

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Anyagtudomány

Felsőoktatás

Hírmondó

146. évfolyam

2013/3. szám



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

TARTALOM

Vaskohászat

- 1 **Farkas O. – Móger R. – Csepeli Zs. – Magyar Zs.:** A nagyolvasztói fúvóforma-eróziós folyamatok körülményeinek vizsgálata
 7 **Tardy P.:** Az Európai Bizottság és az acélipar: változó szemlélet

Öntészet

- 14 **Pabel T. – Kneissl, Ch. – Brotzki, J. – Müller, J.:** Nem csak környezetvédelmi előnyök – alumíniumöntvények tulajdonságainak javítása Inotec-magok használatával
 19 **Gál Gy. – Hatala P.:** Szoboröntészeti kiállítás az Öntödei Múzeumban
 21 **MÖSZ-hírek**
 23 A világ öntvénytermelése

Fémkohászat

- 24 **Horváth J.:** Az alumíniumelektrolízis technológiai fejlesztésének áttekintése és a globalizált alumíniumtermelés
 33 **Emléktábla-avatás Csepelen**
 36 Dr. Becker Ervin, a magyar alumíniumkohászat alapítója

Agyagtudomány

- 38 **Verő B.:** Az ultrafinom szövetszerkezet kialakításának lehetséges újtjai és ezek kapcsolatrendszere
 42 **Szabó P. J. – Bereczki P.:** Intenzív alakítási és hőkezelési folyamatok mikroszerkezetre gyakorolt hatásának értelmezése visszaszórtelektron-diffrakcióval

Felsőoktatás

- 48 **Sajtóközlemények**
 50 **Török T.:** Az ásványtan-kémia-kohászat felsőfokú oktatásának kezdete
 51 **Egyetemi hírek**

Híromdó

- 53 **Pilissy L.:** A két egykori kutatóintézetéről...
 57 **Hétköznapi visszpillantások**
 57 **Nemak szakmai nap a Miskolci Egyetemen**
 59 **Negyven éves a dunaújvárosi vas- és acélszobrászat**
 60 **Látogatás a Bombardier-nél**
Reneszánsz kori bányász-kohász-erdész emléktúra
 62 **V. Özdi Ipari Örökségvédelmi Konferencia**
 63 **Múzeumi hírek**
 64 **Köszöntés**

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

FROM THE CONTENT

Farkas O. – Móger R. – Csepeli Zs. – Magyar Zs.: Investigation of blast furnace tuyere erosion processes ... 1
 The leakage of blast furnace tuyeres is an unpredictable incident, which happens several times at normal blast furnace operation (20-50 pcs/a). The reasons for BF tuyere damages were investigated and the liquid slag and hot metal were found as the main causes of the tuyere burn-out. Investigation was initiated in order to describe the accurate wear mechanism of tuyere erosion due to hot metal and slag. Metallographic tests were performed by analytically analysing the removed noses of damaged tuyeres. Analyses showed Cu-Fe solid solution formation between tuyere material and the Fe-content of hot metal droplets.

Tardy P.: The European Commission and the steel industry: changing approach ... 7
 Analyzing the causes of the crisis the European Commission concluded that the share of industry in GDP must be increased in the EU. It was announced that the competitive industry needs a strong, competitive steel industry in Europe. The competitiveness of the steel industry is endangered by several factors connected to the regulation and priorities of the EU. Considering the proposals of the steel industry the Commission published not long ago the Action plan for a competitive and sustainable steel industry in Europe, that contains important elements to remove factors endangering competitiveness. The publication is a summary of the most important items of the action plan.

Pabel, Th. – Kneissl, Ch. – Brotzki, J. – Müller, J.: Advantages are not only Environmental – Improved Properties of Aluminium Cast Parts Through the Use of Inotec Cores ... 14
 When foundries are interested in inorganic mould or core manufacturing methods, this is usually motivated by the possibility of reducing emissions. In fact, the use of inorganic binder systems is not only beneficial to the environment

Horváth J.: Outlook of the Development of the Aluminium Smeltig Technology

and the Globalisation of the Aluminium Production ... 24
 In present paper the most important development results are described which meant significant breakthrough in the development of the aluminium electrolysis technologies. Those scientific results are summarised which maintained the developments in the construction and operation. These developments reached the upper limit of Hall-Héroult process. The present article describes the construction developments of the Söderberg and prebaked cells, indicates the limits of the Söderberg construction developments.

Verő B.: The possibilities for producing ultra fine grained microstructure and their relationship ... 38
 In the paper the most important results are discussed achieved in an EU-supported research work „TÁMOP 4.2.2.-08/2008-0016 projekt 2”. Subproject No. 2 was focused to the examination of mechanism leading to UFG-microstructure. These mechanisms are characterized from a complex point of view. It was shown that the lath martensite microstructure corresponds due to its high dislocation density to the microstructures developing during severe plastic deformation.

Szabó P. J. – Bereczki P.: Investigation of the effect of severe plastic deformation and heat treatment on the microstructure by electron back scattering diffraction ... 42
 A possible method for producing ultra fine grained metals is to create a high dislocation density, then apply a proper heat treatment. High dislocation density can be achieved by intensive plastic deformation, or rapid phase transformation (e.g. martensitic transformation). During the experimental work intensive plastic deformation was performed by caliber rolling and multiaxial forging (in both cases several cycles were applied), rapid phase transformation was done by quenching. After proper heat treatment, ultra fine grained metals were obtained. Grain size, grain boundary types and the internal deformation of the grains were measured by electron back scattering diffraction.

- **Szerkesztőség:** 1051 Budapest, Október 6. utca 7., III. em. • **Telefon:** 06-1-201-7337 •
- **Levél cím:** 1371 Budapest, Pf. 433, e-mail: bkl.kohaszat@gmail.com •
- **Felelős szerkesztő:** Balázs Tamás •

• **A szerkesztőség tagjai:** dr. Buzáné dr. Dénes Margit, dr. Klug Ottó, dr. Kórodi István, Lengyelne Kiss Katalin, Schudich Anna, Szende György, dr. Takács István, dr. Tardy Pál, dr. Török Tamás •

- **Kiadó:** Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület • **Felelős kiadó:** dr. Nagy Lajos •
- **Nyomja:** Press+Print Kft. 2340 Kiskunlacháza, Gábor Áron u. 2/a • **HU ISSN 0005-5670** •

Belső tájékoztatásra, kereskedelmi forgalomba nem kerül. • A közölt cikkek fordítása, utánnyomása, sokszorosítása és adatrendszerekben való tárolása kizárólag a kiadó engedélyével történhet. •

Internet cím: www.ombkenet.hu/bkl/kohaszat.html

FARKAS OTTÓ – MÓGER RÓBERT – CSEPELI ZSOLT – MAGYAR ZSUZSANNA

A nagyolvasztói fúvóforma-eróziós folyamatok körülményeinek vizsgálata

A nagyolvasztói fúvóformák meghibásodása egy előre nem jelezhető folyamat, amely a nagyolvasztók normál működése során évente átlagosan 20-50 alkalommal bekövetkezik. Korábbi kutatások azt mutatták, hogy a fúvóforma-meghibásodásokért leginkább a fúvóformára kerülő nyersvas és salak okolható. Vizsgálatokat indítottunk annak érdekében, hogy feltárjuk a nyersvas és a salak okozta fúvóforma-meghibásodások (kiégések) részletes mechanizmusát. Metallográfiai vizsgálatokat végeztünk egy sérült fúvóforma orr-részén, amely azt mutatta, hogy a fúvóforma anyaga és a rácsöppenő nyersvas között Cu-Fe szilárd oldat jön létre.

Bevezetés

A nagyolvasztóban a fúvóformák a berendezés alsó, medence részében, annak is a felső felébe kerülnek beépítésre. A vízzel hűtött, nagy tisztaságú rézből készült fúvóformák szerepe a nagyolvasztóba befűjt nagy, 1000-1200 °C hőmérsékletű forrószél kohóba történő továbbítása. A fúvóformák élettartama jelentős tényezője a nyersvasgyártás gazdaságosságának, mivel meghibásodásuk esetén a nagyolvasztót meg kell állítani, így csökken a termelt nyersvas mennyisége, sőt pótlólagos fajlagos tüzelőanyag-felhasználást is okoz. Ennek következtében a fúvóforma-meghibásodá-

soknak a közvetlen többletköltségek mellett, környezetvédelmi aspektusai is vannak.

A témában az Európai Bizottság Szén- és Acélipari Kutatási Alap (RFCS) támogatásával kutatási projekt indult (ExTuL: A fúvóformák élettartamának növelése), melynek legfontosabb célja a fúvóformák élettartamának minimálisan 20%-kal történő növelése. Az említett projektben részt vesz az ISD Dunafer Zrt. is, amely a téma elméleti kidolgozására egy nemzeti kutatási programot indított. Ez utóbbi program keretében többek között a fúvóforma-erózió fémtani vonatkozásait vizsgáltuk. Kutatásunk eredményeit a következőkben ismertetjük.

Elméleti háttér

A nagyolvasztói fúvóforma-erózióknak több oka is lehet, melyeket a következőképpen lehet összefoglalni:

- a fúvósíkhöz érkező anyagoknak (kokszzemcsék, nyersvas- és salakolvadékok, azok elegyei, kokszporral átítatott salakok) a formák külső felületén és orr-részén kifejtett közvetlen koptató, roncsoló hatása,
- ugyanezen anyagoknak a forma felületén, illetőleg áramlási, belső felületén történő rátapadása révén, a réz és a vas között kialakuló fémtani folyamatok eróziós következményei,
- a fúvósíkhban kialakuló kedvezőtlen nyomásviszonyok, azaz az adott nagyolvasztó elegy- és méretviszonyának megfelelő, optimális cirkulációs zónanyomás / fúvószél nyomás viszonyszám, bármilyen irányú eltérése,
- az oxidációs zónát határoló anyagrétegek rossz gázpermeabilitása, azaz mindazon tényezők (elsősorban túlzott kokszpor képződés), melyek a gázáteresztő képességet rontják,

Dr. Farkas Ottó gyémántdiplomás vaskohómérnök. 1952-ben a soproni egyetemen szerzett diplomát, a műszaki tudományok doktora lett 1980-ban, az Orosz Természettudományi Akadémia külföldi tagja 2003-ban. Jelenleg professor emeritusként oktatja a vasmetallurgia tantárgyait. Intenzív kutatómunkát folytatott Ózdon, Diósgyőrben és a DV-ben, jelenleg is ez utóbbi főtanácsosa. Tanszékvezető, intézetvezető, kohókari dékán, általános rektorhelyettes és rektor is volt a Miskolci Egyetemen. Rangos kiténtések birtokosa. Publikációi (120), konferencia előadásai (85) gyakoriak bel- és külföldön.

Móger Róbert okleveles kohómérnök. 1998-ban a Miskolci Egyetem Dunaújvárosi Főiskolai Karán, majd 2001-ben a Miskolci Egyetemen szerzett kohómérnöki diplomát. 1998-ban kezdő üzemmérnökként a Dunafer Acélművek Kft. Nagyolvasztóművében helyezkedett el. Később technológus, technológiai

osztályvezető, majd termelésvezető helyettes volt. Jelenleg az ISD Dunafer Zrt. Technológiai Igazgatóságán metallurgiafejlesztési főosztályvezető.

Dr. Csepeli Zsolt okleveles kohómérnök. 1994-ben végzett a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán, ahol 1998-ban PhD-fokozatot szerzett. 1997-től az ISD Dunafer Zrt.-nél dolgozik, jelenleg az Innovációs Igazgatóság főosztályvezetője. Fő feladata a metallográfiai vizsgálatok irányítása.

Magyar Zsuzsanna okleveles mérnök-tanár (gépészmérnök). 1993-ban végzett Miskolci Egyetem Dunaújvárosi Főiskolai Karán, mint karbantartó gépész üzemmérnök (műszaki tanár), majd 2012-ben a Dunaújvárosi Főiskolán okleveles mérnök-tanár diplomát szerzett. 1993-tól a Dunafer Acélművek Kft. energetikusa. 2002-től a Dunafer Innovációs Igazgatóságán dolgozik kutatómérnökként, majd főmunkatársként.

- anyaglevonulási zavarok, melyek nyugvó- és medence-eldugulásokat, lehűléseket és az inaktív koksoszlopban eltömődéseket okoznak,
- a kifejezett kerületi járat, ami a medence lehűléséhez vezet,
- a formák nem kielégítő vízűtése,
- a fúvóformák helytelen (hegesztett vagy öntött) kialakítása,
- a formáknak – a nagyolvasztó méretéhez képest – kis darabszáma.

A jelen dolgozatban tárgyalt, s az erózió részleteit bemutató folyamatok fémtani vonatkozásúak, s lényegében a fúvóforma rézanyaga és a rátapadt olvadék vastartalma között lejátszódó diffúziós folyamatok jellemzőiből fakadó ismeretekre épül.

A nagyolvasztói nyersvasgyártással foglalkozó szakirodalom ez irányú, bizonyítási hiányosságai miatt, példaértékűnek tekinthető a Corex-nyersvasgyártás olvasztó-eltároló kemencéjének fúvóforma-erózióját vizsgáló publikáció [1], mely az erózió egyik konkrét, fémtani folyamatára igyekszik – részletes elemző munka alapján – magyarázatot adni. A hivatkozott erózió – a hasonlósági elv alapján – a nagyolvasztói fúvóforma-erózió egyik folyamatoként is feltételezhető.

A tárgyban végzett más kutatások [2] szerint a fúvóforma-erózió a nagyolvasztóban lévő klórtartalmú vegyületekkel, illetve a klór vizes oldatával (HCl) hozható összefüggésbe.

A Cu-Fe ötvözetrendszer tanulmányozása egyébként a nukleáris ipar számára is fontos, mivel a réz ötvöző károsan befolyásolja a vas alapfém mechanikai tulajdonságait [3].

A fúvóformák eróziójának alapvető fémtani, illetve metallurgiai folyamatai

A réz-vas diffúzió kialakulása

A fémeknek nagy hőmérsékleten, de még szilárd állapotban (vagy egyik alkotójának szilárd halmazállapotában) végbemenő ötvöződése diffúzió útján történik. Azok a fémek, amelyek rácsszerkezete egyforma alakú és megközelítően azonos méretű, sőt olvadási hőmérsékleteik között nincs túlságosan nagy különbség, szilárd oldatot képezve ötvöződnek egymás-

sal. Az ilyen feltételeknek azok a fémek felelnek meg leginkább, amelyek helyei a periódusos rendszerben közel vannak egymáshoz. Ilyen fém-pár például a réz és a vas, melyek vegyrokonsága nagyon távol van egymástól (azaz a vegyületképződési hajlam nagyon csekély), vagyis homeopoláris.

A 99,7-99,9% tisztaságú rézből vagy pl. G-Cu L38 típusú anyagból készült fúvóforma vízzel hűtött azon felületrészén, amelyen folyékony nyersvasval érintkezhet, a vasolvadék nem csak a fizikai értelemben vett koptató, roncsoló hatást fejti ki, hanem diffúziós folyamat eredményeként szoros, a hegesztéshez hasonlítható kapcsolatot hoz létre a rézfelülettel.

A diffúzió alapfeltétele az, hogy a diffundáló elem az alapanyagban oldódjék és azzal szilárd oldatot hozzon létre. A képződött szilárd oldat rácsszerkezetére jellemző, hogy az ötvözőfém (jelen esetben a vas) atomjai az alapfém vagy oldófém (jelen esetben a réz) rácsszerkezetébe illeszkednek be úgy, hogy atomjai az alapfém bizonyos számú atomját helyettesítik. A szilárd oldat tehát szubsztitúciós és rácsszerkezetében az atomok eloszlása általában rendezetlen.

A Cu-Fe ötvözetrendszer esetében ez a feltétel az 1. ábra [4] alapján teljesül. „A legfeljebb 2,8% vasat tartalmazó ötvözetekben vasnak rézzel való szilárd oldata (ϵ -fázis) kristályosodik nagyon szűk hőfokközben [5]”.

Továbbá egy peritektikus reakció, „4% vasat oldva tartalmazó szilárd oldatot termel, annál nagyobb mennyiségben, minél jobban megközelelti az ötvözet Cu-tartalma a 96%-ot. A 96% Cu-tartalmú ötvözetet a kristályosodás végén csak vassal telít-

tett ϵ -kristályok (rézkristályok) alkotják” [5], mely részek lapon középpontos kockarácsot alkotnak [3].

„Szilárd állapotban, 1094 °C-on a réz 4% vasat old, 770 °C-on azonban már csak 0,5%-ot...”[5].

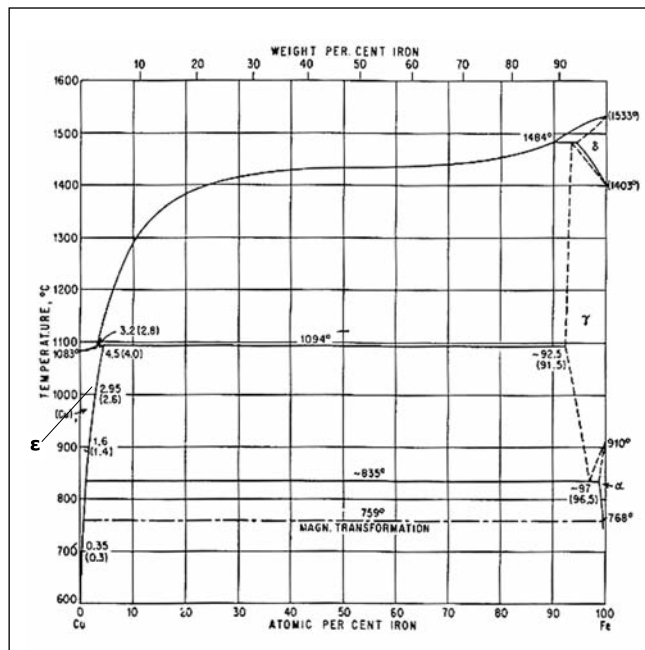
A Corex-nyersvasgyártás olvasztó-gázosító kemencéjének 99,99% Cu-tartalmú erodált fúvóformáinak vizsgálata során – többek között – megállapították [1], hogy a fúvóforma orr-részébe – a rátapadt nyersvasból, illetőleg a nagy, átlagosan 49,74% Fe_2O_3 tartalmú, megdermedt salakból – a vas 2,5 mm mélységig bedifundált. Más elemek diffúzióját nem tapasztalták.

A vas diffúziója következtében az érintett rézfelület meghatározott mélységű tartományának – a témakör szempontjából elsősorban fontos – hővezető képessége mutat változást.

A hővezető képesség változása és következményei a fúvóforma-erózióra

A diffúzió matematikai alapösszefüggései azonosak a hővezetés alap-egyenleteivel, minthogy mindkét folyamat egy-egy jellemző paraméter (koncentráció, illetve hőmérséklet) különbségeinek kiegyenlítésére törekszik, hasonló eredményekkel (Fick I. és II. törvénye).

A szilárd oldatból álló ötvözetsor hővezető képessége minimumos



■ 1. ábra. A Cu-Fe ötvözetrendszer fázisdiagramja [4]

görbe szerint változik [5], azaz az alapfém (ebben az esetben Cu) hővezető képessége már kismértékű ötvözőfém (itt Fe) hatására nagymértékben csökken. Az U-alakú görbe kezdeti süllyedésének meredeksége, azaz az ötvözőfém hővezető képességet csökkentő hatása annál nagyobb, minél nagyobb a különbség a két alkotófém hővezető képessége között, vagyis például minél kisebb az ötvözőfémnek ez a paraméterértéke.

tében megnövekszik. A hőmérséklet-növekedés, a nagyobb fúvóforma-tartományokra is kiterjedő és fokozódó Fe-diffúzió következtében a lágyulás hőmérsékletére növeli az érintett fúvóforma-részeket.

A meglágyult Cu-Fe ötvözetartományt a rátapadt vas- vagy salakrészecskék – az anyagmozgás révén távozásukkor – kiszakítják, valamint a belső felületrészekkel érintkező, nagy (~200 m/s) sebességű, s ezáltal nagy

A réz és a vas hővezetési együtthatóját (λ) különböző hőmérsékleteken az alábbi adatok jellemzik:

	$\lambda, \text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$			
	200 °C	400 °C	600 °C	800 °C
réz (Cu = 99,98%)	373,30	364,00	353,50	343,00
vas (Fe = 99,98%)	61,60	48,80	38,30	29,00
$\lambda_{\text{Cu}} / \lambda_{\text{Fe}}$	6,06	7,46	9,23	11,83

Az értékek azt mutatják, hogy a hőmérséklet növekedésével az alapfém (Cu) és az ötvözőfém (Fe) hővezetési együtthatójának változása jelentősen eltér, azaz 200 °C-on a réz még hatszorosa, de 800 °C-on már tizenkétszeres hővezető képességet mutat a vas ugyanezen jellemzőjéhez képest.

Mindezek alapján reálisnak tekinthető az a következtetés, hogy a rézből készült fúvóforma azon részén ahol olvadékkal érintkezhet, az olvadt állapotban ráfolyt nyersvas a rézzel helyileg szilárd oldatot képezve megdermed, csekély Fe-tartalmú olyan Cu-Fe ötvözetet hoz létre, melynek hővezető képessége nagymértékben – s az alkotóelemek hővezető képességéből, a keverési szabály szerint meghatározható értéket messze meghaladóan – lecsökken.

A nagymértékben lecsökkent hővezető képességű felület-, illetve térfogatrészek hőmérséklete a fúvóformában a kisebb hűtőhatás következtében megnövekszik.

kinetikai energiával rendelkező forrószél a meglágyult anyagrészeket „kimossa”, azaz bekövetkezik a fúvóforma – Fe-diffúzió okozta – eróziója.

A fúvóforma orr-részén, illetőleg annak belső felületén megindult és fokozódó erózió következtében a beáramlási keresztmetszet folyamatosan növekszik, divergál az orrcsúcs felé. Ez a folyamat az orrcsúcsnál egyre kisebb fúvószélnyomást von maga után, azaz növeli annak lehetőségét, hogy további olvadákrészecskék hatoljanak a fúvóforma belsejébe, fokozva és kiterjesztve ezzel az eróziós folyamatot (2. ábra).

A Cu-Fe szilárd oldat metallográfiai vizsgálata

Az ISD Dunafer Zrt. nagyolvasztóiban a fúvóformák öntött, egykamrás kivitelűek, melyek döntően (kb. 70%-ban) az orr-részén hibásodnak meg. Ennek megfelelően metallográfiai vizsgálatokat végeztünk a sérült fúvó-



■ 2. ábra. A II. sz. nagyolvasztó sérült fúvóformája a formaerózió hatására

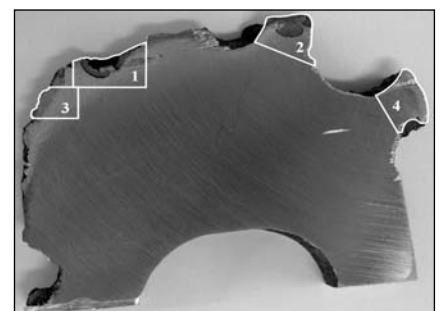
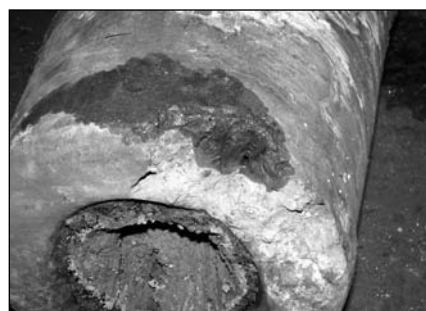
formákról eltávolított orr-résznek (beépítés szerinti felső felének) analitikus elemzésével. Az alábbiakban részletesen elemezzük a II. sz. nagyolvasztó 13. sz. fúvóforma orrsérülését (3. ábra).

A vizsgálatok elvégzéséhez a fúvóforma orr-része levágásra került. A méréseket az 1–4. területeken végeztük, melyek közül jelen dolgozatban részletesen csak mint legjellemzőbbel, a 2. sz. mérőhellyel foglalkozunk.

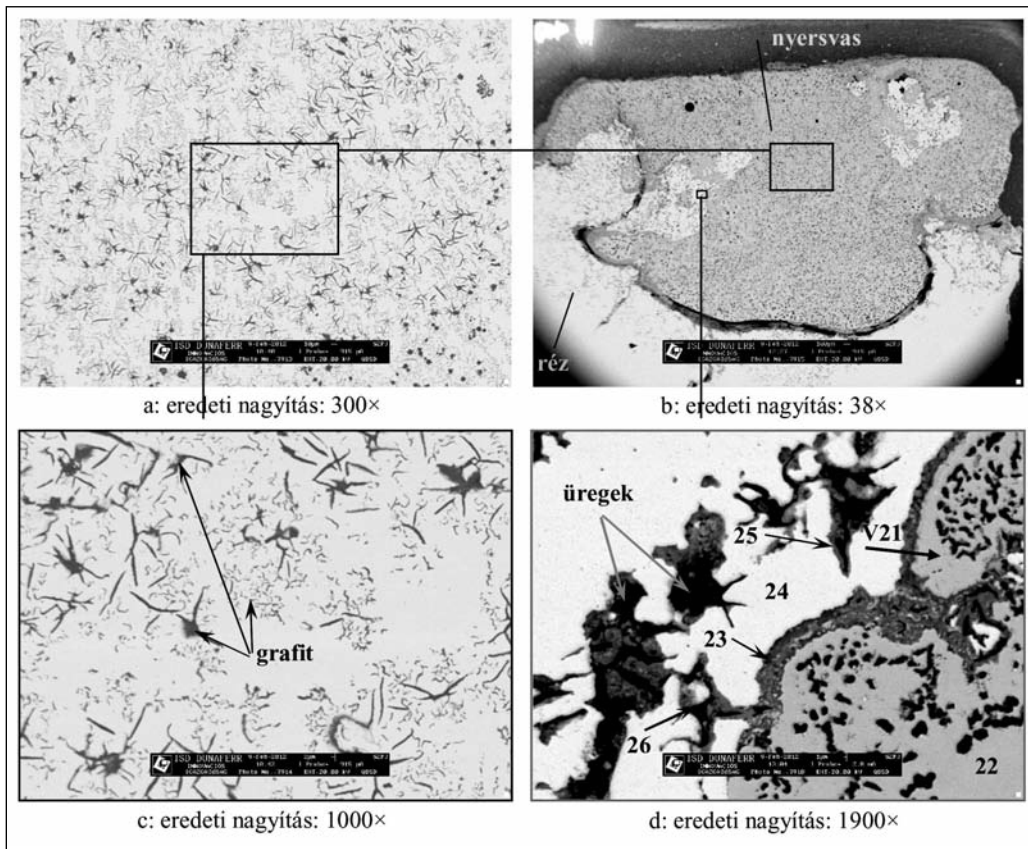
Pásztázó elektronmikroszkóp (SEM) segítségével vizsgáltuk a fúvóforma felületén kialakult üregbe befolyt és ott megszilárdult anyagot. A felvételek tanulsága szerint a réz alapfémbe a nyersvas – egyfajta üreget képezve – bemosódott. Ez tekinthető a szilárd oldat keletkezés első lépcsőjének.

További vizsgálatokat végeztünk a réz és a megszilárdult nyersvas határterete (4. ábra V21-es mérési szakasz) közötti szakasz mikroszonddával történő elemzésével, melynek eredményét az 5. ábra tartalmazza. A megszilárdult nyersvas és a fúvóforma anyagaként funkcionáló réz között az Fe-Cu szilárd oldatra jellemző összetételi arányokat találunk.

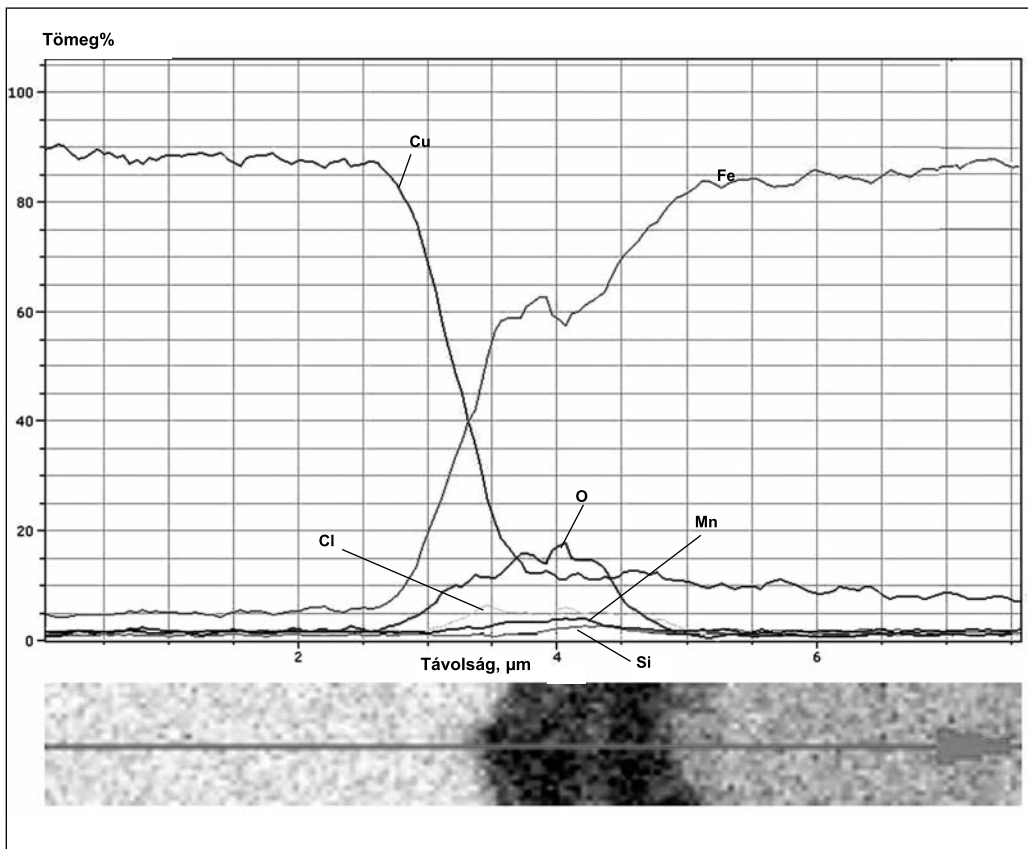
A Cu-Fe határtereg közelében kialakuló szilárd oldat (ϵ -fázis) hatására a hővezető képesség jelentős mértékben lecsökken, azaz egyfajta



■ 3. ábra. A sérült fúvóforma és a kivágott orr-rész elemzésre kijelölt pozíciói



■ 4. ábra. A 2-es jelű próbáról készített elektronmikroszkópos felvételek a mikroszondás mérési pontok jelölésével, valamint azok eredményei, továbbá a vonalmenti mérések nyomvonalai (V21)



■ 5. ábra. A 2-es jelű próbán, a Cu-Fe határán elvégzett mikroszondás vonalmenti elemzés (V21) nyomvonala és eredménye

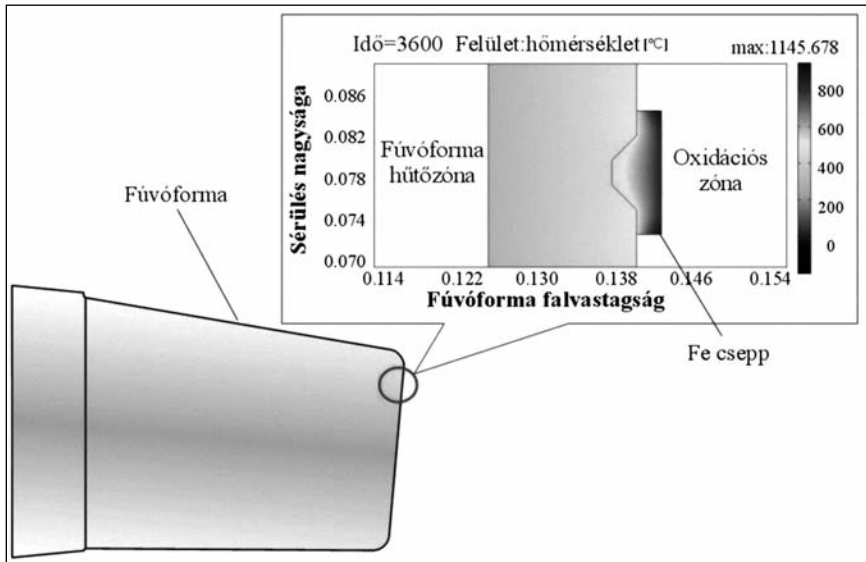
hővezetési blokkot hoz létre. A határreteg szilárd nyersvas felőli része – a fúvósíkból uralkodó környezeti hőmérséklet hatására – a szilárd oldat visszamelegszik, kiolvad. A nagyenergiájú fúvósíknál, a Cu-Fe szilárd oldat által meggyengített textúrájú Cu fúvóformából a határreteg mentén megolvadt anyagrészeket szakíthat le. Ennek hatására a fúvóforma anyaga folyamatosan erodálódik, elkopik.

A Cu-Fe szilárd oldat kialakulásának modellezése

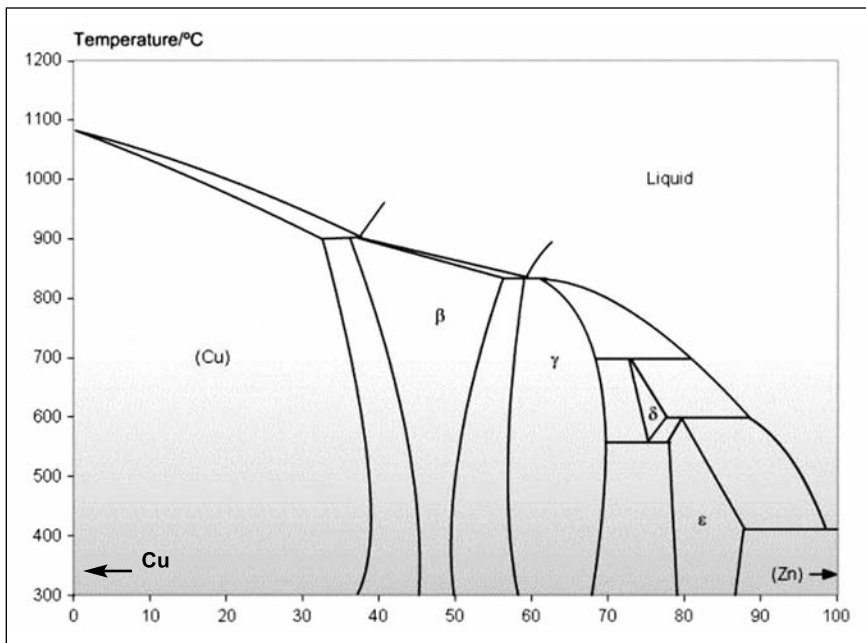
Az Óbudai Egyetem munkatársaival közösen modellkísérleteket hajtottunk végre annak érdekében, hogy a Cu-Fe szilárd oldat kialakulásának körülményeit tanulmányozzuk. Az alkalmazott hőtani modellezési módszer más területen végzett kutatótevékenység során már több alkalommal eredményesnek bizonyult [6, 7, 8].

