállapítás osztrák részről a mai napig sincs.

A fürstenfeldi geotermikus erőmű által felhasznált, eredetileg 80-90 fokos termálvíz kihűlés után, tisztítás nélkül kerül vissza a természetbe, de ezúttal nem a föld mélyére, hanem a Rába folyóba. A problémát az jelenti, hogy az igen nagy sókoncentrációjú víz, és az élővilág, a tápláléklánc alsó szintjének pusztulását, illetve a halak elvándorlását okozza. Az információt a heiligengrazi víztisztító üzem juttatta el *Vinczay Tibor* szentgotthárdi polgármesternek.

Kártérítésről itt sincs szó, sőt évek óta tart a hallgatás.

Ukrajnából eddig inkább háztartási szeméttel gazdagodtunk. Az árterületeken keletkezett illegális szemétkerakókról rengeteg műanyag palack és egyéb hulladék vonul le árvíz idején hazai folyóinkon, de leginkább az ukrán és román vízgyűjtőterületekkel is rendelkező Tiszán. A folyó magas vízállása, és az esőzések miatt kialakult erősebb sodrás szinte a Tisza teljes magyarországi szakaszán felhalmozza a szennyező anyagokat.

Legújabb esemény a Szerbiából a Dunába ömlött olaj ügye. Itt már a románok a bulgárokkal együtt maximális hangerővel képviselik azt az elvet, amit ők évek óta elfelejtettek betartani.

Várható azonban, hogy ez a vizsgálat ugyanolyan hatástalan marad, mint a tiszai cianidszennyezés, vagy a Rába szennyezésének tisztázása esetében.

*H.W.*

MAKSZIMUS ANDREA – GÁCSI ZOLTÁN – TADEUSZ PIECZONKA – C. HAKAN GÜR

## A porkohászati gyártástechnológia hatása Al-SiC<sub>p</sub> fémkompozit szövetszerkezetére\*

**A fémkompozitok egyre szélesebb körű alkalmazásukat kedvező, más anyagokkal nem biztosítható tulajdonságaiknak köszönhetik. Mindez porkohászati módszerekkel olcsón is elérhető. A szerzők saját kísérleteikben a porozítás és a gyártástechnológia összefüggéseit mutatják be, ehhez hideg- illetve melegszilárdítással előállított próbadarabokban mérték a pórusok területarányát, területegységre eső darabszámát, továbbá a SiC szemcsék anizotrópiáját.**

A kerámiarészecskékkel erősített fémkompozitokat napjainkban elsősorban az autó- és a repülőgépiparban alkalmazzák. Ez annak köszönhető, hogy az ilyen gyártmányok rendkívül előnyös tulajdonságokkal rendelkeznek, és porkohászati módszerekkel ma már viszonylag olcsó az előállításuk. A fémes alapanyagba ágyazott kerámiarészecskék jelentősen megnövelik a folyáshatárt, a rugalmassági modulust, a keménységet, valamint javítják a hő- és kopásállóságot. A gyártmány tulajdonságait elsősorban a kerámiarészecskék mennyisége, mérete, alakja és elrendeződése befolyásolja.

Tudniillik a csoportokba rendeződött részecskék környékén több a porozítás, emellett a részecskecsoport az alapanyagban feszültséggyűjtő helyként is szerepel, és ezért növeli a repedési hajlamszempontot, jelentősen rontva a mechanikai tulajdonságokat.

### Fémkompozitok előállítása porkohászati technológiával

A fémkompozitok egyik leggyakoribb alapanyaga az alumínium, ami nagyon jól alakítható, viszonylag nagy a fajlagos szilárdsága, ráadásul kiváló hővezető képes-

séggel rendelkezik. Viszont kevésbé kedvező keménysége meggátolja a nagyobb hőmérsékleteken történő alkalmazását. Ennek kiküszöbölése érdekében történik a SiC szemcsék hozzáadása.

A kompozit előállítása során lényeges a mátrix és az erősítőszemcsék közötti megfelelő határfelületi kötés kialakítása, illetve az erősítőfázis homogén eloszlása. A problémát tovább nehezíti, hogy a mátrix és az erősítőszemcsé közötti túl nagy mértékű reakció az erősítőfázis károsodásához vezet, tehát a közöttük lévő diffúzióhatárt kell szabni, ugyanakkor növelni kell a köztük levő kötőerőt. A megoldást az erősítőszemcsé bevonása jelenti. Az eljárásnak még egy előnye van: megakadályozza, hogy az alumínium reakcióba lépjen a SiC-dal. Ugyanis az Al és a SiC határfelületén képződő Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> a tulajdonságok romlásához vezethet.

A fémkompozitok előállításának egyik kedvelt technológiája a pormetallurgia (PM). Az eljárás folyamatosan és gyorsan fejlődik, segítségével színtételekből és ötvözetekből egyaránt változatos formájú termékeket lehet előállítani. E technológia egyre nagyobb térhódítása a költség-takarékos "near net shape" és "net shape" eljárásoknak is köszönhető, amelyekkel a végső alakhoz nagyon közel álló termék gyártható. Így az utólagos műveleteket, például forgácsolást általában nem szükséges alkalmazni. Néhány porkohászati eljárással gyártott termék képe látható az 1. ábrán [1]. A részecskeerősítésű alumíniummátrixú kompozitok ipari előállítására a három legerjedtebb eljárás lépéseit a 2.

**Makszimus Andrea** 2005-ben végzett a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán, okleveles anyagmérnökként. Ezt követően felvételt nyert a Kerpely Anita Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskolába, ahol jelenleg első éves doktorjelölt hallgató. Érdeklődési területei: fémkompozitok előállítása, szövetszerkezetének vizsgálata és jellemzése.

**Gácsi Zoltán** 1979-ben szerezte doktori fokozatát, 1993 óta a műszaki tudomány kandidátusa, 2003-ban habilitált, 2004 óta az MTA doktora. Jelenleg a Miskolci Egyetem Fém- és Képlékenyalakítástani Tanszékén egyetemi tanár, 2006. júlustól a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánja. Érdeklődési területei: fémkompozitok előállítása, számítógépes képfeldolgozás és -elemzés.

**Tadeusz Pieczonka** a krakkói AGH University of Science tudományos kutatója. A műszaki tudomány doktora minősítését – a porkohászat témakörében is itt szerezte. Érdeklődése elsősorban fémek és ötvözetek szinterezési eljárásaira irányul. A European Materials Research Society és a European Powder Metallurgy Association tagja. Humboldt ösztöndíjjal eljutott a stuttgarti Max-Planck Intézetbe, illetve a drezdai Fraunhofer Intézetbe.

**C. Hakan Gür** az ankarai Middle East Technical University professzora. PhD fokozatát 1995-ben szerezte. Érdeklődési területei: roncsolásmentes anyagvizsgálat (ultrahang, mágneses Barkhausen-zaj), maradó feszültség meghatározása, végelemelési modellezés (hőkezelés, fém deformációja).

\*Előadasként elhangzott az Erdélyi Műszaki Társaság sepsiszentgyörgyi konferenciáján 2006-ban



■ 1. ábra. Porkohászati úton előállított alkatrészek [1]

mutatja be. Első lépésként a kompozitot alkotó mátrix és az erősítőfázis porát addig keverik, míg egy homogén összetételű keverék nem jön létre, ezzel biztosítható a megnövelt szilárdság és megfelelő kífáradási határ. A keverést követően az elegyet a formába töltik és 150–900 MPa nyomás alá helyezik. A sajtolás hatására a szemcsék deformálódnak, érintkezési felületük megnő, miközben a szemcsék közötti pórusok részben kitélepednek, és a darab eléri a nyers szilárdságot és sűrűséget. A sajtolással előállított nyers sűrűségtől jelentősen függ a végső termék mechanikai tulajdonsága. A megfelelő alakúra sajtolt terméket szinterelik, eközben a porszemcsék összehegednek, a termék elnyeri végleges szilárdságát és tömörségét. A szinterelés (zsugorítás) általában védő atmoszférában (nitrogén, vákuum) történik. Ellenkező esetben az erősítőszemcséket alumínium-oxid-réteg burkolja be, ami korlátozza a mátrix és az erősítő érintkezési felületét, gyengítve ezzel a köztük lévő kötést. A zsugorítási hőmérsék-

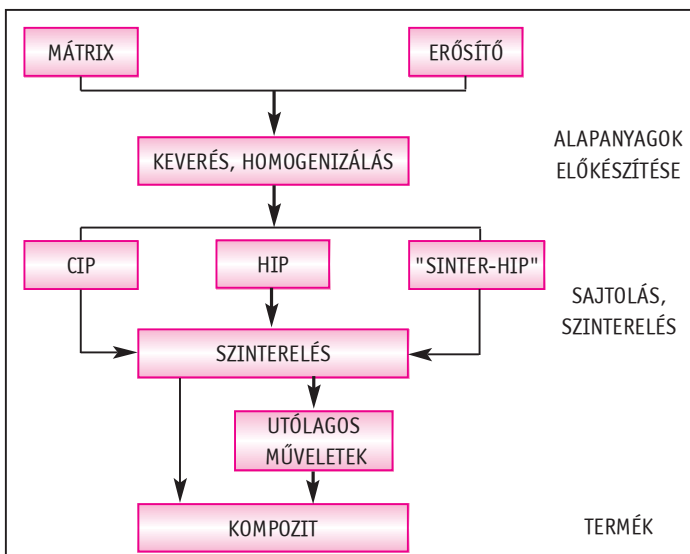
folyadék (általában víz) közreműködésével nyomás alá helyezik. Mivel a port minden irányból azonos erő tömöríti, így nagy és egyenletes sűrűség érhető el. Szintén elterjedt porkohászati eljárás a meleg izosztikus sajtolás (Hot Isostatic Pressing, HIP). Ebben az esetben nem folyadékot, hanem argont használnak a nyomás létrehozására. A port itt fémformába helyezik. Ez a sajtolási eljárás a szinterelést is magában foglalja. A legújabb fejlesztéseknek köszönhetően az eddig külön berendezésben végzett szinterelést és meleg izosztikus sajtolást egyetlen készülékben, egymás után is el lehet végezni ("sinter-HIP") [2].

### Fémkompozitok felhasználási területei

Az Al-SiC<sub>p</sub> kompozitok előnyös tulajdonságaik következtében számos területen alkalmazhatóak, manapság kedvelt alapanyagok autókban és űrhajókban egyaránt. Számos sporteszközt is ebből a kompozitból készítenek, például golfütőket, baseballütőket, korbolyát, kérekpárvázat.

Az űrben alkalmazott fémkompozitok különleges tulajdonságokkal (nagyon jó hő- és elektromos vezetőképesség, nagy szilárdság és rugalmassági modulus, kis hőtágulási együttható és sűrűség) rendelkeznek. A nagy szilárdságú alumíniumötözet-alapú kompozitokat gyakran alkalmaznak tükrök felületi rétegeként, optikai rendszerek tartószerkezeteként, irányítórendszerek és űrhajók teleszkópjának anyagaként. A katonai és a civil repülésben egyaránt meghonosodott a kompozit alkatrészek felhasználása, mivel a beépített anyagoknak nagy szilárdsággal, nagy kífáradási határral és jó korrózióállósággal kell rendelkezniük. Kompozit esetében a tulajdonságok viszonylag könnyen szabályozhatóak: legfeljebb 25 m/m% SiC esetén az alakíthatósági, szívóssági, kífáradási jellemzők javulnak, míg az erősítőfázis mennyiségének további növelésével a kompozit szilárdsága javul. Az Al-SiC kompozitok alkalmazásával jelentős tömeg- és költségcsökkentés érhető el [3].

Az autóipar területén is egyre elterjedtebbek a kompozitok. Ezekből a gépjárművekhez főleg féktárcsákat (3. ábra), fékdobokat és fékpofákat gyártanak [4]. Az öntöttvas fékek egyik hátránya ugyanis, hogy a hőmérséklet hatására hajlamosak repedések képződésére, amelyek végül törést idéznek elő [5]. A nagy sebességű vasút vagonjainak fékjei több részről állnak, közéjük tartozik a négy féktárcsa, a kézifék és az elektromágneses sínfék berendezés. Ezek a teljes kocsi tömegének közel 20%-át jelentik, s így érthető a törekvés ennek csökkentésére. A német nagy sebességű vasút, az ICE-2 (InterCity Express) féktárcsáit jelenleg SiC részecske erősítésű, AlSi7Mg ötvözetből gyártják. Az áttérés a hagyományos öntöttvas tárcsákról a kompozitra tárcsánként 44 kg-os tömegcsökkentést eredményezett [6, 7].



■ 2. ábra. A pormetallurgiai eljárás lépései



■ 3. ábra. 359/SiC/20p kompozitból készült féktárcsa [4]

A SiC-tartalom változtatásával adott tartományon belül a hővezető képesség és hőtágulási együttható szabályozható, s ez a tény a kompozitot az elektronikai alkatrészek terén is egyre népszerűbbé teszi. A hűtőegységek helyes működéséhez a kapcsolódó részek hőtágulási együtthatóját (Coefficient of Thermal Expansion, CTE) össze kell egyeztetni, hogy elkerüljék a hő indukálta feszültséget, amely az alkatrész töréséhez, meghibásodásához vezetne. Az Al-SiC kompozit CTE értékeit a SiC-tartalom változtatásával a célnak megfelelően lehet beállítani, ugyanakkor tömege is jóval kisebb, mint az eddig alkalmazott CuMo és CuW tömege.

Az optoelektronikai eszközök feladata fényjelek és elektromos jelek egymásba történő átalakítása. Az eszköz burkolatának két különböző környezeti hatást is el kell viselnie: ismétlődő termikus igénybevételt és állandó hőmérsékletet. Az Al-SiC kompozitok nagy hővezető és hőleadó/hőszűrő képességük révén mindkét környezet számára megfelelnek [8].

#### Kísérletek fémkompozitok előállítására

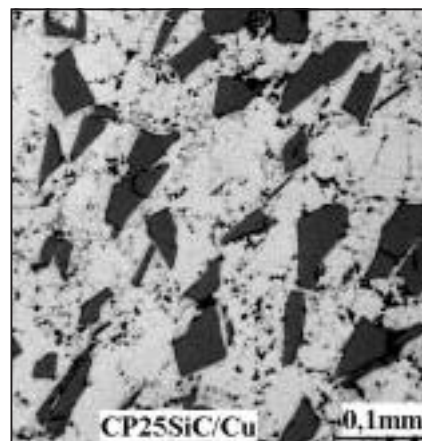
A nemzetközi kooperációban folyó kutatómunka keretében két különböző porkohászati módszerrel (hideg-, illetve melegsajtolással) állítottunk elő próbadarabokat (1. táblázat). A hidegsajtolással készített kompozit minták 99,5% tisztaságú Al-por, illetve SiC-por tartalmaztak, ezeket az AGH University of Science and Technology (Krakkó) állítottuk elő. A különböző összetételű porkeverékeket laboratóriumi mágneses keverőben homogenizáltuk 30 percen át. A próbatestek előállítása porkohá-

szati úton, egytengelyű hidegsajtolással, kenőanyag használata nélkül történt, 400 MPa nyomást alkalmazva. A próbatesteket 610 °C-on 2 órás hőntartással, 99,999% tisztaságú N<sub>2</sub> védőgázban szintereltük [9]. Egyes darabokban a SiC-szemcsék réz-, illetve nikkelbevonatot kaptak [10], [11].

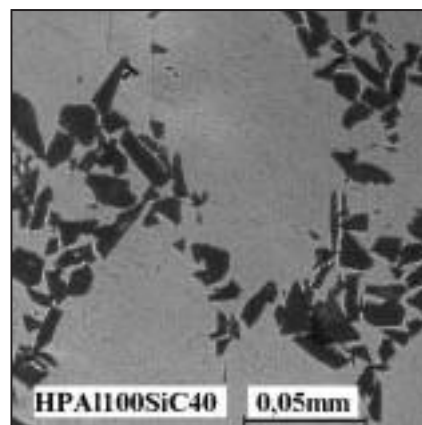
A melegsajtoló darabokat a Middle East Technical University-n készítettük [12, 13]. Az előkészítés során háromféle átlagos szemcseméretű Al-por (25, 100, 180 μm) és kétféle β-SiC-por (10, 40 μm) használtunk. Mindegyik porkeverékhez 50 μm átlagos szemcseméretű Cu-por kevertünk, ami a tömörödést segíti. A porelegyekhez izopropil-alkoholt adagoltunk az eredeti morfológia megőrzése érdekében, majd 5 percen át kézzel kevertük. Ezután az előtöltött port egytengelyű melegsajtolással teljes sűrűségűre tömörítettük egy téglalap keresztmetszetű, 40 mm x 30 mm-es számban. A melegsajtolást 600 °C-on végeztük, ami az Al-Cu egyensúlyi fázisdiagramban a kétfázisú κ+olvadék területnek felel meg. A sajtolás 5 perc alatt, szabályozott N<sub>2</sub> atmoszférában ment végbe. Az alkalmazott nyomás 40 MPa volt, és addig nem szüntettük meg, amíg a darab le nem hűlt 300 °C-ra, hogy elkerüljük a fogyási porozitás képződését.