A fúvóforma hőmérséklet eloszlását a véges elemek módszer (FEM) alkalmazó COMSOL szoftver segítségével vizsgáltuk. A modellezés során a nagyolvastó fúvósíkjában uralkodó hőmérsékleti körülmények között egy nyersvas cseppét helyeztünk a fúvóforma orr-részébe. Arra voltunk kíváncsiak, hogy a Cu-Fe szilárd oldat kialakulásának megvannak-e a feltételei a nyersvas csepp és a fúvóforma anyaga között.

A modellhez a követ-



■ 6. ábra. A nagyolvasztói fűvóforma orr-részének modellezése



■ 7. ábra. A Cu-Zn ötvözetrendszer fázisdiagramja [9]



■ 8. ábra. Az I. sz. nagyolvasztó 1. sz. sérült fűvóformája

- kező paramétereket használtuk fel:
- a fűvóforma fizikai mérete és kémiai összetétele,
 - a fűvóforma hűtővizével elvont hőmennyiség,
 - forrószél hőmérséklet,
 - a nagyolvasztó fűvósíkjában uralkodó hőmérséklet,
 - a hőátadás mértéke és módja,
 - a nyersvas csepp fizikai mérete és kémiai összetétele.

A vascsepp és a fűvóforma anyaga közötti hőátadási folyamatok modellezésére érthetően a fűvóforma orr-részét jelöltük ki, hiszen a sérülések közel 70%-a az orr-részen következik be. A 6. ábrán a kijelölt fűvóforma terület rész és a modellezés eredményeként kapott hőmérsékleti térkép látható.

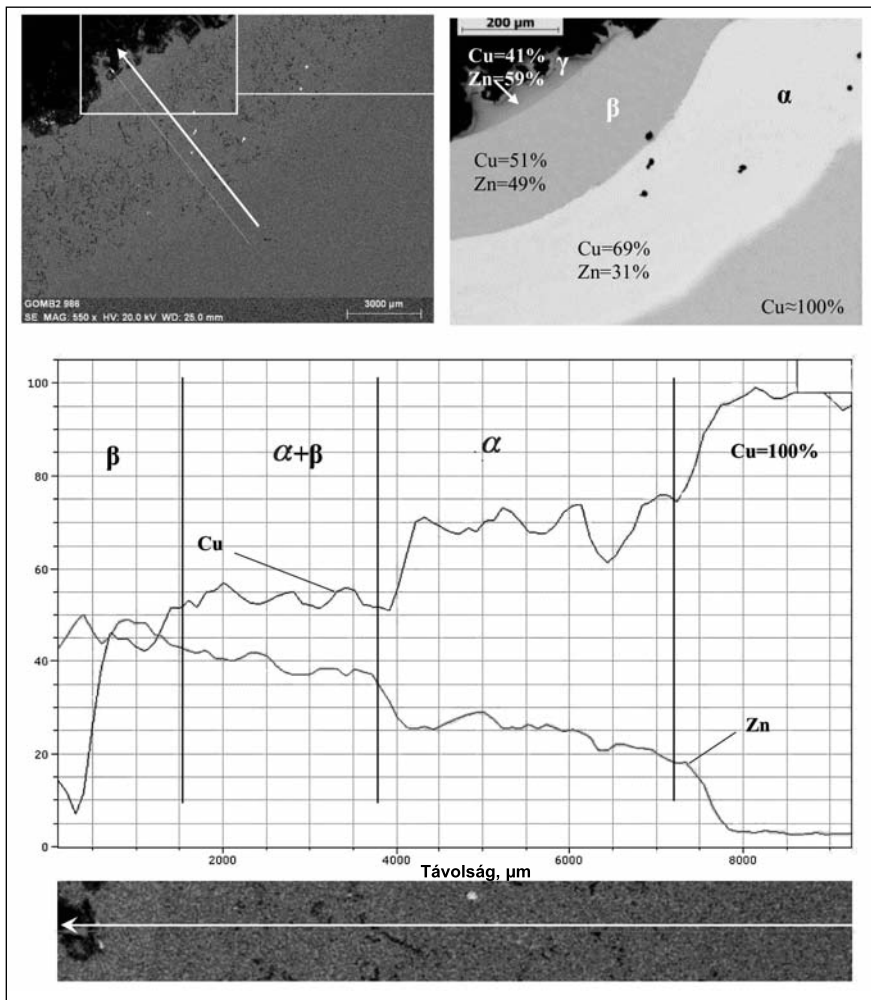
Az ábra alapján látható, hogy a réz-fűvóforma és a fűvóforma orr-részre került vascsepp között kialakuló határretegben a hőmérséklet meghaladhatja a 800 °C-t, tehát a szilárd oldat keletkezéséhez szükséges hőmérséklet biztosított.

A nagyolvasztói réz-fűvóforma, valamint a fűvóforma sérülését okozó vascsepp modellkísérletei alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

- az orr-rész a nagyolvasztói fűvóforma legmagasabb hőmérsékletű területe,
- a fűvóforma orr-részén a Cu-Fe szilárd oldat kialakulásának körülményei adottak,
- a fűvóforma nagyolvasztóba benyúló palást (superficialis) részén a Cu-Fe szilárd oldat kialakulásának a feltételei kevésbé adottak.

A Cu-Zn szilárd oldat metallográfiai vizsgálata

A fűvóformák orr-részének metallográfiai vizsgálata során más típusú szilárd oldatok kialakulásával magyarázható fűvóforma sérülésre is következtethetünk. A részletesen tárgyalt Cu-Fe szilárd oldat mellett, a nagyolvasztói tapadvány képződésében erőteljes szerepet játszó cink okozta Cu-Zn szilárd oldat megjelenése is detektálható. Ez utóbbi hatása a fűvóforma sérülésekre – ismerte a nagyolvasztóba adagolt és ott reakcióba lépő fémvegyületek részarányát – lényegesen kisebb mértékű, mint a Cu-Fe szilárd oldaté.



■ 9. ábra. A fúvóka orr-részből kimunkált (O jelű) próbán végzett mikroszondás vonalmenti elemzés nyomvonalát és eredményét

A 7. ábrán látható Cu-Zn fázisdiagram [6] alapján meghatározhatók azok a különböző réz-cink összetételekhez tartozó fázisok, melyek alapján azok későbbi azonosítása elvégezhető.

Az I. sz. nagyolvasztó 1. sz. fúvóforma sérült orr-részeinek (8. ábra) pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM) történő vizsgálata során Cu-Zn szilárd oldat létrejöttét mutatható ki (9. ábra).

A mikroszondával végrehajtott mérések tanulmányozása alapján jól elkülöníthető, különböző fázisú (α , $\alpha+\beta$, β) szilárd oldatok jelennek meg, melyek hővezető képessége különböző és a Zn-tartalom növekedésével egyre nagyobb mértékben csökken. Mindezek hatására bekövetkezhet az a – Cu-Fe szilárd oldat esetében már leírt – jelenség, hogy a fúvóforma a Cu-Zn fázishatár közelében megolvad, melynek következtében a nagy kinetikai energiájú fúvósél hatására makroszkopikus méretű anyagrészek távozhatnak el a fúvóforma felületétől.

A fúvóséllal történő folyamatos anyagtranszport hatására a fúvóforma anyaga az adott helyen elvékonyodik, ami végül annak kilyukadását eredményezi.

Összefoglalás

Kapcsolódva az RFCS fúvóforma kiegészítő foglalkozó kutatási projektjéhez (ExTuL) az ISD Dunafer Zrt. nemzeti kutatási programot indított, melynek célja a fúvóforma-erózió fém-tani okainak vizsgálata.

A különböző hatások (anyaglevonulási zavarok, gázpermeabilitási hiányosságok, nyomás-instabilitások stb.) következtében a nagy tisztaságú réz fúvóforma azon részén, amely olvadákkal érintkezhet, a vas bizonyos mennyisége a forma rézanyagával szilárd oldatot alkotva, mintegy 2,5 mm-es mélységbe hatolva diffundál a rézfelületbe. A diffúzió következményeként az erózió kialakulása szempontjából alapvetően fontos folyama-

tok játszódnak le a fúvóforma meghatározott mélységű tartományában, melyek:

- a Cu-Fe szilárd oldat kialakulásával jelentősen csökken az anyagréteg hővezető képessége,
- a lecsökkent hővezetési tényező következtében a diffúzió mértéke, kiterjedése nő, ill. az anyagréteg hőmérséklete folyamatosan emelkedik,
- a szilárd oldat hőmérséklete tovább emelkedik és eléri a lágyulási hőmérsékletet,
- a megolvadt Cu-Fe ötvözetet a nagy sebességgel áramló fúvósél leszakítja, melynek hatására a fúvóforma anyaga erodálódik.

Az elvégzett vizsgálati eredmények szerint lehetőség van a Cu-Zn szilárd oldat kialakulására is, melynek a fúvóforma meghibásodásra gyakorolt hatásmechanizmusa megegyezik a fent említett folyamattal.

Természetesen a fent említett fém-tani hatásmechanizmus csak olyan mértékben játszhat szerepet a fúvóformák eróziójában, amilyen mértékű Cu-Fe érintkezési lehetőséget hoznak létre a korábban említett üzemi rendellenességek.

A bevezetőben említett RFCS kutatási program jelenleg is folyik, így a most bemutatott kapcsolódó kutatási munka eredményei csak később – a projekt más területeinek eredményeivel egyetemben – kerülnek hasznosításra, alkalmazásra.

Irodalom

- [1] S. C. Barman at al.: Tuyere failure analysis in Corex process. Iron-making and Steelmaking. 2010. Volume 37 Number 2. p.98–102.
- [2] Natasa Vuckovic-Spitzer at al. Failure mechanism of blast furnace tuyeres. METEC INSTEEL-CON 2011, Düsseldorf, 27/6-1/7 2011.
- [3] A. Caro at al: Thermodynamics of Fe-Cu alloys as described by a classic potentials. Journal of Nuclear Materials. 5. 2005
- [4] Hansen & Anderko: Constitution of Binary Alloys, 1958. p. 581
- [5] Verő József: Általános Metallográfia I. Akadémiai Kiadó, Budapest 1952
- [6] Reger M, Felde I, Reti T: Gömbgrafitos öntöttvas lézeres felület-

kezelése, FMTÜ XVII Conf., Kolozsvár, Románia, (2012)ISSN 2067–6 808 pp. 295–298
[7] Réger M., Verő B., Csepeli Zs.; Pinke P: Intercritical Interrupted Jominy Test, MATERIALS SCI-

ENCE FORUM (ISSN: 0255-5476) (2007) 537-538: pp. 549–554
[8] Reger M., Kovacs T., Reti T.: Hőtechnikai folyamatok elemzése lokális kopásvizsgálatnál, FMTÜ XII Conf., Kolozsvár, Románia,

(2007) ISBN:973-8231-67-1, pp. 153–156
[9] University of Cambridge: Dissemination of IT for the Promotion of Materials Science (DoITPoMS) (yen)

TARDY PÁL

Az Európai Bizottság és az acélipar: változó szemlélet

Az Európai Bizottság az elhúzódó válság okait elemezve arra a következtetésre jutott, hogy az ipar részarányát növelni kell a GDP-ben. Megállapították, hogy a versenyképes ipar erős, versenyképes európai acélipart igényel. Az acélipar versenyképességét számos olyan tényező veszélyezteti, amely az EU szabályozási rendszerével és prioritásaival függ össze. Az acélipar képviselőinek javaslatait figyelembe véve az Európai Bizottság a közelmúltban közzé tette a Versenyképes és fenntartható acélipar akcióterve c. dokumentumot, amely jelentős elemeket tartalmaz a versenyképességet gátló tényezők enyhítésére vonatkozóan. A dolgozatban összefoglaltuk az akcióterv legfontosabb téziseit.

1. Bevezetés

Európa acélipara az elmúlt fél évszázadban megjárta a mennyeket és a poklokat. A II. világháború után Nyugat-Európa meghatározó országai a gazdasági fejlődés kulcselemének tartották, és acéllátásuk biztos alapokra helyezése céljából 1952-ben létrehozták az Európai Szén és Acél Közösséget (Montánunió), amelyet ma sokan joggal az Európai Unió előképződményének tartanak. Ez a szemlélet az 1970-es évek közepéig tartott; ekkor megtört a világ acéliparának növekedési üteme és az ezredfordulóig lassú, nagy ingadozásokkal terhelt növekedési szakasz következett. A hagyományos acéltermelő régiók (Európa, USA, Japán) termelése ekkor stagnált vagy csökkent; az acélipart a kapacitások leépítése, elbocsátások jellemezték. Ekkor került a figyelem középpontjába a környezetvédelem ügye is. Az acéliparról alkotott kép alapvető változáson ment át: stratégiai ágazat helyett környezetromboló, energiapazarló, munkanélküliséget okozó ágazat lett a közvélemény és részben ennek

Dr. Tardy Pál szakmai életrajzát 2011/2. számunkban közzöltük.

hatására a kormányzatok és az EU szemében is. Bár az ezredforduló a világ acéliparában újra drasztikus fordulatot hozott (a termelés azóta gyorsabban nő, mint az 1950-es és 60-as években), Európa acéliparának ebben már nem jutott fontos szerep, és ma ismét az életképesség fenntartása vált kulcskérdéssé az ágazat számára.

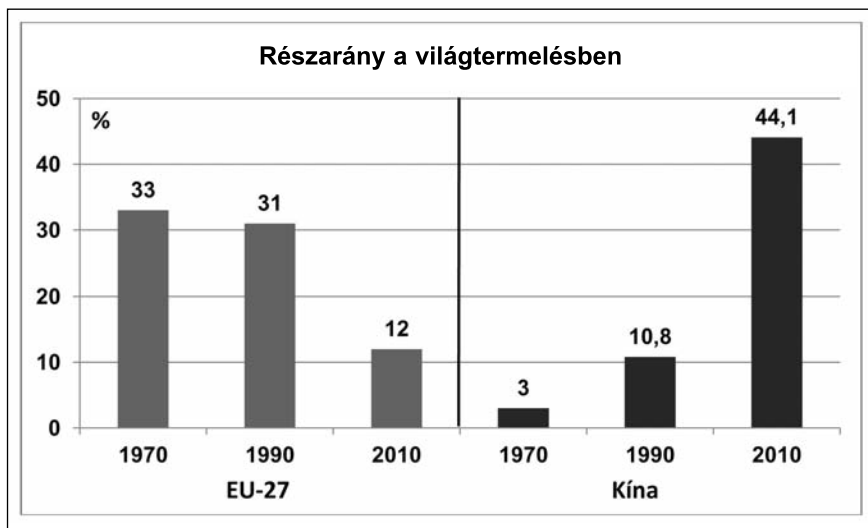
Ebben a dolgozatban röviden áttekintjük azt, hogy az Európai Unió acélipara miért és hogyan jutott ebbe a helyzetbe, majd összefoglaljuk azokat a biztató kezdeményezéseket és jelzéseket, amelyek arra utalnak, hogy az Európai Bizottság (az EU „kormány”) az EU gazdaságpolitikájának felülvizsgálata kapcsán az acéliparral kapcsolatos politikáját is módosítja.

2. Az EU acélipara a kezdetektől napjainkig

Az EU 27 országainak acéltermelése a világtrenddel összhangban az 1970-es évek elejéig nőtt, azóta 195–200 M t körül stagnál. 2008-ban érte el a maximumát (210 M t), majd a válság hatására 140 M t-ra csökkent, ezt követően 170 M körüli értékre nőtt. Mértékadó szakértők szerint a 2008. évi csúcstermelést nem fogja többé elérni. A világ acéliparában játszott szerepe az 1970-es évekig igen jelentős volt (> 30%), amit az ezredfordulóig tudott megtartani. Az új növekedési szakaszhoz már nem tudott érdemben hozzájárulni; a főszerepet Kína vette át (1. ábra).

Az okokat vizsgálva érdemes áttekinteni az európai acélipar adottságait: erősségeit és gyengeségeit.

Erősségek	Gyengeségek
Korszerű eljárások	Hiány nyersanyagokból és energiahordozókból
Korszerű berendezések	Magas környezetvédelmi és klímavédelmi költségek
Korszerű termékszerkezet	Magas bérköltségek
Erős innovációs képesség	Gyenge kereskedelempolitika
Jól képzett munkaerő	Az acélfelhasználás lassú növekedése/stagnálása



■ 1. ábra. Az EU és Kína részarányának változása a világ acéltermelésében

Az erősségeket az EU acélipara maga alakította ki; gyengeségei azonban rajta kívülálló okokból származnak. A következőkben alapvetően ezekkel foglalkozunk.

Az acélipar nyersanyagellátása az ezredfordulóig nem jelentett különösebb gondot; az ezt követő rendkívül dinamikus növekedés óta viszont már igen. Esetenként szűkössé váltak a vasérc- és kokszolható szén szállítási lehetőségek; az árak ennek megfelelően rendkívüli mértékben megnöttek. Ezek a tényezők átrendezték a világ acéliparának földrajzi elhelyezkedését. A klasszikus acéltermelő régiókban a nyersanyagellátás problémái mellett az acélfelhasználás is stagnál. A világ acéltermelésének súlypontjai ezért áthelyeződnek a jelentős nyersanyagkészletekkel rendelkező, valamint az acélfelhasználás növekedésében élenjáró területekre. Nem véletlen, hogy az acéliparban is igen gyakran szóba kerülnek a BRIC-országok (Brazília, Oroszország, India, Kína).

A magas bérköltségek a fejlett régiókra jellemzők; a korszerű berendezésekhez, a folyamatszabályozás terjedéséhez jól képzett munkaerőre van szükség. Egy OECD-dokumentum szerint az acéliparban dolgozók átlagkeresete 1 t nyersacélra vonatkoztatva messze az EU-ban a legmagasabb; az USA-ban és Japánban 25-30%-kal kisebb. Ezt a versenyhátrányt a magasabb technológiai szint jelentős részben ellensúlyozhatja.

A környezetvédelem, a klímavédelem és a piacvédelem problémaköre

egyértelműen az Európai Bizottság gazdasági stratégiájához köthető. A Bizottságon múlik, hogy stratégiájában a termelésnek, vagy a fenti szempontoknak ad prioritást.

A környezetvédelem kérdése lényegében EU belügynek tekinthető: a kibocsátott szennyező anyagok és hulladékok ritkán és kis mennyiségben kerülhetnek az Unió határain kívülre. A környezetvédelem erősítése tehát alapvetően az Unió polgárainak egészségét, környezetük épségét és élhetőségét javítja. Az EU nagyon sokat tesz ennek érdekében; ennek eredményeképpen az EU acélipara ma élenjárónak tekinthető a fajlagos (termelésre vetített) környezetterhelést illetően.

A klímavédelem ma az egyik legforróbb területe az Európai Unió küzdőtereinek. Ismeretes, hogy a Kyotói egyezmény aláírásakor az EU azt vállalta, hogy a CO₂-kibocsátást az 1990-es szinthez képest 2010-ig 8%-kal csökkenti (az új tagországok jelentős kedvezményeket kaptak). A vállalatok ösztönzésére az EU az ún. emisszókereskedelmi rendszert (ETS) vezette be 2005-ben. Ennek keretében az acélipari vállalatok meghatározott mennyiségű ingyenes kibocsátási lehetőséget (kvótát) kapnak; aki ennél kevesebbet bocsát ki, a felesleget eladhatja, aki többet akar kibocsátani, megvásárolhatja a kvótapiacra.

A legnagyobb hibája az ETS-nek, hogy nem globális, ezért az EU-n kívüli országok vállalatainál nem jelennek meg a kvótavásárlás költsé-

gei, így az EU acélipari vállalatainak rontja a versenyképességét.

A kvótakereskedelmi rendszer kezdetől fogva működési zavarokkal küszködött: mivel az ingyenes kvótamennyiségeket lényegében önbevallásra alapozva határozták meg, rövid időn belül kvótafelesleg alakult ki, ami az árakat levitte; az új kereskedelmi forduló kezdetén ismét felmentek, majd leestek az árak. Az acélipari vállalatok zöme inkább nyert, mint veszített a rendszer miatt (a többség eladóként jelent meg a kvótapiacra).

Az ún. Post-Kyoto (2014–2020) emissziókereskedelem alapjait 2008-ban dolgozták ki; ezt az Európai Parlament el is fogadta. Az ingyenes kvóták mennyiségét a 2005-ös tényadatokra alapozva határozták meg és bevezették a benchmark alapú kiosztási rendszert. Ennek lényege az, hogy az ingyenes mennyiséget a legkisebb 10 fajlagos kibocsátású vállalat adatainak az átlagaként számítják ki. Eszerint a vállalatok döntő többsége kvótavásárlásra szorul, ami arra ösztönzi őket, hogy próbáljanak felzárkózni a legjobbakkhoz.

Az elfogadhatónak tűnő alapelvet az Európai Bizottság hiteltelenné tette, amikor közzé tette az általa meghatározott benchmark adatokat. Az EUROFER (az európai acélipar brüsszeli érdekképviselői szervezete) kimutatta, hogy a benchmark értékek zöme a legjobb teljesítményű vállalat adatainál is kisebb, azaz a leghatékonyabb vállalat is kvótavásárlásra fog szorulni. Az EUROFER ezért eljárást indított a Bizottság ellen; az ügy még nincs lezárva.

A Bizottság szélsőséges szemléletének újabb bizonyítéka, hogy az általa meghatározott és az Európai Parlament által 2008-ban elfogadott kibocsátási határokat a kvóták egy részének visszatartásával csökkenteni kívánják (backloading). Azzal indokolják, hogy a válság eredményeként annyira visszaesett a termelés, hogy a vállalatok különösebb erőfeszítés nélkül teljesíteni tudják az elvárásokat, ezért ismét leül majd a kvótapiac és leesnek a kvótaárak.

Az energiaintenzív ágazatok képviselői (köztük az EUROFER) kemény lobbimunkával próbálják hatástalanítani a Bizottság ezen tervét; ebbe a tagországok acélipari szervezeteit is

bevonják. Az MVAE ennek megfelelően a magyar EP-képviselőket kérte a javaslat elutasítására. Az Európai Parlament végül minimális különbséggel elutasította a javaslatot. A Bizottság ezt követő lépései azonban azt bizonyítják, hogy ebbe nem nyugszanak bele és valamilyen módon kiérőszojalják majd tervük elfogadását.

A javaslat alapproblémája, hogy ellentmond az ETS-rendszer alapelveinek: annak, hogy a kvótaárakat pusztán a kereslet és a kínálat határozza meg, hiszen a kvóták egy részének visszatartása által külső beavatkozással kívánja növelni a keresletet és az árakat.

Az Európai Bizottság ennél is tovább ment, amikor kidolgozták és közzétették az „Útiter a versenyképes kis C-intenzitású gazdasághoz 2050” című dokumentumot [1]. Ebben az 1990-es kibocsátáshoz képest 2050-ig 80%-kal tervezik csökkenteni az Unió CO₂-kibocsátását; az acélipartól elvileg ehhez hasonló mértékű csökkentést várnak el. Ma nem ismeretes olyan technológia, amely erre alkalmas lenne. Számos K+F program indult a megoldás érdekében; köztük több egyelőre irreálisnak ítéltető (pl. redukció hidrogénnel, vagy elektrolízissel); a reális megoldások hatékonysága pedig messze elmarad a 80%-os csökkentési lehetőségtől.

Ehhez is kapcsolódó új fejlemény, hogy az USA palagáztermelésének felfutásával a földgázárak 30–40%-kal csökkentek, és jelenleg messze az EU-árak alatt vannak. Mivel a földgázalapú vasérc-redukció CO₂-kibocsátása kisebb, a DRI-termelés és felhasználás növekedése várható. Az EU-ban ugyan vannak palagáz lelőhelyek, kiaknázásuk azonban egyelőre várat magára (vannak országok, ahol környezetvédelmi okok miatt nem is engedélyezik a kitermelést).

Az EU kereskedelem-politikájának gyengeségei a piacvédelem és a nyersanyagbeszerzések területén okoznak problémát az acélipar számára. Az EU acélipara tömegacélok területén a költségek szempontjából nem tud versenyképes lenni a nála kedvezőbb helyzetben lévő országgal. Tisztességes teljesítmény, hogy acél külkereskedelmi mérlege ennek ellenére kismértékű pozitívumot mutat. Bizonyítékok vannak

azonban arra, hogy számos ország kormánya különböző módszerekkel védi saját acélpiaját.

A nemzetközi acélpia jövőjét befolyásolja, hogy az elmúlt években jelentősen nőtt a kihasználatlan acélipari kapacitások nagysága. A legnagyobb felesleg Kínában alakult ki, ezt követi az Európai Unió, ahol az acélt-termelés tartósnak ígérkező visszaesése vezetett ide.

3. Az Európai Bizottság szemléletváltozását kiváltó tényezők

Napjainkban az Európai Unió történelmének eddigi legnagyobb, ráadásul elhúzódó válságát éli át. A 2013–2014-re vonatkozó gazdasági előrejelzések szerint a fejlett régiók között itt a legrosszabbak a kilátások. 2012 folyamán számos olyan vészjelzés érkezett az EU területéről, ami acélipari vállalatok életképességének súlyos problémáiról számolt be. Tekintettel az ágazat méreteire (190 Mrd euró forgalom, 360.000 alkalmazott) az acélipar szereplői és érdekvéviselői szervei mellett 2012 nyaráról már az Európai Bizottság is foglalkozni kezdett ezzel a problémákkal.

A tartósnak ígérkező válság okait elemezve megvizsgálták az ipar szerepét. Ennek során megállapították, hogy a válságot legjobban átvészelő Németország gazdasága tartotta meg leginkább a hagyományos, iparra alapozott gazdaságszerkezetet; a többi országban a szolgáltatások súlya jelentősen nőtt az ipar rovására (2. ábra). A „Mission growth: Európa az

új ipari forradalom élén” c. bizottsági dokumentumban ezért már megfogalmazták: „Minden lehetőséget meg kell ragadni ahhoz, hogy Európa korszerű, hatékony, versenyképes és robusztus iparral rendelkezék” [2]. Célul tűzték ki, hogy az ipar részaránya az EU átlagában 20%-ra növekedjék. Ennek érdekében az Európai Bizottság több iparágban eszmecsere-t kezdeményezett az ágazatok problémáinak és javaslatainak megfogalmazására. Közéjük került az acélipar is.

2012 júliusában Antonio Tajani, a Bizottság Ipari és Vállalkozási Igazgatóságának főbiztosa Andor László Foglalkoztatási és Szociális főbiztos-sal közösen létrehozta az acélipar jövőjével foglalkozó Magasszintű Kerekasztalt (High-level Round Table on the future of the European Steel Industry), amellyel fórumot kívánnak biztosítani az ipari, gazdasági vezetőknél és a szakszervezeteknek a Bizottsággal folytatandó párbeszédre [3]. A kerekasztalhoz azon 15 országot hívták meg, amelyek acélt-termelése meghaladja az EU termelés 2%-át (15 ország, hazánk nincs köztük); emellett az Európai Parlament két tagja (a környezetvédelmi és a kereskedelmi bizottság képviselői) is meghívást kapott. Az üléseken hozott határozatokat a Bizottság az Európai Acélipar Akciótervének kidolgozása során kívánja hasznosítani.

A Kerekasztal eddig három alkalommal ülésezett (2012. szeptember, 2012. december és 2013. február 12.). Az utolsó ülésen a résztvevők



2. ábra. Az ipar súlyának változása néhány EU tagországban

ajánlásokat fogadtak el. Az ajánlások figyelembevételével készült el az „Akcióterv a versenyképes és fenntartható acélipar számára Európában” című dokumentum, amelyet júniusi első napjaiban tettek közzé [4].

4. Az EU acéliparának jövőjével foglalkozó bizottsági dokumentum

A dokumentum bevezetője szerint Európa ipara számára létfontosságú, hogy területén erős, versenyképes acélipar működjék. Megállapítja, hogy az acélipar Európában igen nehéz helyzetbe került, aminek fő okait fentiekben elemeztük. A dokumentum az Európai Bizottság válasza az acélipar válságára és tervezett akcióival versenyképes, stabil európai acélipar kialakulásához kíván hozzájárulni. Legfontosabb téziseit az alábbiakban foglaljuk össze.

a. Megfelelő szabályozási keretrendszer

Az EU-ban működő vállalatokat számos olyan adminisztratív teher és költség terheli, melyek a szigorú szabályozás következményei. Az Európai Bizottság ezért már korábban elhatározta a szabályozási rendszer felülvizsgálatát és elindította a Célravezető és hatásos szabályozás (REFIT) programot. Ebben elemzik a terheket, következtetéseket, átfedéseket, hiányosságokat és a hatástalan intézkedéseket [5]. Első lépésként meghatározzák, hogy mely szabályozási területek, jogszabályok esetében van a legnagyobb lehetőség az egyszerűsítésre, a szabályozási költségek csökkentésére anélkül, hogy ez veszélyeztetné a célokat. A REFIT-értékelések eredményeit 2014-től közzé fogják tenni.

A Bizottság néhány kiválasztott ágazatra – köztük az acéliparra – kumulatív költségelemzéseket végez. Ennek keretében az új szabályozókra vonatkozó javaslatokat alapos „versenyképességi vizsgálat” alá vetik. Emellett „alkalmassági vizsgálatokat” (fitness checks) is végeznek rajtuk annak ellenőrzésére, hogy a szabályozó alkalmas-e a kitűzött cél elérésére.

Az EU szabványrendszere szintén alkalmas lehet az acélipar fenntartható fejlődésének elősegítésére. Az

acélipar ennek érdekében kidolgozza az „Építőipari Acéltermék Márka” (SustSteel) rendszert, amely alkalmas lesz az európai építőipari acéltermékek piacának növelésére [6].

A jelenlegi szabályozó rendszer egyik problémája az ÁFA elkerülésének gyakorlata, lényegében feketepiaci módszerekkel. Ez pl. Lengyelországban és hazánkban jelentősen csökkentette a hazai vállalatok betonacél eladási lehetőségeit.

b. Az acélfelhasználás növelése

A globális acéliparban jelenleg 542 M t kihasználatlan kapacitás van; ebből 80 M t az EU-ban, ami az EU termeléséhez képest jelentős.

Az EU-ban az építőipar és a járműipar részaránya a teljes acélfelhasználásban 40% körüli; emellett a gépipar részaránya is jelentős. A válság hatására ezen ágazatok termelése visszaesett. Már léteznek olyan EU-kezdményezések, amelyek ezek növekedését hivatottak serkenteni (CARS 2020 és SustSteel) [7].

Az EU folytatni kívánja ezeket a programokat.

c. Tisztességes nemzetközi versenyfeltételek

Az EU piaca nyitott. Az EU-n kívüli országok gyakran alkalmaznak piactorzító eszközöket acéliparuk védelme érdekében (vámok, speciális műszaki követelmények, exporttámogatás, betétanyagok kivételének fékezése).

India, Kína, Oroszország és Egyiptom pl. kemény intézkedéssel (kiviteli kvóták, export adók) fékezi a nyersanyagok kivitelét. Kína és az USA olyan közbeszerzési eljárásokat alkalmaz, amelyek előnyben részesítik a hazai acéltermelőket.

Az EU tárgyalásokkal kíván ezek ellen a piactorzító eszközök ellen harcolni. Sikeres volt pl. az Indiával kapcsolatos eljárás, ahol az oda szállított acélokkal szembeni speciális műszaki követelményrendszert megszüntették. Kínával a nyersanyagkivitel (elsősorban a kokszkivitel) korlátozása ügyében folynak tárgyalások. A problémák megtárgyalását és felszámolását Oroszország, Kína, az Egyesült Államok, Japán, India és Brazília

viszonylatában az EU az Acél Kontakt Csoportokban kívánja elérni. A WTO és a szabadkereskedelmi tárgyalások ugyancsak alkalmasak erre a célra.

A felesleges kapacitások növekedésével különböző országok részéről megszorodtak a példák a tisztességtelen piacszerzésre. Az EU ennek megakadályozására használja piacvédelmi eszközrendszerét (TDI). 2012-ben pl. 11 vizsgálat indult az acélipar részéről érkezett bejelentések alapján. Az EU ilyen esetekben a WTO (Világkereskedelmi Szervezet) szabályainak betartására szólítja fel az érintett országok hatóságait és ennek megfelelő ellenlépéseket, pl. antidömping eljárást indít.

Az EU-ban folyamatban van a piacvédelmi rendszer (TDI) felülvizsgálata, amihez az acélipar véleményét is kéri.

d. A nyersanyagokhoz való hozzáférés

A vasérc ára az elmúlt években jelentősen nőtt; a kokszolható szén ára az USA palagáz termelésének hatására némileg csökkent a közelmúltban, de még mindig magas. A hazai források szűkössége miatt ezeket a nyersanyagokat döntően a világpiacról szerzik be a vállalatok.

Az acélhulladék betétanyagként való alkalmazása számos előnnyel jár, elsősorban az energiateljesítmény és a CO₂-kibocsátás szempontjából (a fajlagos energiateljesítmény kb. 75%-kal, a fajlagos anyagfelhasználást ennél is jobban csökkenti). Az EU acélipara számára ezért rendkívül fontos az acélhulladék-arány növelése az acélgártásban. Igen jelentősek a környezetvédelmi előnyök is. Az EU – a hagyományos ipari régiókhöz hasonlóan – nettó exportőr ebből a betétanyagból.

Az EU acélhulladék felhasználásának növeléséhez először is jobban működő másodlagos fémiparra van szükség. A begyűjtés hatékonysága az acélhulladék árából, az acélipar igénye viszont az acél és az acélhulladék árának arányától függ. Az acélhulladék hasznosítását a berendezések célirányos tervezésével is elő lehet segíteni.

Erősíteni kell az acélhulladék illegális exportjának megakadályozását

az EU-ból. Az EU a Hulladékszállítási Szabályozással, illetve a monitoring erősítésével kívánja ezt a célt elérni.