#### Eredmények

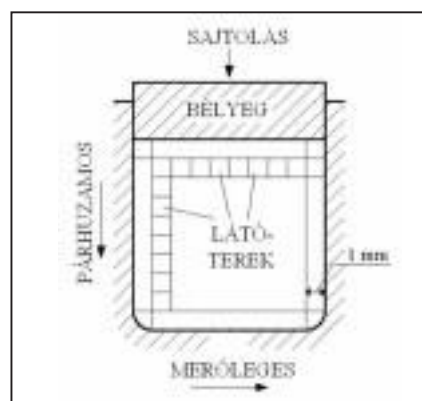
Vizsgálataink célja a különböző technológiákkal (egytengelyű hideg-, illetve melegsajtolással) előállított kompozit próbadarabok (4-5. ábra) keresztmetszetében a porozitás és a SiC-tartalom makroszkopikus eloszlásának összehasonlítása volt. A



4. ábra. Hidegen sajtolt próbadarab szövetképe (N=1000x)



5. ábra. Melegen sajtolt próbadarab szövetképe (N=400x)

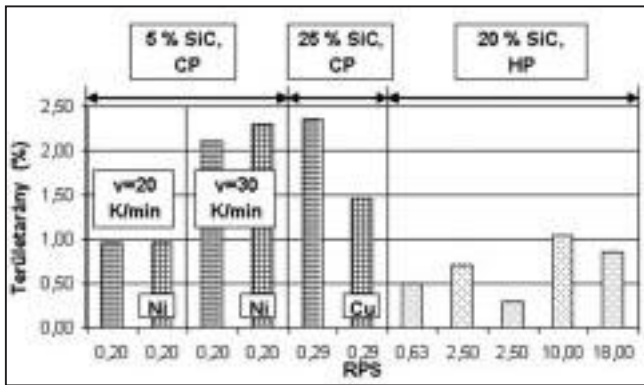


6. ábra. A próbatest sajtolásánál kialakuló keresztmetszete

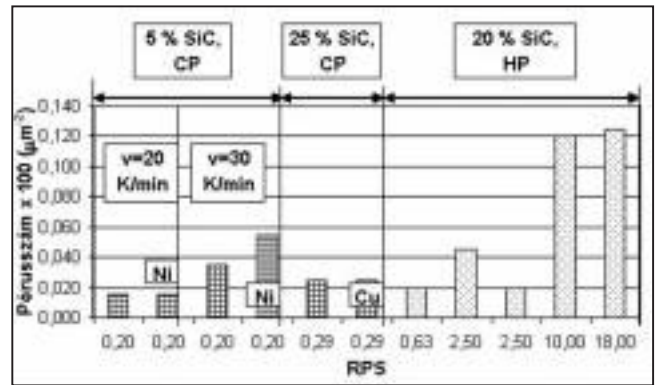
méréseket Quantimet Leica Q550 Imaging Workstation képelemzővel hajtottuk végre. A próbadarabok keresztmetszetén, a sajtolás irányával párhuzamosan és arra merőlegesen végeztük a méréseket (6. ábra). Látóterenként mértük a porozitás, valamint a SiC-szemcsék területarányát, területegységre eső darabszámát, illetve a SiC-szemcsék anizotrópiáját (Γ).

1. táblázat. A vizsgált próbadarabok jellemzői

Darab jele	SiC (w/w%)	D <sub>Al</sub> (μm)	D <sub>SiC</sub> (μm)	Bevonat típusa	RPS = D <sub>Al</sub> /D <sub>SiC</sub>	Előállítási technológia	Felfűtési sebesség (K/min)
CPAL	0	20	-	-	-	Egytengelyű	-
CP5SiC-20	5	20	100	-	0,20	hidegsajtolás, 400 MPa sajtolónyomás, szinterelés:	20
CP5SiC/Ni-20	5	20	100	Ni	0,20	N <sub>2</sub> védőgázban,	30
CP5SiC-30	5	20	100	-	0,20	610 °C, 2 óra hőntartással	30
CP5SiC/Ni-30	5	20	100	Ni	0,20		-
CP25SiC	25	20	70	-	0,29		-
CP25SiC/Cu	25	20	70	Cu	0,29		-
HPA125SiC40	20	25	40	-	0,63	Egytengelyű melegsajtolás, 600 °C,	-
HPA125SiC10	20	25	10	-	2,5	5 perc, N <sub>2</sub> védőgáz,	-
HPA1100SiC40	20	100	40	-	2,5	40 MPa nyomás,	-
HPA1100SiC10	20	100	10	-	10	hűtés, nyomástartás 300 °C-ig	-
HPA1180SiC10	20	180	10	-	18		-



7. ábra. A porozitás átlagos területaránya az RPS ( $D_{Al}/D_{SiC}$ ) arány függvényében



8. ábra. A pórusok átlagos darabszáma az RPS ( $D_{Al}/D_{SiC}$ ) arány függvényében

A melegen sajtolt próbadarabokban a porozitás átlagos területaránya mindig kisebb volt, mint a hidegen sajtolt daraboké. Utóbbiaknál a porozitás mértékét a felfűtési sebesség is jelentősen befolyásolta. A hidegen sajtolt daraboknál jelentős szerepe van a szinterelés felfűtési sebességének is. Kiseb sebességnél, a rendelkezésre álló hosszabb idő miatt tömörebb lesz a kompozit. A kerámia szemcsék rézzel történő bevonása csökkenti a porozitást, míg a nikkelbevonatnak nincs ilyen hatása. Az RPS arány (relative particle size,  $RPS = D_{Al}/D_{SiC}$ ) növekedésével a porozitás területhányada is növekvő tendenciát mutat (7. ábra).

Az alkalmazott egytengelyű sajtolási technológia nagymértékben befolyásolta a porozitás eloszlását: a sajtolás felületétől távolodva a szemcsék egymással és a forma falával is sűrűlnek, a sajtolónyomás csökken, ezáltal egyre kisebb tömörödés érhető el, vagyis a porozitás nő. Tapasztalataink szerint pórusok keletkezhetnek: 1) az alu-

mínium mátrixban, 2) a mátrix és az erősítő részecskék közötti határfelületen, 3) valamint az erősítő részecskék között. Amennyiben az alumínium a sajtolás folyamán nem veszi folyamatosan körbe a SiC-szemcséket, akkor ez már a szinterelés során sem következhet be. A SiC eloszlása és a porozitás megjelenése egymással összefüggésben áll: ahol a SiC-szemcsék csoportosulnak, ott megnő a SiC-SiC közötti porozitás.

Az egységnyi területre eső pórusok darabszámából megállapítottuk, hogy a hidegsajtolásnál inkább kevesebb darabszámú és nagyobb méretű, míg a melegsajtolásnál több és kisebb méretű pórusok jönnek létre. Különösen szembevetendő ez a hatás a nagy RPS-el rendelkező és kis SiC méretű daraboknál, itt a legnagyobb a pórusok száma (8. ábra). A fénymikroszkopos felvételeket elemezve azt tapasztaltuk, hogy melegsajtolás esetén néhány nagyméretű pórus is előfordult.

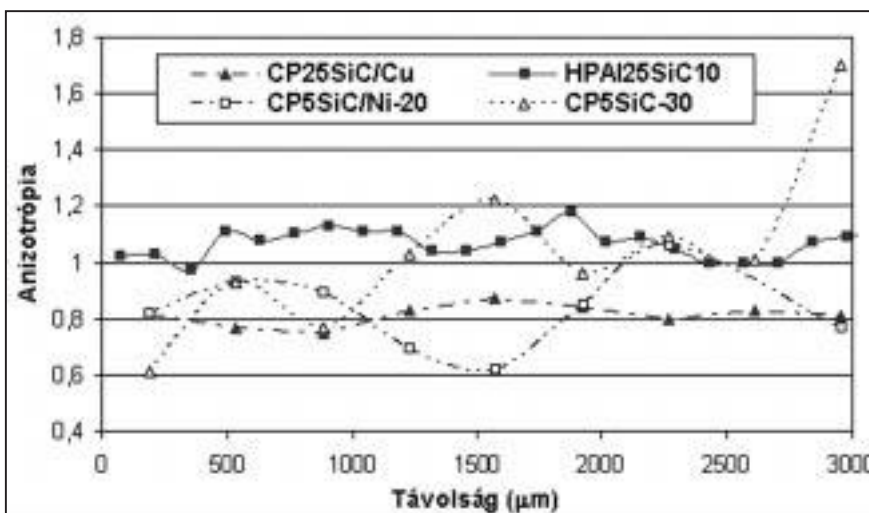
Megvizsgáltuk a SiC-részecskék anizot-

rópiájának  $\Gamma$  eloszlását (9. ábra) is. Az anizotrópiának a sajtolási irányval párhuzamos változása jelzi azt, hogy az előállítás közben a SiC-szemcsék a külső mechanikai igénybevétel hatására hogyan rendeződnek. Az ábra jól szemlélteti, hogy hidegsajtolásnál a kevésbé képlékeny Al-szemcsék alakváltozása a SiC-szemcséket hossz tengelyükkel a sajtolási erőre merőlegesen mozdítja el ( $\Gamma < 1$ ), míg a melegsajtolásnál a könnyen alakítható Al-ban a SiC-szemcsék a sajtolási erővel párhuzamosan sorakoznak fel ( $\Gamma > 1$ ).

## Összefoglalás

A különböző kompozitokat mára egyre szélesebb körben alkalmazzák előnyös, egyedülálló tulajdonságaiknak köszönhetően. A repülőgép-, autó- és elektronikai iparban egyaránt napról napra egyre több alkatrészt készítenek belőle. A kompozitok előállítása gyakran porkoházati módszerrel történik, mivel ezzel változatos formájú termékek gyárthatók, a kialakuló porozitás szabályozható, és gyakran utólagos megmunkálásra sincs szükség.

Saját kísérleteinkkel kétféle porkoházati technológiával előállított alumínium kompozitokban a SiC-szemcsék, illetve a pórusok eloszlását vizsgáltuk. A különböző eljárások hatásának megállapításához mértük a SiC és a porozitás térfogathányadát, és meghatároztuk a SiC anizotrópia eloszlásfüggvényét is. A kísérleti eredmények azt mutatták, hogy a melegsajtolt darabokban a porozitás mennyisége mindig kisebb, mint a hidegsajtoltakban. A SiC anizotrópiájának változása a sajtolással párhuzamos irányban mérve azt jelezte, hogy a SiC-szemcsék eltérően rendeződnek a hideg-, illetve a melegsajtolás



9. ábra.  $\Gamma$ -SiC a sajtolás irányával párhuzamosan mérve

folyamán. A hidegsajtoló darabok esetében a szinterelés felfűtési sebessége is befolyásolja a kompozitok végső sűrűségét. Az RPS arány növekedése mindkét technológia esetében növelte a porozitás mennyiségét. A hidegsajtolásnál rendszerint kevesebb, de nagyobb méretű, míg a melegszajtolásnál több, de átlagosan kisebb méretű pórusok jönnek létre. A kerámia szemcsék rézzel történő bevonása csökkenti a porozitást, míg a nikkelbevonatnak nincs ilyen hatása.

#### Irodalom

- [1] TPI Powder Metallurgy, [www.tpipm.com](http://www.tpipm.com)
- [2] European Powder Metallurgy Association, [www.epma.com](http://www.epma.com)
- [3] J. A. Hooker, P. J. Doorbar: Metal matrix composites for aeroengines, Materials Science and Technology, 16. pp. 725-731, (2000.)
- [4] A. T. Spada, <http://www.moderncasting.com>
- [5] J. W. Bush: Composite brake drum, US Patent No. 4.858.731, <http://www.freepatentsonline.com/4858731.html>
- [6] Assessment of Metal Matrix Composites for Innovations, <http://mmc-assess.tuwien.ac.at/3index.htm>
- [7] [www.azom.com](http://www.azom.com)
- [8] M. Cocchionero, R. Adams, K. Fennessy, R. A. Hay: Aluminum Silicon Carbide (ALSiC) for Advanced Micro-electronic Packages, IMAPS May 1998 Boston Meeting

#### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki Tomolya Kingának és Kretz Ferencnek a SiC-szemcsék bevonatának elkészítéséért.

MÉSZÁROS ISTVÁN

## Magnetométeres mérések az anyagvizsgálatban

*A cikk áttekinti a rezgőmintás magnetométerek működésének elvét, alkalmazását, és bemutatja a szerző által kifejlesztett új magnetométert, amely alkalmas lágy- és keménymágneses anyagok mágneselési görbéinek mérésére. Az új magnetométer konstrukciója révén jól illeszkedik a mérnöki gyakorlatban előforduló mintaalakokhoz és -méretekhez. A kifejlesztett magnetométer alapvetően különbözik a hagyományos, ún. Foner-féle magnetométerektől, ugyanis mérési elrendezésében a minta – a szokásostól eltérő módon – a mágneses tér erővonalával párhuzamosan rezeg. Ezt hangsúlyozandó, az új elrendezésű magnetométert PMVSM-nek nevezik. A párhuzamos elrendezés lehetővé teszi 1-400 mg tömegű ferromágneses minták gyors és pontos mérését. A PMVSM-berendezés fontos új eszköz lehet a szerkezeti anyagok mágneses vizsgálatában, amit a szerző két alkalmazási példán keresztül demonstrál.*

### 1. Elméleti háttér

Az első rezgőmintás magnetométert (VSM) S. Foner fejlesztette ki az 1950-es években [1]. A VSM-méréstechnika, más fejlett eljárások mellett, alapvető és széleskörűen használt vizsgálati eljárássá vált a mágneses tulajdonságok és anyagok kutatásában [2]. A VSM-berendezések

rendkívül sokoldalúan használhatók, alkalmasak lehetnek bármilyen anyag tulajdonságainak mérésére, beleértve a ferro-, ferri-, dia- ill. paramágneses anyagokat is. Ezek a népszerű és univerzális VSM-berendezések a minta mágneses momentumát mérik a külső, gerjesztő tér függvényében. A VSM legfontosabb előnyei a re-

latíve kis mintaméret, a nagy alkalmazható gerjesztőtér, amely lehetővé teszi a mágneses telítés elérését. Mivel a VSM-mérés ún. nyílt mágneskörös elrendezés, ezért a mintán belül ébredő mágneses térerősség kiszámításához figyelembe kell venni a minta saját mágneses teréből származó, ún. lemágneselési korrekciót.

A VSM-magnetométerek fontos előnye, hogy mód van a minta elforgatására a külső mágneses térben, s így módot adnak a mágneses tulajdonságok irányfüggésének vizsgálatára, ami lehetőséget ad a mágneses anizotropia mérésére. Számos magnetométert felszereltek a minta hűtését ill. fűtését szolgáló termosztáttal, ami megteremti annak lehetőségét, hogy a mágneses tulajdonságokat a hőmérséklet függvényében vizsgáljuk.