Az EU nemrég tette közzé Nyersanyag Kezdeményezés (Raw Materials Initiative) c. dokumentumát, amelynek célja annak elősegítése, hogy az EU ipara biztonságosan hozzájusson a termeléshez szükséges nyersanyagokhoz [8]. Azt vizsgálták, hogy milyen anyagok esetében különösen nagy a kockázat (pl. politikai, gazdasági instabilitás, vagy a helyi politika intézkedései miatt). A vizsgált anyagok közül 14-et minősítettek kritikusnak, amelyek beszerzése problematikus; az acélipar alapanyagai nincsenek köztük. Az említett Magaszintű Kerakasztal javaslatára megvizsgálják annak a lehetőségét, hogy a kocszolható szenet is ide sorolják.

e. Kereskedelem

A kereskedelemnek a növekedésben játszott szerepét ismerve az Unió határozottan támogatja a nemzetközi kereskedelem liberalizációját a WTO égisze alatt.

Bilaterális ügyekben a kétoldalú tárgyalások, különösen a szabadkereskedelmi egyezmények (FTA) lehetnek hatékony eszközök ahhoz, hogy az EU vállalatok korrekt feltételek között exportálhassák termékeiket, ill. juthassanak hozzá a szükséges importhoz. A szabadkereskedelmi egyezmények aláírása előtt gondosan elemezni kell a lehetséges következményeket.

A szektor számára különösen fontos a megbízható, gyors statisztikai adatszolgáltatás a kereskedelmi ügyletekről.

A jelentősre nőtt felesleges kapacitások következtében várható, hogy kihasználásuk érdekében terjedni fognak az állami támogatások és dömping-akciók. 2012 végéig automatikus import-licencre alapozott ellenőrzési rendszer adott tájékoztatást a várható jövőbeli acélimportról. Ennek megszűnése után csak az utólagos ellenőrzés lehetősége maradt, azaz a beérkezett importról gyűjtenek részletes statisztikai adatokat. Fontos, hogy az árutőzsdék működése is átlátható és tisztességes legyen.

A kereskedelemmel kapcsolatos zavarok kiszűrése érdekében a

Bizottság rövid távon a következőket tervezi:

- kereskedelmi stratégiájában a különböző kereskedelempolitikai eszközöket (TDI) kihasználva elősegíti az acélipari vállalatok kijutását az Unión kívüli piacokra;
 - fellép az acélpiacon tapasztalt tisztességtelen gyakorlat ellen;
 - időben tájékoztatást ad az EU-n kívülről érkező acélimport alakulásáról;
 - a szabadkereskedelmi egyezmények megkötése előtt hatásvizsgálatokat készít.
 - Az acélhulladék export esetében, hivatkozva szerepére a CO₂-kibocsátás csökkentésében, környezetvédelmi alapon diszkriminációmentes intézkedésekkel lenne célszerű szabályozni a kivitelt, ügyelve arra, hogy ne tűnjön direkt, vagy indirekt exportkorlátozásnak;
 - ezzel összefüggésben javaslatot dolgoznak ki a hulladékok szállításának ellenőrzésére;
 - megvizsgálják annak lehetőségét, hogy a kocszolható szén a kritikus nyersanyagok közé kerüljön.
- Hosszú távon
- tovább folytatja a nemzetközi kereskedelem liberalizációjára irányuló törekvéseket, különös tekintettel a kereskedelmet korlátozó, vagy nehezítő eszközök felszámolására, a külső piacok elérése és a nyersanyagok beszerzésének biztosítása érdekében;
 - korszerűsíti piacvédelmi eszközrendszerét (TDI).

f. Energia- és klímapolitika

Energiaárak és energiaellátás

Az európai acélipari vállalatok becslése szerint működési költségeik 40%-át teszik ki az energiaköltségek.

A kocszolható szén ára az elmúlt években jelentősen nőtt és ezt az elmúlt hónapok áresése sem ellensúlyozta. A villamos energia ára a végfelhasználók számára jelenleg kétszerese az USA-beli áraknak, de jelentősen meghaladják a többi OECD tagországét is (kivéve Japánt). A villamos energia ipari ára 2005 és 2012 között az EU-ban reálértéken számolva 38%-kal nőtt, az USA-ban pedig 4%-kal csökkent. Az energiaárak jelentősen befolyásolják az acél-

ipar versenyképességét, és nagy súllyal esnek latba akkor, amikor az acélipari beruházások helyszínéről döntenek. Ráadásul a már említett, 2050-re szóló Energia Útiterv realizálása esetében további jelentős áremelkedéssel kell számolni.

Az egyik tényező az áremelkedésben a megújuló energiák részarányának a növelése a villamos energia termelésben – ez pedig az EU deklarált célja. A villamos áram felhasználói árának képzési rendszerre mindenütt számos adót, járulékot is tartalmaz; azon kormányok, amelyek ezt a lehetőséget kevésbé használják ki, versenyelőnyt teremtenek acéliparuk és a többi energiaintenzív ágazat számára.

2014-től a villamos hőerőművek kikerülnek az ETS kedvezményezettjei közül és meg kell vásárolniuk a kibocsátásnak megfelelő kvótákat. Ez emeli majd költségeiket és így a villamos energia árát is. Az Európai Bizottság az energiaintenzív ágazatok nyomásának engedve lehetővé teszi, hogy az állam kompenzálja a felhasználók ebből eredő kárát; kérdés azonban, hogy a kormányzatok élni fognak-e ezzel a lehetőséggel. (Megjegyzés: az EU eddig szigorúan tiltotta az acélipari vállalatok állami támogatását; ez lesz az első kivétel a szabály alól).

Az EU határozottan törekszik az egységes belső energiapiac megvalósítására (az egységes piac majdnem minden más területen hosszú ideje létezik). Harmadik energiacsomagjának realizálását ezért minden tagállamtól megköveteli.

Az Európai Tanács 2013. május 22-i ülésén úgy határozott, hogy precíz monitorozást indít az energiaköltségek, azok összetevőinek, időbeli változásainak, a tagországok közti különbségeknek és az iparvállalatokra gyakorolt hatásuknak az elemzése céljából.

Klímapolitika

Az acélipar egyike a legnagyobb CO₂-kibocsátóknak és – ahogy rámutattunk – ki van téve az ún. karbonszivárgásnak (carbon leakage). Jövőre érvénybe lép a benchmark-alapú ingyenes kiosztás, a benchmark értékek azonban, mint jeleztük, irreálisak.

Az EU CO₂-kibocsátása a globális kibocsátás 11%-a, és részaránya folyamatosan csökken; hatékony klímapolitika ezért csak globális akciókkal képzelhető el. Nagy kérdés, hogy a klímapolitika költségeit ki finanszírozza. A 2050-re szóló koncepció csak óriási költségek árán valósítható meg az acélipar esetében is.

Kézenfekvő lehetőség, hogy az emissziókereskedelemből származó állami bevételek egy részét a klímapolitikai célok megvalósítására fordítsák. 2013-tól az EU-ban a kvóták 40%-át értékesítik a piacon; 2027-ig ez az arány 100%-ra nő. Az EU eltökélt abban, hogy klímapolitikáját és a versenyképességet összehangolja és így akadályozza a vállalatok kitelepülését az EU-n kívülre.

A klímapolitika támogatása céljából az EU megbízta az Európai Szabványügyi Testületet (CEN), hogy dolgozza ki az energiaintenzív ágazatok CO₂-kibocsátásának meghatározására alkalmas szabványt (az első változat 2013 júniusában készült).

Mivel az acél 100%-ig reciklálható, az életciklus-vizsgálatok kedvező helyzetbe hozzák a versenytárs anyagokkal szemben.

Fenti problémák megoldása érdekében a Bizottság a következőket kívánja tenni:

Rövid távon

- 2013-ban kidolgozza a megújuló energia támogatásának rendszerét;
- részletes elemzést készítenek az energiaárak összetevőiről és hatásairól; az elemzést az Európai Tanács 2014 februári ülése elé terjesztik;
- javaslatokat dolgoznak ki az EU 2030-as energiapolitikájához; ebben foglalkoznak a költséghatékonysággal és a költségek hatásával az iparra;
- biztosítja, hogy a karbon-szivárgás veszélyének az elemzése nyílt, átlátható módon történjék;
- támogatja az energiahatékonyság legjobb gyakorlatának terjedését, a vállalatoknál végzett energiaauditok segítségével;
- támogatja az acéliparban az energiahatékony beruházásokat (új kazánok, a konvertergáz, hulladékhők hasznosítása stb.);
- az acélipart integrálja az energia-

hatékony termékek, berendezések kutatásába, fejlesztésébe és megvalósításába;

- arra törekszik, hogy az emissziókereskedelemből származó bevételeket a klímapolitikával kapcsolatos célokra használják fel.

Közép- és hosszabb távon

- tárgyalásokat folytat abból a célból, hogy globális nemzetközi egyezmény szülessen a klímaváltozás ügyében;
- felhívja az Európai Szabványügyi Testületet, hogy mielőbb fejezze be az energiaintenzív ágazatok CO₂-kibocsátásának a meghatározására szolgáló szabványokat;
- folytatja erőfeszítéseit, hogy az életciklus-vizsgálatok jobban vegyék figyelembe az acél reciklálhatóságát és az életciklus-vizsgálatok eredményeit integrálják a megfelelő stratégiákba;
- biztosítja annak feltételeit, hogy az EU-ban növekedjen a meglévő földgázvagyon hagyományos, vagy nem hagyományos úton történő kiaknázása és így csökkenjen az importfüggőség és az ár.

A Bizottság a következőkre kéri fel a tagországokat:

- a 2014 februárjában esedékes Európai Tanács ülésre készülő anyaghoz részletesen vizsgálják meg a náluk alkalmazott energia árképzés mechanizmusát és ennek alapján tegyenek javaslatot energiaárai csökkentésére;
- tegyék lehetővé, hogy az ETS-ből származó állami bevételeket az energiaintenzív ágazatok felhasználhassák a klímapolitikával kapcsolatos kutatásokban és fejlesztésekben;
- törekedjenek az energiaárak közti különbségek csökkentésére;
- vizsgálják meg a villamos energia-termelők összevonásának és a hosszú távú szerződések kialakításának a lehetőségeit;
- cserélik ki a legjobb technikákra vonatkozó ismereteket, információkat.

Az Európai Bizottság ellenőrizzé fogja az intézkedések hatását, és ha kell, további javaslatokat tesz az energiaintenzív ágazatok energia-költségeinek a csökkentése érdekében.

g. Innováció

Az EU acélipari vállalatai a határán vannak annak, amit a jelenlegi technológiákkal el lehet érni, és további jelentős CO₂-kibocsátás csökkentéshez új, áttörő technológiákra van szükség. A Bizottság által is támogatott ULCOS (Ultra kis CO₂-kibocsátású acéltéchnológiák) projektben azonosított technológiák megvalósítása nemcsak rendkívül költséges, hanem csak hosszú távon képzelhető el.

Fontos szerepet szánunk a CCS technológiának (a CO₂ leválasztása és tárolása) az acéliparban is. A technológia ipari méretű bemutatásának költsége messze meghaladja az acélipari K+F+I programok lehetőségeit. Ezeknek a technológiáknak a terjedése attól is függ, hogy Európában milyen feltételekkel valósíthatók meg (pl. a lakosság elfogadja-e).

Az EU acélipara folyamatosan fejleszt ki új acéltípusokat. Napjainkban nő az igény az anyag- és energiatakarékos, környezetkímélő technológiák iránt is. Az Európai Innovációs Partnerség a Nyersanyagok Területén (EIP) szintén jelentős lehetőséget biztosít ehhez.

Az új ígéretes technikák bevezetéséhez felhasználhatók az Európai Beruházási Bank finanszírozási mechanizmusai. A kockázatos új termékek, technológiák bevezetése az Európai Bizottság és az Európai Beruházási Bank által közösen kialakított Kockázatmegosztó Pénzügyi Alap (RSFF) támogatásával finanszírozható.

Az Európai Bizottság vállalásai:

- a Horizon 2020 [9] projekt keretében támogatást nyújt a tiszta, anyag- és energiahatékony acélipari technológiák kutatásához;
- a pénzügyi támogatást elsősorban az eredmények demonstrálását szolgáló kísérleti gyártási projektekhez nyújtja;
- a nyersanyagokkal foglalkozó EIP megvalósítási tervében figyelembe veszik a nyersanyagokkal összefüggő innovációs tevékenység támogatását, beleértve a reciklálást;
- felszólítja a tagállamokat, hogy alakítsanak ki acélspecifikus K+F+I programokat;
- felkéri az Európai Beruházási Bankot, hogy biztosítson hosszú távú

finanszírozási lehetőségeket az acélipari vállalatok azon környezetvédelmi fejlesztéseikhez, amelyek az új Ipari Emissziós Direktíva BAT-alapú kibocsátási határértékeinek teljesítését célozzák.

h. A szociális dimenzió: szerkezetátalakítás és szakemberigény

A foglalkoztatás komoly probléma az acéliparban, mert az elmúlt években 40.000 állás szűnt meg a szerkezetátalakítás során. A felesleges kapacitások leépítése kapcsán további elbocsátásokkal kell számolni.

Az európai acélipar foglalkoztatási struktúrája ugyanakkor példa nélküli átalakulás előtt áll. A koreloszlás következtében 2005–2015 között a dolgozók több mint 20%-a, 2025-ig pedig 30%-a hagyja abba a munkát, így nagy szükség lesz fiatal, jól képzett szakemberekre.

Az EU állami támogatásra vonatkozó szabályait is érdemes lesz kihasználni: a K+F és innováció, a képzési és foglalkoztatási, valamint a környezetvédelmi fejlesztések esetében van erre lehetőség.

A Bizottság vállalásai:

- elősegíti a fiatalok munkavállalását az ágazatban pl. fiatal-orientált munkaerő-toborzási módszerekkel;
- javasolja egy Európai Szakképzési Tanács (European Skills Council) létrehozását abból a célból, hogy a nemzeti szervezetek működjenek együtt az acélipari szakképzés és foglalkoztatás területén;
- támogatja az Ágazati Szakképzési Szövetségeket (Sector Skills Alliances), hogy az Erasmus program kihasználásával dolgozzanak ki közös tanterveket és módszereket az acélipari szakképzés elősegítésére;
- munkacsoportot alapít az acélipari vállalatok bezárásának, vagy jelentős leépítésének a vizsgálatára annak érdekében, hogy egyszerű-

sítse a megfelelő EU alapok felhasználását ilyen esetekre;

- a strukturális alapok felhasználásánál csökkenti a vállalati hozzájárulást;
- felhívja a tagállamokat és az acélipart az együttműködésre ezen célok megvalósításában.

Magasszintű Acél Munkacsoport

A dokumentum zárószövegében a Bizottság javasolja egy Magasszintű Acél Munkacsoport (High level Group on Steel) létrehozását, amely évente ülésezne és fórumot biztosítana a tapasztalatcserére és párbeszédre. Az akcióterv elfogadását követően egy éven belül a Bizottság megvizsgálja a terv hatását az acélipar versenyképességére, és indokolt esetben további javaslatokat tesz.

Összefoglalás

Az Európai Unió szakértői az elhúzódó válság okainak elemzése kapcsán arra a következtetésre jutottak, hogy a megoldás érdekében újraiparosítási programot kell indítani: növelni kell az ipar (a termelési tevékenység) súlyát a GDP-ben. Ezért az Európai Bizottság több iparágban, így az acéliparban is eszmecserét kezdeményezett a termelő ágazatok problémáinak megfogalmazására.

Ennek szellemében 2012 nyarán létrehozták a Magasszintű Kerekasztal az Acélipar Jövőjéről elnevezésű vitafórumot, amely megfogalmazta az EU acéliparának javaslatait. Ezek felhasználásával 2013 júniusában készült el A versenyképes és fenntartható európai acélipar akcióterve című bizottsági dokumentum, amit dolgozatunkban röviden ismertettünk.

A dokumentum következetesen végigtárgyalja az európai acélipar versenyképességét veszélyeztető tényezőket, és javaslatokat tesz ezek kiküszöbölésére, vagy enyhítésére. A

javaslatok között számos olyan van, amit az acélipar hazai és nemzetközi képviselői már hosszabb ideje megpróbáltak érvényesíteni, mindaddig sikertelenül.

A dokumentum indító mondata – Európa ipara számára fontos, hogy erős, versenyképes acélipara legyen – azt a reményt kelti az acélipar szereplőiben, hogy az Európai Bizottság a korábbi gyakorlattal ellentétben olyan gazdaságpolitikába kezd, ami a termelés feltételeinek javítására helyezi a hangsúlyt. Az EUROFER üdvözölte az akciótervet.

A korábbi magyar kormányok az acélipar vonatkozásában is szolgai módon igyekeztek eleget tenni az EU gyakran ésszerűtlen intézkedéseinek. A hazai acélipar képviselői ezért azt remélik, hogy a jelenlegi kormányzat szintén felülvizsgálja a korábbi gyakorlatot, és átveszi az Európai Bizottság új acélipari kezdeményezéseit.

Irodalom

- [1] http://ec.europa.eu/energy/energy_2020/roadmap/index_en.htm
- [2] <http://ec.europa.eu/enterprise/initiatives/mission-growth/>
- [3] http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/metals-minerals/steel/high-level-roundtable/index_en.htm
- [4] http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/metals-minerals/files/steel-action-plan_en.pdf
- [5] http://ec.europa.eu/governance/better_regulation/documents/com_2013_en.pdf
- [6] <https://www.steel-sustainability.org/esust>
- [7] http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/cars-2020/index_en.htm
- [8] <http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/>
- [9] http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index_en.cfm

THOMAS PABEL – CHRISTIAN KNEISSL – JÖRG BROTZKI – JENS MÜLLER

Nem csak környezetvédelmi előnyök – alumíniumöntvények tulajdonságainak javítása Inotec-magok használatával

Ha az öntődék érdekeltek szervesen vegyületeken alapuló formázó vagy magkészítő módszerekben, azt rendszerint az emissziók csökkentésének a lehetősége motiválja. Valójában a szervesen rendszerek használata, így az Inotec-féle módszer is, nemcsak a környezetre nézve előnyös, hanem a sorozatgyártásban termelési és minőségi előnyök is jelentkeznek.

Bevezetés

Az Inotec névvel jelzett szervesen kötőanyagrendszer nem csak a felszerszámolás költségeit csökkenti, például kevesebb tisztítási munkával a magszekrényen és az öntőmintán, ahol a kötőanyagból származó kondenzáció fontos tényező, de jelentősen csökkenti az öntvénytisztítási munkát is. Döntő megfigyelés volt azonban, hogy az Inotec-módszerrel gyártott öntvényeken a porozitás előfordulása kisebb. Ez volt a kiindulópontja egy nagy projektnek, amelyben a szervesen kötőanyagrendszerek hatását vizsgálták hengerfej- és motorblokköntvények jellemző anyagtulajdonságaira. Ehhez átfogó vizsgálati koncepciót terveztek, együttműködésben az Ashland-Südchemie-Kernfest GmbH, Hilden és a leobeni Osztrák Öntészeti Kutatóintézet között.

A szimuláción és a külön e vizsgálathoz kidolgozott szerszám elkészítésén kívül, amely magszekrényből és kokillából állt, metallográfiai vizsgálatokat végeztek és meghatározták a statikus és dinamikus mechanikai értékeket is. Az öntvényeket Inotec-

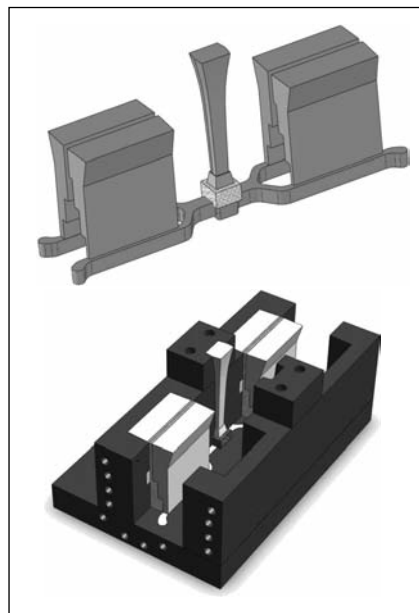
és cold-box magokkal állították elő és a vizsgálati eredményeket összehasonlították.

Bonyolult öntvények öntése

A szervesen kötőanyagoknak hosszú története van, ma is sikeresen használják azokat sok eljárásban. A szervesen kötőanyagú forma- és magkészítési módszerek visszatérően vannak az öntődékbe. De miben különbözik pontosan az Inotec a hagyományos nátrium-szilikátos kötőanyagoktól?

A kötőanyag alapja egy szilikátrendszer, hasonló a hagyományos nátrium-szilikátokhoz. Ennek előnye, hogy a magkészítés vagy az öntés során a vízen kívül nincs melléktermék-kibocsátás, és az olyan emisszió, mint amilyen például a cold-box szektoré, már a múlté.

A hagyományos nátrium-szilikátok használata jórészt a viszonylag egyszerű alakú magokra és formákra korlátozódik. Ennek oka a homokkeverék gyenge folyékonysági tulajdonsága és a CO₂-vel való szilárdítás. Az utóbbinak két hátránya is van, a kis végső szilárdság és



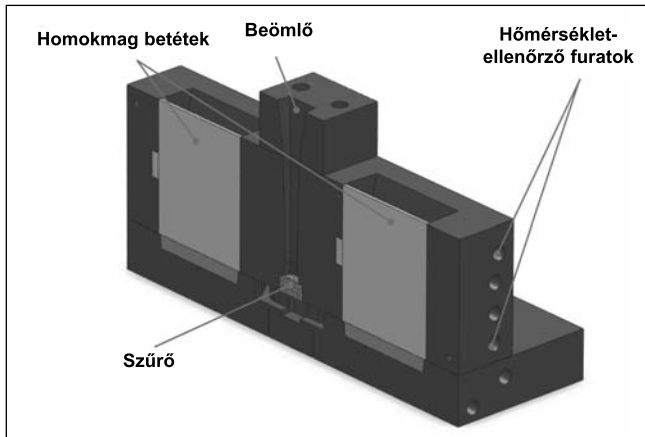
■ 1. ábra. A három részből (alaplap és a két fél magszekrény) álló szerszám központi beömlővel és a virtuálisan öntött lépcsős próbatetek

a rossz bomlékonyság öntéskor.

Ezzel szemben, az Inotec kötőanyagú homokkeverékeknek nagyon jók a folyékonysági tulajdonságai, így még olyan bonyolult alakzatok is gyárthatók, mint amilyenek a filigrán víztérköpeny-magok. Száritással kiválósos szilárdulást érnek el, ami fűthető, mintegy 170 °C hőmérsékletű magszekrényeket és forrólevegős fúvatást igényel.

Katalizátorként ismert különleges adalékok használatával célzott módon szabályozhatók a rendszer olyan tulajdonságai, mint a kezdeti szilárdság, az öntött felület állapota (nem szükséges fekecselés vagy beporzás pl. talkummal) és a termikus ellenállás. A sorozatgyártásban a következő előnyök mutatkoztak:

Osztrák öntészeti szaklapunk, a Giesserei Rundschau ajánlása alapján érkezett publikáció, melynek szerzői az alábbi intézményeket képviselik: Thomas Pabel, Christian Kneissl, Austrian Foundry Research Institute, ÖGI, Leoben, Ausztria; Jörg Brotzki, Jens Müller, Ashland-Südchemie-Kernfest GmbH, Hilden, Németország



■ 2. ábra. A két lépcsős próbatest kokillájának nézete az osztósíkban

- környezetkímélés: nincsenek kibocsátások a magkészítés alatt, csekély a kibocsátás az öntés alatt;
- minőségjavulás: nincs kondenzáció az öntvényen, kevesebb a tisztítási munka;
- gazdaságosság: jóval kevésbé szennyeződik a magszekrény és a kokilla, így több szerszám áll rendelkezésre, nő a termelékenység;
- technológiai előny: javított anyagtulajdonságok az öntvényporozítás csökkenésének eredményeként.

Az alapkonceptió szabályozott hőmérsékletű, függőleges osztású kokillát alkalmaz két, szimmetrikusan elrendezett formaüreggel, központi beömlővel és szűrővel (1. és 2. ábra). Az egyik formaüregbe Inotec-magot, a másikba pedig cold-box magot helyeznek.

Lépcsős magokat terveztek, amelyekkel négylépcsős öntvény (lépcsős próba) önthető. A lépcsős próbák kiértékelésével meghatározható a különböző magszilárdságok, öntvényvastagságok és kötőanyag-rendszerek hatása a szövetszerkezetre és a mechanikai tulajdonságokra.

Az Inotec- és a cold-box magok magszekrényének a hőmérséklete fűtött rudak és/vagy teljes méretű forró lapok használatával szabályozható. Maglövéskor a levegő a szerszám hasítékain át távozik, amelyeket a forró lapok miatt oldalra, kifelé kell tájolni. A hőmérséklet ellenőrzését és szabályozását a kokilla oldalfalában elhelyezett hőelemek segítségével végzik. A magot a kokillába helyezik és az elmozdulás ellen két magjellel biztosítják.

Mind az Inotec-, mind a cold-box

magok esetén mérték a c_p fajlagos hőkapacitást, a D/l_0 hőtágulást és a hővezetést, valamint az r sűrűséget a szobahőmérséklettől 800 °C-ig terjedő hőmérsékleti tartományban. Az így nyert adatokból számították a hőmérséklet függvényében az l hővezető képes-

séget és az r sűrűséget szobahőmérséklettől 800 °C-ig. Ezeket a termofizikai adatokat közvetlenül vitték be a formatöltés és a dermedés Magmasoft 4.4-gyel végzett szimulációjába.

A 3. ábra mutatja a dermedés és a dermedési sebesség összehasonlítását egy Inotec-maggal (bal oldal) és egy cold-box maggal gyártott öntvény (jobb oldal) között (a már megszilárdult területek színtelenek). A színjelzett hőmérséklet-eloszlásban látható, hogy azonos dermedési idő mellett

az Inotec-magos öntvény olvadáka körülbelül 5 °C-kal melegebb, mint a cold-box magosé. A T_E helyi dermedési időben a különbség csak 1–2 mp. A helyi dermedési idő kulcs tényező a másodlagos dendritgátavolság (SDAS) meghatározásában a következő összefüggéssel:

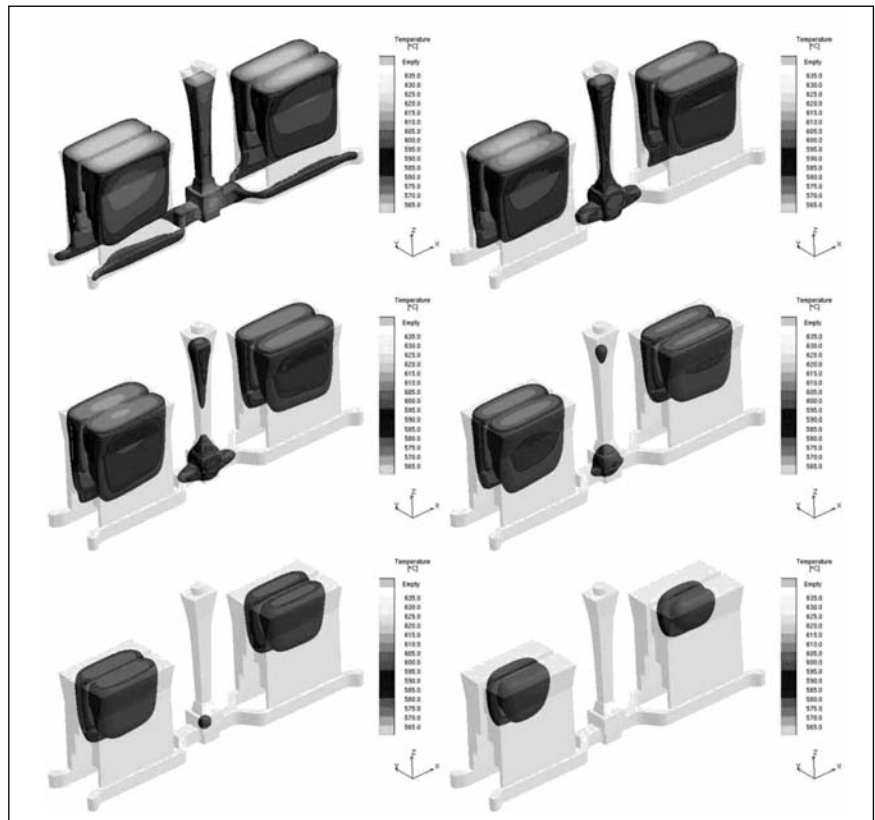
$$SDAS = k \cdot T_E^{1/3}$$

ahol k – anyagállandó.

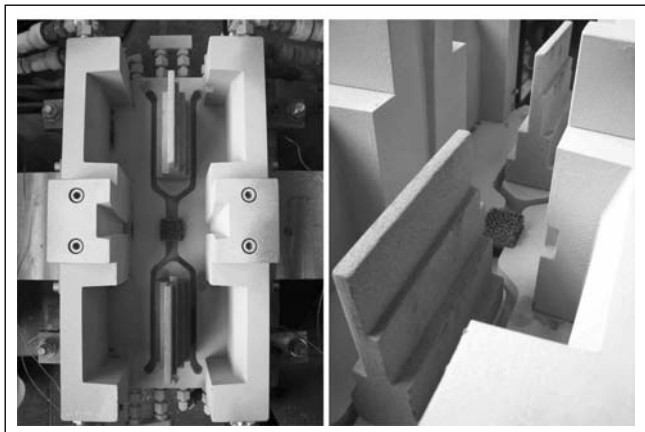
A kis SDAS-érték általában jó statikus és dinamikus anyagtulajdonságokhoz vezet. Mivel azonban a helyi szilárdulási időben az amúgy is marginális különbségnek csak a köbgyöke épül be az SDAS-ba, a várható hatása, mint leírták, arra csekélynek tekinthető.

Nem képződik füst vagy szag

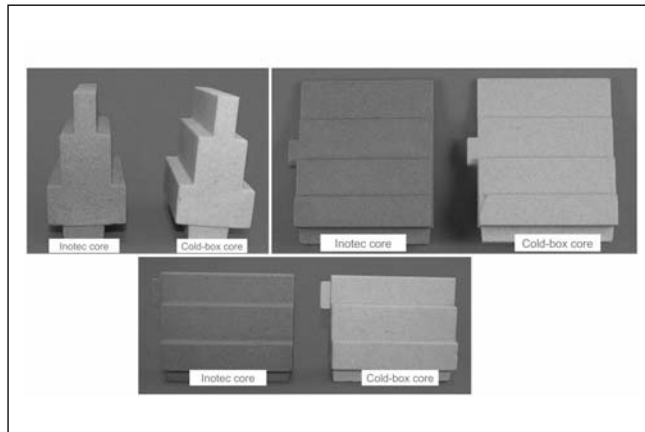
150 kg EN AC-AISI7Mg0.3 ötvözetet adagoltak az ellenállásfűtésű téglés kemencébe, és azt 730 °C ± 5 °C öntési hőmérsékletre hevítették. Olvasztás után az olvadt fémet rottor gáztalanítóval tisztították, majd hat percen át percenként hat liter argonnal öblítették. Az olvadt fém minőségét vákuumos sűrűségvizsgálattal ellenőrizték, a sűrűségi index



■ 3. ábra. Dermedési szimuláció: az Inotec-mag (balra) és a cold-box mag (jobbra) összehasonlítása



■ 4. ábra. Vizsgálati elrendezés: Inotec-mag elől, cold-box mag hátul



■ 5. ábra. Magvátozatok: 1 (teljesen körbeöntött magok, felül balra és alul) és 2 (beöntött magok, felül jobbra)

1,2% volt. Az olvadt fém minősége tehát megfelel a mai kor színvonalának, nagyjából mentes a hidrogéntől és az oxidoktól. Következésképpen, az öntvényekben fellépő porozitást nem az olvadt fém minősége okozza, hanem az kizárólag a magok által kibocsátott gázokból származik.

A kokillaöntőgépre szerelt kokilla-feleket, valamint az alaplapot cirkónium-oxid bevonattal látták el (4. ábra). A kétrészes kokilla mindkét oldalát $280\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra hevítették elő kétkörös fűtőkészüléket használva. A kokilla hőmérsékletét az öntés alatt négy K-típusú, I. osztályú tokos hőelemmel kalibrálták és szabályozták. A hőelemeket a belső kontúrától 5 mm távolságú furatokban, a kokilla falának közepében helyezték el.

Az állandó és reprodukálható öntési körülmények elérése céljából a kokillát mindig akkor nyitották ki és a próbatesteket akkor vették ki, amikor a kokilla hőmérséklete $320\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra csökkent, miután túllépett egy maxi-

mális hőmérsékletet. Az öntést nem folytatták addig, amíg a kokillát nem hűtötték le $280\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra a fűtő/hűtő készülékkel. Közeliően 360 sec-os rendszeres ciklusidőt értek el.

Mint előbb a szimuláció esetében is, az Inotec-magot mindig a kokilla bal, a cold-box magot a kokilla jobb oldalában helyezték el. Az első öntési sorozatban a magok öntéskor szabadon érintkeztek a környezettel („cast-in” változat). A második öntési sorozatban a magokat közvetlenül a magjel felett elvágták, majd teljesen körbeöntötték a fémrel („fully cast-in” vagy „overmoulded” változat) (5. ábra).

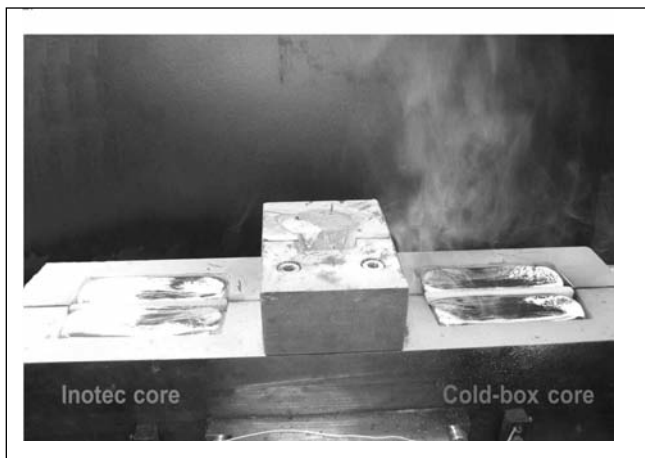
Az összes öntvényt (a kísérleti lépésös próbákat) T6 hőkezelésnek (oldó izzítás – edzés – mesterséges öregbítés) vetették alá. Az EN 1706 AC-AISi7Mg0.3 ötvözetre az irodalomban megadott értékeket használták paraméterekként a hőkezeléshez.

Öntés alatt észlelhető volt a cold-box magok különösen jelentős füstképzése (6. ábra). Ezzel szemben az

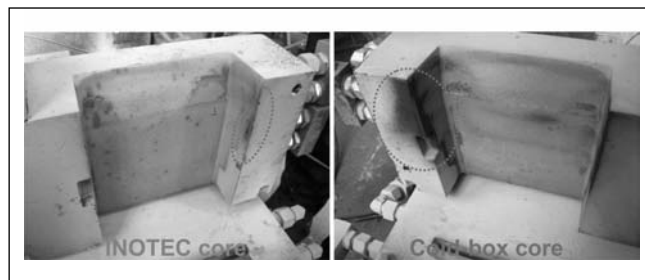
amelybe cold-box magot tettek, szerves kondenzátumok gyantarétege képződött a kokilla oldalain 15 öntés után (7. ábra). Összehasonlítással, az Inotec-magok használata során csak csekély lerakódások mutatkoztak a kokillán (7. ábra). A jelentős gyantaképződés eredményeként a cold-box magokkal folytatott gyártás esetén a szerszámok karbantartások közti intervallumait rövidíteni kell, vagyis gyakrabban kell tisztítani a cold-box magokkal használt kokillákat.

Jó mechanikai tulajdonságok

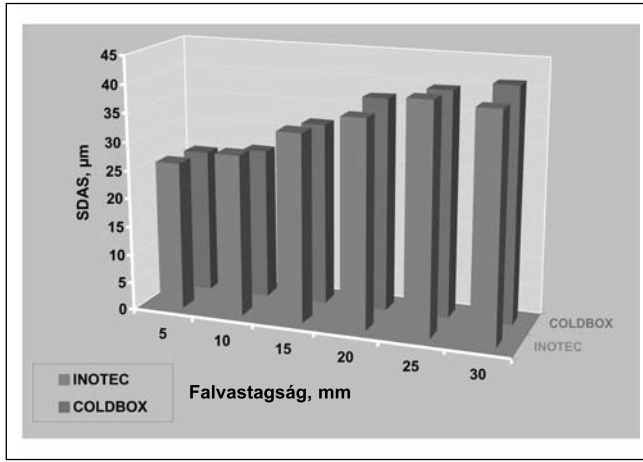
A próbaöntvényekből készült csiszolatok vizsgálata során felismerhető volt az erre az ötvözetre jellemző szerkezet, nevezetesen a primer alfa szilárd oldatból és szilíciumból álló eutektikum. Ezen felül, elszigetelt esetekben, a szövetszerkezet vasban dús kiválásokat is tartalmazott tús Al_5FeSi vegyület formájában, ill. $\text{Al}_{15}(\text{FeMn})_3\text{Si}_2$ képletű, ún. „kínai írás” formátumokat, ahogy ez megszokott és várható volt. Az eutektikus szilícium a T6 hőkezelés során az oldó izzítás révén teljesen gömbösödött.



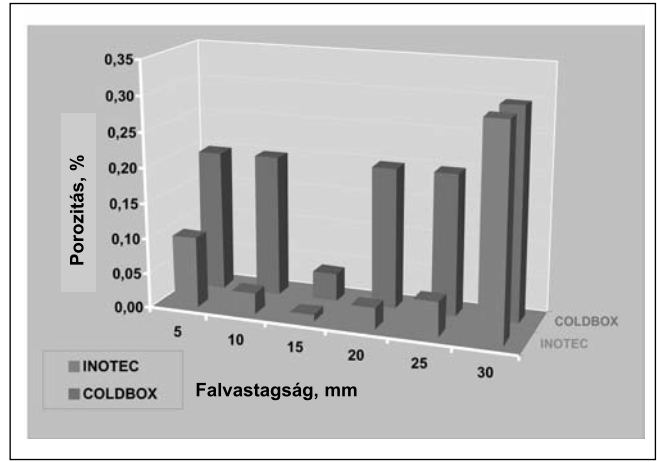
■ 6. ábra. A cold-box mag erős emissziója (jobbra)



■ 7. ábra. Gyantaképződés szerves kondenzátumokból Inotec- és cold-box magok használatakor



■ 8. ábra. Másodlagos dendritágtávolság (SDAS) a falvastagságnak megfelelően



■ 9. ábra. Inotec- és cold-box maggal gyártott öntvények porozitásának összehasonlítása

A másodlagos dendritágtávolságot (SDAS) minden lépcsőben mérték: a fal szilárdságától függően 27 és 40 μm volt, vagyis a szokásos nagyságrendű az ilyen alakú kokillaöntvények esetén.

Az SDAS-re elsődlegesen a helyi szilárdulási idő hat ($SDAS = k \cdot T_E^{1/3}$ [1]), és azt a dermedési folyamatok határozzák meg. A kis SDAS tehát a gyors dermedésből ered: jó mechanikai tulajdonságokat eredményez és a szövetszerkezet finomodását is elősegíti. A különbség a dendritágtávolságban legfeljebb 1 μm. Ez a minimális különbség a mérési pontosságon belül van, így az SDAS eredmények azonosnak tekinthetők. Az Inotec-magok kissé rosszabb hővezetése nem vezetett a másodlagos dendritágtávolság bármilyen mérhető romlásához (8. ábra).

A szerkezeti vizsgálatokhoz a lép-

csős próbák minden lépcsőjéből metallográfiai csiszolatok készítéséhez mintákat vettek, ezeket műgyantába ágyazták, csiszolták és polírozták. A porozitás meghatározásához az alySISFive mennyiségi képelemző rendszert használták.

A porozitást a VDG P 201 „Nemvasfém öntvények térfogati hiányosságai” adatlap alapján értékelték, 25x-ös nagyítású mikrofelvelelek használatával. A képeket 8 bites szürke képekké konvertálták, és a porozitást a szürke küszöbérték meghatározásával állapították meg. E vonatkozásban az észlelt pórusok vörösre színeződtek a képen, és a felületi arányokat az észlelési terület százalékában értékelték (ROI – region of interest – érintett régió). A megfelelő régiókat itt úgy kell kiválasztani, hogy azok maximális felületet fedjenek le, és amennyire lehet, illeszkedjenek az adott

társa egészében nagyobb, vagy mint a 30 mm-es lépcsőben, a legjobb esetben azonos mértékű az Inotec-magokkal készült öntvények porozitásával (9. ábra). A térfogati hiányokat főként gázpórusoknak kell tekinteni (10. ábra).

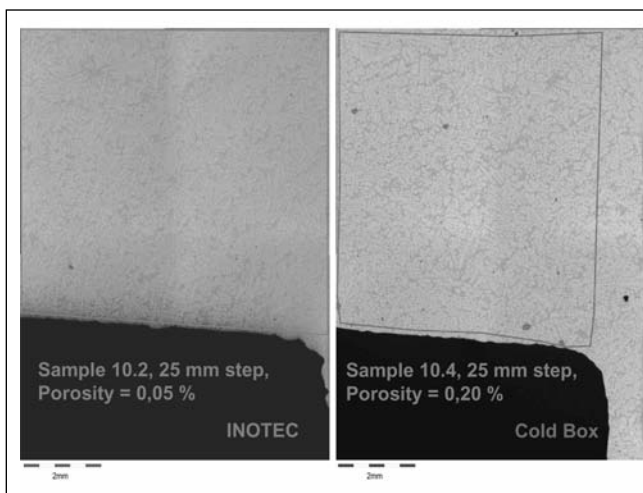
Nyúlás

A szakítóvizsgálathoz szükséges próbatesteket a „cast-in” változat mindegyik lépcsőjéből kimunkálták a DIN 50125 szabványnak megfelelően, majd egytetemes szakítógépen meghatározták a szakítószilárdságot (R_m), a 0,2%-os maradó nyúláshoz tartozó egyezményes folyáshatárt ($R_{p0,2}$) és a szakadási nyúlást (A).

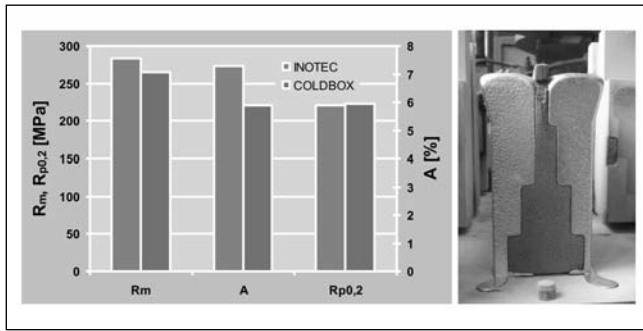
Az öntvényből vett összes próbatest vizsgálati értékei az EN 1706:1998 szabványban meghatározott legkisebb értékek felett vannak.

Ha a cast-in módszerrel gyártott öntvények eredményeinek átlagát minden szakaszban összehasonlítják, az Inotec-magos öntvényeknél kevésbé nagyobb szakítószilárdság és jelentősen nagyobb nyúlás észlelhető közel azonos folyáshatár mellett (11. ábra).

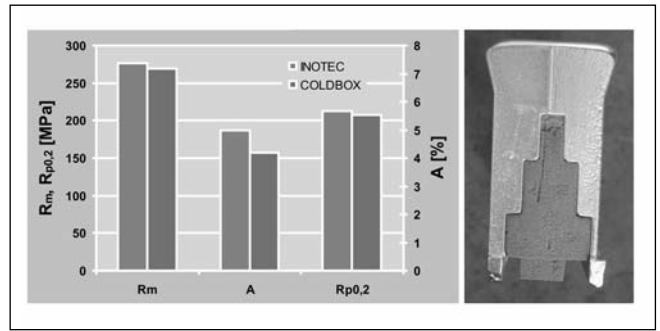
A teljesen beöntött magok eredményei ugyanezt a tendenciát mutatják, azaz az Inotec-magok esetén nagyobb a nyúlás és a szakítószilárdság (12. ábra). A vastag falú területből vett minták értékei összességében kisebbek a teljesen beöntött magok esetében. A porozitás hatását a mechanikai tulajdonságokra világosan mutatja a 13. ábra. A szakítópróbatesteket ugyanazon öntvény-



■ 10. ábra. A 25 mm-es falvastagságú öntvényrészek porozitásának összehasonlítása



■ 11. ábra. Beöntött magos öntvények szakítóvizsgálati eredményei



■ 12. ábra. Teljesen beöntött magos öntvények szakítóvizsgálati eredményei

ből vették, egyet az Inotec, egyet a cold-box maggal gyártott részből. A lineáris-rugalmas területen a feszültség–deformáció görbék azonosak. A plasztikus részen a görbéknek szintén hasonló a felépítése az Inotec-magos öntvényből vett minta szakadásáig. A kisebb porozitás következtében azonban az Inotec-próbának jelentősen nagyobb a nyúlása vagy törési feszültsége, és a felkeményedés eredményeként a szakítószilárdsága is nagyobb.

Előnyök az öntvények számításában és tervezésében

Az Inotec- és cold-box maggal gyártott, két oldalán lépcsős lapú kokillaöntvényekből 20-20 UBW próbatestet készítettek a további, szobahőmérsékleten végzett vizsgálatokhoz. A DIN 50113 szerinti dinamikus fárasztó vizsgálatban a Wöhler-görbét $5 \cdot 10^7$ ciklussal, 200 Hz frekvenciával és $R = -1$ feszültségi aránnyal határozták meg. 10, 50 és 90%-os törési valószínűségeket számítottak normál logaritmikus eloszlással. A T varianciát a 90%-os és a 10%-os törési

valószínűség értékeinek az arányából nyerték.

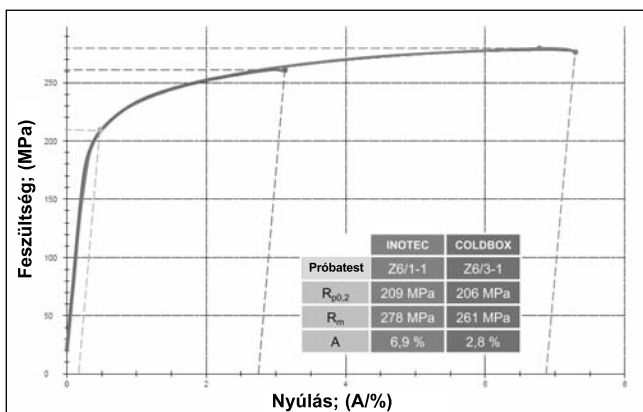
Az 50%-os törési valószínűséghez az értékelés (lásd 14. ábra) 3 MPa-lal nagyobb dinamikus szilárdságot mutat az Inotec-magos öntvényekből vett próbatestek esetén. A varianciakülönbség meglepő. A nagyon egyenletes öntvényminőség eredményeként mindkét Inotec-minta varianciája jelentősen kisebb, míg a cold-box minták eredményei értelemszerűen függenek a porozitástól. A kisebb porozitású próbatestek az Inotec-próbatestekével közel azonos értéket érnek el, míg a nagyobb porozitású próbatestekben a dinamikus szilárdság jelentősen kisebb. Ennek a variációnak a következményei nehezítik az alkatrésztervezést, mivel azt figyelembe kell venni a számításokban. Végül tehát nagyobb bizalmi tényező szükséges: az öntvények drágábbak és nehezebbek.

A cold-box magok erős gázkibocsátásai jól láthatók öntéskor. Az Inotec-mag kibocsátása jelentősen kisebb, virtuálisan nem károsodik a környezet a füst és/vagy zaj következtében.

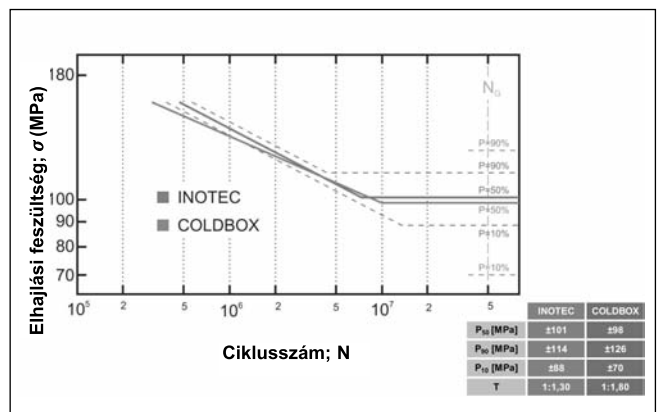
Észrevehető volt az is, hogy néhány öntés után szerves kondenzátumok gyantarétege képződött azokban a formaüregben, amelyekbe cold-box magot tettek. Ezzel szemben abban a formaüregben, amelybe Inotec-magokat tettek, ugyanennyi öntés után csak csekély lerakódás volt. Ez a jelenség több kokillatisztítási munkát és nagyobb öntvénytisztítási költségeket eredményez cold-box magok használata esetén.

Minden falvastagság esetén az Inotec-magos öntvényeknek jelentősen kisebb, vagy a legrosszabb esetben azonos a porozitása a cold-box magos öntvényekével. A térfogati hiányokat főként gázporozitásnak kell tekinteni. Egészében, a porusok százalékarányát a felülethez képest csekélynek kell tekinteni minden öntvényben, és az olvadt fém jó minőségére tekintettel azt kell feltételezni, hogy a porozitást csak a magokból keletkező gázok okozzák.

A másodlagos dendritágtávolság (SADS) eredményei azonosnak tekintendők. Az Inotec-magok enyhén rosszabb hővezetése nem vezetett a másodlagos dendritágtávolság



■ 13. ábra. Inotec- és cold-box magos öntvények feszültség–deformáció görbéinek összehasonlítása



■ 14. ábra. Wöhler-görbék különböző törési valószínűségekhez (forgó-hajlító fárasztóvizsgálat)

semmilyen mérhető romlásához sem.

A beöntött és a teljesen beöntött magú öntvények esetében az Inotec-magos öntvények nyúlása és szakítószilárdsága egyaránt nagyobb, mint a cold-box magos változaté, míg a szakadási nyúlások jó közelítéssel azonosak.

Az Inotec-magos öntvények dinamikai szilárdsága is nagyobb, mint a cold-box magosoké. Az Inotec próbatetek varianciája jelentősen kisebb az egyenletesebb öntvényminőség következtében. Következésképpen, az öntött alkatrészek számításában és tervezésében jelentős előnyök várhatók a jövőben.

További információ: www.ask-chemicals.de ; www.ogi.at

Irodalom

[1] Kurz, W. – Fisher, D. J.: Fundamentals of Solidification, 4th Revised edition, Trans Tech Publications Ltd., Switzerland, 1998, p. 85.

Szoboröntészeti kiállítás az Öntödei Múzeumban

Kedvcsináló tudósítás „...a szobor születése...” című kiállításról, tisztelegés Kutas László szobrászművész és a vele dolgozó öntészek előtt.

A Magyar Öntészeti Szövetség, a CASTER Célcsoport, az OMBKE Öntészeti Szakosztálya és az MMKM Öntödei Gyűjteménye közös rendezésében, továbbá 10 hazai öntöde és mintegy 12 önkéntes kolléga erőfeszítésének eredményeképpen 2013. május 31-én az Öntödei Múzeumban megnyílt „...a szobor születése...” időszaki kiállítás.

2006. október 13-án a szakmai szervezetek és a szakma képviselői, valamint tanítványai halála első évfordulóján közadakozásból elkészítették dr. Nándori Gyula öntészprofesszor mellszobrát. A Kutas László által alkotott mellszobrot az Öntödei Múzeum kertjében avatták fel az emléke előtt tisztelgő öntészek. Ekkor készült el a Nándori Gyula-emlékplakett is – szintén Kutas László alkotása (az egyik kiállítói vitrinben ez is látható) –, amit az öntész oktatással kapcsolatos kiemelkedő teljesítményért ítél oda azóta is a Magyar Öntészeti Szövetség elnöksége.

Az avatás után Hatala Pál ötlete volt, hogy kellene egyszer egy tematikus szoboröntészeti kiállítást rendezni egyrészt Kutas László, másrészt a vele együtt dolgozó öntészek tiszteletére. Ezt akkor a Mesterral kettesben meg is beszélték, és elhatározták, hogy a gondolatot kiérlelik, és a kiállítást egyszer majd megrendezik. Többszöri nekirugaszkodás, sok-sok tervezés után aztán az elhatározást hét év után tett is követte,



■ A kiállítás előkészületei: Hatala Pál, Kutas László és Gál György

aminek eredményeként most megtekinthető a múzeum galériáján a kiállítás.

A kiállítást alapvetően Kutas László nagy sikerű, méltán népszerű Mary Poppins szobra elkészítésének menetére fűzték fel a szervezők. A kiállításon öt vitrin – bennük mintegy 40 tárgy –, ezenkívül 12 nagyméretű feliratozott tabló, 8 posztamensen álló szobor, az öntési folyamat egy-egy köztes állapotát bemutató darabok és kész öntvények mellett több Kutas-szobor is látható.

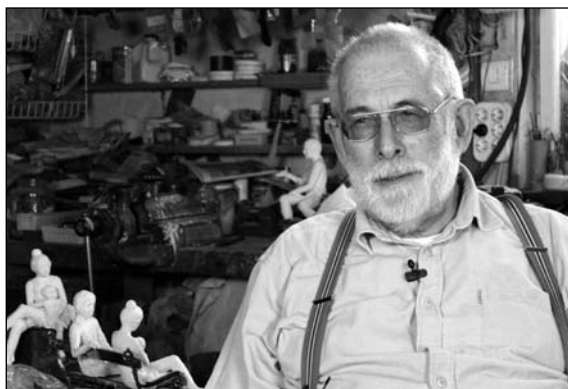
Kutas László a ma élő szobrászművészek, érem- és plakettkészítő

művészek körének az egyik, ha nem a legjelentősebb tagja, akinek 43 köztéri szobra és több mint 120 érme, plakettje ismert. Számos nemzetközi kiállítás nyertese, kiállításainak száma több mint 60, és a Magyar Köztársasági Érdemrend lovagkeresztjével is kitüntették. A Mester ma is igen termékeny, tervekkel, új elképzelésekkel teli és sokat dolgozó művész.

Kutas László stílusa a realista hagyományokra épül, művei – a témától függően – nem nélkülözik a finom humort sem. Számos magángyűjteményben található meg művei (lásd még Kutas László honlapja, illetve <http://artportal.hu/lexikon/muveszek/kutas-laszlo-785>).

A múzeum kiállítóterében Kutas László hat legismertebb szobrából kamarakiállítás is nyílt, amelyet a megnyitó résztvevői nagy örömmel – sokan már sokadszorra – néztek meg, tanulmányoztak.

A megnyitó ünnepség levezető házigazdája Hatala Pál, a Magyar Öntészeti Szövetség ügyvezetője volt. Az ünnep, vagyis a kiállítás kez-



■ Kutas László és az egyik szobra a kiállításon





■ Részlet a kiállításból

déseként a megjelenteket köszöntötte *dr. Krámlí Mihály*, a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum főigazgatója. Ezt követően *Feledy Balázs* művészeti író méltatta Kutas László munkásságát, ismertette sikereit, elismeréseit, kitüntetéseit.

Ezután filmek vetítése következett. Az első egy rövid portréfilm volt Kutas Lászlóról. A második film a klasszikusnak nevezhető szoboröntést (homokformába, álmagok felhasználásával) mutatta be egy Kutas László-szobor elkészítésén keresztül. A harmadik filmben Kutas László elmesélte a *Mary Poppins*-szobor ötletének megszületési körülményeit.

A múzeum galériáján – a filmvetítéseket követően – a résztvevők megtekinthették a kiállítást, ahol Kutas László és *Gál György* az érdeklődőknek tárlatvezetést tartott.

A kiállítás keretében Kutas László munkásságát, életének főbb eseményeit leánya, *Diána* négy tablón, sok fényképpel és magyarázó szöveggel, szobrokkal mutatta be.

A kiállítás szervezői a szobor-

öntészet legjellemzőbbnek tekintett technológiai folyamatai közül hármat mutattak be tematikus nyomon követési mód segítségével:

- a klasszikusnak nevezhető, hamis magokkal (stiklik) végzett portré-szobrászat öntési folyamatait (formakészítés, öntés, öntvénytisztítás, csiszolás,

öntvényjavítás/hegesztés, cizellálás, patinázás);

- az érem- és plaketszobrászattal kezdődő, a művész alkotását homokformában öntvénné nemesítő öntési eljárást;

- a plasztilin és gipszminta készítésével kezdődő, szilikonforma- és kerámiahéj-képzéssel végzett viaszveszejtési öntést.

A klasszikus homoköntési eljárás-hoz képest a viaszveszejtési öntési technika kialakulása jelentős minőségi javulást eredményezett a szobrok és kisplasztikák kivitelezésében is.

A kiállításra ún. névjegyérmet tervezett és mintázott Kutas László, amelyet a CASTER Cégcsoport munkatársai készítettek. Ezekből egyet-egyét a megnyitó résztvevői is kaptak.

...a szobor születése... című kiállítás 2013. október 31-ig várja a látogatókat a múzeum nyitvatartási idejében – csütörtökön 10:00–16:00, pénteken és szombaton 10:00–14:00 óráig –, illetve más, de előre egyeztetett időpontokban azon kívül is.

A kiállítást anyagilag támogatták: *Alba Metall 1991 Kft.*, *CASTER Cégcsoport*, *Csepel Metall Kft.*, *FÉMALK Zrt.*, *Intermetall Kft.*, *K+K Vas Kft.*, *Nehézfémöntöde Zrt.*, *OMBKE Öntészeti Szakosztálya*, *Rosenbach Kft.*, *Szabó Öntészeti Kft.*, *TP Technoplus Kft.*

Önkéntes segítők voltak az *OMBKE Öntészeti Szakosztály* csepeli helyi szervezetének tagjai: *Berecz Tamás*, *Bocs János*, *Fodor Krisztina*, *Kiss Tamás*, *Horváth Ádám*, *Katkó Károly*, *Kurcz Mónika*, *Schön Mátyás*, *Somogyi János*.

Kutas László és segítői: *Berényi Henriette* és *Varga Huba*, *Gere László*, *Gégény Ferenc*, *Gégény Ildikó*, *Kutas Diana*, *Simó László*, *Sprencz Jenő*, *Svingovszky Imre*.

A *CASTER Cégcsoport* munkatársai: *Bokor Zsuzsanna*, *Balogh Zoltán*, *Gál Tibor*, *Gál György*.

Az *Öntödei Múzeum* munkatársai és önkéntesei: *Csibi Kinga*, *Demeter Ferenc*, *Eszéki Dániel*, *Huszics György*, *Képes Gábor*, *Tóth Enikő*.

A Magyar Öntészeti Szövetség munkatársai: *Fifek Gabriella*, *Hatala Pál*.

Gál György és Hatala Pál



■ A *Mary Poppins*-szobor



■ A kiállítás megnyitójára készült érem elő- és hátlapja

A MÖSZ rendkívüli elnökségi ülése és 22. közgyűlése

A Magyar Öntészeti Szövetség 2013. május 21-én rendkívüli elnökségi ülést tartott a ráckevei Savoyai-kastélyban.

Dr. Sohajda József elnök megállapította a szavazatképességet és tájékoztatta az elnökséget a napirendi pontokról: 1.) Javaslat új elnökségi tag kooptálására; 2.) Javaslat egy vezetői fórum megszervezésére a hazai öntészeti szakirányú szakember-ellátottság helyzetének értékelésére, a hazai szakember-utánpótlás biztosításához szükséges feladatok meghatározására.

Az **1. napirendi pontban** az elnök ismertette egy elnökségi tag kooptálásának okát: *Hegedűs István* (Busch Hungária Kft.) elnökségi tag munkaviszonya megszűnt, így elnökségi tagságát elvesztette. Az elnökség a javaslatához fűzött indoklás és a javasolt személy ismertsége alapján egyhangúlag döntött arról, hogy a közgyűlésnek *Lidvin Balázs*, operációs igazgató (Busch-Hungária Kft.) kooptálását javasolja.

A **2. napirendi pont** elnyúló, heves, de tárgyyszerű vitáját követően a szövetség ügyvezetője, *dr. Hatala Pál* javaslatát az elnökség egyhangúlag elfogadta, és megbízta az ügyvezetőt, hogy a vezetői fórumot 2013. június közepére szervezze meg.

Egyéb hozzászólás nem volt, az elnök a rendkívüli elnökségi ülést ezt követően bezárta.

A Magyar Öntészeti Szövetség 22. közgyűlését szintén a ráckevei Savoyai-kastélyban tartotta meg 2013. május 22-én.

Dr. Sohajda József elnök köszöntötte a megjelent MÖSZ-tag társaságok képviselőit, és megállapította, hogy a közgyűlés 10 órakor nem volt határozatképes (27 cég képviselője jelent meg a 85-ből), ezért a közgyűlést 10.30-ra halasztotta. A türelmi időtartam alatt a megjelentek „A szobor születése – művészet és öntészet” – a 2013. május 31-én, az Öntödei Múzeumban megnyitandó – időszaki szakkiállításra készült egyik videót tekintették meg.

A 22. közgyűlést 10.30-kor *Sohajda elnök* 28 szövetségi tag képviselője jelenlétében megnyitotta, felolvasta a napirendet, melyet a közgyűlés egyhangúlag jóváhagyott. A napirendekkel kapcsolatosan, a közgyűlési meghívóval kiküldött dokumentumok a következők voltak: A MÖSZ elnökségének beszámolója a 2012. évben végzett munkáról, a MÖSZ 2012. évi költségvetésének teljesítése, a 2012. év egyszerűsített mérleg-beszámolója és eredménykimutatása, a MÖSZ Ellenőrző Bizottságának 2012. évre vonatkozó jelentése, a MÖSZ 2013. évi munkaterve és tevékenységi listája, a MÖSZ 2013. évi költségvetési terve, a 2013. évi MÖSZ-díjak odaítélésének értékelése, a magyar öntészet 2012. évi összesített termelési adatai.

1. napirendi pont: Új elnökségi tagok kooptálásának jóváhagyása (előterjesztő: *dr. Sohajda József*): *Dr. Bokodi Béla* (Prec-Cast Kft.) és *Hegedűs István* (Busch Hungária Kft.) elnökségi tagok munkaviszonya megszűnt, elnökségi tagságukat elvesztették, helyettük két fő kooptálásáról kell a közgyűlésnek döntenie. Az elnökség egyhangú javaslatát – *Kuttor György* ügyvezető igazgató (Ecseri Kft.) és *Lidvin Balázs* operációs igazgató (Busch-Hungária Kft.) kooptálását – a közgyűlés elfogadta.

2. napirendi pont: A MÖSZ elnökségének beszámolója a 2012. évben végzett munkáról; a MÖSZ 2012. évi költségvetésének teljesítése; a 2012. év egyszerűsített mérleg-beszámolója és eredménykimutatása.

3. napirendi pont: A MÖSZ Ellenőrző Bizottságának a 2012. év gazdálkodására vonatkozó jelentése

4. napirendi pont: A MÖSZ 2013. évi költségvetési- és munkaterve

Az utóbbi három napirendet a MÖSZ elnöksége 2013. április 25-én megtárgyalta, azt csekély módosításokkal elfogadta, és a közgyűlés elé bocsáthatónak ítélte. Az elnökségi ülés jegyzőkönyvét valamennyi tag megkapta. Az elnök javaslatára a 2., 3. és 4. napirendi pontokat a közgyű-

lés együtt tárgyalta. A napirendi pontok írásos anyagaihoz az előterjesztő ügyvezető főtitkár szóbeli kiegészítéseket tett, úgy mint:

- jelenleg 85 tagja van a szövetségnek (január 1-jén 83 volt);
- gratuláció a 2012-ben országos elismerést kapott tagvállalatoknak, illetve azok vezetőinek;
- az elnökségnek megfontolásra javasolja a CAEF „Global Engineering Committee”-ből 2014. január 1-jétől való kilépést;
- a Lukács Szakiskolában folyó középfokú, iskolarendszerű szakmunkásképzéssel kapcsolatos helyzet ismertetése;
- a hazai felsőfokú, öntészeti szakirányú mérnökképzés kilátásainak ismertetése és e témában egy vezetői fórum megszervezésére tett javaslat;
- tájékoztatás a Foundry-Solid Kh. Np. Kft. elmúlt évi gazdálkodásáról és tevékenységi körének kibővítéséről;
- a 22. Magyar Öntőnapok (Herceghalom, 2013. 10. 18–20.) előkészületeinek ismertetése;
- figyelemfelhívás a MÖSZ-díj pályázatok jövőbeni igénybevételére;
- a 2012. évi tagdíjtarozások tételes bemutatása;
- a MÖSZ Ellenőrző Bizottság jelentésének ismertetése, bemutatása;
- a 2012. évi mérleg főbb számainak bemutatása, a kialakult eredmény kialakulása indokainak ismertetése;
- ismételt, nyomtatékos felhívás a cégvezetők felé a MÖSZ-titkársággal nagyobb mértékű együttműködésre, a rendszeresebb adatszolgáltatásra;
- köszönetet mondott a Caster Kft.-nek azért, hogy a MÖSZ-díjakhoz emlékül adott kispasztikákat, valamint azok márvány posztamenseit ebben az évben is, s már sok év óta, díjmentesen biztosította a szövetségnek;
- köszönetet mondott a Magyarmet Bt.-nek azért, hogy a Kiváló Fiala Öntész MÖSZ-díj szobrot idén is díjmentesen biztosította a szövetségnek.

A főttrkari beszámolóval és a szóbeli kiegészítésekkel kapcsolatos hozzászólások:

Györi Imre (Magyarmet Bt.)

– javasolta, hogy hozzon intézkedéseket annak érdekében az ügyvezető főttrkár, hogy a közgyűlésen nagyobb létszámban vegyenek a tagvállalatok részt;

– nem tartja elegendőnek a MÖSZ-díj pályázatok számát, bár valamennyi pályázatot – ő is, mint kuratóriumi tag – díjazásra méltónak ítélte;

Dr. Dúl Jenő (Miskolci Egyetem):

– ismertette a ME-en kritikussá vált öntészeti szakirányú mérnökképzés lehetőségeit, korlátait, a nem elégséges személyi feltétel rendszerének tarthatatlanságát. Kérte a tagvállalatok vezetőit, a MÖSZ-elnökséget, hogy sürgősen vegye napirendre a tárgykört, határozzon meg akciótervet, tegyen javaslatokat a helyzet javítására.

A hozzászólásokra az ügyvezető főttrkár válaszolt.

Az elnök – a kiegészítések és hozzászólások figyelembevételével – szavazásra bocsátotta az eddig megtárgyalt napirendi pontokat. A közgyű-

lés a Magyar Öntészeti Szövetség 2012. évi tevékenységéről szóló beszámolóját és az Ellenőrző Bizottság 2012. év gazdálkodására vonatkozó jelentését, valamint a MÖSZ 2013. évi költségvetési- és munkatervét egyhangúlag, ellenszavazat és tartózkodás nélkül elfogadta.

5. napirendi pont: A 2012. évi MÖSZ Életműdíj, MÖSZ-díj és Kiváló Fiatal Öntész MÖSZ-díjak átadása

A kuratórium nevében *dr. Takács Nándor* elnök ismertette az előterjesztést.

2013-ban az elnökség döntése alapján MÖSZ Életműdíjat *dr. Vörös Árpád* (RDX REDEX Kft.), MÖSZ-díj elismerést a CASTER Cégcsoport kapott, a Kiváló Fiatal Öntész MÖSZ-díjat pedig *Farkasinszky Gábor* (Magyarmet Bt.) nyerte el. A díjakat *dr. Sohajda József* MÖSZ-elnök adta át. A 2013-as Fiatal Öntész MÖSZ-díj és a MÖSZ-díj kitüntetést elnyert szakemberek pályamunkáikról előadást tartanak a 22. Magyar Öntőnapokon. Az elnök és a kuratórium elnöke gratulált a díjazottaknak.

6. napirendi pont: Egyebek

– *Dr. Györi-Buczko Nándor*, ügyvezető igazgató (Szegedi Finomöntöde

Kft.) tájékoztatást adott a CAEF (Európai Öntészeti Szövetség) 2013. május eleji Precíziós Öntészeti Bizottság üléséről. Összefoglalta az ott megjelent tagországok képviselői által ismertett országokénti piaci és gazdálkodási helyzetjelentés legfontosabb, összegző információit, optimizmusát tolmácsolta a jelenlévők felé a szakterület növekedésének látható jelei alapján (Kínából tömegével jönnek vissza az elégedetlen megrendelők). Lavinaszerű fejlődést jósolnak a repülőgépipar területén a következő 15 éves időszakra.

– *Györi Imre* (Magyarmet Bt.) tájékoztatást adott a Matolcsy-féle, a Műszaki Egyetemen tartott tájékoztató lényegi elemeiről, az ott megismert gazdaság- és hitelösztönzési új lehetőségek nagyszerűségéről.

Dr. Sohajda József megköszönte a megjelentek munkáját és tájékoztatta a jelenlévőket, hogy 2014 májusában a MÖSZ-közgyűlésen tisztújítás is lesz, mely megkívánja a minél nagyobb létszámú cégképviseletet. Egyéb hozzászólás híján az elnök a közgyűlést bezárta.