A VSM-magnetométer működésének elve, hogy minden mágneses térbe helyezett anyagban mágneses momentum indukálódik, amely arányos a minta mágneses szuszceptibilitásának és a mágneses térerősség szorzatával. Ha a minta szinuszos rezgőmozgást végez és a közelében egy vagy több detektortekercs van elhelyezve, ezekben szintén szinuszos feszültség indukálódik. Ez az indukált feszültség arányos a minta mágneses momentumá-

*Dr. Mészáros István 1987-ben szerzett villamosmérnöki oklevelet a Műegyetemen, ezt követően az MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézetében dolgozott. 1991-től a BME Gépészmérnöki Karán a Villamosipari Anyagtechnológia Tanszéken, majd pedig az Anyagtudomány és Technológia*

*Tanszéken dolgozik, jelenleg egyetemi docens. Kutatási szakterülete a mágneses anyagok és a mágneses anyagvizsgálati módszerek, ebben a témakörben szerzett egyetemi doktori és PhD tudományos fokozatot. Ezt a kutatási munkát az OTKA K62466 számú pályázata támogatta.*



val, a rezgés amplitúdójával és frekvenciájával. Megfelelően kialakított referenciatercer alkalmazásával a frekvenciától és az amplitúdótól függetlenné tehető a mért jel, és így a berendezés egyszerűen kalibrálhatóvá válik egy ismert mágneses momentumú minta segítségével.

Ha a minta szinuszos rezgőmozgást végez ( $\omega$ ) körfrekvenciával és ( $A$ ) amplitúdóval, a detektortekercsben indukálódó feszültség a következőképpen számítható:

$$U_s = k_s \cdot \omega \cdot A \cdot \exp(i\omega t) \cdot P_s \quad (1)$$

Ahol:  $k_s$  a tekercs geometriájától függő konstans,  $P_s$  a minta mágneses momentuma. Ha egy permanens mágnest rögzítünk a mintatartó rúdra, amely együtt rezeg a mintával, akkor az általa a referenciatercerben indukált feszültséget az előbbihez hasonló módon írhatjuk fel.

$$U_{Ref} = k_{Ref} \cdot \omega \cdot A \cdot \exp(i\omega t) \cdot P_{Ref} \quad (2)$$

ahol:  $k_{Ref}$  a tekercs geometriájától függő konstans,  $P_{Ref}$  a referencia mágnes mágneses momentuma. A két tekercs időjelének négyzetes középértékét (RMS) képezve, ezek hányadosa felírható a következő formában:

$$\begin{aligned} U_{Out} &= \frac{(U_s)_{RMS}}{(U_{Ref})_{RMS}} = K \cdot P_s \\ U_{Out} &= K \cdot V \cdot M_s \end{aligned} \quad (3)$$

ahol:  $K$  a VSM-berendezés kalibrációs tényezője, amely tartalmazza a  $k_{Ref}$  és  $k_s$  tényezőket,  $V$  a minta térfogata,  $M_s$  pedig a mágnesezettsége.

Mivel  $U_s$  és  $U_{Ref}$  azonos módon függenek az  $\omega$  és az  $A$  tényezőktől,  $U_{Out}$ , azaz a VSM kimenő feszültsége független a mintarezgés frekvenciájától és amplitúdó-



■ 1. ábra. A PMVSM-berendezés rezgető egysége, rezgő mintatartó rúdja és elektromágnes

jától. Látható továbbá, hogy  $U_{Out}$  egyenesen arányos a minta mágneses momentumával ill. mágnesezettségével.

## 2. A PMVSM-mérőkészülék

A BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékén kifejlesztettünk és megépítettünk egy új rezgőmintás magnetométert. Ez a berendezés kialakításában alapvetően különbözik a hagyományos, azaz Foner-féle készülékektől. Ennél az elrendezésnél ugyanis a minta a mágneses tér erővonalaival párhuzamosan rezeg. A párhuzamos rezgetésű elrendezés, egyebek mellett, az alábbi előnyökkel rendelkezik; nagyobb érzékenység, egyszerűbb és gyorsabb mintacsere és pozicionálás, egyszerűbb detektortekercs-elrendezés. Mivel a minta rezgőmozgása egy erővonal mentén történik, ezért kisebb térfogatban szükséges csak biztosítani homogén mágneses teret, ami kisebb pólusátmérőt, így kisebb teljesítményfelvételt is eredményez.

A rezgetőrendszer tartalmaz egy elektromágneses vibrátort, amely függőleges irányban szinuszos rezgésre kényszeríti a vízszintes helyzetű, rezgő mintatartó rudat (1. ábra). A rúd közepe rögzített, alulfelül éleken támaszkodik, az elektromágnes pólusai között található végén helyezkedik el a mintatartó. E konstrukció következtében a minta a gerjesztő mágneses tér erővonalaival párhuzamosan végzi függőleges irányú rezgőmozgását. A rezgetés 75 Hz frekvenciájú, szinuszos gerjesztéssel történik. A rezgetési frekvencia megválasztása úgy történt, hogy a rúd alapmódban rezegjen, és elkerüljük a rúd, ill. más szerkezeti elemek rezonanciafrekvenciáját, továbbá a hálózati frekvencia egészszámú többszöröseit.

A gerjesztő teret létrehozó, függőleges elrendezésű, elektromágnes számítógéppel vezérelt bipoláris feszültségvezérelt áramgenerátor hajtja meg egyenárammal. A legnagyobb elérhető gerjesztő tér  $1,4 \times 10^6$  A/m, amit a pólusok közé beépített Hall-szenzor segítségével mérünk.

A detektortekercspár a kúpos kiképzésű pólusbetétek felületének közepén található. A referenciamágnes a rezgőrúdba van beépítve, olyan távolságban az elektromágnes pólusaitól, hogy a közöttük lévő kölcsönhatás elhanyagolható legyen. A mérés teljes vezérlését és kiértékelését

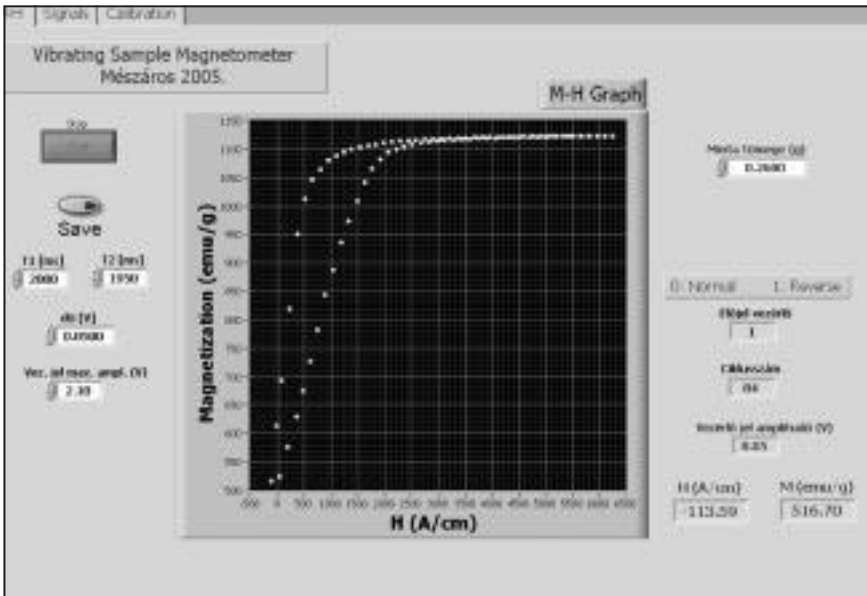
LabView-alkalmazás végzi (2. ábra). A minta tömegének (ill. térfogatának) és lemágnesezési tényezőjének figyelembevételével az  $M(H)$ , ill. a  $B(H)$  mágnesezési és hiszterézisgörbék felvehetőek.

A PMVSM-berendezés főként a mérnöki gyakorlatban előforduló mérési feladatokhoz készült. A mintacsere és beállítás gyors, reprodukálhatósága jó, működése stabil, érzékenysége tökéletesen megfelelő a feladatokhoz. A PMVSM tökéletesen alkalmasnak bizonyult a lágy- és kemény-mágneses anyagok, ill. a szerkezeti acélok mágneses tulajdonságainak tanulmányozására. A berendezés alkalmas a szerkezeti- ill. erőművi acélokban, alakítás, hőkezelés, továbbá valamilyen tönkremeneteli folyamat (fáradás, hőfáradás, kúszás stb.) hatására történő szövet-, ill. diszlokációs szerkezeti változások detektálására, továbbá egyes fázisátalakulási folyamatok nyomon követésére. Ennek megfelelően a vizsgált minták viszonylag nagyméretűek (jellemzően 50-300 mg) és ferro- vagy ferrimágneses anyagúak.

Az alkalmazott konstrukció legfontosabb előnyei a következők. Mivel a minta a gerjesztő mágneses tér erővonalaival párhuzamosan rezeg, ezért a detektortekercspárban indukálódó feszültség relatíve nagy, ami jó jel per zaj viszonyt eredményez. Másrészt, az alkalmazott mágneses tér homogenitásával kapcsolatban sokkal enyhébb igényeket kell támasztanunk. A mintatartó rúd beállítása gyors, tehát a minta pozicionálás egyszerű és kevés időt vesz igénybe. A mintaméret és geometria széles tartományban változtatható. A minta – megfelelő geometria esetén – elforgatható a mintatartóban, így mód van a mágneses tulajdonságok irányfüggésének, azaz a mágneses anizotrópia tanulmányozására.

A PMVSM-berendezés kalibrálása egy 221 mg tömegű nikkeltömb segítségével történt. A nikkeltömb fajlagos telítési mágnesezettsége jól ismert, az irodalmi adatok alapján 54,9 emu/gramm [3].

A PMVSM-berendezés tulajdonságait több mintán, több mérési sorozatban, körültekintően tanulmányoztuk. A legfontosabb rendszeradatok az alábbiak: az  $M$  és  $H$  mérésének pontossága jobb, mint  $\pm 1\%$ , a mérések reprodukálhatósága  $\pm 0,5\%$ . A biztonságosan detektálható legkisebb mágneses momentum ( $M \cdot V$ )  $8,5 \times 10^{-4}$  emu. Ez az érzékenyséérték a Foner-féle



■ 2. ábra. A PMVSM-berendezés LabView-alapú vezérlőpaneljének képernyőképe

magnetométerekhez képest nem kimagasló, de a szerkezeti acél-minták vizsgálatához tökéletesen megfelelőnek bizonyult.

### 3. A hőfárasztási folyamat által létrehozott mágneses anizotrópia mérése

Vizsgálatokat végeztünk 15Mo3 típusú acélon, amelyet gyakran alkalmaznak erőművi kazánok túlhevítőcsövei alapanyagaként. Az alapanyag hőkezelése két lépésben történt. Az első lépésben 920 °C hőmérsékleten 50 perces hőntartást követően levegőn hűlt a minta, majd a második lépésben 720 °C hőmérsékleten 90 perces hőkezelés következett. Az eredeti rúdanyagból hőfárasztó próbatesteket munkáltunk ki, amelyeknek vizsgálati hossza 53 mm, átmérője 5 mm volt. A próbatestek végein a hőfárasztó berendezésben való rögzítéshez szükséges fejek találhatóak (3. ábra).

A hőfárasztó vizsgálat során a befogott minták periodikus felfűtése és lehűtése történt, mintegy 8 másodperces periódusidővel. A minták fűtését a rajtuk keresztülvetett áram Joule-hője biztosította; 550 °C hőmérséklet elérésekor a fűtőáram kikapcsolásával egyidejűleg a mintákat hideg vízszugár hűtötte le.

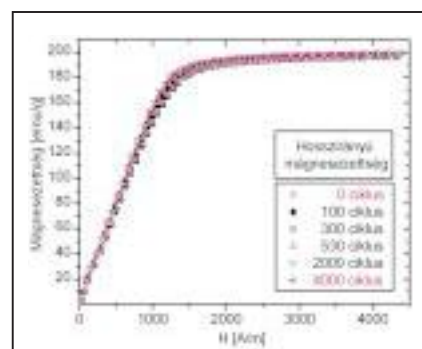
A vizsgált minták 0, 100, 300, 530, 1000, 2000, 4000 fárasztási ciklusnak lettek kitéve. A legnagyobb ciklusszám után a minta - az alkalmazás szempontjából - teljesen tönkrementnek tekinthető, annál is inkább, mert a felületén jól látható re-

pedések találhatók, és középső részének átmérője számottevően megnövekedik, azaz hordósodik. A hőfárasztást követően a próbatestek középső részéből 3 mm élhosszúságú, kocka alakú mintákat munkáltunk ki a mágneses vizsgálatokhoz.

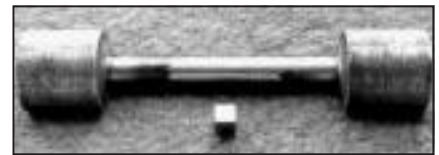
A kocka alakú minták M(H) mágnesezési görbéit mértük a PMVSM segítségével. A méréseket a hőfárasztó próbatest hosszirányában és arra merőlegesen, azaz keresztirányban végeztük el. A mintákat minden mérés előtt, azonos módon, le-mágneseztük. A mérések során a legnagyobb alkalmazott gerjesztő mágneses tér 4500 A/cm volt, amely elegendő a vizsgált anyag telítésig való mágnesezéséhez.

Amint az a 4. ábrán látható, hosszirányú mágnesezés esetén - a ciklusszámtól függetlenül - lényegében mindig azonos mágnesezési görbét mértünk.

Keresztirányú mágnesezés esetén (5.



■ 4. ábra. A hőfárasztó próbatestből kimunkált, kocka alakú minták hosszirányú mágnesezésével kapott mágnesezési görbék

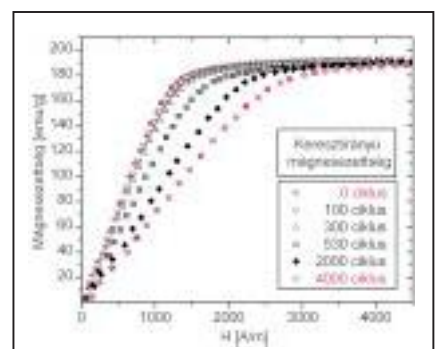


■ 3. ábra. Hőfárasztott próbatest és a középső részéből kimunkált kocka alakú minta

pedés) azonban jól látható módon változtak a mért mágnesezési görbék: a hőfárasztási ciklusok számának növekedése csökkentette az M(H) görbék meredekségét, azaz keresztirányú mérés esetén, a kezdeti permeabilitás jelentősen csökken a ciklusszám növekedésével. Az M(H) görbék alakjának megváltozása az indukált mágneses anizotrópia létrejöttét mutatja. Az eredetileg izotropnak tekinthető szerkezeti acélban a hőfárasztó igénybevétel olyan szerkezeti változásokat okozott, ami az indukált mágneses anizotrópia létrejöttét okozta. A legnagyobb anizotrópiaállandót a 4000 hőfárasztó ciklusnak kitétt mintán kaptuk, értéke  $5,8 \cdot 10^4 \text{ J/m}^3$ -nek adódott.

A kapott eredménynek rendkívül fontos következményei vannak az erőművi szerkezeti acélok tönkremeneteli folyamatainak vizsgálata során.

Láthatjuk ugyanis, hogy potenciálisan azok a mágneses vizsgálati eljárások lehetnek érzékenyek a tönkremeneteli folyamatok által okozott szerkezeti változásokra, amelyek az igénybevétel során alkalmazott mechanikai feszültség irányára merőleges irányban képesek mérni a mágneses jellemzőket. Megállapíthatjuk továbbá, hogy a szerkezeti változásokat érzékenyen ki tudjuk mutatni az anizotrópia energia, ill. az anizotrópiatényező meghatározásával. Az igénybevétel irányára merőlegesen indukált mágneses anizotró-



■ 5. ábra. A hőfárasztó próbatestből kimunkált, kocka alakú minták keresztirányú mágnesezésével kapott mágnesezési görbék

pia mérések nagymértékben segíthetik az erőművi szerkezeti acélok maradék élet-tartamának meghatározását.

#### 4. A mágnesezhető fázisok arányának meghatározása

Az ötvözetekben lévő, rendezett mágneses szerkezetű, azaz ferro- vagy ferrimágneses tulajdonságú fázisok (a továbbiakban: mágnesezhető fázisok) relatív mennyiségének meghatározására többféle vizsgálatot alkalmazhatunk. A legismertebb, a fázisarány mérésére is alkalmas vizsgálati módszerek a következők:

- Metallográfiai vizsgálat
- Visszaszórtelektron-diffrakció (EBSD)
- Mössbauer-spektroszkópia
- Röntgendiffrakció
- Telítési mágneszettség mérése
- Permeabilitás mérése

A leggyakrabban használt eljárás az ötvözetek fázisarányának mérésére a hagyományos metallográfiai vizsgálat. Napjainkban elérhetővé váltak olyan, nagy sebességű adatgyűjtésre alkalmas, a visszaszórt elektronok diffrakcióját felhasználó (EBSD) berendezések, amelyek alkalmasak akár több tízezer képpontból álló fázisárnyékok gyors felvételére is.