Hatala Pál

A Magyar Öntészeti Szövetség 2013. évi díjazottjai

A Magyar Öntészeti Szövetség 2013. évi díjait a 22. közgyűlésen, május 22-én adta át *dr. Sohajda József*, a MÖSZ elnöke.

A 2013. évi MÖSZ Életműdíjat a MÖSZ elnökségének döntése alapján *dr. Vörös Árpád* (RDX-REDEX Kft.) kapta a magyar öntészet fejlődése érdekében kifejtett több évtizedes tevékenységéért.

A 2013. évi MÖSZ-díjat a kuratórium a jelentős technológiai fejlesztés megvalósítása tárgykörben benyújtott pályázatának értékelése alapján a CASTER Cégcsoportnak ítélte. Az elmúlt évek során a társaság vezetése kidolgozta, illetve fejlesztette az üreges fémtestek öntésére alkalmas precíziós öntési technológiát, és a kidolgozott know-how-kat szabadalmaztatta.

A „Kiváló fiatal öntész” MÖSZ-díj pályázatot kilencedik alkalommal írták ki. 2013-ban két pályamű érkezett a kutatás illetve technológiai fejlesztés területén kifejtett eredményes alkotó tevékenység eredményeinek bemutatásával. A pályázatok a kiírásnak mind formai, mind tartalmi szempontból megfeleltek. Az elért eredmények értékelése alapján a



■ A 2013. évi MÖSZ-díjak kitüntetettjei: *Dr. Vörös Árpád* (RDX-REDEX Kft.), *Gál György* (CASTER Kft.), *Farkasinszky Gábor* (Magyarmet Bt.)

kuratórium a 2013. évi díjat *Farkasinszky Gábornak* (Magyarmet Bt., Bicske) adományozta.

Hatala Pál

A világ öntvénytermelése 2011-ben

Ország	Lemezgrafitos vasöntvény	Gömbgrafitos vasöntvény	Temperöntvény	Acélöntvény	Rézalapú öntvények	Alumínium-öntvény	Magnézium-öntvény	Cink-öntvény	Egyéb nemvasfém öntvény	Összes
Ausztria	40 600	101 600		18 600		129 438	5 937	13 717		309 892
Belgium	38 000	6 800				823 ^A		341		45 964
Boszn. Hercegov.	9 661	2 667		5 316		7 550			25 394	50 588
Brazília	1 963 556	812 467	23 177	270 302	14 245	251 640	4 617	3 681		3 343 685
Csehország	198 068	57 953	15 621	94 013	4 842	80 049 ^A		8 545	8 554	459 945
Dánia	31 800	47 400			1 273	3 172 ^A			290	83 935
Dél-Afrika	148 000	117 500		115 000	17 000	25 000	300	2 200		425 000
Egyesült Királyság	146 000	216 000	3 800	76 000	11 000	114 500		8 600	1 000	576 900
Finnország	28 126	46 359		17 008	3 575	4 032		222		99 322
Franciaország	734 500	831 600		108 900	19 964	326 777 ^A		22 628	2 457	2 046 826
Horvátország*	22 107	17 375		1 313	459	11 652		230	661	53 797
India	6 798 000	1 090 000	66 000	1 140 000		900 000 ^B				9 994 000
Japán	2 190 245	1 635 500	39 513	218 181	83 140	1 272 528		28 487	6 414	5 474 008
Kanada	378 394			92 131	14 560	221 083				706 168
Kína	19 680 000	10 375 000	415 000	5 395 000	830 000	4 150 000			415 000	41 260 000
Korea	1 054 500	652 000	22 100	160 600	25 500	413 400			12 100	2 340 200
Lengyelország	471 800	143 800	17 600	71 400	8 411	256 112 ^A		14 628		983 751
Magyarország	27 629	23 171	12	6 027	1 303	99 412	570	3 710	167	162 001
Mexikó*	771 700	58 947		78 746	140 701	600 469	109	1 007		1 651 679
Mongólia*	2 000	220		12 000	60	180			240	14 700
Németország	2 541 011	1 698 235	35 139	217 548	78 109	843 745	14 890	37 939	80	5 466 696
Norvégia	15 505	38 995		3 661	1 274	5 695				65 130
Olaszország	692 298	469 051		73 658	73 830	833 000	6 850	63 800	800	2 213 287
Oroszország	1 857 600	897 840	340 560	731 000	56 760	373 670	33 110	9 460		4 300 000
Pakisztán	224 000	24 000		50 000	16 000	8 000				322 000
Portugália	41 274	77 882		8 475	8 470	15 490		476		152 067
Románia	36 812	2 054	927	23 091	6 168	43 499	8 000	83	19	120 653
Spanyolország	444 900	584 200	5 100	77 200	9 664	112 989 ^A		9 056	647	1 243 756
Svájc	20 400	40 500		1 900	2 127	20 826 ^A		1 436		87 189
Svédország	176 500	52 800		22 800	10 600	40 800	2 200	3 600		309 300
Szerbia	34 140	15 961	11 856	10 260	2 607	4 129		1 520	3 950	84 423
Szlovákia	2 700	18 200		4 100		46 000				71 000
Szlovénia	76 765	33 205	2 556	37 723	1 582	30 377	650	2 910	210	185 978
Tajvan	744 459	232 258		71 085	35 070	283 144	5 698	73 838	2 030	1 447 582
Törökország	625 000	480 000	5 500	152 700	13 000	145 000		12 500		1 433 700
Ukrajna**	640 000	40 000		275 000		45 000 ^B				1 000 000
USA	2 962 000	3 841 000	102 000	977 000	263 000	1 523 000	99 000	181 000	60 000	10 008 000
Összes	45 870 050	24 782 540	1 381 461	10 342 738	1 799 294	13 197 181	181 931	505 614	532 313	98 593 122

Jelmagyarázat: **A** magnéziúöntvényvel együtt **B** összes nemvasfémöntvény

**2009. évi termelés *2010. évi termelés

A statisztika a Modern Casting 2012. decemberi számának 26–29. oldalán jelent meg.

Összeállította dr. Lengyel Károly

HORVÁTH JÁNOS

Az alumíniumelektrolízis technológiai fejlesztésének áttekintése és a globalizált alumíniumtermelés*

Jelen összefoglalónkban beszámolunk a legfontosabb fejlesztési eredményekről, melyek a döntő áttörést jelentettek az alumíniumelektrolízis technológiák fejlesztésében, és összefoglaljuk azokat a fő tudományos eredményeket, amelyek lehetővé tették a konstrukciós és az üzemviteli fejlesztéseket. Ezek a fejlesztések napjainkra már megközelítették a Hall–Héroult-eljárás elvi határait. A cikk tárgyalja a Söderberg és a blokkánodos kádak konstrukciós fejlesztéseit. Bemutatja a Söderberg-konstrukció fejlesztésének korlátait.

Előzmény

125 évvel ezelőtt Hall és Héroult találmánya tette lehetővé az alumínium ipari előállítását, amely eljárásnak a mai napig nincs versenytársa. 2011 februárjában ünnepelték az alumíniumtermelők és -fejlesztők a Hall–Héroult-eljárás 125. évfordulóját az USA-ban. Ez a jubileum alkalmat ad arra, hogy tisztelgünk e két kiválóság előtt, és alkalmat ad arra is, hogy áttekintsük a legfontosabb fejlesztéseket, amelyek biztosították a jelenleg több mint 40 millió tonna évi alumíniumtermelést. Az eljárás alapvetően változatlan, de a technológiák: az üzemvitel és a cellakonstrukció nagy változatosságot mutatnak. Különbözik az alkalmazott áramerősség, az elektrolizáló cellák anódszerkezete (Söderberg, blokkánód), a cellák elhelyezése a kohócsarnokban (hossz- vagy keresztirányban). Kü-

lönbözik az anódvezérsínhez történő áram-hozzávezetés módja: Söderberg-konstrukciók esetén (oldal- és felsőtüskés) végfelszállós, blokkánodos kádak esetében végfelszállós vagy oldalfelszállós konstrukciók léteznek, de különbözőek a kéregtörési és timföld adagolási módja is.

1. Söderberg-technológia

Az első nagy áttörést a technológia fejlesztésében a svéd származású, de Norvégiában élő *Carl Wilhelm Söderberg* szabadalma jelentette 1918-ban. Szabadalma az „önsülő anód” elvén alapul, amely szerint anódmasszát (kocsz és 25-30% szurok) adagolnak a működő kád anódjának tetejére, és magán a kádon megy végbe az égetés folyamata, és kialakul a szénanód.

Ezen eljárással kisebb a beruházási költség, és megtakarítható az anód-

dok gyártási (égetési és szerelési) költsége, amely közelítőleg 400 kWh/t Al villamosenergia-megtakarítást eredményez. Az első Söderberg-kádak 1923-ban épültek meg. A Söderberg-technológia leginkább Európában terjedt el, az amerikai kontinensen csak a kanadai termelésre volt hatással. Ez egyben azt is jelentette, hogy a Söderberg-technológiát az 1950-es években a világ alumíniumkohóinak az 50%-a alkalmazta.

Az 1950-es években a legjelentősebb fejlesztést a Söderberg-technológiában a francia Pechiney cég érte el. Felismerték, hogy az áramerősség növelés korlátja az áramvezető sínek mágneses hatása a 100 kA-es áramerősség tartományban. Ez negatívan hat az áramhatásfokra és a villamos energia felhasználására. Emiatt – még tapasztalati úton – kétoldali áram-hozzávezetést alkalmaztak. A rövid oldalon csatlakozó (end-to-end) kádelrendezésre bevezették az anódszabályozást, a timföldadagolásra pedig az adott időben történő kezelést, (szériakezelést) és az anódeffekt előrejelzésére történő kezelést. Csökkentették az elektrolit molarányát. A közvetlen elektrolízisre fordított munkaóra kiszolgáló műveletek gépesítésével 4,5 munkaóra/t Al értékre csökkent.

Dr. Horváth János a Veszprémi Vegyipari Egyetemen szerzett vegyész-mérnöki oklevelet 1971-ben, majd 1975-ben műszaki doktori címet. Az Aluterv-FKI-ban tudományos munkatárs, majd 1981-től 1992-ig az Alumíniumkohászati Osztály elektrolízis laboratóriumának vezetője. 1992–1996 között az Alumíniumkohászati Kutatási Osztály vezetője. 1996-tól 2005-ig a Kaiser Engineering, majd a Hatch Kaiser Ltd. elektrolízis szakértője. 2005-től az Alumínium 2000 Kft. kohászati konzulense. UNIDO szakértő. Több alkalommal vendégprofesszor a University of Quebec Egyetemen. 1986 óta tagja az OMBKE-nek. Az MTA Metallurgiai Tudományos Bizottságának meghívott tagja. Kutatási területe: alumíniumelektrolízis, olvadékok elektrokémiája.

*A cikk az alumíniumelektrolízis technológiája fejlődésének átfogó bemutatása, és kapcsolódik a 2013. június 13-án Csepelen, az alumíniumkohászat emlékére tartott rendezvényhez, valamint emléktábla-avatáshoz. A cikk lényeges elemei elhangzottak az MTA Metallurgiai Tudományos Bizottságának és a Veszprémi Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottságának együttes ülésén, a Veszprémi Akadémiai Bizottság Székházában, 2012 szeptemberében.



■ 1. ábra. Szilárd anódtető a benz(a)pirén kohócsarnoki légtérbe kerülésének csökkentésére

Sikeres Söderberg-technológiát fejlesztettek ki a Saint Jean de Maurienne-i kísérleti üzemben is. A kísérleti eredményekre alapozottan 100 kA-es felsőtűskés Söderberg-konstrukciójú kádák épültek meg az Auzat-i üzemben.

A további kutatási eredmények a Pechiney Nogueres-i kohójának eredményeiben realizálódtak, és az energiafelhasználás szempontjából a Söderberg-technológia legjobb eredményeit érték el az alábbi paraméterekkel [1]:

Anódméret	2,1 m x 6,5 m
Anódáram-sűrűség	0,72 A/cm ²
Energiafelhasználás	14 800 - 15 000 kWh/t Al
Áramhatásfok	88%
Anódfogyasztás	520 kg/t Al
Kriolit, AlF ₃ felhasználás	37 kg/t Al
Közvetlen munkaóra-felhasználás	4,5 munkaóra/t Al

A Nogueres-i kohóban elért eredményekre és a Pechiney technológiai sikereire alapozottan számos ország választotta új kohó létesítéséhez ezt a technológiát az 1963–1970 közötti időszakban. A legjelentősebb, megépült kohók Spanyolországban La Coruna, Aviles, Lengyelországban Konin, Braziliában Aratu, Japánban Toyama, Nagoya, Naoetsu.

A Mitsubishi Light Metal cég Naoetsu-i kohója továbbfejlesztette a Nogueres-i technológiát, és a kohó elérte a Söderberg-technológia legjobb eredményeit a 110-120 kA áramerősség tartományban: energiafelhasználás 13000 kWh/t Al, anódfelhasználás kevesebb mint 500 kg/t Al, az áramhatásfok 89–92% [2]. Ezen

élenjáró Söderberg-technológia sem tudta a versenyképességet biztosítani. Japánban; a 160 kt-nyi termelőkapacitást az 1980-as évek végére fokozatosan bezárták.

110–120 kA-nál nagyobb áramerősségen is történtek kísérletek a Söderberg-technológia hatékonyságának növelésére. A nagyobb anódméretnek miatti kialakuló hosszabb gázutak okozta turbulens mozgások, valamint az a tény, hogy nem tudták kompenzálni a megnövelt áramerősség miatti mágneses hatásokat, nem hozták az elvárt eredményeket. Mindezen kedvezőtlen hatásokat csak magasabb anód-katód távolsággal lehetett kompenzálni, amely nagyobb villamosenergia-felhasználást eredményezett. Ezen okok és korlátok miatt a nyugat-európai alumíniumkőszernek befejezték a Söderberg-technológia további fejlesztését.

A Söderberg-technológia fejlesztésében élenjáró volt a Szovjetunió, az 1980-as évekig kizárólag saját technológiájukra alapozottan építették termelőkapacitásaikat. A VAMI fejlesztő központ irkutszki kohórészlegében fejlesztették ki a 100 kA-es áramerősségű Söderberg felsőtűskés konstrukciót. Ezt a konstrukciót és a kapcsolódó üzemvitelt számos ország vette át: a VAMI irányításával épült meg a Bharat Alumíniumkohó (Korba, India), a Nag Hamady kohó (Egyiptom), Pukcsán kohó (Észak-Korea) és a Seydisehir kohó (Törökország).

Építettek Söderberg felsőtűskés kádakat 100 kA-nél magasabb áram-

erősségen is (a 150 kA-es tartományban), elsősorban olyan országokban, ahol a technológia versenyképességét az olcsóbb villamosenergia-árral tudták biztosítani. Ezek lettek a legnagyobb Söderberg-alapú alumíniumtermelők:

- A 130–150 kA-es áramerősség-tartományban Oroszország két kohója, Bratszk és a Krasznojarszk,
- Norvégiában Karmoy (Hydro Aluminium), illetve Lista és Mosjoen (Elkem) kohói, valamint
- Kanadában a Kitimat-i kohó (Alcan).

A Söderberg-technológiával működő kohókra nagy gazdasági nyomás nehezedett az egyre dráguló energia miatt. Az 1970-es évektől kezdve – társadalmi nyomás hatására – a környezetvédelem került a fejlesztések előterébe.

A fő technológiai gondot az anódmassza kötőanyagtartalmából (szurok) a légtérbe kerülő benz(a)pirén okozta. Speciális, az úgynevezett száraz anódmassza alkalmazásával csökkenteni lehetett a benz(a)pirén koncentrációját a kohócsarnok légtérben. Ezt az anódmassza-összetelt és anódtechnológiát a Sumitomo cég fejlesztette ki, és alkalmazták számos kohóban.

A kohócsarnokon belüli porkoncentráció csökkentésére homokszerű (sandy) típusú timföldet használtak, és a korábbi kéregtörés helyett a késes (gerendás) kéregtörést vezették be. Ez a kéregtörési mód nyomással, roppantással törte be a kérget és adagolta a timföldet az elektrolitba. Ezzel lényegesen csökkent a porkoncentráció a kohócsarnokban. Lényegesen csökkent továbbá az anódeffektek száma és időtartama is, javítva ezzel az energiafelhasználást.

Ezek a fejlesztések sem biztosították a Söderberg-technológiák hosszabb távú működését és versenyképességét. Amikor a piaci viszonyok kedvezőtlené váltak (a fémár csökkent), elsősorban a Söderberg-technológiával üzemelő kohók kerültek időszakos vagy végleges bezárára. Abban a három országban, ahol olcsó villamos energia állt rendelkezésre (Norvégia, Oroszország és Kanada), azonban további erőfeszítéseket tettek a Söderberg-technológia megtartására és továbbfejlesztésére.



■ 2. ábra. Felsőtűskés Söderberg-technológia átalakítás előtt



■ 3. ábra. A blokkános technológia a felsőtűskés kohó átalakítása után

Norvégiában jelentős fejlesztéseket vezettek be a Söderberg-technológiába:

- a timföld pontadagolása és a burkolat alatti elektrolitba juttatása és
- az anódtető teljes burkolása és az anódtetőről elszívott gázok tisztítása.

A technológia az Elkem Lista kohójában jól működik, de nem alkalmazták más, Söderberg-technológiával működő kohókban [3].

Oroszországban a RUSAL cég Krasznnojarszk-i kohójában kifejlesztettek egy környezetbarát technológiát, amelynek során

- javították a gázok összegyűjtésének hatásfokát a gázharangok módosításával;
- bevezették a száraz gáztisztítási technológiát;
- pontadagolással megoldották az elektrolit timföldtartalmának szabályozását;
- kidolgoztak egy új anódmassza összetételt, az ún. alacsony kötőanyag tartalmú, „kolloid típusú” anódösszetételt és
- bevezettek új szabályozási algoritmusokat is [4].

A két élenjáró Söderberg-technológia összehasonlítását az 1. táblázat mutatja be.

Az 1. táblázatból látható, hogy a fluorid emisszióra és a benz(a)pirén tartalomra vonatkozó környezetvédelmi előírásokat sikerült teljesíteni, de a felhasznált villamosenergia-fogyasztás nagyon magas. Ezért versenyképességüket csak olcsó villamosenergia-ár mellett tudják fenntartani.

Összefoglalva: jelentős fejlesztési eredményeket sikerült elérni, de a Söderberg-technológiák versenyképessége nemzetközi összehasonlításban nem volt biztosított az egyre

1. táblázat. A Krasznnojarszk- és a Mosjoen-i kohók eredményeinek összehasonlítása

Paraméterek	Előírás Ospar*	Krasznnojarszk	Lista, Mosjoen
Áramerősség, kA		174	123
Áramhatásfok, %		91,5	91,5
Kádtermelés, kg/nap		1 320	850
Energiafelhasználás, kWh/t Al		15 500	16 900
Anódfelhasználás, kg/t Al		490	495
AlF ₃ felhasználás, kg/t Al		15–17	15
Fluorid emisszió, kg/t Al	≤ 0,6	0,6	0,5
Benz(a)pirén, kg/t Al	≤ 0,01	0,0085	0,0080

* az Oslo–Párizs egyezmény a környezetvédelmi emissziók határértékeire

dráguló energiaárak miatt. Ennek következtében Norvégiában a Hydro Alumínium a legnagyobb Söderberg-kohóját, a 120 kt/év kapacitású Karmoy-i kohót, véglegesen bezárta.

Oroszország a világ jelenlegi legnagyobb Söderberg termelője 2,7 millió tonnás évi termelési kapacitással. A RUSAL, mint a legnagyobb orosz alumíniumtermelő cég, csak hosszabb távon tervezi a régi Söderberg-kohóinak leállítását, annak ütemében, ahogy képes lesz kiépíteni az általuk fejlesztett új, nagy áramerősségű blokkános technológiára épülő kapacitásait.

Kanadában a Rio Tinto Alcan a legnagyobb kapacitású Söderberg-kohóját (Kitimat) modern blokkános technológiára alakítja át.

A Söderberg-technológiát sok kohóban blokkános technológiára alakították át. A francia Pechiney és a német VAW cégek jártak élen a blokkános technológiára való átállításban. A Pechiney technológiájával az Edea-Cameroon kohó technológiáját alakította át, amely során 20 kA áramerősség-növelést és 2500 kWh/t Al villamosenergia-felhasználás csök-

kentést értek el. Meg kell jegyezni, hogy ez a fejlesztés a sínezés teljes átalakítását jelenti.

Igazából ez a fejlesztési változat nem lett átütő sikerű, mert a beruházási költségek 2700–3200 USD/t Al értéket értek el, és a termelés növekedése nem biztosította a beruházási költségek megtérülését. Az átalakítással 25 kA-es áramerősség-növekedést, 2800 kWh/t Al energia-megtakarítást és 3 munkaóra/t Al munkaerő felhasználás csökkenést értek el. A termelők inkább választották a régi kohók leállítását és a „zöldmezős” kohóépítést.

A Söderberg-technológia, beleértve az oldaltűskés és felsőtűskés konstrukciókat is, jelenleg – Kína kivételével – nem éri el a 10%-ot a világ alumíniumtermelésében. A RUSAL a mostani modernizált Söderberg kohóját (Krasznnojarszk) 1964-ben építette [5]. Míg az 1970-es években a világ alumíniumtermelésében 40–45%-ot képviselt a Söderberg-technológia, mára csak 8%-ot ér el, és részaránya várhatóan tovább fog csökkenni.

A fenti jelentős fejlesztési eredmé-

2. táblázat. Észak-Amerika fontosabb „két-felszállós” kohói a '70-es években

Társaság	Kádtípus	Áramerősség	Sínezés	Timföldadagolás módja	Létesített kohó helye
ALCOA	P-155	155–180 kA	közbenső	pontadagolás	Badin, Grande Baie, Port Henry, Latterier, Sebree
	A-697	180 kA	közbenső	pontadagolás	Mt. Holly, New Madrid, Sao Louis
Kaiser	P-69	140–175 kA	vég	középtörés és pontadagolás	Hollyhead, Dubal, Tema, Hawesville, New Madrid, Tiwai Pont, Voerde
	P-80	180–190 kA	közbenső	pontadagolás	Chalmette, Tacoma
Reynolds	P-19	145–165 kA	vég	középtörés és pontadagolás	Hamburg, Venalum, Alcasa, Santa Cruz
	P-20	170 kA	közbenső	pontadagolás	Alcasa, Icot Abasi
	P-23	180 kA	közbenső	pontadagolás	Alcasa

nyek ellenére sem sikerült a Söderberg-technológia alkalmazásával az elektrolízissel szemben támasztott elvárásokat teljesíteni: a technológia nem tudta biztosítani a gazdasági versenyképességét, és nem tudott már megfelelni az egyre szigorodó környezetvédelmi elvárásoknak.

2. Blokkánódos technológiák

Az 1962-es év mérföldkőnek tekinthető az elektrolízis technológia fejlesztésében. Ebben az évben került sor a vezető alumíniumtermelők szakmai megbeszélésére New Yorkban, ahová meghívást kapott a Szovjetunió és Magyarország is. A konferencián olyan megállapításokat tettek és olyan eredményeket ismertettek, amelyek döntően befolyásolták az alumíniumelektrolízis technológia további fejlődését. Megállapították, hogy 100–125 kA-es áramerősség jelenti a Söderberg-technológia felső határát, további áramerősség-növelés az áramhatásfok romlásához vezet, és nagyobb villamosenergia-felhasználással jár [6].

Bebizonyosodott, hogy a további áramerősség-növelés, alacsony energiafelhasználás mellett csak blokkánódos technológiával lehetséges [7].

Givry [6] felismerése alapozta meg a további áramerősség-növelés elmé-

leti alapjait. Megállapította, hogy a mágneses térerő függőleges komponense az alumínium fémbe kialakuló vízszintes áramokkal olyan erőhatást hoz létre, amely a fém torzulását és nagyobb sebességű fémmozgást idéz elő. Ez megnöveli a reoxidációs folyamat sebességét, és lecsökkenti az áramhatásfokot. Givry bemutatta azokat az egyenleteket, amelyek révén a minimális erőhatásokat biztosító sínezési elrendezés meghatározható. Ehhez ki kell számolni a Biot–Savart-törvény szerint a mágneses indukció komponenseit, majd az áramsűrűség komponens vektorait. Az erőhatásokat, az ún. Laplace-erőket a mágneses indukció komponenseinek vektoriális szorzataiból kapjuk meg. A Laplace-erőkből és a Navier–Stokes-egyenletek felhasználásával számolható a fém torzulása és a sebességvektorok. Az 1970-es évek elején még nem állt rendelkezésre a szükséges számítástechnikai háttér, hogy a fenti számítások elvégezhetőek legyenek, bár ehhez az elméleti alapok már ismertek voltak.

Erre az időszakra esett az a felismerés is, hogy a jobb csarnokterület-kihasználás érdekében a blokkánódos kádak keresztirányban (side-by-side) is elhelyezhetőek, de ebben a felismerésben a mágneses kompenzáció tudatos alkalmazása

még nem játszott szerepet.

A blokkánódos technológiák fejlesztésének lendületet adott, hogy nyugat-európai termelők leállították a Söderberg-technológia fejlesztését. Így az 1960-as években a fejlesztés iránya a blokkánódos konstrukcióra és üzemvitelre koncentrált. Észak-Amerikában továbbra is a blokkánódos technológia fejlesztésére koncentráltak. A legnagyobb alumíniumtermelők, az ALCOA, a Reynolds, a Kaiser Alumínium, kifejlesztették saját blokkánódos technológiájukat, és azokkal építették meg új termelőkapacitásaikat. Az 1960-as évek végére, az 1970-es évek elejére a blokkánódos technológiában az észak-amerikai termelők megelőzték a nyugat-európai versenytársaikat.

Az észak-amerikai technológiára jellemző sajátosságok:

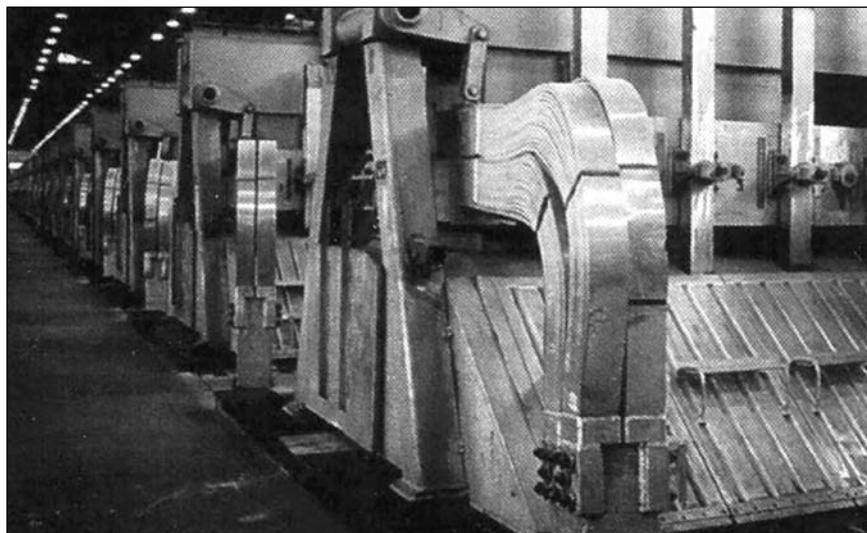
- áramerősség a 150–180 kA-es tartományban;
- keresztirányban elhelyezett kádak a kohócsarnokban (side-by-side elrendezés);
- kétoldali áram-hozzávezetés az anódvezérsínhez (vég, vagy közbenső oldalon);
- pontadagolós vagy gerendás törő alkalmazása a timföldadagolásra, elhelyezve a blokkok között;
- a kádak burkolása, a gázok összegyűjtése és

3. táblázat. Nyugat-Európa fontosabb kohói az 1970-es években kétoldali áram-hozzávezetéssel

Társaság	Kádtípus	Áramerősség	Sínezés	Timföldadagolás	Létesített kohók helye
Aluswiss	EPT-18	180–190 kA	közbenső	pontadagolás	Rheinfelden
VAW	CA-180	180 kA	közbenső	pontadagolás	Töging, Grundartangi
Pechiney	AP-18	130 kA	vég	középtörés	Belem, Fernandel, Vlissingen, Mostar, San Ciprian, Frederick



■ 4. ábra. P-69 típusú kád kétoldali árambevezetéssel, végfelszállós változat



■ 5. ábra. Hydro-Alumínium konstrukció közbelső felszállós változata

- a nedves vagy száraz gáztisztítás.

A 2. táblázatban összefoglaltuk az észak-amerikai legfontosabb blokk-anódos technológiákat és a megépült kohókat. Ezekre jellemző volt, hogy a kádakat keresztirányban helyezték el, és az anódvezérsínhez két ponton történt az áram-hozzávezetés [8].

Ebben az időszakban a technológiai transzfer versenyében az észak-amerikai termelőké volt a vezető szerep, elsősorban a Kaiser P-69 kádtípusából valósult meg külföldön a legnagyobb kapacitások.

Nyugat-Európában ebben az időszakban kétoldali áram-hozzávezetéssel, keresztirányban elhelyezett élenjáró konstrukciókat építettek. Főbb jellemzőit a 3. táblázat mutatja be.

Ebben az időszakban észak-amerikai fejlesztők nagyobb sikereket értek el a technológiai transzferben, de konstrukciójuk és üzemvitelük villamosenergia-felhasználása magasabb volt, és az áramhatásfokban is elmaradtak a nyugat-európai termelőktől.

Ezzel egyidejűleg az is nyilvánvalóvá vált, hogy a további nagy alumíniumtermelő konszernek – köszönhetően a számítástechnika fejlődésének – matematikai modelleken dolgoznak az optimális sínezés kialakítására és a termikus modell kifejlesztésére. Ezek közül a legjelentősebbek az ALCOA [9], az ALCAN [10], a Hydro-Alumínium [11, 12], a Kaiser-Alumínium [13], az ALUSWISS [14], a Pechiney [15] és a VAW [16]. Ezen

modellszámítások alapján először a gyakorlatban is megvalósítható sínezési elrendezést valósított meg a Pechiney [17].

Az 1970-es évek fejlesztési eredménye a tudatos, modern blokk-anódos technológia kifejlesztése. Korábban a Givry [6] által felállított egyenletrendszereket sikerült matematikai modellek segítségével megoldani, és sikerült olyan sínezési elrendezést kialakítani és megvalósítani, amely minimalizálta a fémre ható elektromágneses erőket. Ez lehetővé tette a pólustávolság csökkentését, javítva az áramhatásfokot és csökkentve a villamos energia felhasználását.

A Pechiney 180 kA-es technológiája „négy felszállós” megoldást dolgozott ki, tovább csökkentette a mágneses indukció függőleges komponensének értékét, amelynek csökkentésével a fémre ható erők nagysága is csökkent.

Ez egy nagy siker az elektrolízis

technológiában, és a modern, nagy áramerősségű, tudatosan tervezhető technológia alapját képezte. Olyan áttörést jelentett, hogy az újonnan épített kohók is döntően ezt a technológiát alkalmazták az alábbi paraméterekkel:

Áramerősség	180 kA
Kádtermelés	1360 kg/nap
Áramhatásfok	94 ± 1%
Energiafelhasználás	13200 ± 200 kWh/t Al
Kád élettartam	≥ 6 év

A korábbi versenytársak, akik rendelkeztek a „két felszállós” 180 kA-es technológiával, a Pechiney „négy felszállós” konstrukciójának eredményei láttán és az elért sikeres technológiai transzfernek köszönhetően, leállították a technológiai és konstrukciós fejlesztéseiket. Az Aluswiss, a Sumitomo, a Reynolds, a VAW és a Kaiser Alumínium konszernek nem is jelentkeztek később új konstrukcióval és technológiával. Az AP-18 „négy felszállós” konstrukcióval megépített

4. táblázat. Az AP-18 Pechiney-technológiával működő kohók

A létesített kohók	Beruházott kádak száma	Kapacitás kt/év
Saint Jean Maurienne (Franciaország)	60	29,8
Tomago (Ausztrália)	780	387,2
Becancour (Kanada)	720	357,4
Lochaber (Skócia)	80	39,7
Karmoy (Norvégia)	222	110,2
Angul (India)	480	238,2
Baie Comeau (Kanada)	480	238,2
Kidricevo (Szlovénia)	80	39,7
Puerto Madryn (Argentína)	272	140,0

kohókapacitásokat a 4. táblázatban mutatjuk be.

További bővítések figyelembevételével, az AP-18 technológiával és annak módosított változataival 3412 kád működik a világon, és eléri az 1,8 millió tonna/év alumíniumtermelési kapacitást.

A „négy felszállós” konstrukcióban a versenytársak az ALCOA, a Hydro Alumínium és a CVG Venalum azonos, vagy magasabb áramerősséget értek el. 1986-ban építette meg az ALCOA saját technológiájával az utolsó, Portland-i kohóját Ausztráliában 275–300 kA-es áramerősség tartományban. A Hydro Alumínium a Hoyanger-i kohójában fejlesztette ki a „négy felszállós” konstrukciót 230 kA-es tartományban; két kohót épített fel, az egyiket Venezuelában, míg a másikat Szlovákiában, Zsiar nad Hronom-ban.

A Pechiney közleményeiből nyilvánvalóvá vált, hogy rendelkezik azzal az ismerettel és modellfejlesztési tapasztalattal, hogy tudatosan képes lesz további nagy áramerősségű kádak kifejlesztésére. Az 1980-as évek második felének fejlesztési eredményei biztosították a 295 kA-es kádak kifejlesztését és a kádtípus értékesítését a világ számos országában. Ezen áramerősségen egy szériával, 264 káddal 215 kt Al/év termelési kapacitás érhető el. A kádtípus AP-30 konstrukció néven vált ismertté [18].

Az elért technológiai paraméterek:

Áramerősség	295 kA
Áramhatásfok	94–95%
Kádtermelés	2235 kg Al/kád, nap
Energiafelhasználás:	13500 kWh/t Al

Az 1990-es években megépült kohók döntően ezt a kádtípust és technológiát alkalmazták, és ezzel a Pechiney továbbra is biztosította világvezető pozícióját az elektrolízis technológiában [19]. Az 5. táblázat-

ban összefoglaltuk az AP-30 technológiával megépült kohókapacitásokat.

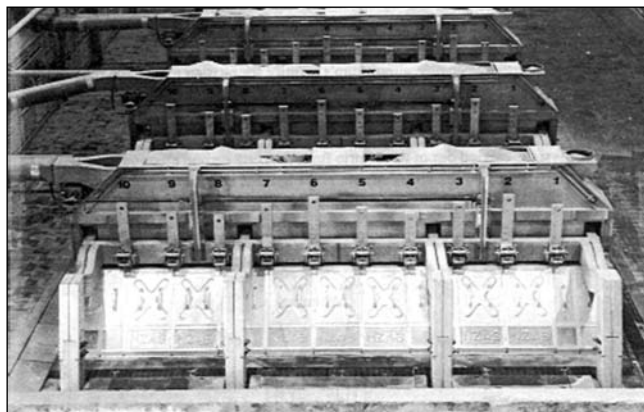
Ez a konstrukció „öt felszállós” változatot alkalmazott a sínezésben, és elérte a legmagasabb áramerősséget és a legjobb technológiai paramétereket.

Az AP-30 technológiával 2095 kád épült szerte a világban, az évi teljes termelőkapacitás ezzel a technológiával több mint 2 millió tonna Al. Az AP-30 technológiát és konstrukciót – a tapasztalatok felhasználásával – a Pechiney továbbfejlesztette és kialakította az AP-35 technológiáját, amely már 350 kA áramerősséget jelentett [19].

Az AP-30 és az AP-35 konstrukciók abban különböztek az AP-18 technológiától, hogy „öt felszállós” konstrukciót alkalmaztak a sínezésben, kizárólag grafitos katódszenet építettek be, és a timföld szállítását az öt pontadagolóhoz csővezetéken oldották meg. Minden kádra egy-egy, az elektrolit magasságának és hőmérsékletének mérésére alkalmas szondát építettek, amelyek mérési eredményeit a folyamatszabályozási rendszerben használták fel.

Az AP-35 technológiával megépült egy szériával 320 kt Al/év termelési kapacitás érhető el. Az ALCOA ezzel a technológiával 336 kádat épített a Fjardaal-i kohóban Izlandon, és ezt a technológiát alkalmazták a Sohar-i kohóban Omanban is. Ez utóbbiban 360 kád épült meg [20].

A XX. század végére, 1995-ben a Pechiney kifejlesztette a 400 kA-es technológiát, amely alkalmassá vált újabb „zöldmezős” kohók építésére,



6. ábra. A Pechiney AP-18 „négy felszállós” konstrukciója

de kohó építésére ezen áramerősségen mindaddig nem került sor.

Amikor a Pechiney az ALCAN tulajdonába került, párhuzamosan folytak konstrukciós fejlesztések az 500 kA-es áramerősségű AP-50 technológia kialakítására Saint Jean du Maurienne-ben (Franciaország) és Jonquiereben (Kanada). Az észak-amerikai és nyugat-európai régiók még az 1990-es évek közepén is technológiai versenyben voltak, és együtt a világ alumíniumtermelésének több mint 50%-át biztosították [21].

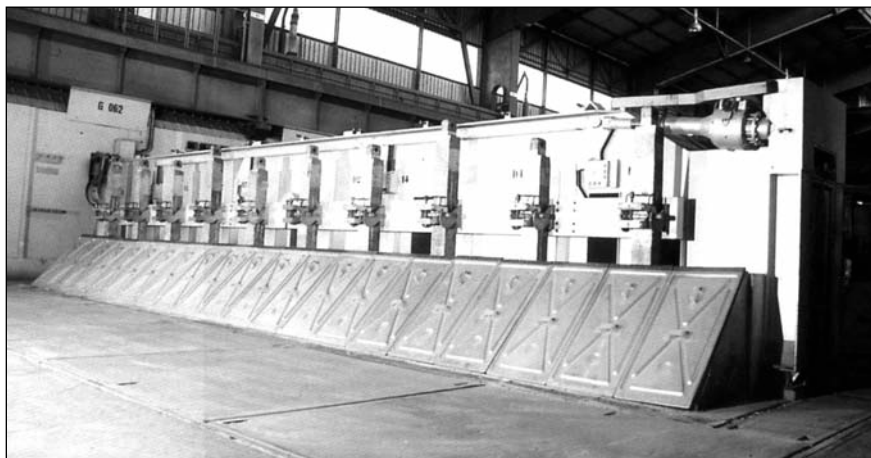
A 2000-es évek nagy változása, hogy a Hall–Héroult-eljárás nyugat-európai változata lett a meghatározó, amely az alacsony energiafelhasználást tekintette a meghatározó fejlesztési célnak. Mivel Nyugat-Európa képviselte az élenjáró technológiát az energiaárak növekedése miatt, az észak-amerikai fejlesztők átvették az európai Pechiney technológiáját és véglegesen leálltak az áramerősség növelését célzó további konstrukciós fejlesztésekkel. Annak ellenére, hogy a technológiai előny a nyugat-európai termelőké volt, nem voltak képesek megtartani termelőkapacitásaikat, kohóik egy része véglegesen leállításra került, vagy azokat Európán kívüli cégek vásárolták fel. Ily módon korábbi meghatározó és vezető szerepét véglegesen elvesztette az alumíniumtermelés piacán.

3. Üzemviteli fejlesztések

Az 1960-as években kezdődött el a timföld pontadagolásos megoldásával az üzemvitel fejlesztése. A cél ekkor a munkaerő-felhasználás csökkentése volt. A kísérletek nem jártak eredménnyel, mert az adagolás idő-

5. táblázat. Az AP-30 konstrukcióval működő kohókapacitások

Kohó	Ország	Cég/Társaság	Kapacitás kt/év
Dunkerque	Francia	Pechiney	215
Deschambault	Kanada	Alumax	215
Alouette	Kanada	Alouette	215
Puerto Ordaz	Venezuela	Alcasa	195
Alba	Bahrain	Alba	235
Mozal	Mozambik	Billiton	560
Alusaf	Dél-Afrika	Glencore	460



■ 7. ábra. AP-30 kádkonstrukció

vezérelt volt, és mivel a kádak áramhatásfoka különbözött, iszaposodást vagy anódeffekt szám növekedést tapasztaltak.

A timföld pontadagolós megoldását két tényező segítette elő. Az egyik, hogy az áramerősség növelése már lehetővé tette, hogy minden egyes kádra pontadagolókat szereljenek fel, míg a másik tényező az volt, hogy digitális technikával biztosították a lehetőséget az igény szerinti timföldadagolás megvalósítására Goodnow (Kaiser Alumínium) eredményei alapján [21].

Az üzemviteli technológia egyik lényeges eleme lett a timföldadagolás módja és ütemezése. Szinte valamennyi nagy alumíniumtermelő konzern rendelkezik erre vonatkozóan saját programmal, amely a technológia lényeges része.

Kezdetben a blokkok között gerendás vagy késes törőt helyeztek el, és a timföldtartályból surrantón keresztül adagolták a timföldet az elektrolitba. Később tökéletesítették az adagolást a timföld pontadagolásával. Az adagolás két fázisból áll:

- egy alul-adagolási periódusból, amikor a folyamat timföldigényének mindössze 50–75%-át adagolják az elektrolitba;
- amikor az elektrolizáló kád ellenállásának időbeni változása elér egy kritikus értéket az anódeffekt előtti állapotban, akkor a folyamat timföldigényének 150–170%-át adagolják a felüladagolási periódusban.

A világon ez a legelterjedtebb eljárás a timföldadagolásra. Az üzemvitelben az áramhatásfok javításában nagy áttörést jelentett a timföld pont-

adagolós technológia bevezetése, mert az alacsony timföldtartalmú elektrolitösszetétellel meg lehetett előzni az üledékképződést a katódon, és így csökkenteni a vízszintes áramok kialakulását.

Ugyancsak nagy áttörést jelentett az üzemvitelben a kádak folyamat-szabályozása és az a tény, hogy az elektrolízis folyamatainak megismerése révén felhalmozott elméleti és gyakorlati ismeretek az alkalmazott számítógépes programokba beépültek.

A kádak üzemvitelének szabályozása a kádellenállás-méréseken alapul. A kádfeszültség jelentős mérési zajjal terhelt, ezért az analóg szabályozási megoldások csak korlátozottan tették lehetővé a szabályozást. A nagy áttörést a digitális technika tette lehetővé. A kádellenállás (szériaáram és kádfeszültség) mintavételezésével, szűrésével és az erre épülő adatfeldolgozással lehetőség van az alábbi fő funkciók ellátására:

- kádellenállás-szabályozás;
- anódeffekt-előrejelzés, timföldadagolás szabályozása;
- anódmozgatás és mértékének meghatározása;
- zajanalízis technológiai rendelkezések kimutatására; és a
- kiszolgáló folyamat figyelése, szabályozása (blokkcsere, fémcsapolás, AlF_3 -adagolás, kémiai elemzési adatok, elektrolitcsapolás, síncsúztatás, élettartam adatok).

Ezen ismeretek a technológiai csomagok (transzferek) szerves részét képezik, de mindig a technológiát adó cég tulajdonában maradnak. A legismertebb folyamatszabá-

lyozási rendszerek és cégek a Celltrol (Kaiser), az ELAS (VAW), az ALPSYS (Rio Tinto Alcan) és a HAL3000 (Hydro-Alumínium). Jelenleg a meglévő szabályozási rendszerek mellett szakértői rendszerek támogatják az üzemvitelt, és oktatási programokat fejlesztettek ki az üzemeltetők képzésére [22, 23].

4. Fő tendenciák a 2000-es években. A tulajdonosi szerkezet változásai

A 2000-es évek felgyorsuló globalizációs folyamatai a világ alumíniumtermelésében azt eredményezték, hogy Nyugat-Európa és az EU országai is nagy vesztesek lettek [24]. Felvásárlásokra került sor, és számos kohó végleg bezártak.

Az észak-amerikai alumíniumtermelők felvásárolták először a versenytársaktól a nemzeti kapacitásokat. Az ALCOA felvásárolta az Almax, majd a Reynolds cégeket. Ezen új kapacitásokkal biztosította a közel 40%-os kohóbezárások miatt kieső félalumínium-igényt az USA-ban. A kohók végleges bezárására az emelkedő energiaárak és a versenyképtelen üzemelés miatt került sor.

Az ALCOA a zöldmezős beruházások helyett további felvásárlásokkal növelte alumíniumtermelő kapacitását: felvásárolta a spanyol és olasz alumíniumkohókat, és megszerezte – a már meglévő 50% tulajdona mellé – a norvégiai Lista és Mosjoen kohók további tulajdoni hányadát. Így a két kohó 100%-ban ALCOA tulajdonba került. Az ALCOA tárgyalásokat folytatott energiakedvezmény elérésére, de miután ezek a tárgyalások nem vezettek eredményre, ezért Spanyolországban jelentősen csökkentette a kapacitásokat, és Olaszországban is bezárt kohókat.

A kanadai ALCAN-t felvásárolta a Rio Tinto, amely további kohófelvásárlásokkal növelte termelési kapacitását. Az ALCAN felvásárlással tulajdonába került a világ vezető technológiájával rendelkező Pechiney, ezzel a Rio Tinto Alcan vált a világ vezető alumíniumelektrolízis technológiát adó cégévé. Ugyancsak a tulajdonába került a svájci Aluswiss cég kohókapacitása is.

Nyugat-Európában Németország

6. táblázat. A 2000-es években leállított kohók Nyugat-Európában és az EU 27 országaiban

Ország	Kohó	Kapacitás, kt/év
Nagy-Britannia	Anglesey	135
	Lynemouth	175
	Fort Williams	42
Németország	Norf	220
Hollandia	Vlissingen	200
Franciaország	Lannemezan	50
Lengyelország	Konin	53
Svájc	Steg	44
Olaszország	Fusina, Porto Vesme	200
Magyarország	Inota	34



8. ábra. Q-350 kínai fejlesztésű konstrukció az első „hat felszállós” sinezéssel

vezető alumínium konszernje, a VAW, kohóinak egy részét a Hydro-Alumínium vásárolta meg, míg a megmaradó kapacitások a TRIMET társaság tulajdonába kerültek.

A vezető nyugat-európai országok tulajdonában levő alumíniumtermelő kapacitások gyakorlatilag megszűntek. Míg a nyugat-európai országok az 1990-es években még a világ alumíniumtermelési kapacitásainak 25–30%-át képviselték, napjainkra ez az arány 4–5%-ra csökkent. Ily módon elvesztették befolyásukat a világ alumíniumiparára. A 2000-es években Nyugat-Európában és az EU 27 országaiban a véglegesen leállított alumíniumkohókat és kapacitásokat a 6. táblázat mutatja be.

A globalizáció további hatása, hogy jelentősen megváltoztatta az alumíniumgyártás tulajdonosi szerkezetét nem csak Nyugat-Európában, hanem egész Európában. A svéd Sundswal-, az ukrán Zaporozse-kohó teljesen az orosz RUSAL cég tulajdonába került, míg a montenegrói Podgorica-kohó csak részben. A RUSAL orosz cég lett a világ egyik legnagyobb alumíniumtermelője, világcéggé vált, jól tudott élni a globali-

zációs lehetőségekkel, kohókat vásárolt, nem csak Európában, hanem többségi tulajdont szerzett a nigériai Ikat Abas-kohóban is.

Az EU 27 országaiban alkalmazott technológiák közül két kohó, a franciaországi Dunkerque-i és a Hydro-Alumínium tulajdonában levő Zsiar nad Hronom-i kohó tekinthető korszerűnek. Mindkét kohó kielégíti a környezetvédelmi követelményeket is. Várható, hogy még üzemben levő kohókat is bezárnak, mert az európai energiaárak magasak, és az igen szigorú környezetvédelmi előírásokat nem képesek betartani.

Európában egyedül Izlandon építettek új kohót a 2000-es évek közepén. Az ALCOA a korábban Pechiney-technológiával megépített és a tulajdonába került kanadai Deschambault-i kohó technológiáját adaptálta az izlandi Fjardaal kohó létesítésében. A kohólétesítés alapja a hosszú távon rendelkezésre álló olcsó vízi energia, amely nem jár szén-dioxid gázkibocsátással. E két tényező biztosította a beruházás előnyeit. Meg kell jegyezni, hogy

- egy kohóberuházás közvetlen költsége 75–80%-a nemzetközi árszin-

7. táblázat. Új technológiai versenytársak a megváltozott globalizált alumíniumtermelésben

	ALCOA Alcan	Rio Tinto Oroszország	Kína	RUSAL	DUBAL
Kád típusa	817	AP-35	Q-350	SR 300	D 18
Áramerősség, kA	320	350	350	300	350
Áramhatásfok, %	95	94,5	94,5	95	96,1
Kádtermelés, kg Al/nap	2448	2664	2664	2318	2704
Kádfeszültség, V	4,37	4,30	4,24	4,25	4,21
Energiafogyasztás, kWh/kg Al	13,725	13,350	13,372	13,333	13,100
Nettó anódfelhasználás, kg/t Al	405	415	415	420	410
Felszállók száma	5	5	6	5	5

ten történik, lényegében a földrajzi helytől független [25]; és

- csak nemzetközi árszinten beszerezhetőek a főbb elemek: egyenirányító, gáztisztító, multifunkciós daru, anódüzem, anódegető kemence, folyamatszabályozás.

A beruházás költségeinek csökkentésére az áramerősség növelésének van a legnagyobb hatása, és fontos, hogy az üzemelés szempontjából a versenyképességet biztosító olcsó villamos energia álljon rendelkezésre.

Míg korábban Észak-Amerika és Nyugat-Európa voltak versenytársak a nemzetközi alumíniumpiacon, a nyugat-európai termelők elvesztették vezető szerepüket, és az észak-amerikai termelők – ALCOA, Rio Tinto Alcan – új kihívásokkal találkoztak a globalizált alumíniumtermelés piacán. Az új kihívók a termelésben és a technológiai transzferben Oroszország, Kína és az arab öböl menti (Gulf) országok.

A technológiai versenytársak 300 kA áramerősség felett megvalósult kohóinak jellemzőit mutatja be a 7. táblázat.

A 7. táblázat technológiai adataiból látható, hogy a korábban nagy áttörést elérő Pechiney AP-35 technológiának komoly versenytársai jelentkeztek a 2000-es évek elején. A mágneses és termikus modellek számítási eredményei tipizálták az elektrolizáló kádak konstrukcióját és üzemvitelét [26]. A fentebb bemutatott valamennyi technológiára az a jellemző, hogy:

- az elektrolizáló kádak sinezése mágnesesen kompenzált, a mágneses térerősség függőleges komponensének tipikus értéke 2–5 Gauss;

- keresztirányban elhelyezett kádelrendezés a kohócsarnokban;
- folyamatszabályozott üzemvitel, timföld pontadagolás;
- a timföld és az alumíniumfluorid szállítása a kád timföld és AlF_3 tartályába „super dense phase” technikával;
- száraz gáztisztítás a fluor megkötésével a timföldön;
- nagy AlF_3 -felesleget tartalmazó elektrolit-összetétel;
- több funkciós daru alkalmazása blokkcserére és a fém-elektrolit csapolására; és
- irányított katód-hővesztések a megfelelő fagyásalak elérése céljából.

Kína saját technológiát fejlesztett ki; és megépítette saját kohóit. A Q-350 konstrukció tekinthető az élenjáró technológiának „hat felszállós” sínézési megoldással [27].

Tervezik 10 millió tonna/év új termelői kapacitás létesítését szintén saját technológiára alapozva Sinkiangban.

Oroszország is saját technológiát fejlesztett ki. A RUSAL RA-300 és az SR 300 kádtípusait építette meg a Bogushan-i és a Khakas-i kohókban.

DUBAL kifejlesztette a DX+ kádtípusát, és ezt a kádtípust és technológiát alkalmazta EMAL kohó építésében.

Az észak-amerikai termelők – ALCOA és RioTinto Alcan – az eredeti Pechiney-technológiára alapozottan létesítettek kohókat Szaúd-Arábiában és Ománban.

Három évtizeden keresztül a Pechiney volt a vezető technológiai transzfert biztosító cég, de jelenleg a technológiájára alapozó cégeknek, az ALCOA-nak és a Rio Tinto Alcan-nak az új kohókapacitások létesítésében, a zöldmezős beruházásokban már osztoznia kell az új versenytársakkal. Az új versenytársak termelői kapacitása Kína 19,5 kt Al/év, Oroszország 4,1 kt Al/év, a Gulf országok 3,8 kt Al/év. Ők képviselik a világ alumíniumtermelésének 65%-át.

5. Összefoglalás, következtetések

Áttekintve a Hall–Héroult-eljárás 125 évét, megállapítható, hogy az eljárásnak még mindig nincs technológiai versenytársa az alumínium előállításában.

Korábban az észak-amerikai és nyugat-európai régióknak volt meghatározó és vezető szerepe az alumínium-előállítási technológiában és a termelési kapacitásban.

A globalizált alumíniumtermelésben a 2000-es évekre a legnagyobb vesztes Nyugat-Európa és az EU-országai lettek annak ellenére, hogy a legfejlettebb technológiát fejlesztették ki az energiateljesítmény csökkenésére és a régiók közül a legszigorúbb környezetvédelmi előírások teljesítésére.

A modellezés, ami a mágneses erőhatások és az elektrolizáló kádak termikus modelljének a kidolgozását jelenti, döntően segítette a nagy áramerősségű kádak konstrukciójának kifejlesztését [29]. A korábbi rendkívüli változatosság, ami a konstrukciókat és a technológiákat jellemezte, a modellezés következtében megszűnt, a kádak tipikussá váltak. Így módon a timföld pontadagolása, a mágnesesen kompenzált cellák, a száraz gáztisztítás és a keresztirányban elhelyezett kádak mind általános jegyei a nagy áramerősségű technológiáknak.

A világ alumíniumtermelésében, a technológia fejlesztésében és a termelési kapacitásokban új versenytársak jelentek meg. Kína, Oroszország, a Gulf országok lettek a meghatározók a termelésben, és várhatóan ezek lesznek a technológia transzferben is.

A technológiai verseny most azt jelenti, hogy ki lesz képes előbb kifejleszteni a 750 kA-es kádtípust, amely várhatóan „hét vagy nyolc felszállós” változatban fog megépülni. A mérési és adattovábbítási technika fejlődése segíteni fogja a konstrukciók további fejlesztését [30].

Irodalom

- [1] J. P. Givry: Consideration on Modern Söderberg Cells with Vertical Studs, Extractive Metallurgy of Aluminum, Vol. 2 Aluminum, edited Gary Gerald, 1962.
- [2] H. Hosoi, M. Sugaya, S. Tosaka: Technical Results of Improved Söderberg Cells, Proceedings of Technical Sessions, TMS Light Metals Committee at the 111th AIME Annual Meeting, Dallas,

February 1982.

- [3] T. B. Pedersen, A. K. Syrdal, A. Audun: The New Söderberg Concept, Proceedings of Sessions presented by the TMS Light Metals Committee at 124th Annual Meeting, Las Vegas February, 1995.
- [4] Victor Buzunov, et al.: Vertical Stud Söderberg Technology Development by UC RUSAL in 2004–2010, (Part_1) Proceedings of 141st Technical Sessions presented by TMS Aluminium Committee, Light Metals, 2012;
- Vladimir Frizorger, et al.: Vertical Stud Söderberg Technology Development by UC RUSAL in 2004–2010, (Part_2) Eco-Söderberg technology Proceedings of 141st Technical Sessions presented by TMS Aluminium Committee, Light Metals, 2012.
- [5] www.rusal.com
- [6] J. P. Givry: Technical and Economic Aspect of Aluminum Cell Conductor, Extractive Metallurgy of Aluminum, Vol. 2 Aluminum, edited Gary Gerald, 1962.
- [7] R. E. Oehler: Söderberg versus Prebaked Cells for Aluminum Reduction Extractive Metallurgy of Aluminum, Vol. 2 Aluminum, edited Gary Gerald, 1962.
- [8] A. Tabereaux: Prebaked Cell Technology. A Global Review, Journal of Metals, February, 2000.
- [9] R. F. Robl: Magnetic Improvement Devices to Reduce Metal Movement, Proceedings of Sessions 105th AIME Annual Meeting, Las Vegas, Nevada, Light Metals, 1976.
- [10] V. Potocnik: Modelling of Metal-Bath Interface Waves in Hall–Héroult Cells, using ESTER/PHEONICS, Light Metals, 1989 p. 227–235.
- [11] T. Sele: Instabilities of the Metal Surface in Electrolytic Cells, Proceedings of Sessions 106th AIME Annual Meeting, Atlanta, Georgia, Light Metals, 1977.
- [12] T. Sele: Computer Model for Magnetic Fields in Electrolytic Cells Including the Effect of Shell Parts, Proceedings of technical sessions TMS Light Metals Committee at the 112th AIME

- Annual Meeting, Atlanta, Georgia, March, 1983.
- [13] *N. Urata, T. Arita, H. Ikeuchi*: Magnetics and Flow Pattern of Liquid Aluminum in the Aluminum Reduction Cells, AIME Annual Meeting, New York, 1975.
- [14] *R. Von Kaenel, J. P. Antille*: Magnetohydrodynamic stability in Alumina Reduction Cells, Proceedings of 11th International Symposium of ICSOBA, Hungary, May, 1996.
- [15] *P. Morem, J. P. Dugois*: French Patent No. 7529181, 1975.
- [16] *M. Segatz, D. Vogelsang*: Effect of Steel Part on Magnetic Fields in Aluminium Reduction Cells, Light Metals, 1991. p. 393–398.
- [17] *M. Keinborg, J. P. Cuny*: Aluminium Pechiney 180kA Prebake Pot From Prototype to Potline, Proceedings of Technical Sessions, TMS Light Metals Committee at the 111th AIME Annual Meeting, Dallas, February 1982.
- [18] *Dugois*: 280kA Electrolytic Cells, One Hundred Years of Aluminum 1886–1986, 32–34, edited by Pechiney, France, 1986.
- [19] *B. Langan, P. Varin*: Aluminum Pechiney 280kA Pots, Light Metals, 1986.
- [20] www.alcoa.com
- [21] *W. H. Goodnow*: Cell Resistance and Alumina Additions, Proceedings of Sessions 105th AIME Annual Meeting, Las Vegas, Nevada, Light Metals, 1976 p. 295–314.
- [22] *L. Tikasz, R. T. Bui, V. Potocnik*: Proceedings of Session 119th AIME Annual Meetings, Anaheim, California, Light Metals, 1990 p. 197–202.
- [23] *L. Tikasz, R. T. Bui, V. Potocnik*: Aluminium Electrolysis Cell Simulator Assistance Tools for Cell Operation and Control, Proceedings of 11th International Symposium of ICSOBA, Hungary, May 1996 p. 284–298.
- [24] *Horváth J.*: A Hall–Héroult eljárás 125 éve és az EU-27 helyzete a globalizált alumíniumtermelésben. Előadás, elhangzott MTA Metallurgiai Bizottság ülésén, Veszprémi Akadémiai Bizottság, Veszprém, 2012. szeptember
- [25] *J. Horváth*: Development Planning and Training Aluminium Consultant, Techno-Economic Report on New Aluminum Smelter in Lybia, LIB-030-8-003-62-X United Nation (UNDDS) New York, 1997.
- [26] *A. Tabereaux*: Aluminium Industry Upgrade Set in Motion by New Wave of High Amperage Prebakes, Light Metal Age, February, 2007.
- [27] *Y. Ensheng, et al.*: Developing the GP-32 Cell Technology in China, Proceedings of Technical Sessions presented by the Aluminium Committee at the 130th TMS Annual Meeting, New Orleans, Louisiana, February, 2000.
- [28] *C. Vanvoren, et al.*: AP-50: The Pechiney 500kA Proceedings of Technical Sessions presented by the Aluminium Committee at the 130th TMS Annual Meeting, New Orleans, Louisiana February, 2000.
- [29] *V. Gusberti, et al.*: Modelling the Mass and Energy Balance of Different Aluminium Smelting Cell Technology, Proceedings of 141st Technical Sessions presented by TMS Aluminium Committee, Light Metals, 2012.
- [30] *J. W. Evans, N. Urata*: Wireless and Non-Contacting Measurement of Individual Anode Currents in Hall–Héroult Pots; Experience and Benefits Proceedings of 141st Technical Sessions presented by TMS Aluminium Committee, Light Metals, 2012.

Emléktábla-avatás Csepelen

A 2006-ban megszűnt magyar alumíniumelektrolízis technológiára emlékezve, és a hajdanvolt négy magyar alumíniumkohó emlékére az OMBKE Fémkohászati Szakosztálya 2013. június 13-án emléktáblát helyezett el a Csepeli Fémmű területén, az első hazai alumíniumkohó meglévő épületének falán. A táblaavatás egy rövid emlékkonferenciával indult a volt Csepeli Fémmű vezérigazgatóságának tanácsstermében, amely megtelt a meghívott vendégekkel. Az egyesület képviselői mellett részt vettek a hazai alumíniumkohászat régi és jelenlegi munkatársai, vezetői, Ajkáról, Tatabányáról, Inotáról, a HUNGALU-ból és az Aluterv FKI-ből egyaránt. Csepelt a múltó idő miatt már csak a színesfémkohászok képviselheték.

Az emlékülést *Hajnal János* szakosztályi alelnök köszöntötte. Elmondta, hogy az utolsó, az inotai kohó bezárása óta készült a szakosztály megünnepelni a „múlt dicsőségét”, a közel 3 millió tonna megtermelt alumíniumot. Megvárták amíg Ajka és Tatabánya után Inotán is megnyugszanak az érzelmek, és begyógyulnak a lelki sebek. Emlékeztetett arra, hogy az emléktábla közadakozásból készült. Az ötletgazda *Szablyár Péter* volt, az alapanyagot a Fémszövetség segítségével az Inter-Metal Recycling Kft. biztosította, az OMBKE legyártatta a famintát, az öntés *dr. Hatála Pálnak*, a MÖSZ főtitkárának közreműködésével az öntömester *Kahut János* okl. kohómérnöknek köszönhető. A tábla elhe-

lyezéséről és a jelenlévők „ellátásáról” élén *Varga Ferenc* a Schmelzmetall Hungária Kft., a rendezvény helyéről a házigazda, a volt Csepeli Fémmű Rt.-től *dr. Megay Oktáv* gondoskodott.

Ezután *dr. Tolnay Lajos*, úgy is mint az OMBKE tiszteleti elnöke, és úgy is, mint 1996-tól 2006-ig az alumíniumgyártás és a mai napig a timföldgyártás egyik résztvevője mondta el köszöntő gondolatait:

„Ha nem emlékezünk a múltra, nem lesz erőnk a jelenhez. Sokan a szakmán belül sem tudják, hogy Csepelen volt az alumíniumkohászat bölcsője. Miért nem itt fejeződött be? Valószínűleg azért, mert a Bakonyban és Északnyugat-Dunántúlon voltak meg a lehetőségek, ott volt a bau-

xit, a szén, az akkor még olcsó áram. Fénykora a háború alatt kezdődött: a német hadigépezetnek kellett a termék, majd az oroszoknak is, és később, a privatizáció után az amerikaiaknak is. A „magyar ezüst” geopolitikai jelentőségű volt. Sok számat lehetne idézni: volt idő, amikor Magyarország második volt Európában a bauxittermelésben, az első három között timföldgyártásban. A szovjet–magyar együttműködés komparatív előnyöket biztosított, de féloldalassá tette a termelést. Bauxittermelésben és timföldgyártásban erősek voltunk, de az alumíniumkohászatban és a feldolgozóiparban már nem annyira. Sorsdöntő volt, hogy Magyarországon nem valósult meg a 100 000 tonna/év kapacitású kohó, és ekkor hagyta el Magyarország a „mainstream”-et.”

Személyes élménye volt, hogy Inota 50 éves évfordulóján, a tábla avatásánál már aggódtak. A privatizáció során, 1995-ben 10 éves működtetést vállaltak, ez éppen sikerült, de már minden recsegett-ropogott. Sajnálatos tény, hogy Magyarországon liberális gazdaságpolitika volt, de igazi iparpolitika nem létezett. Az áramszolgáltatókat 1995-ben eladták, 8%-os garantált profittal. Így nem lehetett versenyképes árat elérni. Felidézett egy megbeszélést, aminek egyik szereplője ő volt: arról beszéltek, hogy ha Magyarországon nem sikerül a zsinórtarifát bevezetni, akkor Inotán le kell állítani a kohászatot. A választ tudjuk: nem sikerült. Európában más történt, például a németek megmentettek két kohót, és majdnem minden környező országban van alumíniumkohó. Nálunk nincs alumíniumkohó, de legalább Inotát nem kellett bezárni, megmentették a félgyártmány-gyártást, van öntvehengerlés, és jelenleg tervezik ennek továbbfejlesztését. Az innováció és a magas szintű mérnöki tudás volt az alapja a szakmai sikereknek, amire jellemző példa volt egy szakmai egyeztetés lengyel kohószakemberekkel Koninból, a Norsk Hydro s az inotai szakértők között egy kohó-rekonstrukciós konini üzemlátogatás

során. Egyszerűen leesett az álluk a lengyel s norvég partnereinknek, mikor *Temesszentandrás* Guido a maga csendes, nyugodt stílusában elmondta, hogy Inota a 92%-os áramhatásfokig jutott el egy szisztematikus fejlesztéssel, ami akkor Söderberg felsőtűskés technológiával világcsúcs volt!

A rendezvény Szablyár Péter „Emlékezés egy szakmáról” címen tartott előadásával folytatódott. Az előadás szerkesztett szövege a következő oldalakon olvasható.

Majd az „50 éves a magyar alumíniumkohászat” című, a négy hajdani alumíniumkohóról szóló film vetítése következett, ahol újra láthattuk a régi nagy „öregeket” *Becker Ervint, Szakál Pált, Osztrovsky Györgyöt, Marschek Zoltánt, Szentiványi Gyulát*, amint felelevenítik a hőskort, az indulás buktatóit, az üzembeállást az első fejlesztésekig.

Ezután az „öscsepeli” *Balázs Tamás* vezetésével az emléktábla-avatás helyszínére vonultak át a résztvevők, útközben megtekintve az alumíniumgyártással kapcsolatos üzemcsarnokokat. Az emléktáblát a volt elektrolízisüzem falán helyezték el. Felirata:

EBBEN A CSARNOKBAN MŰKÖDÖTT
1935–1946 KÖZÖTT
A WEISS MANFRED ACÉL- ÉS FÉMMŰVEKBE
AZ ELSŐ HAZAI ALUMÍNÍUMKOHÓ
BECKER ERVIN (1899–1987) VEZETÉSÉVEL.

A CSEPELI-, TATABÁNYAI-, AJKAI- ÉS INOTAI
ALUMÍNÍUMKOHÓKBAN 1935–2006 KÖZÖTT
2.981.902 TONNA
FÉMET ÁLLÍTOTTAK ELŐ.

ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS
KOHÁSZATI EGYESÜLET 2013

Az emléktábla előtt *Nagy István*, az Inotal Alumíniumfeldolgozó Zrt. vezérigazgatója mondta el avató beszédét. Az előadásban és a filmen elhangzott tényszerű adatokhoz szubjektív gondolatait tette hozzá:

„Mi a tábla üzenete a jövőre nézve? Mindenképpen az a munkamódszer, az a szellemiség, az az igé-

nyesség, ami Magyarországon tetten érhető, és az a közel 70 éves folyamatos fejlesztés, aminek kitűnő összefoglalóját láttuk a filmen. A jelenlévők között sokan vannak, akik építették is ezt az iparágat, sokkal hitelesebben tudják ezt az avatót a többiek részére prezentálni.”

Megtiszteltetésnek érzi, hogy felkérték az avatásra. Tudja, hogy ez annak szól, hogy az egyik működő létesítménynek aktív tagja, élvezi azt, ami Inotán 1952-től a mai napig ismeretben, tapasztalatban, emberi hozzáállásban létrejött. Van perspektíva, van megélhetés, és erre lehet építeni.

Valaminek vége lett, de az, amit ott tanultak, felkészített arra, hogy másutt is megfeleljenek. Hiszen egy olyan szakmának voltak a tanúi, művelői, amely fegyelmet, ismereteket követelt, és állandó tanulást.

Van egy másik szubjektív elem: egy tanár ismerőse olyan tankönyvből tanít, amit 30 éve meghaladt a világ. Ilyen táblák, megemlékezések nélkül nincs is esély, hogy ezen változtassanak. Elhatározta, hogy összeállít egy olyan anyagot, ami közelebb hozza a nebulókat a mai valósághoz, és a múltból olyan példákat ad, ami lelkesít.

„Legyen elég erő ahhoz, hogy ezt a táblát nagyobb körben publikáljuk, és elérje azt, ami az üzenete, hogy a múlton épülve, előre kell nézni, és azokból a tapasztalatokból, munkamódszerekből erőt kell gyűjteni a jövő megvalósításához, amit ez a tábla meg tud testesíteni.”