A kétdimenziós képalkotó vizsgálatok (metallográfia, EBSD) alkalmazása során figyelemmel kell lennünk arra, hogy a fázisarány meghatározásához – elméletileg – három, egymásra merőleges csiszolatot kell készítenünk a vizsgálandó anyagból [3]. Ez különösen fontos, ha a minta szemcséi nem tekinthetők szimmetrikusnak.

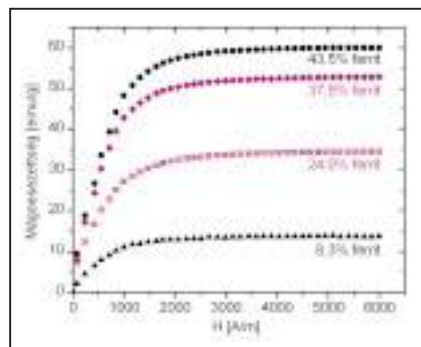
A röntgendiffrakciós spektrumok kiértékelése információt ad a vizsgált ötvözetben lévő, eltérő kristályrácsú fázisok mennyiségére vonatkozóan. A mintában lévő maradófeszültségek és textúra azonban nagymértékben befolyásolhatja a mért eredményt.

A Mössbauer-spektroszkópia, az ún. mágneses vonalfelhasadás jelensége révén alkalmas a ferro- és paramágneses fázisok relatív mennyiségének mérésére ötvözetekben. A módszer azonban nem képes megkülönböztetni a ferro- és az anti-ferromágneses tulajdonságú fázisokat, ami bizonyos ötvözetek esetén megnehezíti a mérési eredmények kiértékelését.

A ferro-, ill. ferrimágneses fázisok relatív mennyiségét több mágneses mennyiség mérésének segítségével is meghatá-

rozhatjuk. A gyakorlatban azok a mérőkészülékek terjedtek el, amelyek a vizsgált minta permeabilitását (többnyire kezdeti permeabilitását) mérik. Léteznek kis (há-lózzati) frekvencián működő, nyílt mágneskört tartalmazó berendezések, ill. kHz nagyságrendű frekvencián üzemelő örvényáramú készülékek. A gyakorlat számára ezek a többnyire hordozható kivitelű eszközök sokszor rendkívül hasznosak. Figyelemmel kell azonban lennünk arra a tényre, hogy a B(H) mágnesezési görbe origóban vett meredeksége, azaz a kezdeti permeabilitás csak közelítőleg arányos a mágnesezhető fázis(ok) relatív mennyiségével. Ennek megfelelően, a pontos mérés érdekében minden vizsgált anyagtípus esetén a megfelelő etalon segítségével szükséges kalibrálni a mérőkészüléket. Tehát minden vizsgált ötvözetből szükséges, hogy rendelkezésre álljanak kalibrációs etalonok, lehetőleg a vizsgálthoz közeli összetétellel.

Ismert, hogy a ferro- ill. ferrimágneses fázis mennyiségével arányos az ún. telítési mágneszettség értéke. A telítési mágneszettség állandó hőmérsékleten csak a térfogategységenkénti Bohr-magnetonok számától függ. Azonban a szerkezeti acélok telítésig történő mágnesezése relatíve nagy gerjesztő mágneses teret (5000 - 12000 A/cm) igényel. Ilyen nagyságú mágneses teret csak megfelelő kialakítású elektromágnes légrésében tudunk létrehozni. A megépített PMVSM berendezésünk alkalmas minden, a műszaki gyakorlatban használt acél és ötvözet telítésig mágnesezésére, így a telítési mágneszettség és a mágnesezhető fázisok térfogatarányának pontos mérésére. Mindez módot ad pontos kalibrációs etalonok készítésére bármely ötvözetből.



■ 6. ábra. Hőkezelt, duplex korrózióálló acél minták PMVSM mérőkészülékkel felvett mágnesezési görbéi és meghatározott ferrittartalmuk

Illusztrációként a *Dr. Dobránszky* bemutatunk egy mérési eredmény-sorozatot, amelyet eltérő hőmérsékleten, de azonos ideig hőkezelt, SAF 2507 típusú duplex (azaz döntően ferrit- és ausztenitfázisokat tartalmazó) korrózióálló acélon mértünk a PMVSM berendezésünk segítségével. Jól látható, hogy a minták telítési mágneszettsége jelentősen változott. Az alkalmazott hőkezelés a ferromágneses tulajdonságú ferritfázis bomlását eredményezte paramágneses tulajdonságú, ún. szekunder ausztenit és szigma-fázisokra, s így a kiindulási ferrittartalom (43,5%) a hőkezelés hatására 8,3%-ra csökkent.

#### 5. Összefoglalás

Új konstrukciójú, elsősorban műszaki és anyagvizsgálati célú rezgőmintás magnetométer (PMVSM) fejlesztettünk ki, amelyben a minta a hagyományostól eltérő módon, a gerjesztő mágneses tér erővonalával párhuzamosan rezeg. Az új konstrukciójú magnetométer rendkívül jól használható és hasznosnak bizonyult számos mérnöki, ill. anyagvizsgálati feladat és kutatás során. Cikkünkben a hőfázisú igénybevétel által létrehozott mágneses anizotropia mérés és a SAF 2507 duplex korrózióálló acélban, hőkezelés hatására megváltozó ferrittartalom példáján mutattuk be a PMVSM magnetométer gyakorlati alkalmazhatóságát. A PMVSM magnetométer azonban, számos egyéb műszaki területen is sikeresen alkalmazható. A teljesség igénye nélkül említünk további néhány alkalmazási területet: lágy- és keménymágneses anyagok vizsgálata, képlékeny alakítás ill. hőkezelés hatására történő fázisátalakulási folyamatok nyomon követése, ötvözetekben a ferro- ill. ferrimágneses fázis mennyiségének meghatározására.

#### Irodalom

- [1] *Foner, S.*: Rev. Sci. Instrum., Vol. 30 (1959) pp. 548-557.
- [2] *Dobránszky, J. - Szabó, P. J.*: Mat. Sci. Forum, Vol. 414-415 (2003) pp. 189-194.
- [3] *Graham, C. D. Jr.*: J. Appl. Phys., Vol. 53 (1982) pp. 2032-2034.
- [4] *Gács, Z.* (szerk.): Sztereológia és képelemzés. Well-Press Kiadó, Miskolc 2001.

## Így emlékeznek tagtársaink 1956-ra

### Miskolc, 1956

A barátom megkért, hogy írjam meg, mi is történt a miskolci egyetemen az 1956. évi forradalmi napokban. Először vonakodtam, hiszen megírták már azt részletesen mások. Először, mint ellenforradalmat az „Ez történt Borsodban” című két kötetes gyalázkodó műben, majd az „Utána néma csönd” című, dokumentumokon alapuló, a Történelmi Igazságtételi Bizottság kiadványában.

Végül is az győzött meg az írás szükségességéről, hogy mérnöktársaimmal éves rendszerességgel találkozási még mindig tudunk egymásnak újat mondani a „dicsőséges szép napokról”.

Most nem a történések naplószerű, időrendi felsorolását adom, hanem arról a lelkesedéssel kívánok írni, amely áthatott mindnyájunkat azokban a napokban. Fiatalos hevületünkben egyikünk sem gondolta, hogy amit teszünk, az hőstett, hogy a magyar nép a világtörténelem menetében, mint porszem, zavart okozhat.

A nemzeti összefogás, a fáradtságot nem kímélő helytállás, az erkölcsi tisztaság ragyogó példáját mutatta 1956 a világnak.

Követeléseinkben legfontosabb helyet kapott a szabadság, természetesen fiatalos lelkesedésünkkel, diplomáciai érzékünk hiányában túlzónak, szinte megvalósíthatatlannak látszó követeléseket is megfogalmaztunk.

Minden egyetemista, egyetemi tanár, munkás, város- és falulakó polgár örült, vidám volt, mosolygott és tette a dolgát, önként vállalt feladatát (mi egyetemisták most átmenetileg a tanulás helyett). Aki nem akart részt venni a forradalomban, hazamehetett „az anyukája szoknyájához”, vagy lustálkodhatott a diákszállóban. Ilyenekről nem tudok, de nem is egymás figyelmével voltunk elfoglalva, és senkit sem kényszerítettek a forradalomban való részvételre. Élvezük a váratlanul ránk szakadt szabadságot, és felszabadultan, örömmel láttuk el a feladatunkat.

Napok alatt megalakultak az új önkormányzatok (Diákszálló, Nemzeti Bizottságok, munkástanácsok stb.), a rendet fenntartani és az élet zavartalan menetét

biztosítani kellett. Összefogott falu és város, munkás, paraszt, értelmiség és értelmiségi tanonc (egyetemista, középiskolás) a közös cél érdekében.

Megjavult a menza kosztja, a falukról teherautó-számra hozták az élelmet (tyúkot, libát, kacsát). Az egyetem vasúti vágányára egy kocsni nappolyi is érkezett. Ez is mutatja, hogy az 1956-os forradalom nemcsak az ifjúság vagy a munkásság, hanem az egész magyar nép forradalma volt.

Én először a városi és a megyei tanács épületét őriztem. Ott voltam akkor is, amikor egy elfogott ÁVH-s katona akasztását kívánta a lincshangulatú tömeg. (Ennek az volt az előzménye, hogy az ÁVH-laktanyánál a fegyvertelen tömegbe löttek.) Akkor parancsnokunk kérésére, fegyver nélkül, egyetemista sapkában és karszalaggal mentünk a tömegbe, próbáltuk lecsillapítani azzal, hogy majd a demokratikus bíróság fog dönteni a katona sorsáról. Ma már idős fejjel nem tenném meg, ismerve a tömeg lélektanát. Csak egy ember kiáltja el magát: „kössük mellé” és a tömeg skandálja, mint a Bibliában „Barabást”. Utána a nyomdát őrző csoportba kaptam beosztást.

Úgy éreztük, hogy egyhamar rendeződik a helyzet, és életünk visszatér a rendes kerékvágásba, folytathatjuk tanulmányainkat. November 3-án hazautaztam szüleimhez, megnyugtattam őket, hogy nincs semmi bajom, és optimistán bizonygattam, hogy nemsokára helyreáll a rend. Este visszautaztam, mert reggel szolgálatba kellett állnom, de arra már nem került sor.

Az egyetemet az éj leple alatt szovjet páncélosok vették körül. Mint a visszaemlékezésekből tudom, a Diákszálló vezetői egész éjjel tárgyaltak velük (miközben az összes diákszálló-, fegyver-nyilvántartási iratot igyekeztek megsemmisíteni). Az oroszokkal megszületett a megegyezés, hogy nem lövünk. Ezt a hangosbemondó a diákszállóban közölte, de az épület tetején lévő géppuskásokhoz nem hallatszott fel, és a zűrzavarban senki nem értesítette őket.

Amikor a szovjet tankok hajnalban meg-

indultak a diákszállók felé, géppuska-sorozat fogadta őket. A válasz tankágyúzás, géppuska- és kézfegyver-sorozat.

Ez volt a november 4-i ébresztőnk. Az I. diákszálló, amelyben laktam, több ágyúlövést kapott, és a sorozatlövések után az ablaküveg félelmetes csörömpölése hallatszott a járda betonján. Utána néma csönd (a korábban hivatkozott könyv címe). A csendben meghallottuk a földszinti mosdóba bedobott kézigránát sebesültjei, az ablakon becsapódó „dum-dum” robbanó lövedékek (nemzeti egyezmény tiltja használatát még háború esetén is) sérültjeinek jajgatását.

A támadásnak két halálos áldozata (azért írok áldozatot és nem hőst, mert nem fegyveres harcban estek el) és több sebesültje volt. *Kiss Gábor* I. éves gépészmérnök és *Köiber Gábor* I. éves bányagépész hallgatót álmában érte a halálos lövés. Reményt keltő, boldogabb jövőt ígérő fiatal életüket így zárta le az értelmetlen lövöldözést követő halál.

Az október 23-án megkezdődött erkölcsi megtisztulási folyamat november 4-ével lezárult. Következett egy zűrzavaros időszak, majd 1957 januárjában – akik itthon maradtunk – folytathattuk, befejezhattük tanulmányainkat.

A tanulást is zavarták a karhatalmisták nyomozásai és az előre kitervelt megtorlás, „a néma ellenállás megtörésének napja” 1957. február 20-a, amelyben, mint később kiderült, még salgótarjáni karhatalmisták is részt vettek. Ekkor nyílt ki a szemünk és vetjük észre, hogy bizony, akik köztünk jártak keltek a forradalmi napokban, nem mind érezték velünk együtt (nem voltak forradalmi érzésűek), figyeltek és jegyzeteltek. Jelentéseikkel, a KISZ nevében adott „káderjelentéseikkel” nem egy társunk jövőjét tették tönkre. Ez azonban már egy másik történet.

Az egyetem elvégzése után, a létszámcsoökkentés időszakban (racizás), nem volt könnyű dolog elhelyezkedni az „ellenforradalmár egyetemista” jelzővel. Salgótarján, 2006. június 12-én.

Kúti István

## Veszprém, 1956. október

(Emléktöredékek)

A nagy napok kezdetén, október 23-án este gyűlést hirdettek az akkoriban éppen újjáépített színházban a Veszprémi Vegyipari Egyetem tagjainak. *Strawb Gyula* professzor elnökletével a diákság követeléseit taglalták a szónokok, kezdve az egyetemi autonómiától a szovjet csapatok kivonulásáig. Az esti Gerő-beszéd – ezt már a diákszállóban hallgattuk – más hangvételű volt, mint a színházbeli gyűlés. Másnap – negyedévesek voltunk – laboratóriumi gyakorlatunk volt, arról elmaradni nem lehetett, így az egyetemi épületben dolgoztunk. Ha jól emlékszem vissza, még 25-én reggel is bementünk az előadásra, bár már mindenki a budapesti eseményekről beszélt.

Ezután fölgyorsultak az események: megalakult a város forradalmi tanácsa dr. *Brusznay Árpád* gimnáziumi tanár vezetésével (1957-ben ezért halálra ítélték), egyetemi hallgatótársaimból pedig – a katonai tanszék tisztjeinek vezetésével – megalakult a nemzetőrség. A városban tömeggyűlés volt, amelyen a lakosság és az egyetem követeléseit ismertették. Az egyetemi rádió a környékre sugárzott hírműsorokat az egyik ötödéves hallgató és egy adjunktus vezetésével. Közben megszervezték a rádióhíreket gyűjtő és feldolgozó csoportot, amely részben néhány nyelvet tudó hallgatóból, néhány adjunktusból és gépiróból állt. Ez a csoport a bel-

és külföldi rádióadók híreit hallgatta és adta tovább. Közönséges, kereskedelmi rádiókészülékekkel dolgoztak.

A városban egészen november 4-ig nyugalom honolt. Lényegében sehol sem raboltak ki üzleteket. Hallgatóink közül többen – élelmiszerszállítmányokat kísérve – felmentek Budapestre a szülőkhöz vagy rokonokhoz. A helyzet annyira javult, hogy november 4-én újra megkezdődött volna az egyetemi oktatás. De közben a városban levő diákszállóknak ablakából láthatuk, hogy 15-20 percenként egy-egy IL-18-as szovjet repülőgép landolt, illetve szállt fel a szentkirályszabadjai szovjet repülőtérről. (Akkor még nem tudtuk, hogy ekkor cserélték ki a hajmáskéri garnizont.)

Azután november 4-én hajnali fél 5-kor óriási repülőgépzaj mellett ejtőernyősök érkeztek Veszprémbe, akik a Balaton felől és Hajmáskérről indult csapatokkal egyesülve, három oldalról támadták a várost. Ahol mozgást észleltek oda lőttek, így egymásra is, aminek 5-10 szovjet katona esett áldozatul. A nemzetőrség – bár barikádokat emelt – látva az óriási túlerőt, nem vette fel a harcot.

Az egyik ejtőernyős szovjet tiszt érdeklődött (és kis híján agyonlőtt néhány hallgatót), hogy merre kell a Szuezi-csatornához menni, mert a levegőből már látták. Mikor megjegyeztük, hogy az a Balaton,

nem hitte és előkapta a pisztolyát, hogy ne hazudozzunk. Nos, ez is „élmény” volt.