Az emléktábla alatt elsőként az OMBKE és Inota nevében az a *Pálovits Pál* helyezte el koszorút, aki a csepeli kohóban még csak kohómérnök hallgatóként járt, majd mindhárom másik alumíniumkohóban főmérnökként is tevékenykedett. Ezután az ajkai és a fehérvári gyár képviselői koszorúztak. Az ünnepség a főhajtásokat követően anekdotákkal és csoportképek készítésével zárult.

A rendezvényről készült képek a hátsó-belső borítón láthatók.

Hajnal János – Schudich Anna

Tisztelt Elnök Urak, Tagtársak,
Tisztelt Vendégeink!

Magyarország története a temetetlen holtak története. Legyen az király a középkorban, vagy kivégzett miniszterelnök. Valamely élet befejező mozzanatát VÉGTISZTESSÉGNEK nevezzük. És mindez nem csak az elhunyt embernek jár, megszűnt intézményeknek, eltűnő szakmáknak is megadják ezt az utolsó főhajtást, a későbbi méltó emlékezés lehetőségét.

Magyarországon 82 városban és településen közel 800 bányász emlékhely, emlékmű található. Lehet az fejtőkalapácsot szorító vájár, vagy altáró bejáratába félig befalazott csille, az onnan kitermelt szén mennyiségének feltüntetésével.

A hajdani kohászati központokban számos – kohászt ábrázoló – szobor áll az országban. Legismertebb *Kisfaludy Stróbl Zsigmond* 1972-ben készült, Ózdon nemrég új helyre áttelepített Kohász szobra. Az egyetlen, még teljes vertikumban működő dunaújvárosi kohász városban a Vasmű út és az Építők útja kereszteződésében áll 1960 óta *Somogyi József* Martinász szobra. Az alumíniumkohászatra emlékeztető alkotásokkal, emlékhelyekkel már nem állunk ilyen jól!

Magyarországon négy helyen működött alumíniumkohó: 1935–1946 között Csepelen, 1941-től 1991-ig Ajkán, 1940-től 1991-ig Tatabányán, végül 1952-től 2006 januárjáig Inotán. Annak ellenére, hogy mind a négy helyen állnak azok az üzemcsarnokok, ahol hajdan az elektrolízis technológiájával timföldből fém alumíniumot állítottak elő, egyik helyen sem emlékeztet erre semmi. Egyetlen alapberendezés, egyetlen oldal- vagy felsőtüskés kád, egyetlen kádkezelő gép sem élte túl ennek a technológiának a fizikai megsemmisítését. A tatabányai felszámolás előtt felajánlottunk egy-egy kádszerkezetet a müncheni Deutsches Museumnak, de helyhiány miatt azt köszönettel visszautasították. Tény, hogy a székesfehérvári Alumíniumipari Múzeum épülete nem volt alkalmas ilyen méretű eszközök befogadására és bemutatására, de legalább a biztonságos megőrzés

lehetőségét biztosítani lehetett volna egy erre alkalmas üzemi épületben.

Ebben a négy üzemben 2.981.902 tonna kohófémét állítottak elő. Nehéz ennek a tömegét vagy értékét érzékeltetni. Mai LME áron ötezer-ötszázötvenegy millió USD, egybillió kettőszázötvenöt-milliárd kettőszázharmincnyolc-milliárd kilencszázötvenháromezer Ft. Ez a 2012. évi hazai költségvetés tervezett hiányának a kétszerese!

Engedjék meg, hogy néhány szubjektív gondolatot osszak meg Önökkel, felidézve ennek a négy kohóhelynek a szellemét. Felvezetőként *Hamvas Béla* író-t hírom segítségül, aki – és ez már a sors iróniája – 1951–54 között az Erőmű Beruházó Vállalatnál Inotán volt – nem egészen önszántából – raktáros. Azt írta „Földrajz kicsit másképp” című esszéjében: „A helyet nem szabad összetéveszteni a térrel. A tér és a hely között az a különbség, hogy a térnek száma, a helynek arca van. A tér, hacsak nem kivételes, minden esetben pontos vonalakkal határolható, területe négyzetmilliméterre kiszámítható és alakja körzövel és vonalzóval megrajzolható. A tér mindig geometriai ábra. A helyből nincs több, mint ez az egy. A térnek képlete, a helynek génusza van. Mert nemcsak természet és környezet, föld, talaj, éghajlat, növényzet, vizek, hegyek és mindez együttesen. A hely nemcsak az, ahol a dolgok vannak. A hely barátságos vagy ellen-szenves, félelmetes vagy szelíd, nyugodt vagy fenséges. Két egyforma hely éppúgy nincs, mint megismétlődő pillanat. Az emberi élet gazdagsága meg nem ismétlődő pillanatokban, és semmi máshoz nem hasonlítható helyekben van.”

Csepel szellemét az 1882-ben Konzervgyárat alapító *Weiss Manfréd* határozta meg, akinek 1922-ben bekövetkezett halála után is folytatódott az egyre terebélyesedő gyárváros szerves fejlődése. A lőszér, varrógép, kerékpár, autó, repülőgép, traktor, tű, bergmanncső és számtalan egyéb, a hazai és külföldi piac által igényelt termék gyártása alapanyag-ellátásához a harmincas évek közepére egyre több alumínium igénye merült fel. Az akkor már fiai és veje által vezetett cég az alumínium

elektrolízis technológiájának vásárolt licenc alapján történő megvalósítása mellett döntött. A rövid életű üzem sorsát a háború pusztítása pecsételte meg, de az összegyűlt szaktudás a későbbi Féműben és az időközben létesülő új kohászériákban hasznosult.

Az Ajkai Alumíniumkohót egy valós ipari integráció sodra hozta létre a második világháborús készülődés kényszerítő hátszelével. Az olcsó villamos energia előállítását biztosító közeli szénbányák, a dunántúli bauxitvagyon megismerése, az erőmű gőzével előállítható timföld és az alumíniumkohó termelésének összekapcsolása jövedelmező fémelőállítás eredményezett. Annak ellenére, hogy a Csepeli kohó leállítása után a legkisebb széria volt az ajkai, a legjobb csarnoki légállapotokat biztosító burkolt kádjai, a folyamatos műszaki fejlesztés, a kiváló szakembergárda tartósan kedvező termelési eredményeket adott. Bár a bővülő timföldgyáron belül az alumíniumelektrolízis termelési volumene arányaiban fokozatosan csökkent, meghatározó szerepét mindvégig fenntartotta.

A Tatabányai kohót szintén az a racionális kapitalista iparfejlesztés hívta életre, amely a szénbányászat-tól az erőmű üzemeltetésén át, cementgyár és alumíniumkohó létesítésével igyekezett a helyi adottságok és lehetőségek maximális kihasználására. A kétféle kádtípus, a rafinált fém gyártása, a politikailag mindig kiemelt iparterület adottságai egy kicsit eklektikus benyomást formáltak a Tatabányára látogatókban. Ebben az üzemben kezdődhettek meg 1978-ban a 90 kA áramerősségű blokkanos kád-kísérletek, amelyek azonban széria szinten sosem valósulhattak meg. Bár az 1980-as évek végén beindult kohórekonstrukciós program Tatabányán is megkezdődött, annak kiteljesedésére már nem kerülhetett sor.

Az Inotai Alumíniumkohó szintén egy regionális ipari integráció keretében született, és az ötvenes években a „szocialista iparosítás” egyik zászlóshajója volt. Üzemelrendezését, a fokozatos műszaki fejlesztés biztosította gépesített kádkiszolgálást tekintve, majd a folyamatszabá-

lyozást bevezetve a három működő kohó közül a legkorszerűbb volt. Ennek bázisán született meg a döntés egy 100 kt-s új széria létesítésére a nyolcvanas évek elején, amely azonban már nem valósult meg. Itt teljesedett ki a japán száraz anódmasszázs technológia alkalmazásával és egy gáztisztító rendszer üzembe helyezésével véghezvitt kohórekonstrukciós program, mindezek ellenére 2005-ben az üzem leállítása mellett döntöttek, amely leállítása mellett döntöttek, amely 2006 januárjában be is következett.

Most visszatérnék Hamvas Béla gondolataihoz: a genius locihoz, a hely szelleméhez.

Nem a nosztalgia mondatja velem, de mind a négy helynek szelleme volt. A csepelit nem ismertem, amikor bezárták, még meg sem születtem. Talán *dr. Becker Ervin*, az üzem létesítését és üzemeltetését irányító kiváló szakember – aki a II. világháború után létrejött Fémipari Kutató Intézetben dolgozott – érzékelte velünk a szerény szakember mély tudását, lényegre törő gondolkodását. A genius loci fizikai megjelenését a kohócsarnokok jellegzetes szaga, a szálló porba késszerűen

belehasító fénysugarak, az anódtőkön embertelen munkát végző kohászok izzadságtól fénylő, fekete arca, a vijjogó effektjelző kürtök, a kéregbetörő gépek monoton kelepelése, a lomhán suhanó túskehúzódaruk robotsztus tömege és mindezek ötvözte adta. Ez volt a szellem hardvere... A szoftvere pedig az a műszaki-vezetői szürkeállomány, amely ennek a sajátos tudást igénylő szakmának a helyi adottságokat és lehetőségeket maximálisan ismerő, ez alapján azonnali döntéseket hozni képes vezérkara volt. A szerény, de nagy tudású *Szentiványi Gyula*, a sajátos humorú, de mindig emberséges *Salakta István*, az ajkai kohóöntődét vezető *Harmat János*, a kérlelhetetlenül szigorú, kis noteszében minden fontos adatot naprakészen őrző *Németh József*, a kohójával együtt idősödő *Temesszentandrásai Guidó*, a műszaki fejlesztést gyémántcsiszoló precizitással irányító *Jánosi Miklós*, a szerény, de mindig vehemensen vitázó *Nagy József* (Tacsék), a szenvedélyes tatabányai *Schmidt Ferenc*, az örökké szervező *Szabó László*. De ezekben az üzemekben vált nemzetközileg elismert

szakemberré *dr. Szakál Pál*, *dr. Molnár Imre*, *Kolosa Ernő* és *Sejteri Vjekoslav*.

Néhány, a kohókban évekig szolgáló kohómérnök a Tröszt Központ vezetésében kamatoztatta tudását: így a mindhárom működő kohót szolgáló *Pálovits Pál* és az Inotán évekig szolgáló *Ifjú János*. A névsor nem teljes, csak szerettem volna felvillantani közülük néhányat, akiket én is ismerhettem. Az ő tudásuk és szakértelmük nélkül ezek az életpályájuk végén már korszerűnek nem nevezhető üzemek nem lettek volna életben tarthatók.

Tisztelt Elnök Urak, Tagtársak, Tisztelt Vendégeink!

Nagy örömmel tölt el, hogy ma erre az eltűnt szakmára, és annak hajdani üzemeire, dolgozóira és vezetőire emlékezhetünk, és minderre egy szerény emléktáblával is emlékeztethetjük az utánunk jövő generációkat. A Jó szerencse kevés volt ahhoz, hogy ez a szakma fennmaradjon, de elég volt ahhoz, hogy támogatóink segítségével a méltó emlék állítása megtörténhessen! Köszönöm a figyelmüket!

Szablyár Péter

Dr. Becker Ervin, a magyar alumíniumkohászat alapítója

Alig múlt 80 éve, hogy Csepelen felépítették az első magyar alumíniumkohót, amit később további három kohó létesítése követett, mígnem a rendszerváltás után lépcsőzetesen mindegyiket megszüntették.

E bő 3/4 évszázados időszaknak – amíg élt – meghatározó egyénisége és szakmai doyenje volt *Becker Ervin*. A „talpig kohómérnök” 1899-ben, Selmecebányán született, és tanulmányait is ott kezdte meg. Ebbe azonban az I. világháború beleszólt, így egyetemi tanulmányait már Sopronban kellett befejeznie. Ezt követően a Weiss Manfréd Rt.-nél kapott munkát, ahol 1934-ben eldöntötték az első magyar alumíniumkohó megépítését.

Becker Ervin a gyakorlat embere volt, és felvéve a kapcsolatot az akkor élenjáró Elektrokemisk A/S

(Oslo) norvég céggel, meg tudta szerezni a cég akkori elektrolizáló kádjaikat. A csepeli kohó építése így norvég licenc alapján indult el, és az üzem beindításáig is már Becker Ervin



vezette a munkákat. Az első, 12 kA áramerősségű, oldaltüskés Söderberg típusú kádakban 1935. január 28-án csapolták az első hazai fémalumíniumot.

Ez a csepeli kohó az 1944-es bombatámadáskor súlyos károkat szenvedett, és bár 1945-ben újraindították, 1946 év végén végleg felszámolták.

Becker Ervin eddigre már részt vett az 1938-ban alapított Felsőgallai (ma Tatabánya) Alumíniumkohó, de legfőképp az 1940-től kiépülő ajkai kohó üzemelésénél. Ezen időszakokban kiváló technológiai tudást gyűjtött össze és ezt – természetesen – hasznosította, valamint továbbadta a fiatalabb generációnak.

Az államosítás után is az alumíniumiparban maradt. Amikor a Bánya- és Energiaügyi Minisztérium megal-

pította az Inotai Alumíniumkohó Vállalatot, a 48-50 kA-es felsőtűskés, önsülő anódú elektrolizáló kád licenccét az Elektrokemisk A/S-től vásárolta meg a Könnyűfémipari Beruházási Vállalat. A licencszerződést Becker Ervin, a Könnyűfémipari Beruházási Vállalat igazgatója és Szakál Pál, az Inotai Alumíniumkohó Vállalat igazgatója 1951. február 10-én írta alá.

A Fémipari Kutató Intézetben 1955-ben létrehozott Elektrometallurgiai Osztályt Becker Ervin irányította. Mérnöki mivoltát és technológiai érzékét itt sem tagadta meg: a laboratóriumi kísérletek mellett nagyobb érdeklődést szentelt az ipari (kohókádakon) végzett kísérleteknek. Kutatómunkái között szerepelt az anódok szénsalakjából történő kriolit-regenerálás (ez importkiváltást eredménye-

zett), a kádak elektrolitja mólviszonyának kristályoptikai mérése, *Jakóby Lászlóval* közösen a cinkszinporok fluidizáló pörkölése, vagy a timföldoldódási és az árameloszlási vizsgálatok a felsőtűskés kádaknál.


Jelentős volt az ún. intenzifikálási kísérletek sora is, amikor az egyes kohókban egy-két kádon megnövelve az áramerősséget, vizsgálta, hogy az adott keresztmetszetű anód meddig terhelhető, hogy nagyobb beruházás nélkül a fémterhelés növelhető legyen. Rendszeresen járta a kohókat, és tanácsaival sokak fejlődését segítette elő.

1958-ban meghonosította a fürdőelemzés ranshofeni módszerét. Kevés közleményt írt, de megírta a legújabb kori könnyűfémkohászat tör-

ténetéről szóló könyvét.

Nyugdíjba vonulása után is – amíg egészsége megengedte – részt vett az alumíniumkohászat technológiai fejlesztésében. Keze alatt nőtt föl az az ifjabb generáció, akik között található (a teljesség igénye nélkül) *Sejteri Vjekoszláv, Kolosy Ernő, Pálovits Pál, Mosóczy Ferenc, Molnár Nándor, Molnár Imre, Jánosi Miklós, Nagy József* és még sokan mások.

Szakmai munkásságát élete alkonyán műszaki doktori címmel jutalmazták. Az 1987-ben elhunyt Becker Ervin emlékét a kohász társadalom a tudomány és technika jeles magyar személyiségei között mindig meg fogja őrizni.

 **Klug – Pálovits**

Hozzászólás

Becker Miklós, Kanadában élő kohómérnök a következő levelet küldte szerkesztőségünknek hozzászólva a 2013/2. számban megjelent interjúhoz:

T. Balázs Tamás úr!

Nagy érdeklődéssel olvastam a lapban megjelent beszélgetést, amelyben Szabylár Péter Pálovits Pállal beszélget a Névjegy rovatban. Mindkét beszélgetőpartnert jól ismerem, ugyanis 1959 és 1979 között a hazai alumíniumiparban dolgoztam, utolsó pozícióm a MAT területi főmérnökség volt.

A beszélgetés kitűnő volt, és az általam is nagyra becsült Pálovits Pál impresszív karrierjét nagyon szakszerűen mutatja be.

Azonban nem mulaszthatom el egy kis megjegyzés megtételét. Dr. Molnár Imréről, (kandidátus stb., sok kitüntetéssel) amit a következő idézetre teszek: „Molnár Imre is Sopronban végzett, de nem tartozott a klasszikus „kemény maghoz”.

Nos, dr. Molnár Imre, 1952 (diplomázás) és 1982 (halála) között a magyar alumíniumipar egyik ikonja volt, a halál a MAT vezérigazgató-helyettesi székéből ragadta el. Bár tevékenysége átfogta az egész alumíniumipart, de 1952 és 1970 között a kohászatban tevékenykedett Tatabányán, 1960 és 70 között az Inotai kohó főmérnöke volt. Az ő tevékenysége alatt javult a fajlagos egyenáramú energiefelhasználás 17 kWh/kg-ról 14,9 kWh/kg-ra az ezzel járó kád-konstrukció-átalakításokkal, technológiai fejlesztésekkel. Ő vezette be Inotán a vezetékhuza- és kábelgyártást, a keskenyszalag öntvehengerlést, a tubustárca- és szalaggyártást, a kötőelemek gyártását stb.

Áldom a szerencsémét, hogy ennek a nagyszerű vezetőnek lehettem közvetlen munkatársa, és ezen időszak emléke inspirált e fent idézett méltatlan egyszerűsítésnek a kommentálására.

Jó szerencsét,

Becker Miklós okl. kohómérnök Calgary, Kanada

VERŐ BALÁZS

Az ultrafinom szövetszerkezet kialakításának lehetséges útjai és ezek kapcsolatrendszere

A dolgozatban a szerző a Dunaújvárosi Főiskolán folyt TÁMOP 4.2.2. - 08/2008-0016 projekt 2. kutatási területén végzett kutatómunka eredményeit egységes rendszerbe foglalva tárgyalja, rámutatva az egyes részterületek közötti szerves összefüggésrendszerre. A kutatómunka egyik leglényegesebb felismerését az jelenti, hogy a léces martenzites kiinduló állapot az IKA-eljárásokkal elérhető diszlokációsűrűséggel nagyságrendileg megegyező diszlokációsűrűsége miatt megfelelő kiindulási állapotot jelent az UFG- vagy NG-állapot eléréséhez.

1. Bevezetés

A Dunaújvárosi Főiskolán 2009-2012 között Európai Unió támogatással folyt a TÁMOP 4.2.2. -08/2008-0016 projekt, melynek néhány eredményéről a BKL Kohászat hasábjain már beszámoltunk [1, 2]. Ennek a projektnek az 1. kutatási területe az acélok meleghengerlési technológiájának fizikai és matematikai szimulációjával [3], míg a 2. kutatási területe az ultrafinom és nanoszerkezetű tömbi anyagok szemcseszerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolattal foglalkozott. Ez utóbbi kutatási feladat teljesítése érdekében végzett munkáról, annak eredményeiről 13 részjelentésben, jegyzőkönyvben, mintegy 500 oldalnyi dokumentumban számoltunk be.

A kutatómunka sokrétűsége, az elkészült dokumentumok terjedelme szinte lehetetlenné teszi minden egyes részeredmény bemutatását, még felsorolásszerűen sem.

A 2. kutatási területen elért eredményeket a közöttük feltárt kapcsolatok segítségével világítjuk meg. A kapcsolatrendszer elemeinek bemutatásával lehet bizonyítani, hogy a

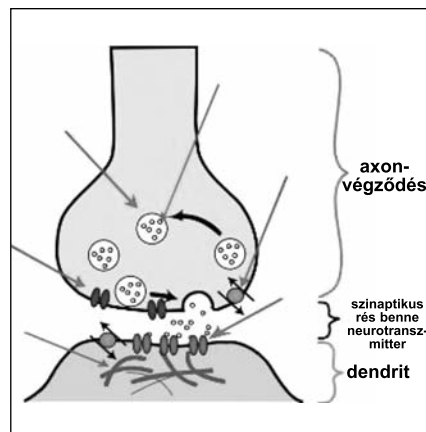
Verő Balázs szakmai életrajzát lapunk 2012/1. számában közzeltük.

kutatási terület feladatainak megoldásán dolgozó kutatócsoport a nanovagy ultrafinom szemcsés fémek és ötvözetek témakörében átfogó, a nemzetközi színvonalat megközelítő és sok esetben azt meghaladó ismeretek birtokába jutott. Ez egyben azt is jelenti, hogy ezek az ismeretek szervesen beépülhetnek a Dunaújvárosi Főiskolán folyó anyag- és gépészmérnöki oktatás tananyagába, és így a Dunaújvárosi Főiskola egyre jobb eséllyel pályázik hazai és nemzetközi – például FP8-as vagy Horizon 2020 – projektben való részvételre, közreműködésre.

2. A projekt alap gondolata

Az emberi agy teljesítőképességét nem az agy térfogata, nem az idegsejtek száma, hanem az azok között kialakuló kapcsolatrendszer sokrétűsége határozza meg. A szinapszisok azok a sejtek közötti kapcsolódási helyek, amelyeken keresztül az ingerület egyik sejtről a másikra terjed át, kémiai neurotranszmitter anyag közvetítésével, vagy a sejtmembránok szoros kapcsolatainál közvetlenül a két szomszédos sejt membránján átterjedő ioncsatornák közreműködésével. Az 1. ábrán az idegsejtek közötti szinaptikus kapcsolat elve látható.

Az ultrafinom szövetszerkezet



■ 1. ábra. Az idegsejtek közötti szinaptikus kapcsolat elve. Wikipédia, Szinapszis

elérésére irányuló kutatómunka „idegsejtjei” a következők voltak:

- I. Szobahőmérsékletű IKA-kísérletek rézzel mint modellanyaggal
 - könyöksajtózási kísérletek (ECAP Equal Channel Angular Pressing),
 - többtengelyű kovácsolási kísérletek (MF – Multiaxis Forging),
 - a könyöksajtolt és a többtengelyű kovácsolást elszenvedett minták részletes fémtani vizsgálata,
 - a könyöksajtolás folyamatának analitikus és végelesemes szimulációja.
- II. Szabályozott hőmérséklet-vezetőségű MF-kísérletek C-Mn acéllal – DIFT (Deformation Induced Ferritic Transformation)
 - a DIFT-eljárás során kialakuló ultrafinom szövet szemcseméretének, szemcseméret-eloszlásának és textúrájának vizsgálata, elsősorban SEM + EBSD-technikával.
- III. LMDA-kísérletek C-Mn acéllal (LMDA – Lath Martensite Deformed Annealed)

- a léces martenzit felépítésének és orientációs viszonyainak vizsgálata,
- az edzett, majd alakított és lágyított minták szövetszerkezeti jellemzőinek vizsgálata TEM-módszerrel és röntgendiffrakciós profilanalízissel.

A következőkben az egyes kutatási részterületeken elért eredményeket és a közöttük meglévő szerves kapcsolatrendszerrel mutatjuk be.

2.1. Szobahőmérsékletű intenzív képlékenyalakítási kísérletek

Az I. kutatási terület eredményeként a felhalmozódott ismeretek közül a fémek és ötvözetek telített állapotára vonatkozóak a leglényegesebbek. A telített állapot itt a diszlokációsűrűségre vonatkozik. Kitént, hogy az f.k.sz. rácsú réz $\varphi \geq 1$ -nél egyenértékű alakváltozással könyöksajtolás vagy többtengelyű kovácsolás közben telített állapotba jut. Erre az állapotra az jellemző, hogy az egyenértékű alakváltozás további – akár $\varphi = 10$ -re – való növelése számottevő alakítási keményedést már nem okoz, sőt a diszlokációsűrűség sem változik. A folyási határ az egyenértékű alakváltozás mértékének növekedésével ugyanolyan jelleggel változik, mint a diszlokációsűrűség. A 2. ábrán [4] nyomán mutatjuk be ezt nagy tisztaságú alumíniumra nézve. Ez az analógia teszi lehetővé az alakváltozás makro- és mikromechanizmusának (diszlokációs mechanizmusának) egységes tárgyalását. Az OF-Cu-val végzett könyöksajtolási kísérleteink egyértelműen bizonyították, hogy $\varphi > 2$ egyenértékű alakváltozás hatására $12,4 - 16,4 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$ diszlokációsűrűség alakul ki. A minták részletes röntgendiffrakciós profilanalízisének eredményét [5] nyomán az 1. táblázat mutatja, ahol:

q – az anyag rugalmas állandóitól és a mintában lévő diszlokációk típusától függő paraméter. Kőbös

kristályszerkezetű anyag esetén a diszlokációk él/csavar jellegét adja meg. Az általunk vizsgált anyagokra:

	q (él/csavar)
Cu	1,7/2,3
ferrit (bcc)	1,3/2,7
ausztenit (fcc)	1,6/2,3

M – diszlokációelrendeződési paraméter. Ha az ellentétes Burgersvektorú diszlokációk dipóllokba rendeződnek, akkor leárnyékolják egymás deformációs terét. A diszlokációk minél inkább leárnyékolják egymás deformációs terét (dipóllokba rendeződnek), annál kisebb lesz M értéke;

ρ – az átlagos diszlokációsűrűség, kétfajta definíciója is van: 1. az egységnyi felületet átdőfő diszlokációvonalak száma; 2. egységnyi térfogatban lévő diszlokációvonalak együttes hosszúsága;

m – a szemcseméret-eloszlás középértéke (mediánja), ami az a méret, aminél kisebb és nagyobb szemcsék egyenlő valószínűséggel található az eloszlásban;

σ – a szemcseméret-eloszlás szórása (varianciája), ami az eloszlás szélességére jellemző;

$\langle x \rangle_{\text{area}}$ – a szemcseátmérők felülettel súlyozott átlaga, $\langle x \rangle_{\text{area}} = m \cdot \exp(2,5\sigma^2)$; megjegyzés: a kiértékelés gömb alakú szemcséket és lognormális szemcseméret-eloszlást feltételez;

β – az ikerhatárok átlagos sűrűsége százalékban. β számértékei azt mutatják, hogy 100 egymást követő {111} sík között átlagosan hány ikerhatár található.

A könyöksajtolási kísérletek analitikus és VEM-es szimulációja és a részletes fémtani vizsgálatok megmutatták, hogy a telített állapotra az ún. ELS, vagyis egy elnyújtott, réteges szövetszerkezet a jellemző, mintegy

200-500 nm-es rétegvastagsággal.

Mivel az alakváltozás a rétegek egymáson való elcsúszásával játszódik le, az egyenértékű alakváltozás növekedésével a diszlokációsűrűség nem változik. A rétegeket elválasztó falakban a diszlokációk önszerveződő mozgása játszódik le.

Elfogadva az ELS létét, a könyöksajtoláson átesett mintákat olyan kompozitnak tekinthetjük, amelynek mátrixát a kis diszlokációsűrűségű rétegek anyaga, míg az „erősítő” fázist a diszlokációs falak jelentik.

A diszlokációsűrűségnek és a mechanikai jellemzőknek az egyenértékű alakváltozás $\varphi = 1$ -ről $\varphi = 10$ -re való növekedése közben bekövetkező mintegy 10-15%-os növekedése az ELS-nek a meglévő réteghatárokkal szöveget bezáró csúszási síkok aktiválásával és az ELS feldarabolásával magyarázható. Egy könyöksajtolás mintában kialakult jellegzetes réteges szövetszerkezetről korábbi dolgozatunkban [1] már közöltünk egy Radnóczy Gy. (KFKI-MFA) által készített TEM-es felvételt.

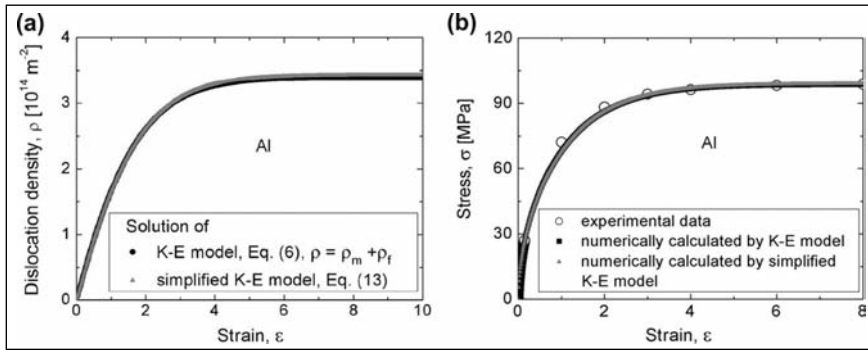
Bár ebben a kutatási részterületben nem foglalkoztunk az alumínium megleghengerlés közben kialakuló réteges szövetszerkezetének problémájával, valószínűsíthető, hogy a jelenség oka ugyanaz, mint az ELS kialakulásáé. Az alumíniumban megleghengerlés közben a szalag közepén nem tud az újrakristályosodás lejátszódásához szükséges mennyiségű energia felhalmozódni, mert az alakváltozás a réteghatárok mentén, és nem a rétegek közötti anyagban játszódik le [6].

A rézzel mint modellötvözetrel végzett többtengelyű kovácsolási kísérletek kapcsán elsősorban azt kell figyelembe venni, hogy még nagymértékű ($\varphi \approx 10$) egyenértékű alakváltozás hatására sem változik a próbatest deformált részének alakja, mert a próbatest tengelyirányú alakváltozása gátolt. Ennek szükségszerű következménye, hogy a deformált térfogatban lévő kristallitok is megtartják eredeti alakjukat, de a szemcsehatáron belüli rész az adott kristallitnak a próbatest fő irányaihoz viszonyított orientációjától függő mértékben és jelleggel erőteljes alakváltozást szenved el.

Ennek a szövetszerkezeti állapotnak a vizsgálata még számos érde-

1. táblázat. Könyöksajtolással $\varphi = 2$ mértékben alakított rézminta röntgendiffrakciós profilanalízisének eredményei

Minta	q	M	ρ [10^{14} m^{-2}]	m [nm]	σ	$\langle x \rangle_{\text{area}}$ [nm]	β
Cu hossz. ker.	2,14	2,2	16,4	85,4	0,33	112	0
Cu mer. ker.	1,6	2,2	12,4	107	0,18	115	0,44



■ 2. ábra. A nagy tisztaságú alumínium folyási határának és diszlokációsűrűségének változása [4] nyomán: (Dislocation density = diszlokációsűrűség; Strain = valódi alakváltozás; Stress = folyási határ)

kes jelenséget tárhat fel. Itt csak az MF-technikával alakított minták újrakristályosító izzítása után kialakult szövet sajátosságaira utalunk.

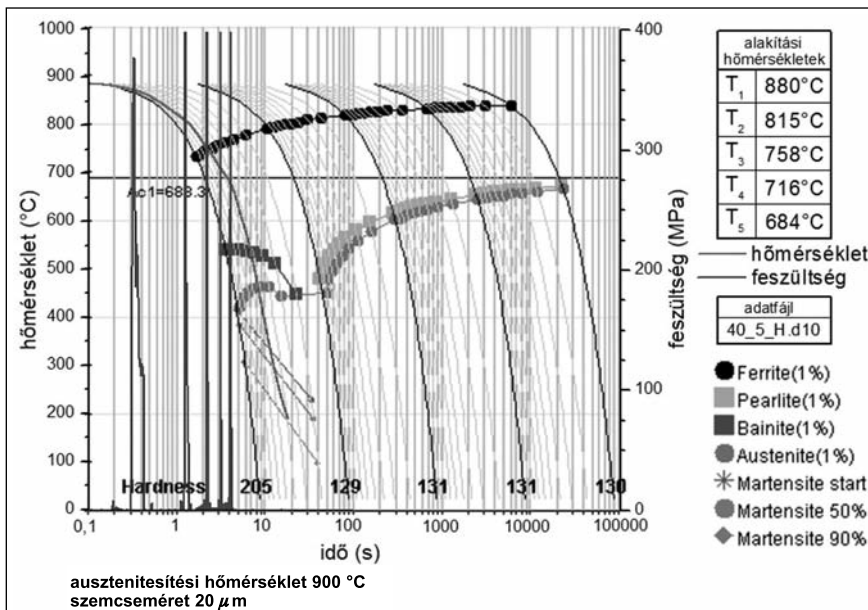
2.2. Acéllal végzett nagyhőmérsékletű, többtengelyű kovácsolási kísérletek

A t.k.sz. rácsú ötvözetekkel, nevezetesen egy C-Mn acéllal végzett nagy hőmérsékletű MF-kísérletek eredményének értelmezéséhez első pillanatra a szobahőmérsékletű, és rézzel végzett IKA-kísérletek tapasztalataival nem nyújthatunk segítséget. Mégis, több kapcsolódási pont is van a két kísérletsorozat eredményei között.

Elsőként azt kell kiemelnünk, hogy a réz az ausztenit modellanyagának tekinthető megegyező rács típusuk és

közül megegyező rétegződési hiba-energiájuk okán. Vagyis, amit az MF-technikával szobahőmérsékleten alakított Cu szövetszerkezetével kapcsolatban megállapítottunk, érvényesnek kell lennie az ausztenitnek T_{nr} újrakristályosodási küszöbhőmérséklete alatt végzett IKA alakítása során kialakuló szövetére is.

Ez azt jelenti, hogy a DIFT-technológia első két, ausztenites állapotban végzett nagymértékű ($\varphi_i = 0,5$) és nagy alakváltozási sebességű alakításakor az ausztenit kristallitok alakja nem, míg belső deformációs struktúrája számottevően módosul. Valószínű, hogy a $\varphi \approx 1$ körüli összalakváltozás hatására az ausztenit diszlokációsűrűsége nézve is telített állapotba kerül. Ez a megállapítás a DIFT-folyamat későbbi szakaszára is hatással van. A 3. ábrán a kérdéses



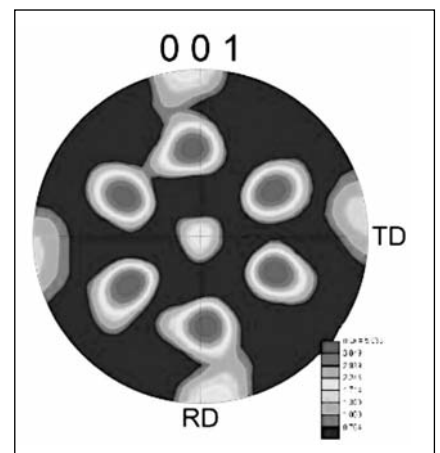
■ 3. ábra. A nagy hőmérsékletű MF-kísérletekhez használt acél folyamatos lehűlésre vonatkozó átalakulási diagramja az MF-folyamat jellemző adatainak feltüntetésével. Az átalakulási diagramot a JMatpro szoftverrel határozták meg [7]

acél folyamatos lehűlésre vonatkozó átalakulási diagramjában feltüntettük a folyamatra jellemző lehűlési görbét, megadva azokat a hőmérsékleteket is, amelyeken a $\varphi = 0,5$ egyenértékű alakváltozást eredményező alakítás megtörtént [7].