Végül is az egyetemistákat és néhány oktatót a posta szenespincéjébe, majd onnan később a veszprémi várban lévő börtönbe kísérték (kb. 100-130 főt). November 8-án a cellákból név szerint mintegy 90 embert kiválasztottak, kevés kenyérral ellátva nyitott szovjet teherautókra fektették, és szovjet katonai őrizet mellett elszállították őket. Mint később kiderült, a Szovjetunióba, előbb Ungvárra (a börtönbe), majd Galíciába a sztríji börtönbe vitték őket. Decemberben a hallgatókat visszahozták Ungvárra, egyszer néhányukat kihallgatták.

Hat hét elteltével ponyvás teherautókon Ungvárról újra a veszprémi börtönbe szállították vissza a hallgatókat, ahonnan december 21-23. között csoportonként engedték szabadon őket. Az első éjszakát tanáraikkal töltötték, majd másnap megpróbálták hazajutni. Lényegében a börtönviseltek karácsonykor már családi körben ünnepelhettek.

A megtorlás azonban 1957-ben folytatódott: március 15. és április 4. előtt több hallgatót őrizetbe vett a rendőrség, és kihallgatás után néhány nap múlva elengedett. Ilyen körülmények között fejeztük be évfolyamtársaimmal a hetedik majd a nyolcadik szemesztert.

*ky-klug-*

## Ajkai fényképek 1956-ból

Két fényképet kaptunk egy ajkai kollegától. Elmondása szerint nem történt semmi különös a városban.

A tímföldgyári lakótelepen összeverődtek

az emberek. Őnjelölt szónokok mondták el mondanivalójukat. Az emberek elénekeltek a himnuszt, aztán elszéledtek. A két (közlésre talán alkalmas minőségű) fény-

kép a lakótelep egyik lakásából készült.

Érdekes lenne, ha valaki, aki emlékszik az eseményekre, írna néhány sort szerkesztőségünknek.



■ Nagygyűlés a lakótelepen a Casino előtt



■ Vidéki agitációra mennek a munkások a gyár portája előtti térről

## Egyik tagtársunk mesélte a következő történetet

Október 23-a után néhány nappal nem halogathattam tovább a munkahelyem felkeresését. A Rákos-patak melletti lakásomból az egyik szomszédommal elindultunk Csepelre, ahol mindketten dolgoztunk.

Hosszúnak ígérkezett az út, hiszen a tömegközlekedés nem működött. A város központja felé közeledve egyre sűrűsödött a tömeg. Szórványos lövések dördültek, itt-ott valaki összeesett, de az emberek sétáltak tovább.

A Blaha Lujza téren hevert a Sztálin-szobor. Néhányan keményen dolgoztak rajta, kalapáccsal, vésővel; egyikük – akivel szóba elegyedtem – fémöntő volt. A Körúton haladtunk tovább, ahol már hosszú sorozatok is hallatszottak, egy erkélyen golyószóró, a József utcánál egy harckocsi is működött. Szívesen hazaindultam volna, de a társam bátran baktatott tovább.

Végül mégis javasolta, hogy menjünk át egy mellékutcába. Ott hirtelen vagy száz ember rohant velünk szembe, úgy

tűnt, hogy menekülnek. A szomszédra ez sem nagyon hatott. Én sem akartam gyávábbnak mutatkozni, így folytattuk a kalandos utunkat.

A zaj egyre vészjóslóbb volt, majd csörömpölő szovjet harckocsik száguldottak szembe velünk.

Eltűnni már késő volt, álltunk a járdán. A tankok ugyanolyan gyorsan eltűntek, ahogy jöttek, és ránk ügyet sem vetettek. A szomszéd mintha kicsit sápadt lett volna, és azt kérdezte, ne menjünk-e inkább haza. Én ingadozás nélkül helyesletem, és haza is mentünk.

Másnap találkoztam a szomszédaszonnyal, akinek Jóska öccse volt az újtársam. Elmeséltem neki, hogy mennyire lenyűgözött az öccse bátorsága. Elmosolyodva kérdezte, nem vettem-e észre, hogy az öccse szinte teljesen süket.

Meglepődtem, és megértettem, hogy a hősiességnek bonyolult okai lehetnek. Most már én is elég rosszul hallok, így nyilván sokkal bátrabb vagyok, mint ötven évvel ezelőtt.

## Egyesületi közlemények

*Változtatás nélkül közöljük a Kohászati Lapok 1956. november-decemberi számában megjelent közleményt.*

1. Felhívjuk Tagjaink figyelmét lapunk mai számában megjelent Pályázati felhívások meghosszabbítása c. közleményére.

2. Értesítjük t. Tagjainkat, hogy Egyesületünk Elnöksége Lapunk utolsó számának megjelenése óta is többször ült össze az Egyesületünk vezetése, lapunk megjelentetése és a vidéki osztályainkkal való kapcsolatai érdekében. Ennek dokumentációjaként küldjük most megjelent összevont lapszámunkat annak megjegyzésével, hogy az elnökségi ülésen hozott ideiglenes határozatokról, melyek ősi Egyesületünk működésére vonatkoznak, tagjainkat a jövő számban – mihelyt erre az idő alkalmas lesz – részletesen fogjuk tájékoztatni.

3. Ez évi decemberre tervezett közgyűlésünket elhalasztottuk, ezt valószínűleg az 1. pontban megjelölt pályázati határidőt követő időben fogjuk megtartani Budapest, 1956. december hó.

**Az Elnökség**

## KÖNYVISMERTETÉS

### Bányászok és bányászvárosok forradalma 1956

Az 1956-os forradalom és szabadságharc 50. évfordulójára augusztus 25-én Sopronban a Központi Bányászati Múzeum konferenciát rendezett. Ennek előadásai most a Központi Bányászati Múzeum Közleményei 5. számaként jelentek meg.

A vaskos, 377 oldal terjedelmű kötet 6 előadást tartalmaz, amely megynként mutatja be az 1956. október-novemberi eseményeket és az ezeket követő megtorlás néhány részletét.

Dr. Esztó Péter előszó helyetti ajánlásában rámutat, hogy négy évtizeden át hallgattak a hősokról, az áldozatokról, a célok-ról és a megtorlás igazi körülményeiről. Ez a kötet sajátosan a bányászat és a bányász emberek szemszögéből mutatja be a forradalom célkitűzéseit, eseményeit és a bányászok aktivitásának következményeit.

A kötet anyaga bemutatja Baranya, Komárom, Nógrád és Veszprém megyékben, valamint a borsodi térségben a bányászok

részvételét a forradalomban, a munkástanácsokban és a forradalom által létrehozott intézményekben. De bányászaink a forradalom alatt sem feledkeztek meg kötelességükről, és az egész időszak során gondoskodtak a lakások, kórházak és más középületek fűtésének szénellátásáról.

A forradalom leverése utáni megtorlás a bányászokat sem kímélte. Nagyszámú bányászra hosszú évekre szóló büntetéseket szabtak ki, aminek eredményeképpen alacsony beosztásban, a bányákban is dolgoztatták őket.

A kötetnek külön érdekessége, hogy Veszprém megyére vonatkozóan rendőrségi kihallgatási jegyzőkönyvek részleteit adja közre az 1956–1958 közötti időszakból, illetve rendőrségi bizalmas jelentések részleteit mutatja be ugyanezen időszakban.

A kötetben közölt utolsó előadás a „Példaképek lázadása?” címet viseli. Akkoriban a bányászok voltak a munkásság példaké-

pei. A közlemény a bányásztársadalom 1945–1956 közötti átalakulásából kiindulva tájékoztat a forradalomba való átmenetről, a bányásztársadalom részvételéről a forradalomban és az ezt követő konszolidálásban. Táblázatosan közli e tanulmány végén a forradalmi részvételükért halálra ítélt, illetve elítélt bányászok adatait (23 fő).

Végül az egész kötetet egy 1956–1963 közötti időszakra szóló időrendi áttekintés zárja le, amelyet Bircher Erzsébet állított össze.

Az illusztrációkkal ellátott kötet jó áttekintést ad a korabeli (dokumentált) eseményekről, és megkísérli objektíven bemutatni, illetve tárgyalni a felgyorsult történéseket. Olvasmányos, felemelő, helyenként megrázó élményt ad a kötet elolvasása, ami azonban mindenki számára érdekes képet nyújt 1956 bányászokat érintő eseményeiről.

**ok**

### Szép volt, jó volt, talán igaz sem volt...

Könnyű a hagyományok ápolása, ha van néhány lelkes ember, aki elvégzi a hagyományápolással járó, sokszor hálátlan munkát. A fémkohászati szakosztálynál szerencsénk van ilyen lelkes emberek, a tagság fogadóképes, a szponzorok magukénak érzik a szakosztályt és hagyományait. Így aztán 2006. március 10-én ismét összegyűlhettünk az immár hagyományos ünnepi kibővített vezetőségi ülésre az OMBKE Fő utcai tanácstermében.

*Petrusz Béla* szakosztályi elnök rövid megnyitójában üdvözölte a megjelenteket, külön köszöntötte az új jogi tagvállalatunk vezetőjét és tulajdonosát, *Antal Bélát*, aki érdekes előadás keretében mutatta be kemencetervező, -építő és -gyártó vállalatát.

Ezt a megemlékezés percei követték: Az ülés résztvevői egyperces néma felállással emlékeztek meg váratlanul elhunyt tiszteleti tagunkról, *János Miklósról*, az inotai helyi szervezet „örökös elnökéről”.

Ezt követően *Hajnal János* szakosztályi titkár számolt be az elmúlt év eredményeiről, az alábbiak szerint:

#### 1. Statisztikai és gazdálkodási adatok

- A szakosztály létszáma 10 fővel csökkent (Csepel, Inota), a létszám 404 fő.
- A 2005. évet 6 216 e Ft árbevétellel és 3 979 e Ft kiadással zártuk. A 2 237 e Ft-os egyenleggel a szakosztályok között messze kimagasló eredményről számolhatunk be. A bevételeink 1 576 e Ft szakosztályi bevételből és 4 440 e Ft tagvállalati támogatásból származnak.
- 2006 februárjában új pártoló taggal tudtunk szerződést kötni: az Antal Kft. 2006-tól évi 100 e Ft-tal járul hozzá a szakosztályi bevételekhez.

#### 2. A szakosztály jelentősebb rendezvényei

- Március 10.: Hagományörző szakmai nap és ünnepi vezetőségi ülés
- Március 30.: „Múlt, jelen, jövő” – szakmai nap a kohómérnökképzésről
- Április 22.: 50 éves a székesfehérvári helyi szervezet
- Május 6.: Ajkai szakmai nap
- Május 12.: *Sóltz Vilmos* sírjának megkoszorúzása
- Június 3-4.: XII. szigetközi tudományos szakmai napok
- Október 8.: IX. *Mikoviny Samuel* Általér vízitúra

- Október 14.: 30 éves a kecskeméti helyi szervezet

- November 9.: Megemlékezés a Bányműszimusz szerzőjéről Kálózson

#### 3. A szakosztály tevékenységének általános értékelése

A múltbéli hagyományokon túl az elmúlt évtizedben kialakított hagyományainkat követtük ebben az évben is.

Új színfolttal gazdagodott a szakosztály: a budapesti helyi szervezet újjáalakulásával egy aktív, gazdag programsorozatot kínáló szervezet működik.

Az idei évben is sikerült új pártolótagot szereznünk, és ezt a kört – reményeink szerint – sikerül tovább bővíteni. Munkánkat a jövőben is hasonlóan kívánjuk folytatni a fiatalok fokozottabb bevonása mellett.

Ezután ismertette a 2006-ra tervezett rendezvénynaplót. A szakosztály jó munkájának tudható be, hogy több esetben nehéz volt egyes rendezvények ütközésének megelőzése.

A hivatalos részt a történelmi megemlékezés követte: *Dánffy László*, a kecskeméti szervezet elnöke a márciusi tradíciót ápolva az 1848-as szabadságharcról tartott érdekes, nagyon tárgyilagos előadást. Kitért az akkori eseményeket befolyásoló külső tényezők rövid ismertetésére és a nemzetiségek szerepére.

*Puzs Ferenc* Emőd Gyula önéletrajza alapján adomákkal fűszerezve mondott el részleteket a tíz éve elhunyt tiszteleti tagunk tanulságos szakmai életéről. Az önéletrajzot Emőd Gyula leánya rendezte sajtó alá, és *Sándor József*, a hazai öntészet kiemelkedő szponzora biztosította a megjelentetés költségeit. (Az életrajzi füzetet a fémkohász és az öntész szakosztály tagjai a szakosztály ajándékképpen térítés nélkül kapják meg.) Emőd Gyula leánya és özvegye megköszönte, hogy a szakosztály ápolja édesapja, ill. férje emlékét, és további eredményes munkát kívántak a hagyományápolás terén.

A harmadik megemlékező *Horváth Csaba* volt, aki a 110 éves Csepeli Fémmű múltját ismertette egy-egy fontosabb esemény felvillantásával. Ehhez csatlakozva *Megay Oktáv*, a Csepel Fémmű felszámolója számolt be az általa végzett sikeres munkáról, és vázolta a cég jövőképét.

A megemlékezéseket *Csurgó Lajos*, *Csömög Ferenc*, *Csák József* és *Várhelyi Rezső* hozzászólásai színesítették, majd ezután került sor a hagyományos ünnepi „csülkös bankettre”, melynek keretében vidám beszélgetés és kedélyes poharazgatás következett.

Köszönet a rendezőknek illetve az előadókknak, és reméljük, hogy a márciusi ünnepi ülés hagyománya tovább él.

*H.J.* (Harrach – Hajnal)

### A Glób Metal Kft.-nél

A szakosztály május 18-án tartotta idei második vezetőségi ülését. A házigazda a *Szabó Ferenc* és családja tulajdonában lévő Glób Metal Kft., az egyik legjelentősebb hazai ólom- és ónhulladék-feldolgozó és öntőde, a Tétényi Fennsíkon, a volt Mechanikai Művek területén.

*Petrusz Béla* szakosztályelnök üdvözlő szavait követően a program üzemlátogatással folytatódott. A hagyományos ólomöntési technológiákon túl megtekintettük az ólomlemez-hengerművet, majd a Miskolci Egyetemen együttműködésben készülő elektrolízisüzem félüzemi kísérleteit, valamint a korszerű minőségelemző labort.

A házigazda beszámolójából megtudtuk, hogy a társaság az elmúlt évben 100 t ólomöntvényt, közel 20 t ólomlemez és 103 t forrasztóönt gyártott, melyek termelési értéke mintegy 120 M Ft.

Az üzemlátogatást követően *Balázs László* számolt be a legutóbbi választmányi ülésről, majd *Hajnal János* titkár az április 7-én, a Miskolci Egyetemen rendezett VI. fémkohászati szakmai nap történéseiről és sikereiről. Egyúttal előterjesztette a VII. fémkohászati szakmai nap programtervezetét, melyet ezúttal a Dunaujvárosi Főiskolán terveznek megrendezni az ősz folyamán.

A vezetőségi ülés – a Glób Metal Kft. vendégeként – a nagytétényi Véndió étteremben a helyi szervezetek beszámolóival és programtervezeteik ismertetésével zárult. A vendéglátást ezúton is megköszönjük a vendégszerető házigazdáknak.

*H.J.*

## Ajkai vezetőségi ülés

2006. szeptember 26-án a MAL Zrt. új székhelyén, Ajkán tartotta esedékes vezetőségi ülését a fémkohászati szakosztály.

*Petrusz Sél* elnöki megnyitója után *Csende László* divízióigazgató „A timföldgyártás jelene és jövője Ajkán” címmel ismertette az ajkai timföldgyártás napjainkig elért eredményeit, majd a jövőbeli gondokat, és elképzeléseket. Ismertette a MAL Zrt. timföldgyártási termékpalettájának változását, és bemutatta néhány érdekesebb berendezés fényképét. Az előadásból megtudhatták a hallgatók, hogy a MAL lassan ismét visszatér a timföldhöz, mint fő gyártási profilhoz.

A második napirendi pontban *Csvigó Lajos* az idei selmeci szalamanderról számolt be, melyen sajnos pénzügyi okok miatt nem vett részt sem magyar zenekar, sem magyar mazsorettszoció.

A jelenlévők *Hajnal János* titkár vitavezetésével részletesen megbeszéltek az október 20-ra tervezett dunaujvárosi fémkohászati szakmai nap előkészületeinek ál-

lását, és értékelték a dunaujvárosi csoport jó munkáját, amelyről az egyesület vezetői egy korábbi, dunaujvárosi közgyűlésen is meggyőződhetnek. Az évenkénti két szakmai nap gondolatát (Miskolcon is, Dunaujvárosban is) a vezetőség nem tartotta indokoltnak és kellő eredményességgel megoldhatónak.

A helyi szervezetek beszámolóiból ismét meggyőződhattunk, hogy a központi gazdasági gondok ellenére a bázis jól dolgozik. Közös rendezvények, üzem- és múzeumlátogatások teszik változatossá az egyesületi életet. Székesfehérvárott, Kecskeméten, Ajkán, Inotán, Dunaujvárosban voltak sikeres rendezvények. (Kár, hogy ezekről a BKL számára nem készülnek beszámolók. Szerk.) Az érdekes javaslatok között szerepelt Ópusztaszer meglátogatása. *Székely Pál* beszámolója bizonyította, hogy nagyobb kohászati háttérű üzem nélkül is lehet jó egyesületi munkát folytatni. *Fuzsa Ferenc* javasolta, hogy az országos rendezvényeken, különösen a fi-

atalabb kollegák számára, ismertessük az egyesület történetét. Felvetődött a testvérvárosi kapcsolatok szorosabbá tétele Selmechányra és Székesfehérvár között és további kapcsolatfelvétel a többi egyetemi várossal. A kérdésben azonban az OMBKE-nek nincs illetékessége.

Az „egyebekben” *Harcsák Walter* kérte a vezetőség állásfoglalását a BKL visszavonuló felelős szerkesztője utódjának jelölésére és a részben meglehetősen idős rovatvezetők mellé (és helyett) fiatal szerkesztők megbízását. Említette a nyomdával kapcsolatos gondokat, amelyek egy része sajnos változatlanul fennáll. *Harcsák Pál* szóvá tette, hogy a magyar műszaki nyelvben – előadásokon és írott közleményekben egyaránt – sok olyan idegen szót használunk, melyekre van jó magyar szó is. Észrevételével egyetértve a BKL szerkesztősége pályázat kiírását tervezi a magyar műszaki nyelv szóhasználatának a megtisztítására.

 (HW)

## KÖSZÖNTÉS

### 85. születésnapját ünnepelte

#### Dr. Sziklavári János

tiszteleti tag, okl. kohómérnök 1921. augusztus 3-án született Budapesten. Elemi iskoláit az Alföldön (Lajosmizsén, Ladánybennén, Örkényben), középiskoláit Budapesten végezte; a Piarista Gimnáziumban érettségizett 1941-ben.

Első munkahelye a Pesti Első Hazai Takarékpénztár, és egyidejűleg a Pázmány Péter Tudományegyetemen jogtudományt hallgatott. 1942-ben katonának hívták be – erdélyi illetősége révén – a kolozsvári 26. Tábori Tüzérsztyályhoz. A fronton tüzér felderítő tiszti szolgálatot teljesített. Hazatérése után a jogi tanulmányokat műszakira váltotta, és – MÁVAG ösztöndíjjal – 1950-ben kohómérnöki diplomát szerzett.

Mérnöki munkáját a diósgyőri acélműben kezdte, de a gyár egy évre átengedte az alakuló miskolci egyetemnek, ahol



előbb a Fizikai-kémiai, majd a Tüzeléstani Tanszéken tanársegédként dolgozott. Az év leteltével visszatért a gyárba, de még közel 40 évig részben félállásban, jobbjára meghívott előadóként a Vaskohászati Tanszék tagja maradt.

Munkahelyei: Diósgyőri Kohászati Üzemek 1952–73 (acélgyártó, kohászati építkezés üzemvezető, acélmű gyárrészlegvezető, főmetallurgus), KGM Tervező Irodái 1973–78 (főmetallurgus, generáltervező iroda vezetője), Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság 1978–89 (Nyersanyag és Kohászati Szaktitkarság vezetője, elnökségi tanácsadó).

1968-ban kandidátusi, 1985-ben akadémiai doktori értekezést védett. 1984-ben c. egyetemi tanári kinevezést kapott. 2000-ben a Miskolci Egyetem tiszteletbeli doktorrá (Dr.h.c.) nyilvánította.

Publikációinak együttes (társszerzővel is) száma közel 100.

Több kormány- és társadalmi kitüntetésben részesült, köztük: Munkaéremrend, A Haza Szolgálatáért Érdemérem arany fokozata, Diósgyőr Aranygyűrűs

Dolgozója, Dunaferért Díj, Pro Facultate Ingeniariorum Metallurgiae, Eötvös Lőránd-díj, Akadémiai Díj.

**Benkő Miklós** okleveles könyvvizsgáló 1921. szeptember 1-jén született Szolnokon. Az érettségét követően, 1940 decemberétől katonai szolgálatot teljesített. 1945 novemberében



szerezte le mint tartalékos hadnagy és mint 90%-os hadirokkant.

A kohászattal 1948-ban került kapcsolatba a Weiss Manfréd Acélműben. 1971 és 1981 között a Csepel Művek Tröszt gazdasági tanácsadója volt. Ezen idő alatt az SZVT-ben tevékenykedett, ahol megkapta a Hevesi Gyula-emlékérmét és a Társasági Munkáért érmet. Kohászbarátaival és a vállalatokkal is folyamatos kapcsolatot tartott. Esetenként ez minisztériumi ellenőrzésekben való együttműködésben is jelentkezett.



Az OMBKE-be – mint a Csepeli Acélmű gazdasági vezetője – 1964-ben lépett be. Ezt a tagságát 1975-ig tartotta fent, majd 1998. január 1-jével megújította, mivel itt erősek a személyes kötődései.

**Stefanek Béla** 1921.

szepember 20-án született Ózdon. Itt végezte tanulmányait a Bányászati és Kohászati Szakiskolában 1935-től 1939-ig. 1939-től mestergyakornok, majd kohómester, fődíspécser, műszakos üzemvezető és legmagasabb beosztásként a Kohóüzem üzemvezetőjeként dolgozott. Ebben az időszakban kiemelkedő termelési eredményeket és műszaki paramétereket produkáltak az ózdi kohók.



Munkája elismeréseként több mint húsz kitüntetést kapott: a Kiváló Dolgozó jelvényeken kívül Erdemes Kohász, Kiváló Műszaki Dolgozó, Kiváló Újító arany fokozat, Kiváló Munkáért, Kiváló Kohász.

Műszaki delegáció tagjaként járt Zaporozsecben, Makajevkában. Ez utóbbi kombinát vezetőivel szerződést írtak alá az általuk kikísérletezett és nagyszerűen bevált fúvóformák megvételére, amiknek későbbi bevezetése a hazai nagyolvasztóknál rendkívül gazdaságos volt. Alkalma volt tanulmányozni a Nova-hutai, a kassai, a galaci és a vajdahunyadi kombinátokat.

Ózd kulturális és sportéletében is jelentősen részt vett. Az Ózdi Olvasó Egylet (később Liszt Ferenc Művelődési Ház) a város kulturális centruma és az ózdi kulturális élet meghatározója volt. Művészeti vezetői ténykedése alatt 15 művészeti szakcsoport működött sikeresen. E területen végzett munkájáért a Szocialista Kultúráért kitüntetést kapta.

A sport területén a vívó szakosztály vezetőjeként tevékenykedett. A szakosztályból nőtt ki a világbajnok és olimpiai bronzérmes, 11-szeres magyar bajnok, Gertrúd lánya. A város elismerte munkáját, Társadalmi Munkáért ezüstérmét, és az 50 éves Ózderék oklevelet és plakettet adományozott számára. Sajnos minden elmúlt, amit szeretett, eltűntek a kohók, a gyár, megszünt a vívás, az Olvasó Egylet is.

**Dr. Szőke László** okl. kohómérnök, a műszaki tudomány kandidátusa, egyesületünk tiszteleti tagja 1921. július 20-án született Sopronban.

Kohómérnöki oklevelét 1943. október 19-én szerezte meg a JNMGE soproni karán. Itt lett adjunktus a Fémtechnológiai Tanszéken. 1946 augusztusában B-listázták. 1947-től a Weiss Manfred Acél- és Fémművek Rt. központi laborjában elemző vegyész, 1948 és 1952 között az acélhőkezelő üzemek helyettes vezetője, 1952 és 1957 között az elektroacélmű, majd 1965-ig a martin- és elektroacélmű gyárrészlegvezetője. 1965 és 1976 között a Vasipari Kutató Intézet igazgatóhelyettese, majd 1981-ig, nyugállományba vonulásáig a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés tanácsadója volt.



1975-ben védte meg kandidátusi értekezését az acél olvadásának fenomenológiai vizsgálatáról. 1983 óta a Miskolci Egyetem Vaskohásztani Tanszékén címzetes egyetemi tanár.

Korszerű edzhetőségi vizsgálatokat vezetett be a hazai iparba. Optimális ötvözőfém-visszanyerést biztosító, oxigént is alkalmazó metallurgiai rendszert alakított ki nemesacélokra. Hazánkban elsőként valósította meg a folyékony acél vákuumozását. Kezdeményezte a gyorsacél- és csőgyári tuskók gyorshevítését. A diósgyőri kohászokkal együtt vizsgálta a fémesített pellet felhasználhatóságát elektrokemencében. Részt vállalt az EU elérhető legjobb technikákkal kapcsolatos referenciadokumentumainak hazai átültetésében. Oktató tevékenységet folytatott technikumtól a mérnöktovábbképző szintig.

Az OMBKE oktatási bizottságának 9 évig vezetője, a BKL Kohászat szerkesztőbizottságának 25 évig, az IUVSTA nemzetközi vákuummetallurgiai tanácsadó testületének 6 évig tagja. Két alkalommal UNIDO-szakértő. Több mint 90 szakcikk és 22 könyv szerzője, ill. társszerzője.

Az OMBKE-nek 1944 óta tagja, 1988 óta tiszteleti tagja. A Munka Érdeméremnek, az Amerikai Vákuum Egyesület elismerésének és számos kitüntetésnek tulajdonosa.

## 80. születésnapját ünnepelte

**Görög Márton** okl. kohómérnök 1926-ban született Sopronban. 1944-ben iratkozott be kohásznak, és 1948-ban szerzett kohómérnöki oklevelet.

Édesanyjának, tisztiozvegyként elvették a nyugdíját, ezért elfogadta a Prosztr professzor úr által felajánlott demonstrátori állást. Két hónapig járt az Általános Kémia Tanszékre, mire kiderült, hogy az MDP nem járul hozzá kinevezéséhez. Ugyanezért a magyar kohászati vállalatok sem vették fel.

1949-ben került az orosz vezetés alatt álló Soproni Vasöntődébe üzemmérnöknek, az egyetlen helyre, ahol a pártszerveknek nem volt vétőjoga.

1951-ben osztályvezetőnek nevezték ki. Ezután behívták az ÁVO-ra azzal, hogy főmérnöke leváltása érdekében (ez akkor Recsket jelentette) működjön együtt velük és szolgáltatson ellene adatokat. Ezt megtagadta.



Az 1956-os forradalom első napjaiban a munkástanácsba választották. 1957 februárjában 10 hónapra internálták, és erre hivatkozva állásából fegyelmeivel elbocsátották. Utána néhány barátja igyekezete ellenére sem sikerült a REF alól felmentést kapnia vidéki öntődei állásvállaláshoz.

Sopronban két évig az erdőben és az ERTI-nél segéd munkásként dolgozott. 1959 őszén a petőházi cukorgyárba vették fel műszerészként, majd energetikus lett.

1963-ban került a Vaskut öntődei osztályára, 1970-ben kérésére áthelyezték a Kohászati Szabványosítási Központhoz. Innen ment nyugdíjba osztályvezetőként, 1988-ban.

**Pálovits Pál** okleveles kohómérnök, egyesületünk fémkohászati szakosztályának tagja július 19-én ünnepelte 80. születésnapját.



Sopronban született 1926-ban, és a bencés gimnáziumban érettségizett. Kohómérnöki oklevelét 1948. október 25-én szerezte meg. Még az év novemberében a Tatabányai Alumíniumkohó üzemmérnöke lett, ahol eljegyezte magát az alumíniumkohászattal. 1951–54-ig az Inotai Alumíniumkohó főmérnökeként az új kohó létesítését és sikeres üzembe helyezését irányította. 1954–59 években az ajkai alumíniumkohó főmérnöke, majd 1963-ig

csoportvezető főmérnök a NIM Színesfémipari Főosztályán. 1964-ben az akkor létesült Magyar Alumíniumipari Tröszt (MAT) kohászati főtechnológusaként az alumíniumkohók termelését és fejlesztését irányította. 1965-től 10 évig ismét Ajkán dolgozott a kohógyárrészleg vezetőjeként. 1974-től 1991. évi nyugdíjba vonulásáig ismét a MAT-ban működött mint az alumíniumkohászat területi főmérnöke.

Tevékenységét a fejlesztés vezérelte, így jelentős szerepe volt az új felsőtüskés kádtípus technológiájának kidolgozásában és fejlesztésében, az anódok és katódok minőségének javítására irányuló kutatások, kísérletek irányításában, az alumíniumkohók nehéz fizikai munkájának gépesítése terén. Az általa kifejlesztett kéregtörő gépeket ma is alkalmazzák. 1970-ben Ajkán létrehozta az alumínium kokillaöntéstartó, előkészítve az 1980-ban üzembe helyezett 3000 t/év kapacitású, modern, automatizált nagynyomású formaöntődét.

Széleskörű mérnöki munkásságát újításai, szabadalmi és szakirodalmi publikációk tükrözik.

Az OMBKE-ben 1950 óta tevékenykedik. Tizenegy évig az ajkai helyi szervezet titkára, 1975 óta a fémkohászati szakosztály vezetőségének tagja. 1995 óta a fémkohászati történelmi szakcsoportban tevékenykedik. Elkészítette a m. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem soproni kara elhunyt professzorainak sírkataszterét a soproni, budapesti és a dunántúli temetők vonatkozásában.

Szakmai és egyesületi munkáját több kormány- és egyesületi kitüntetés adományozásával ismerték el.

**Unger Ervin** aranyoklevelés kohómérnök 1926. július 17-én született Sopronban. Iskoláit is itt végezte, a bencés gimnáziumban érettségizett. Kohómérnöki oklevelét 1948-ban szerezte.



Pályafutását 1948. november 15-én kezdte meg Ózdon, 15 évig a hengerművekben dolgozott, az utolsó 8 évben a finomhengermű gyárrészleg vezetőjeként. Ezt követően a technológiai és kutatási főosztály, majd a műszaki fejlesztési főosztály vezetője volt. Sokat foglalkozott a hengerek kapacitásnövelési lehetőségeivel,

geivel, gépesítéssel és termelészervezési kérdésekkel is. Irányítása alatt folyt a folyamatos acélöntőmű és a rúd-dróthengermű beruházásának előkészítése.

1960–75 között tagja volt az Európai Üregezők Munkaközösségének, ahol előadásokat is tartott. 1975–80 között a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülésben dolgozott. Ez idő alatt a KGST Vaskohászati ÁB hengereltáru albizottságának elnöke és az Intermetall termékcseremunkabizottság vezetője is volt.

1980-ban a Metalimpexhez került a távlati fejlesztési főosztály vezetőjeként, 1985–88 között pedig a vállalat bécsi lemezfeldolgozójának műszaki vezetője volt. 1988. október 6-án nyugdíjba ment. 1998-ban a Miskolci Egyetemen aranydiplomát kapott.

Az OMBKE-nek 1949 óta tagja. Az ózdi helyi szervezetnek 1970–74-ben elnöke volt. Aktívan részt vett a hengerészkonferenciák szervezésében. 1975–83 között a hengerész szakcsoport elnöke és a vaskohászati szakosztály vezetőségi tagja volt. 1989-ben 40 éves, 1999-ben 50 éves tagságért Soltz Vilmos-emlékérmet kapott.

## 75. születésnapját ünnepelte

**Gruber Imre** oklevelés kohómérnök 1931. július 26-án született Győrben. Középiskoláit a győri bencések-nél végezte, 1950-ben érettségizett. A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen technológus szakon kapott oklevelet.



1956-ban kezdett dolgozni a Csepeli Csőgyárban üzemmérnöki beosztásban. Főművezető, üzemvezető, gyáregység-főmérnök, majd gyáregység-vezető beosztásban dolgozott itt.

1973–78-ig a Csepeli Tervezőintézet irányító szervezője, 1978–80-ig a Csepeli Csőgyár főtechnológusa, 1980–83-ig a Csepel Művek Vasműve gyártmányfejlesztési főmérnöke volt.

1983–1991-ig, nyugdíjba vonulásáig a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés főtechnológusa, majd műszaki osztályvezetője, két év megszakítás után innovációs osztályvezető volt.

Jelentősebb szakmai tevékenységei: csőgyártási technológiák kreatív művelő-

je, csőgyártásról szóló előadásai, megjelent cikkei, a csőgyártó konferenciák (4) szervezése és kiadványai révén szakirodalmi alapokat segített lerakni, az acélcsőgyártó szakkönyvnek társszerzője volt. Foglalkozott a hiperbolikus csőegyenesítés elméleteivel, kifejlesztette az új gáztömör hegesztett csövek gyártását és szabványosítását, valamint a hegesztett forrcsőív gyártását. Eredményesen vezette be a hegesztett precíziós kerék-párcsövek technológiáját és az új citromprofilú kardáncsőkapszoló megvalósítását. Számos kisgépesítést hajtott végre, a nagy Pilger-sori cső kikészítő gépeinek összekötése.

Eredményes szakmai és társadalmi munkájának alapján hatszor Kiváló Dolgozó, háromszor Kiváló Munkáért miniszeri kitüntetésben részesült.

1956–1991 közötti időben tevékenyen részt vett az egyesület életében, több szakbizottságban dolgozott. 1965–70 között a vaskohászati szakosztály titkára volt. 1978–80 között a csepeli helyi csoport titkári teendőit látta el. Aktív munkássága alatt a vaskohászati szakosztály vezetőségének tagja volt, valamint a csepeli helyi csoportnál is vezetőségi tagként tevékenykedett.

**Pék Józsefné** született Selmeci Ilona okl. kohómérnök 1931. szeptember 24-én Budapesten született. Középiskolai tanulmányait a budapesti Ránolder-Intézetben végezte. 1950–54 között a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem kohómérnök-hallgatója volt, 1954-ben kapott fémkohómérnöki oklevelet.



Első munkahelyén, a Fémötvöző Vállalatnál üzemmérnöki, majd laboratóriumvezetői munkakört töltött be. Számos újítás és új – elsősorban polarográfias – anyagvizsgálati módszer kidolgozása és alkalmazása fűződik nevéhez.

1967-ben – vállalati átszervezéssel – a Csepeli Fémű alkalmazásába került, ahol minőségellenőrzés-vezetői, majd Műszaki Ellenőrzési Osztály vezetői munkakört töltött be. Ezen munka keretében olyan korszerű anyagvizsgáló laboratórium kiépítését és műszerezését irányította, amely 1985-ben – az országban elsőként – került akkreditálásra.

A műszaki ellenőrzés fejlesztése során, 1986-ban a vállalat két gyáregységében (DIPFORMING és ESAB elektródagyártás) ISO 9002 szerinti minőségbiztosítás bevezetését irányította, sikeres auditálás és tanúsítás megszervezésével.

Résztevője volt a Csepeli Fémmű gyártmányfejlesztő munkájának, aminek elismerésképpen két alkalommal Nívódíj első fokozata szakmai kitüntetésben részesült és Kiváló Munkáért Érdeméremmel tüntették ki.

1990-ben történt nyugdíjazását követően minőségbiztosítási szaktanácsosként továbbra is a Csepeli Fémmű Rt. alkalmazásában maradván, részt vett a vállalat minőségbiztosítási rendszerének kiépítésében és TÜV tanúsításra való felkészítésében.

Az ISO 9001-2000 szabvány életbe lépését követően a Csepeli Dipforming Kft. minőségirányítási rendszere TÜV auditra való felkészítését irányította. Ezt követően – jelenleg is – minőségirányítási auditori munkát végez.

## 70. születésnapját ünnepelte

**Hopka László** okl. kohómérnök 1936. június 28-án született a Heves megyei Gyöngyöshalmajon. A gyöngyösi gimnázium után a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán végzett 1962-ben.



A Salgótarjáni Kohászati Üzemekben kezdett dolgozni technológusként az akkor a legmodernebbnek számító nyugatnémet gépekkel felszerelt hideghengerműben. Itt szinte minden beosztásban dolgozott, míg 1974-ben a gyárrészleg vezetésével

bízták meg. Az itteni munkássága idején számtalan új eljárást, új termékeket és korszerű technológiát dolgozott ki és vezetett be.

1974-ben az SKÜ műszaki igazgatójának nevezte ki az akkori Nehézipari Minisztérium. Tizenhárom évi műszaki igazgatói megbízatása idején a vállalat jelentősen bővítette értékesítését a hazai és az úgynevezett tőkés exportpiacon, számtalan gyártáskorszerűsítést és beruházást hajtottak végre.

1991-ben, az akkori törvényeknek megfelelően a vállalati tanács megválasztotta a cég vezérigazgatójának. Az SKÜ ebben az időben nagyon nehéz helyzetben volt, de négy év után – a közben Salgótarjáni Acélárugyár Részvénytársaság nevet felvevő cég – már újra nyereségesen működött. Az értékesítés megduplázása mellett újra számottevő gyártás- és gyártmányfejlesztést valósítottak meg. A jelentősebb beruházások közül a BNV nagydíjas LAFIL gyártást és azt a több mint 800 millió Ft-os Hyfert programot említjük meg, melynek kivitelezését nyugdíjba vonulása miatt az utódjára hagyta.

Sokszínű gazdasági munkája mellett a szakmával összefüggő társadalmi munkában is részt vett. 1964-től 6 évig az OMBKE salgótarjáni csapatának titkára, majd később több cikluson át az elnöke volt. Az egyesületen belül a hidegalakítási szakcsoport elnökeként szervezte meg, hogy több mint egy évtizedig Salgótarján legyen a nemzetközi hidegalakítási konferenciák házigazdája. Ezeket rendszeresen részt vett szakmai előadásokkal is. Cikkei jelentek meg a BKL-ben és más szakmai lapokban. Az MVAE műszaki szakigazgatói tanácsának elnöke is volt műszaki igazgató korában, majd vezérigazgatóként az MVAE igazgatótanácsa érembizottságának elnöke volt nyugdíjba vonulásáig.

Számtalan kitüntetésben részesült szakmai és egyesületi munkájáért.

**Szél Ferenc** mintakészítő, faipari technikus Hódmezővásárhelyen született 1936. július 2-án. Szülei földművelők voltak. Az általános iskola elvégzése után 1952-ben a Váci 204-es Öntőipari Iskolában mintakészítő szakmát tanult. Mestere *Bukovszki Imre* volt. 1954-ben szakmunkásvizgát tett, majd Hódmezővásárhelyen több kisebb vállalatnál dolgozott. 1960-ban nősült. Két családja van, leánya pedagógus, fia az apja mesterségét tanulta. 1962-ben a HÓDGÉP-nél (CSMGV) egy tíz fővel dolgozó mintakészítő műhelyt hozott létre. Hat tanulót nevelt és négy főt átképzett mintakészítőnek. Munkája jutalmul többször kapott Kiváló Dolgozói és egyszer miniszteri kitüntetést.



1966-ban a Budapesti Könnyűipari Technikumban faipari technikus oklevelet szerzett. 1970-ben mintakészítő iparigazolványt kapott, ettől kezdve fejlesztette műhelyét. 1982-ben a METRIPOND alumínium öntödéjének lett öntvénytechnológusa. 1991-ben korengedményes nyugdíjba küldték, ettől kezdve saját műhelyében dolgozik fiával, tanítványával és egy mintakészítő munkatárssal.

Munkakapcsolatban van a környező öntödékkel, ahová fa-, fém- ill. műanyag mintákat készít, kézi és gépi formázáshoz, valamint égetési anyagok gyárainak készítő égetési eszközök modelljeit.

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

Az OMBKE budapesti szervezetei tisztelettel meghívják az egyesület tagjait, családtagjait és minden érdeklődőt

**2006. december 4. (hétfőn) 17.00 órakor**  
a gellérthegyi Sziklatemplomban tartandó

**SZENT BORBÁLA-NAPI SZENTMISÉRE**

**Eladó a Csepeli Cinköntő Kft.**  
a tulajdonos halála miatt.

A kft. tevékenységi köre:  
cink-kereskedelem, alumínium nyomásos öntészet.  
Érdeklődni **Gombár Jánosné**nál  
(30/234-1426) lehet.



## Tiszteletbeli kohásszá avatás Diósgyőrben

2006. június 8-án kedves ünnepség színhelye volt a DAM 2004. Kft. A diósgyőri vasgyár korábbi és jelenlegi kollektívája, a felsőháromi Kohászati Múzeum munkatársai tiszteletbeli kohásszá avatták dr. Dobrossy Istvánt, a miskolci levéltár igazgatóját.

A kohásszá avatással Dobrossy István annak a szakmai közösségnek lett a tagja, amelybe édesapja révén – a diósgyőri gyár nagy szaktudású mintaasztalosa volt – eddig is tartozott.

Bár a miskolci Meggyesalja utcán lévő szülői ház gyárhoz való közelsége, az ott-honi beszélgetések kapcsán a vasgyár szeretete mélyen beívódott gyermeki lelkébe, a tanárai által megismertetett és megszerettetett humán tudományok más, új dimenziókat jelentettek számára, a történelem, a néprajz felé irányították.

Tanulmányai befejezése után tanárai kérték, maradjon az egyetemen. A debreceni alma mater kedves közössége a tudományos munkájához kiváló környezetet biztosított, azonban a családi kör, a miskolci, Miskolc környéki kultúrtörténeti értékek hazavonzották. S mint általában azok a dolgok, amelyekkel az ember azonosítást érez, nagyon fontosá, szenvedéllyé válhatnak számára. Így vált fontossá, Dobrossy István élete meghatározójává Miskolc város múltjának kutatása és közkinccsé tétele.

Tudományos kutató munkájának eredményeit 750 publikációban adta közre, melynek jelentős hányada Miskolc történelmi múltjához kötődik.

Az általa írt művek:

- Miskolc képekben és írásokban,
- Piac, vásár sokadalom Miskolcon,
- A miskolci vendéglátás története 1745-1945,
- Az igazsi Miskolc

és még sorolhatnám népszerűsítő köteteket, melyekben nem csak a város középületeit, szobrait, diplomáit, iskoláit mutatja be, hanem megismerteti az érdeklődőt a város azon polgáraival is, akik saját korukban kiemelkedő munkát végeztek Miskolc arculatának alakításában.

Szolgálja a szakmát, amikor a modern történelemtudomány módszereit hasznosítja veles és lelkes amatőr kutatók bevonásá-

val monográfiák sorozatait szerkeszti és folyamatosan jelenteti meg.

1997-ben útjára indította a „Tanulmányok Diósgyőr történetéhez” című monografikus sorozatot. A legkiválóbb szakemberek *Báron István, Boros Árpád, Balázs József, Bessenyei József, Czeglédy Ilona, Csiffári Gergely, Jung János, dr. Kiss László, Kiszely Gyula, Kovács György, Lovász Emese, Marosvári László, Olajos Csaba, Porkoláb László, Séllei István, dr. Sziklavári János* közreműködésével Diósgyőr, Perces, a Garadna patak völgye, a vasgyári ipari és lakótelep történetének feldolgozása dr. Dobrossy István szakmai segítségével, támogató biztatásával készült. Közel 10 év alatt a sorozat 16 kötetre gyarapodott. Ezek a kötetek nemcsak településtörténeti, kultúrtörténeti dokumentumok, hanem a diósgyőri kohászati gazdasági működéséről, a vas- és acélgártás, az acélhengelés leghitelesebb és legfontosabb ipartörténeti bizonyítékai is.

Talán e vázlatosan bemutatott szakmai életút tanúsítja, hogy Dobrossy István időléptékével miért kellett 60 évnek eltelnie, hogy a vas gyártásáról alkotott elképzelései és a kötetek szerkesztése során szerzett alapos elméleti ismeretei a reális valósággal szembesüljenek.

A DAM 2004. Kft. acélmű üzemében *Melles András* ügyvezető igazgató és *Myitray László* műszaki és termelési főmérnök, továbbá a kohászat korábbi és jelenlegi szakemberei körében a 446512 számú 41CrS4G minőségjelű adag gyártása során a szükséges acélgártói öltözetben tevőleges részesevé vált egy acéladag előállításának.

A munka befejezését követően a társaság tanácstermében Melles András ügyvezető igazgató méltatta dr. Dobrossy István gyárhoz való kötődését, és tiszteletbeli kohásszá avatását díszes oklevéllel is bizonyíthatóvá tette.



■ A balekavató szakestély résztvevői: dr. Kiss László, dr. Myitray Dániel, dr. Dobrossy István, Pusztai Árpád, Melles András, Porkoláb László

Az ünnepségen résztvevők tudatában voltak annak, hogy egy történész-néprajzos számára akármennyire is lenyűgöző az acélgártás látványa, érdeklődése ettől szélesebb körű, kiterjed az emberi kapcsolatokra, a szakma kulturális hagyományaira és annak ápolására. Mindezek megismertetésére a gyári, üzemi ünnepséget követően *Boros Árpád* (aliasz Papó), kedves volt kollégánk borospincéjében a helyi adottságokat figyelembe véve „mini” balekavató szakestélyt tartottunk dr. Kiss László (aliasz Koma) elnökletével és dr. Myitray Dániel (aliasz Hírharang) nótaintonáló közreműködésével. A befogadó gazda ételkülönlegességei és elismerten kiváló borai fogyasztása közben Dobrossy István „szenvedő” résztvevőként megismerhette a bányász-kohász-erdész szakmák vígsági szokásait, dalait.

A kötetlen beszélgetés során az ünnepelel elmondta, hogy terveit között sok olyan téma szerepel Miskolc történelmi múltjából, amit még meg akar írni és közre kíván bocsátani. Ezek közül nem kevés a vasgyár múltjához kapcsolódik.

Kedves Dobrossy István! Kívánjuk, hogy terveidet a város polgárai, a vasgyár volt és jelenlegi dolgozói örömeire maradéktalanul sikerüljön megvalósítanod. További szolgálatodhoz kívánunk hagyományos köszöntésünkkel Jó szerencsét!

dr. Myitray Dániel

## Erdélyben jártunk

Sok-sok éve már, hogy a nógrádi bányászok és kohászok OMBKE szervezete családtagok részvételével szervezi meg nyári kirándulását. Idén ezt közkívánatra ismét Erdélybe szerveztük meg. Azért írhatjuk, hogy ismét, mert az 1994-ben létrejött közös szervezet az eltelt bő évtized alatt már több alkalommal ismerkedett Erdélyvel, természetesen mindig más-más részletével.

Idén a résztvevők – no és pénztárcánk – kímélése érdekében éppen csak átugrottunk a határon, mintegy 100 km-nyire Nagyváradtól Kalotaszentkirályt terveztük szálláshelyül. Egyik tagtársunk már járt ott turistaként, és így volt ismeretünk arról, hogy itt már elég régóta az ún. falusi turizmus igényeit kielégítően fogadnak vendégeket – mint ott megtudtuk – szinte egész Európából.

Már az év elején elkezdtük az útiterv összeállítását és ennek megfelelően a szállások lefoglalását, és – mivel nyáron általában nagyon meleg tud lenni egy autóbuszban is – a modern technika lehetőségeit kihasználva egy „légkondis” buszt kötöttünk le.

Kellemes időben június 30-án indulunk el az Alföldön keresztül ezen útra, mivel csak kb. 350 km-re volt szálláshelyünk, nem kellett nagyon „rohanni”. Hazánk területén csak egy komolyabb megállót tartottunk, mivel az ártándi határátlépés után tartósabb megállót Nagyváradra ütemeztünk. Bár több pénzváltó jegyző Salgótarjánban is a román új lejt, kapni nem lehetett, csak ide tévedő turistáktól vesznek át esetenként ilyen pénzt, úgy, hogy ezzel csak a határnál tudtuk feltan-

kolni magunkat. Egyébként az általunk látogatott területen sok üzletben, no és az út menti árusok is, elfogadják a mi forintunkat is.

Nagyváradon megnéztük a régi városközpont nevezetesebb épületeit, és mentünk tovább Kalotaszentkirályra. A mai technikának köszönhetően minden levelezésünket e-mail kapcsolattal tudtuk elintézni, így annak közlését is, hogy kb. mikor érkezünk oda. A szállásunk végül is három családnál volt, ahol a jó, többnyire házi készítésű reggeliket és vacsorákat is elfogyaszthattuk. Az utolsó esti vacsorát költöttük el közösen egy régi csürből kialakított „étteremben”, ahol helyi táncosok adtak kis műsort és némi táncbemutatót, illetve ugyancsak odavalósi zenészek muzsikáltak nekünk. Nagyon sok dalt „közös előadásban”, azaz a csoport éneklésével adtunk elő.

A kalotaszegi látnivalókról részletesebb ismertetést nem adunk, hiszen ezt különböző, Erdélyről szóló útikönyvek is tartalmazzák. Nekünk a jobb tájékozódás érdekében mindhárom ott töltött napon volt idegenvezetőnk, akinek sok, általában kevésbé ismert ismeretet és látnivalót köszönhetünk. Így például Toroczkón megnéztünk egy ma is üzemképes kisebb vízimalmot, mely egyben kovácsműhely is volt valamikor, valamint egy kisebb „mágánmúzeumot”, amely anyagát egy idősebb asszony gyűjtötte össze egy üresen álló lakóházban, s szemléletesen mutatja az ott élők életét az elmúlt évszázadok alatt.

Nagy sétát tettünk a Tordai-hasadék távrolról való megnézéséhez (autóbusszal

nem járható köves földúton), valamint az almásgalgói „Sárkányok-kertjéhez”.

Csak röviden felsorolva, hol is jártunk még: Kolozsvár a Házsongárdi temetővel, Nagyenyed, Körösfő, Bánffyhunad, Zilah, Zsibó – természetesen nem e sorrendben.

Az út tervezésénél és főleg a helyszíni megvalósulásánál sajnos nagyon oda kell figyelni a terület útviszonyaira: nem jobb és nem rosszabb, mint a közismert helyzet Romániában, legalábbis egyes utakon 5 km/óra is lehet az autóbusz sebessége, ha túl akarja élni a nagy kirándulást.

Utolsó reggel érzékeny búcsút vettünk házigazdáinktól, akik elmondták, hogy a mai körülményeknek megfelelően szeretnének minél több vendéget látni, mindent megtesznek a színvonalas ellátás érdekében, s minket is kértek, hogy e törekvésükben legyünk segítségükre.

Hazafelé még Bánffyhunadon néztük meg egy ott dolgozó fafaragóművész munkáit, többen elköltötték még a megmaradt új lejeiket, s végül még Nagyvárad újabb városrészét néztük meg és vettünk búcsút Erdélytől – de minden bizonnyal lesz még oda, ha más területre is utazásunk.

A hazai úton már vidámabban szaladt autóbuszunk, bár az út rekonstrukciója miatt nem zavartalanul. Utunk utolsó közös programja egy jó haluzsonna (korai vacsora) volt a Halászcserécsárdában Poroszlónál. Ezután már csak a leszállók igényei szerint álltunk meg, s sok szép emlékekkel is gazdagodva tértünk haza. Az úti nehézségeket hamar elfelejtjük.

**Liptay Péter**

## Személyi változások a Miskolci Egyetemen

Az egyetemi szabályzat szerint 2006. június 30-án **dr. Bessenyei Lajos** rektornak és **dr. Káptay Györgynek**, a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánjának lejárt megbízatása a lehetséges vezetői ciklusszámok kitöltése miatt nem hosszabbítható meg.

Az Egyetemi Tanács rektorrá **dr. Patkó Gyulát**, az előző ciklus általános rektorhelyettesét, a Műszaki Anyagtudományi Kar

Tanácsa dékánárá **dr. Gácsai Zoltánt**, a Fém- és Tanszék egyetemi tanárát, dékánhelyettesé **dr. Kékesi Tamást**, a Metallurgiai és Öntészeti Tanszék egyetemi tanárát választotta meg.

Oktatási rektorhelyettesi kinevezést kapott szakterületünkről **dr. Szűcs István**, a Tüzeléstan Tanszék egyetemi tanára.

A vezetői tisztséghez rendelt felső kor-

határ elérése miatt vezetőváltás történt a Metallurgiai és Öntészeti Tanszéken is. **Dr. Károly Gyula** egyetemi tanár tanszékvezetői megbízatása lejárt. A Kari Tanács javaslata alapján tanszékvezetői megbízást kapott három évre **dr. Üll János** egyetemi docens. A tanszékvezető-helyettesi feladatok ellátására **dr. Török Tamás** egyetemi docent bízta meg.

## "Múzeumok Éjszakája" az Öntödei Múzeumban

Az év leghosszabb éjszakáján, Szent Iván éjjelén, a múzeumok már évek óta nyitva tartanak. Az Országos Műszaki Múzeum Öntödei Múzeuma 2006-ban először vett részt a Múzeumok Éjszakája országos rendezvénysorozaton. Az éjszakai programnak nagy sikere volt, 428 látogató kereste fel a múzeumot.

Abban a szerencsés helyzetben voltunk, hogy a Magyar Nemzeti Galériában rendezett sajtótájékoztatón a programunkat szemléltethettük. Székesfehérvári és budapesti kohómérnökökből verbuváltunk alkalmi dalárdát, akik a sajtótájékoztatón kohásznótákat énekeltek, miközben az „ünnepi italt”, a krampampulit kóstolhatták a jelenlévő újságírók. Ezzel az Öntödei Múzeum programja, de egyben a bányász-kohász hagyománytisztelet is nagyobb nyilvánosságot kapott.

Június 24-én este a múzeum parkjában a kihelyezett fáklyák, gyertyák, kerti padok vidám és egyben romantikus hangulatot varázsoltak.

Rendezvényünk „ attrakciója ” az volt, hogy a látogatók a bejáratnál kapott kóstolójegy ellenében megízlelhatték a krampampulit. A nagy hősségre való tekintettel ezt most jégbehűtve tálaltuk. Munkatársaink a program teljes ideje alatt folyamatosan pótolták a sok gyümölcscsel, konyakkal és vörösborral készült italt.

A krampampuli élvezetéhez a selmeci időkből származó nóták éneklése szorosan kapcsolódik. Miskolci egyetemisták és

fiatal öntömérnökök tanították az érdeklődőknek a bányász-kohász nótákat egész éjjel, a program utolsó pillanatáig.

Kezdetben a múzeumot ismerő baráti és szakmai körök képviselői jöttek, később aztán egyre nagyobb számban érkeztek a múzeummal ismerkedni szándékozó látogatók, azok, akik tudatosan fűzték fel múzeumunk megtekintését tervezett programjukba.



■ Fotó készül az öntömesterekről



■ A fiatal kohászok alkalmi kórusa

gatók, azok, akik tudatosan fűzték fel múzeumunk megtekintését tervezett programjukba.

Az „Öntömesterré fogadjuk!” interaktív program keretében a kohászházba öltöztetett látogatókról fényképet készítettünk, és azt névre szóló oklevél kíséretében adtuk át. Bátortalan indulás után a beöltözésre vállalkozók száma egyre növekedett. Mind több látogató kezében volt ott az öntömesterről fényképezett oklevél, melyből összesen 118 készült.

A tárlatvezetés, a filmekbe történő betekintés egy-egy látogató részére hosszabb időt vett igénybe, hiszen már magára az épületre rácsodálkoztak. Tárlatvezetést a beharangozott óránkénti alkalmon felül a felmerülő igények szerint is tartottunk. A fotózás és a krampampuli kóstolása igen vendégmarasztaló volt.

Jóleső érzés volt, hogy látogatóink távozásukkor elbúcsúztak a múzeum dolgozóitól. Ez bizonyítéka, hogy itthon érezték magukat, és sok új ismeretre tettek szert. Többen kérdezték, hol lehet szavazni, mert ők a mi múzeumunk programját tartották a legjobbnak.

A Múzeumok Éjszakájára az Öntödei Múzeum anyagi támogatást kapott a Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériumától. Az egyetemisták utazási költségeit pedig egyesületünk öntészeti szakosztálya vállalta, amit ezúton is köszönünk.

Schudich Anna

## Senki sem próféta a saját hazájában

Volt egy kislány, aki már gyermekként művésznak készült. Az út azonban göröngyös volt. Érettségi után nem vették fel a Budapesti Képzőművészeti Egyetemre. A Pécsi Egyetemen fejezte be irodalmi és művészeti tanulmányait. 1999-ben családját és barátait elhagyva Angliába költözött, majd beiratkozott a Heartgerley School of Fine Art művészeti iskolába, ahol két évig tanulta a szobrászatot és 2004-ban diplomát szerzett. 2006-ban kerül sor Varga Csilla szobrászművész első önálló londoni kiállítására.

Tehetségét felismerve a Magyar Alumíniumipari Múzeum is felajánlotta egy önálló

kiállítás megrendezését. Szeptember 12-én nyitotta meg Székely János Jenő, Varga Csilla első mestere a fiatal művésznő első önálló hazai kiállítását. A nagyszámú érdeklődő ízelítőt kapott a megnyitó művész szakmai életének nehézségeiről és a székesfehérvári kulturpolitika gondjairól. Aztán sor került a kiállító művész és alkotásainak rövid ismertetésére is. Végül a megnyitó művész saját gitárkísérettel egy angol dalt adott elő.

A szakmai megnyitó után a múzeum igazgatója, Kovács Istvánné üdvözölte a megjelent vendégeket és kívánt sok sikert

Varga Csillának további munkájához.

A jól összeválogatott anyag megtekintése után a megnyitó vendégei kedélyes beszélgetéssel fejezték be a kis ünnepséget és értékelték a látottakat.

Számunkra érdekes, hogy a felhasznált anyagokból az alumínium sem maradt ki.

Az öntött bronz- és alumíniumplasztikák magyarországi öntődében készültek.

A kiállítás méltó folytatása az eddigi időszakos művészeti tárlatoknak, amelyekkel a múzeum nagy mértékben hozzájárul a székesfehérvári kulturális élet élénkítéséhez.

(H.W.)

# KÖZLEMÉNY

## a személyi jövedelemadó 2005-ben felajánlott 1 %-ának felhasználásáról

A többször módosított 1996. évi CXXVI. törvény 6.§-ának (3) bekezdésében előírt kötelezettségünknek eleget téve a következőkben adunk számot annak a

**3 871 919 Ft, azaz Hárommillió-nyolcszázhetvenegyezer-kilencszáztizenkilenc forintnak**

a felhasználásáról, melyről Egyesületünk tagjai és támogatói 2005. évben a 2004. 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	1.654.319 Ft
• hagyományápolásra, a bányászok és kohászok szakmai megbecsülésére	1.756.535 Ft
• fiatalok részvételének támogatása egyesületi rendezvényeken	215.909 Ft
• kegyeleti költségekre	245.156 Ft

Egyesületünk minden tagja és választott tisztségviselője nevében megköszönöm ezt a jelentős támogatást, és kérem, hogy a jövőben is támogassák 114 éves egyesületünk célkitűzéseit.

Budapest, 2006. szeptember 30.

Jó szerencsét!

**Dr. Tolnay Lajos**  
elnök

## Szentpéteri Péter

(1940-2006)



*„Gyorsan elszálló napok,  
rohanó évek,  
gondok, örömök, tervek,  
megkezdett gondolatok,  
ki nem mondott szavak, remények,  
mindennek vége lett.  
Isten Véletek.”*

*E gyönyörű idézet vezette be a Szentpéteri Péter okl. kohómérnök halálhírért tudunkra adó közlést a Fejér megyei Hírlap 2006. július 17-ei számában. Akik olvasták és Péter barátunkat ismerték, megdöbbentek e szomorú hír láttán.*

*1940. szeptember 26-án született Székesfehérváron. A Gróf Széchenyi István (átmenetileg akkor Szamuely Tibor) Gépipari Technikumban érettségizett, majd a Székesfehérvári Könnyűféműben kezdett dolgozni, ott, ahol édesapja is dolgozott. A szorgalmas, tehetséges ifjú szakembert a vállalat vezetősége (néhány társával egyetemben) további ismeretszerzésre ösztönzőjasként felsőfokú képzésre íratta be. Így került a Nehézipari Műszaki Egyetemre (Miskolc), ahol 1965-ben okl. kohómérnök diplomát szerzett.*

*A Könnyűféműbe ment vissza dolgozni. A technológiai osztályon részt vett a vállalat ún. „Technológiai alapok” rendszerének kidolgozásában. Itt kapcsolódott be az Egerszegi János termelési főmérnök által vezetett számítógépes termelési irányítási rendszer kialakításába, bevezetésébe. A vállalat nagyarányú fejlesztése volt ez az időszak. A magyar alumíniumiparon belül a hengerelt termékek gyártása maradt el a legszembetűnőbbben. 1965 augusztusában kezdődött meg a*

*szélesszalag hengermű építése. Mivel az új technológia berendezéseit a Szovjetunióból szereztük be, ezért a létesítendő új üzem szakemberei tanulmányozták azokat a Belaja Kalitva-i (SZU) gyárban. Péter is részt vett ezeken a tanulmányutakon. A hengermű gyáregység beüzemelését követően felelős beosztásba került, a termelési osztály vezetője lett, amely naponkénti számonkéréssel és megfeleléssel járt. Újabb megemeltetést, megterhelő idegmunkát jelentett, amikor a kereskedelmi főmérnökség szállítmányozási osztályának vezetője lett (vevőszolgálat, raktározás, szállítási határidők teljesítése stb.). Innen ment nyugdíjba.*

*Munkatársai, beosztottjai iránt megértő, haragot nem tartó, megbántást kerülő vezető volt.*

*Közösségi ember volt, fiatal kora óta az osztály, az évfolyam egyik motorja. 1963-ban lépett be az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületbe, ahol a helyi csoport egyik szervezője, rendezvényeinek lelkes résztvevője volt. 2003-ban kapta meg 40 éves tagsága elismeréseként a Soltz Vilmos-emlékérmét.*

*Nyugdíjazása után kevés ideje maradt a fáradtságos évek kipihenésére. Egyre romló egészségi állapota miatt kórházi kezelésre, műtetre ment, ott aludt el örökre.*

*2006. július 20-án búcsúztunk tőle, osztály- és évfolyamtársai, barátai, volt munkatársai ismerősei. Valamennyiünk nevében Clement Lajos vett tőle végső búcsút és kívánt ősi bányász-kohász köszönnel utolsó Jó szerencsét!*

**Csömöz Ferenc**



Megoldásokban mindig az élen



Hagyományos, levegőbefúvásos gázegő lángképe a kemencében



SIAD oxigéndúsításos gázegő lángképe a kemencében



SIAD oxigénbefúvásos gázegők,  
Ipari gázok és technológiák  
a SIAD-tól



**SIAD Hungary Kft.**

3527 Miskolc, Zsigmondy út 38.

Tel: 06 46/ 501-130, Fax: 06 46/ 411-681

E-mail: [siad@siad.hu](mailto:siad@siad.hu)

[www.siad.hu](http://www.siad.hu)

A hirdetéssel összefüggő cikk Öntészet rovatunkban olvasható.

## MEGHÍVÓ

Az OMBKE vaskohászati szakosztály budapesti helyi szervezete a hagyományoknak megfelelően

### Luca-napi szakestélyt

szervez, melyre a tagtársakat ezúton tisztelettel meghívjuk. A szakestély során ismét lehetőség nyílik éneklésre, eszegetésre és poharazgatásra, valamint tanulságos történetek elmesélésére, anekdotázgatásra is. Mindenkit arra bátorítunk, hogy amennyiben ilyen humoros történetet ismer, azt ezen az estén ossza meg velünk és mesélje el.

A szakestély időpontja: 2006. december 13. szerda du. 17.00 óra.

Helyszín: MTESZ székház, Budapest, Fő u. 68.

Részvételi díj: 1000 Ft.

A szakestély résztvevői a helyszínen kupát is vásárolhatnak, melynek várható ára 1200 Ft lesz.

dr. Réger Mihály  
a helyi szervezet titkára

dr. Csirikusz József  
a helyi szervezet elnöke