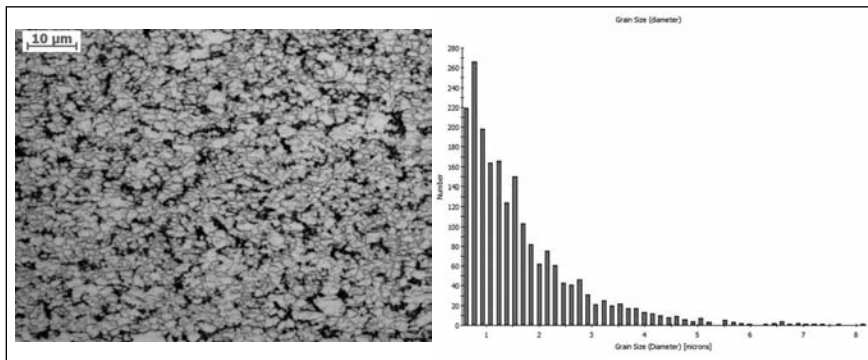
Tapasztalataink szerint a DIFT-technológia alkalmazása eredményeképpen kialakuló ultrafinom ferrites szövetet equiaxiális, és nem elnyújtott szemcsék alkotják, és a szövetre nagyon éles textúra a jellemző, a legerősebb textúrakomponens az (111)[112] típusú, és ennél lényegesen gyengébb a (001)[010] [8]. Az EBSD-technikával meghatározott pólusábrát az 4. ábrán mutatjuk be. A DIFT-eljárás során kialakult ultrafinom ferrites szövetszerkezetre mutat példát az 5a ábra, míg az 5b ábrán az EBSD-technikával meghatározott szemcseméret-eloszlás látható.

A szakirodalomból azt is megismertük, hogy a DIFT-eljárás során lezajló allotróp átalakulás során a ferrit és az átalakulás megkezdődése előtti ausztenit kristallit között az ún. Kurdjumov–Sachs-féle orientációs kapcsolat érvényesül [9].

Mielőtt ennek a megállapításnak a léces martenzit keletkezésével való összefüggésére utalnánk, egy érdekes lehetőségre hívjuk fel a figyelmet. Ha a szakirodalmi megállapítás megállja a helyét, akkor egy-egy kristalliton belül képződött ferrit kristallitoknak ugyanolyan orientációkapcsolatot kellene mutatniuk, mint amit a léces martenzites szövet vizsgálatkor tapasztaltunk. Ilyen mérések



■ 4. ábra. A nagy hőmérsékletű MF-technikával megmunkált C-Mn acél EBSD-technikával meghatározott pólusábrája [8] nyomán



■ 5. ábra. a) a DIFT-eljárás során kialakult szövetszerkezet fénymikroszkópos felvétele (maratás 3%-os Nital). b) az ultrafinom szemcseméretű minta EBSD-technikával meghatározott szemcseméret-eloszlása: (Number = a szemcsék száma; Grain size = szemcseméret)

végrehajtására lehetőséget látunk, hiszen az ausztenit krisztallitok határai speciális maratási technikával láthatóvá tehetők, és egy-egy ausztenit krisztalliton belül jelenlévő ferrit krisztallitok textúrája SEM+EBSD-technikával meghatározható.

Ha a Kurdjumov–Sachs-féle orientációs kapcsolat adott esetben mégsem bizonyulna helytállóknak, ez a körülmény a DIFT-folyamat során lejátszódó, a $\gamma \rightarrow \alpha$ kétfázisú területben lezajló változásokról adhat információt.

2.3. A léces martenzitre alapuló eljárás

Kézenfekvő lenne, ha a harmadik kutatási területnek a másik kettővel – elsősorban azonban a másodikkal – való kapcsolatát a Kurdjumov–Sachs-féle orientációs kapcsolatnak a léces martenzit és az alakítás hatására bekövetkező allotróp átalakulás folyamatában játszott szerepén keresztül érzékeltetnénk. Mégsem ezt az utat választjuk, hiszen a projekt egyik legfontosabb eredményét az a felismerés jelenti, hogy a CE = 0,4 karbon egyenértékű acél nagy hőmérsékletű edzésekor létrejövő léces martenzit diszlokációsűrűsége alapján telített, sőt túltelített állapotú. A léces martenzit telített, illetve túltelített állapotának felismerése a harmadik kutatási területet az elsővel és a másodikkal egyaránt szinaptikus kapcsolatba hozza.

Azt, hogy a léces martenzit 10^{15} m^{-2} diszlokációsűrűsége milyen mértékű egyenértékű alakváltozásnak felel meg, csak becsülni lehet, de ez az érték minden bizonnyal nagyobb, mint egy [10].

További új felismerést jelent a léces martenzites szövetű acél hidegalakításakor bekövetkező diszlokációsűrűség-csökkenés. Ennek a folyamatnak az értelmezéséhez nagymértékben hozzájárultak a diszlokációk jellegére vonatkozó röntgendiffrakciós profilanalízisből származó eredmények [11]. Egy 0,4 karbon egyenértékű acél nagy hőmérséklet-ről edzett, majd alakított és lágyított mintáinak röntgendiffrakciós profilanalízisének eredményeit a 2. táblázat mutatja.

A harmadik kutatási területhez kapcsolódó eredmények – a másik két területtel való kapcsolatrendszeren keresztül – megalapozottá teszik azt a kijelentést, hogy a szerkezeti acélok nagy hőmérsékletű edzése az IKA-eljárásokkal egyenértékű technológiai műveletnek tekinthető.

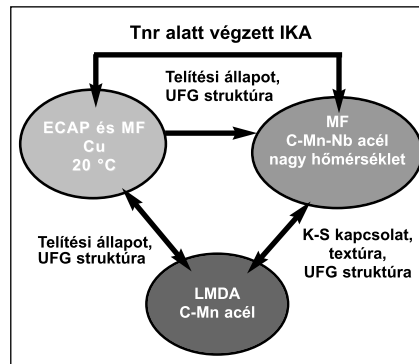
3. Összefoglalás

Az elmondottakon túlmenően a három kutatási terület között az is kapcsolatot teremt, hogy az ECAP-, az MF-, a DIFT- és az LMDA-eljárás egyaránt alkalmasnak bizonyult ultrafinom szemcseméretű fém anyagok előállítására. Ezt a kapcsolatrendszer szemlélteti a 6. ábra,

2. táblázat. Egy CE = 0,4 karbon egyenértékű szerkezeti acél edzett, majd alakított és utána lágyított állapotú mintáinak reális szerkezetére vonatkozó adatok

	$\langle x \rangle_a$ [nm]	ρ [10^{15} m^{-2}]	q (1,3 él $\langle q_{\text{elméleti}} \rangle < 2,7$ csavar)
6E	43 (± 5)	9,1 (± 1)	2
6EH	26 (± 2)	8 (± 1)	2
6EHL	70 (± 6)	0,9 (± 1)	2,44

A jelölések értelmezését lásd az 1. táblázatnál



■ 6. ábra. Az „idegsejtek” közötti kapcsolatrendszer bemutatató vázlat

amely szemléletesen mutatja, hogy az „idegsejtek” közötti szinaptikus kapcsolatot az ötvözetekben lejátszódó mechanizmusok jelentik.

A három kutatási terület közötti sokrétű kapcsolatrendszer feltárása teszi egységes egészzé a címben foglalt tárgyú kutatási területen végzett munkát, és teremt alapot az ultrafinom és/vagy nanoszemcsés tömbi, szerkezeti fém anyagok fejlesztésére irányuló célzott alap kutatáshoz.

Ezt az elképzelést a TÁMOP 4.2.2.-08/2008-0016 projekt befejezésekor, 2012 márciusában fogalmaztuk meg. Amint arról a lap olvasói már értesülhettek, a 2012. október 1-jén induló új TÁMOP-projektben – pontosabban annak első nyolc kutatási altémájában módunk van elképzeléseink megvalósítására.

Köszönetnyilvánítás

Ez a munka a Dunaújvárosi Főiskolán Európai Unió támogatással folyt TÁMOP 4.2.2.-08/2008-0016 számú projekt keretében készült, ennek a cikknek a megírását a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0027 számú „Nagy teljesítőképességű szerkezeti anyagok kutatása” című projekt tette lehetővé. Köszönjük a támogatást!

Irodalom

- [1] Gonda V. – Bodnár V. – Molnár L. – Verő B. – Valenta L.: A könyök-sajtolás elmélete és gyakorlata. BKL Kohászat, 145/1. 20–36. (2012)
- [2] Bereczki P. – Verő B. – Janó V.: Többtengelyű hidegalakítási kísérletek színrézzel. BKL Kohászat, 145/6. (2012)
- [3] Verő B.: A fizikai és matematikai szimuláció helye és szerepe a műszaki anyagtudományban. BKL Kohászat, 145/1. 1–6 (2012)
- [4] Csanádi, T. – Chinh, N. Q. – Gubicza, J. – Langdon, T. G.: Plastic behavior of fcc metals over a wide range of strain: Macroscopic and microscopic descriptions and their relationship. Acta Materialia 59 (2011) pp. 2385–2391
- [5] Ungár T.: Duálfázisú ferrit-ausztenit acél minták valamint Cu-ECAP minta röntgen mérési adatainak és azok kiértékelésének részletes dokumentációja. ELTE Fizikai Intézet, Anyagfizikai tanszék, Vizsgálati jegyzőkönyv, 2012 április
- [6] Bereczki P. – Verő B. – Fehér N. – Virág J.: 1050A jelű alumíniumötvözet szövetszerkezetének optimalizálása a meleghengelési technológia fizikai szimulációjával. XIV. Képlékenyalakító Konferencia, Miskolc, 2012, p. 165–173., ISBN 978-963-661-985-5
- [7] Személyes közlés: Réger Mihálytól és Bereczki Pétertől
- [8] Szabó P. J.: Intenzív alakítási és hőkezelési folyamatok mikroszerkezetre gyakorolt hatásának értelmezése visszaszórt elektron-diffrakcióval. MTA Doktori értekezés, 2013. június 20.
- [9] Kurdjumov, G. – Sachs, Z.: Über den Mechanismus der Strahlhartung. Zeitschrift für Physik, vol. 64 pp. 325-343, 1930.
- [10] Verő B. – Csepeli Zs. – Keve Z. – Szabados O. – Csizsár G.: A léces martenzitben alakítás és lágyítás hatására lejátszódó szövetszerkezeti változások. Előadasként elhangzott a VIII. Országos Anyagtudományi Konferencián és Kiállításon, Balatonkenese, 2011. október
- [11] Ungár T. – Csizsár G.: Melegen, hidegen hengerelt, edzett és hőkezelt állapotú mintalemezek vizsgálata. Vizsgálati jegyzőkönyv 2011. június, ELTE Anyagfizikai Tanszék

SZABÓ PÉTER JÁNOS – BERECKZI PÉTER

Intenzív alakítási és hőkezelési folyamatok mikroszerkezetre gyakorolt hatásának értelmezése visszaszórt elektron-diffrakcióval

Ultrafinom szemcseszerkezetű fémek egyik lehetséges előállítási módja az, hogy az anyagban nagy diszlokációsűrűséget hozunk létre, majd hőkezeliük. A diszlokációsűrűség értéke nagymértékben növelhető erőteljes képlékenyalakítással, vagy egyes esetekben nagy sebességű fázisátalakulással (ez utóbbi lehet például egy martenzites átalakulás). A kísérletek során erőteljes képlékenyalakítást értünk el kaliberhengelés-sel és többtengelyű kovácsolással, mindkét esetben többszörös alakítási ciklust alkalmazva, a nagy sebességű fázisátalakulást pedig C-Mn acélok edzésével valósítottuk meg. Az így előkészített minták megfelelő hőkezelése után ultrafinom szemcseszerkezetű anyaghoz jutottunk.

A szemcseméretet, a szemcsehatárok típusait, valamint a szemcsék belső deformáltságát visszaszórt elektron-diffrakciós vizsgálatokkal határoztuk meg.

Bevezetés

Az utóbbi években egyre több kutató foglalkozik annak vizsgálatával, hogy

hogyan lehetne ultrafinom szemcsés fémek anyagokat előállítani tömbi méretekben, olcsó kiindulási alapanyagokból. Az ilyen szerkezetű

fémek szilárdsági mutatói jelentősen jobbakként, mint a hagyományos anyagoké. A szemcseméret szerepét a Hall–Petch-egyenlet írja le [1,2]:

Szabó Péter János okleveles villamosmérnök, a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékének egyetemi docense. 1995-ben PhD-fokozatot szerzett a nagyfelbontású röntgen vonalprofil-analízis témaköréből, 2013-ban elnyerte az MTA doktora címet. Fő kutatási területe az anyagok elektronmikroszkópos vizsgálata, ezen belül a visszaszórt elektron-diffrakció alkalmazása egyes fém-támi folyamatok jellemzésére.

Bereczki Péter a BME Közlekedésmérnöki Karán végzett 2010-ben gépészmérnök szakon, járműgyártás és -javítás szakirányon okleveles gépészmérnök-ként. Jelenleg a BME Pattantyús Ábrahám Géza Gépészeti Tudományok Doktori Iskola ösztöndíjas doktorandusz hallgatójaként ultrafinom- és nanoszemcsés, tömbi ötvözetek fejlesztésével foglalkozik. Emellett a Dunaújvárosi Főiskola Műszaki Intézeténél tudományos segédmunkatársként a Gleeble 3800-as termomechanikus szimulátorral végez különböző technológiai szimulációkat és anyagvizsgálatokat.

$$\sigma_0 = \sigma_i + \frac{k}{\sqrt{d}} \quad (1)$$

ahol σ_0 a folyáshatár, σ_i a rács diszlokációmozgással szembeni ellenállása (azaz az a küszöb feszültség, ahol a diszlokációk mozgása megindul), k a Hall–Petch-együttható (anyagjellemző), d a szemcseátmérő. A szemcseméret csökkenésével a legtöbb mechanikai jellegű paraméter (pl. folyáshatár, szilárdság, fáradással szembeni ellenállás, kopásállóság) kedvezően változik. A jelenség hátterében az áll, hogy az alakítás során keletkező és a szemcsehatár felé haladó diszlokációk mozgását a nagyszögű szemcsehatárok blokkolják. Így a határnál a diszlokációk feltorlódnak, és feszültségterük hozzáadódik a szomszédos szemcsére a külső erőhatásból származó csúsztatófeszültséghez. Minél nagyobb egy szemcse, annál több diszlokáció tud a határnál feltorlódni, és így ez az additív belső feszültség is nagyobb lesz. Ennek eredményeként kisebb külső erő hatására is megindul a szomszédos szemcse képlékeny alakváltozása, amit makroszkopikusan a folyáshatár csökkenéseként érzékelünk. A szemcseméret csökkenésével a szilárdság addig nő, amíg a csúszási mechanizmust a diszlokációk mozgása határozza meg, ezután viszont a Hall–Petch-összefüggés az (1) egyenlet formájában nem érvényes. A szemcseméret csökkenésével a szemcsehatár-diszlokációk koncentrációja egyre nagyobb, és egy bizonyos szemcse-

méret-csökkenés után az alakítás hatására a szemcsék csúsznak el egymáson, ez az ún. szemcsehatármenti csúszás [3]. Az a szemcseméret, ami alatt a Hall–Petch-egyenlet már nem érvényes, anyagként változó, réznél pl. kb. 25 nm.

Kis szemcseméretet úgy tudunk elérni, hogy nagy mennyiségű diszlokációt hozunk létre az anyagban, amelyek egy megfelelő hőkezelés alkalmazásával kisszögű határokkal elválasztott szubszemcséket hoznak létre. Ezek növekedésnek indulnak, és nagyszögű határral elválasztott szemcsék alakulnak ki belőlük. Természetesen minél több diszlokációt hozunk létre az anyagban, a keletkezett szubszemcsék annál kisebbek lesznek, és így a végleges szemcseméret is kicsi lesz.

A következőkben bemutatunk három kísérletsorozatot, amelyek a fenti elvek alapján ultrafinom szemcsés szerkezetet eredményeztek. Az elsőnél a vizsgálati anyag auszteni-tes acél, a diszlokációkat létrehozó alakítás pedig kaliberhengerlés volt. A másodiknál ferrites acél alakítása több tengelyű kovácsolással történt, a harmadiknál a nagy diszlokáció-sűrűséget C-Mn acél edzésével, majd hidegalakításával érték el.

Auszteni-tes acél kaliberhengerlése

Hidegalakításként kaliberhengerlést alkalmaztunk. Az 1. ábrán látható az alkalmazott négy üreg keresztmetszeti rajza.

Mintaanyagként Ø20 mm-es AISI

304-es auszteni-tes acélrudakat használtunk. Az acél ötvözőinek mennyisége az 1. táblázatban található.

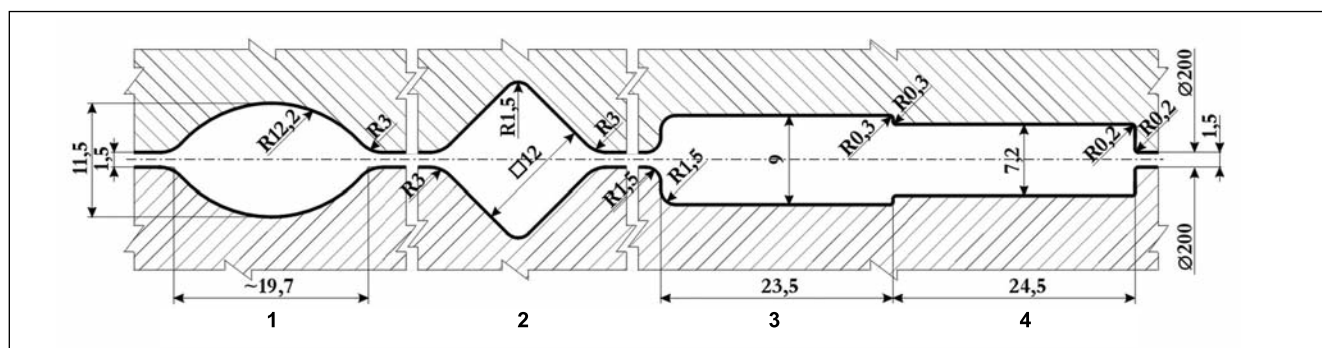
A kereskedelembe beszerzett rudakat először 30 percig hőkezeltük 1050 °C-on, majd vízben hűtöttük. Ezt követően forgácsolással került kialakításra a próbatestek végleges mérete, mely Ø16x180 mm volt.

Minden szűrés után a próbatestet 850 °C-on 10 percig hőkezeltük. A hőkezelés időtartamát előkísérletekkel állítottuk be. A cél az volt ugyanis, hogy a próbatest ne kristályosodjon újra teljes térfogatában. Egy szűrés és hőkezelés ciklus után levágtunk a rúdból egy akkora darabot, amely már elégséges a vizsgálatok elvégzéséhez, és elvégeztük a következő szűrés, majd hőkezelést. Így összesen négy különböző állapotú mintából álló mintasorozathoz jutottunk.

A 2. ábrán látható az első, a második, a harmadik és a negyedik szűrés és hőkezelés utáni szövet.

Megfigyelhető a 2a ábrán, hogy a minta nagyszemcsés, és az egyes szemcséken belül jól látható alakítási vonalak vannak. A második szűrés-hőkezelés ciklus után (2b ábra) megjelenik néhány apró újrakristályosodott szemcse. A harmadik ciklus után (2c ábra) a szemcsék nagyobbik hányada újrakristályosodott, de azért még lehet látni alakított tartományokat, míg végül a negyedik ciklus után (2d ábra) egy újrakristályosodott apró szemcsés szövet látható.

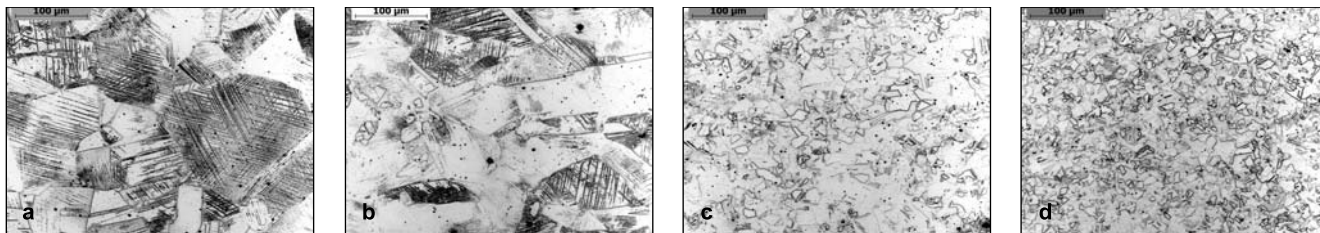
Ezután következtek a visszazórtelektron-diffrakciós (EBSD) vizs-



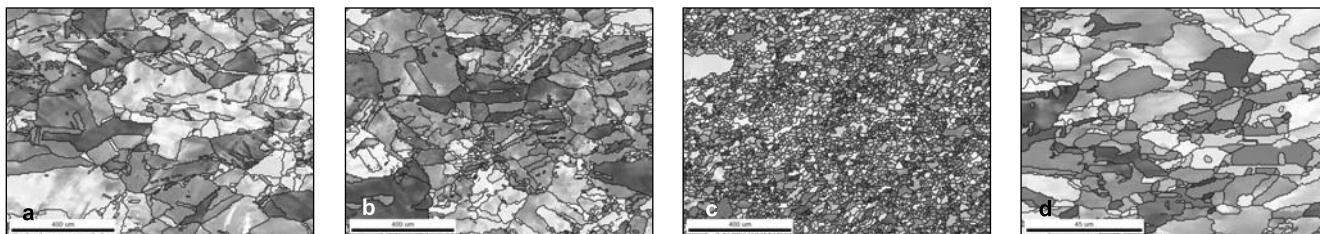
1. ábra. A kaliberhenger négy üregének keresztmetszeti rajza

1. táblázat. Az AISI 304-es auszteni-tes acél ötvözőinek mennyisége

Elem	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Cu	Ni	N
tömeg%	0,038	0,62	1,48	0,025	0,025	18,27	0,40	0,60	8,68	0,087



■ 2. ábra. Az első (a), a második (b), a harmadik (c) és a negyedik (d) szűrés és hőkezelés utáni szövet



■ 3. ábra. Az első (a), a második (b), a harmadik (c) és a negyedik (d) ciklus utáni állapotú minták inverz pólusábra térképe. A (d) ábra nagyítása tízszerese az első háromnak

2. táblázat. Az átlagos szemcseméret és a kisszögű határok arányának változása a ciklusszám függvényében

Ciklusok száma	1	2	3	4
Átlagos szemcseméret, μm	44	45	17	2,5
Kisszögű határok aránya, %	49,2	49,7	10,4	4,3

gálatok. Az EBSD-hez speciális mintaalkészítésre van szükség, hogy a felületi *Beilby*-réteget (a hagyományos metallográfiai előkészítés során létrejövő deformált, „elkent” réteget) eltávolítsuk, ezt elektropolírozással valósítottuk meg. A méréseket egy Philips XL-30 típusú pásztázó elektronmikroszkópra szerelt EDAX-TSL EBSD-rendszerrel végeztük, a kiértékelést pedig a TSL OIM Analysis szoftverrel.

A 3. ábrán az első, a második, a harmadik és a negyedik ciklus utáni állapotú minták inverz pólusábra térképe látható. Megfigyelhető, hogy a szemcseméret a harmadik ciklustól már jelentősen lecsökken, a negyedik után pedig az eredeti 65x-ös nagyításban gyakorlatilag nem is láthatóak a szemcsék (ezért a 3d ábra

10-szer akkora nagyítású, 650x-es). A konkrét szemcseméreteket a 2. táblázat tartalmazza. Azt is érdemes megfigyelni, hogy az első két inverz pólusábratérképen kissé eltérő színű kristalliton belül. Ez arra utal, hogy az orientáció a szemcsén belül kis mértékben ingadozik, ami a szemcsén belüli lokális deformáció jele. Ezt támasztja alá a kisszögű szemcsehatárok aránya, amelyet ugyancsak a 2. táblázat mutat. Látható, hogy százalékos arányuk jelentősen lecsökkent a harmadik termomechanikus ciklus után.

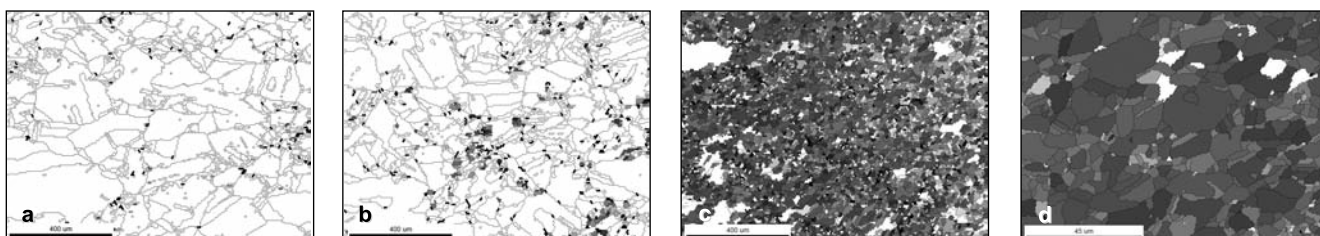
Az újrakristályosodott hányad meghatározására az átlagos szemcsén belüli orientációkülönbség (grain average misorientation, GAM) térkép használható, amelyen az egy szem-

csén belüli szomszédos pontok orientációkülönbségének átlagát tüntetjük fel szinkódolással. A 4. ábrán az első, a második, a harmadik és a negyedik ciklus utáni állapotban felvett GAM-térképek láthatók, ahol csak azok a szemcsék kaptak szinkódot (szürkeségi kódot), amelyeknek átlagos szemcsén belüli orientációkülönbsége kisebb, mint 1° , azaz újrakristályosodottnak tekinthető.

A 3. táblázatban látható az 1° -nál kisebb átlagos orientációkülönbségű szemcsék aránya az egyes mintákban. Ez az érték tekinthető az újrakristályosodott hányadnak is.

Megfigyelhető, hogy az első termomechanikus kezelés után, köszönhetően a rövid hőkezelési időnek, az anyagnak csak mintegy 5%-a kristályosodott újra, majd a további ciklusok során ez az arány egyre növekedett. A negyedik ciklus után gyakorlatilag a teljes minta újrakristályosodott.

Megfigyelhető az is, hogy az első és második termomechanikus ciklus után nagymértékű szemcsén belüli deformáció keletkezett a mintákban.



■ 4. ábra. GAM-térképek az első, a második, a harmadik és a negyedik ciklus után. A maximális orientációkülönbség 1° , a skála fekete-fehér. A (d) ábra nagyítása tízszerese az első háromnak

3. táblázat. Az 1°-nál kisebb átlagos orientációkülönbségű szemcsék aránya, azaz az újrakristályosodott hányad az egyes termomechanikus ciklusok után

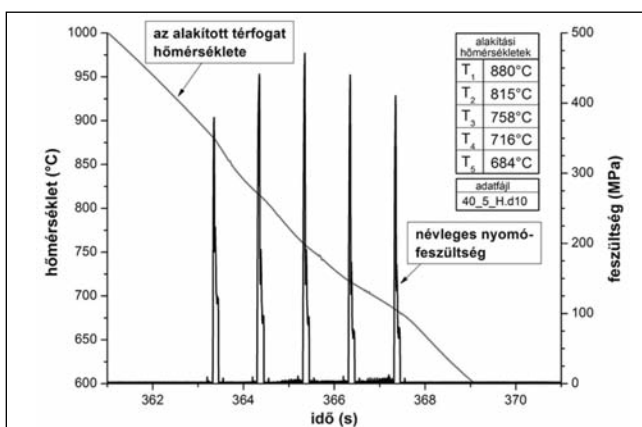
Ciklusok száma	1	2	3	4
Újrakristályosodott hányad, %	4,4	7,3	86,8	98,6

Ezt támasztja alá a kisszögű határok mennyisége, illetve az átlagos szemcsén belüli orientációkülönbség adatai. Ennek oka a mintákban bekövetkező részleges újrakristályosodás. Ennek következtében a szemcséken belül nagymértékű rugalmasan tárolt energia keletkezett. Ez a tárolt rugalmas energia a harmadik termomechanikus ciklus során nagymértékben elősegítette a kisszögű határok mozgását. E mozgás következtében nagyszögű határok keletkeztek, egymáshoz relatíve kis távolságokra, ami azt eredményezte, hogy egy aprószemcsés szerkezet jött létre, ahol a szemcséken belül a kisszögű határok mennyisége már jóval kisebb.

Ferrites acél többtengelyű kovácsolása

Az utóbbi években jelentős érdeklődés nyilvánult meg a kb. 1 μm-es ferriszemcséjű acéltermékek iránt, hiszen ezek az anyagok nagy szakítószilárdság mellett jól alakíthatók. Ezt a szövetszerkezetet dinamikus alakváltozás által kiváltott átalakulással lehet a legegyszerűbben létrehozni. Ez azt jelenti, hogy az átalakulás jelentős része dinamikus, az alakváltozás közben történik.

A mintaelőkészítési munkák a Dunaújvárosi Főiskola Anyagtudományi és Gépészeti Intézetének Gleeble-laborjában történtek [7]. Az



■ 5. ábra. Az alakítás-hőkezelés változása az idő függvényében

alapanyagként használt ötvözetlen acél ötvözőinek névleges mennyisége a 4. táblázatban látható.

Az alakítási-hőkezelési ciklusokat a Gleeble 3800 típusú termomechanikus szimulátor MaxStrain többtengelyű deformációs egységével hoztuk létre. Ezzel az egységgel kétirányú deformáció valósítható meg, míg a harmadik irányban a deformáció teljesen gátolt. A módszer nagy előnye, hogy akár φ=10 mértékű alakváltozás is elérhető a minta tönkremenetele nélkül. Ekkora alakváltozás mellett pl. az eredeti keresztmetszet több mint 80%-a megmarad.

A mintákat 1250 °C-ra hevítettük, 120 másodpercig hőn tartottuk, majd elkezdtük hűteni őket. Az első alakításig a hűtési sebesség kb. 40 °C/s, ezt követően kb. 50 °C/s volt. Az egyes alakítások sebessége közel 10 1/s volt. Az 5. ábrán láthatjuk az alakítás-hőkezelés lefolyását egy szemléletes ábrán.

Az ábra bal oldali függőleges tengelyén a minta hőmérséklete, a jobb oldali függőleges tengelyen az alakítási feszültség látható, a vízszintes tengelyen az időt tüntettük fel. Az ábrában szereplő táblázatból leolvasható, hogy az egyes alakítási lépések milyen hőmérsékleten történtek. Két alakítás között a mintát a hossztengetye körül 90°-kal elforgattuk.

A 6. ábrán a minta inverz pólusábrára térképe látható.

A többtengelyű, nagy hőmérsékletű kovácsolás első két alakítása az ausztenites állapotban történt. Ennek következtében az ausztenitben rácshibák keletkeztek. Tekintettel arra, hogy az acél nagy hőmérsékletű többtengelyű kovácsolása során az ausztenites állapotból rendkívül nagy

4. táblázat. A vizsgálatokhoz használt acél ötvözőinek névleges mennyisége tömegszázalékban

C	Mn	Si	S	P
0,071	1,50	0,28	0,007	0,013

sebességű a hűtés, az ausztenitnek nincs ideje újrakristályosodni, emiatt az ausztenit diszlokációsűrűsége eléri a telített állapotot.

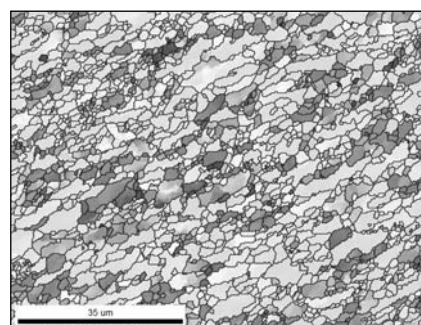
Az ausztenit-ferrit átalakulás során ezek a rácshibák a ferriszemcsék nukleációs helyeiként működtek. Ezáltal jóval több ferritcsíra keletkezett, ami természetesen az átalakult ferrit szemcsefinomodásához vezetett. A harmadik alakítás pontosan az ausztenit-ferrit átalakulás hőmérsékletén történt, vagyis az átalakulás az alakítás során történt, ami további ferrit szemcsefinomodáshoz vezetett.

Ez azt jelenti, hogy a túlhűtés okozta hajtóerőt a képlékenyalakítás során tárolódó energiával helyettesítjük. Ez olyan hatást vált ki, mintha megnöveltük volna a túlhűtés mértékét. A túlhűtés és a keletkezett csírák kritikus mérete között az alábbi jól ismert összefüggés áll fenn:

$$r = \frac{2\gamma T_E}{\Delta T} \quad (2)$$

ahol r a kritikus csíraméret, γ a határfelületi energia, T_E az átalakulás névleges hőmérséklete, L a látens hő, és ΔT a túlhűtés mértéke. Látható, hogyha a túlhűtést a mechanikai energia bevitelével megnöveljük, akkor kisebb kritikus csíraméretet kapunk, azaz nagyobb mennyiségű és kisebb méretű csíra jön létre, vagyis a ferrit finomodik.

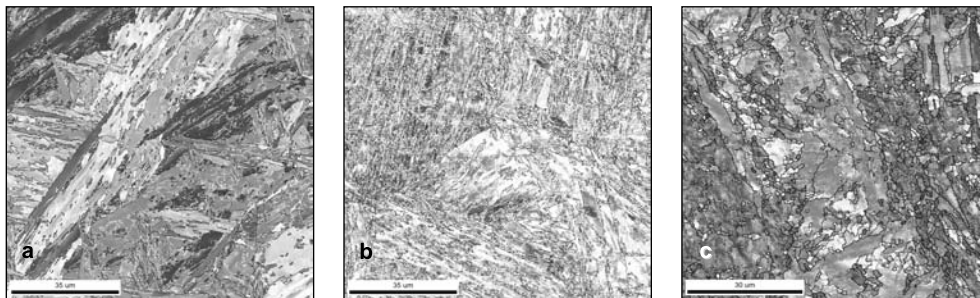
A negyedik alakítás a heterogén ausztenit-ferrit mezőben történt. Ebben a tartományban a még át nem alakult ausztenitre nézve ugyanazok



■ 6. ábra. Inverz pólusábrára térkép a nagy hőmérsékleten többtengelyű kovácsolással alakított acélminta közepéről

5. táblázat. A vizsgált acélok ötvözőelemeinek mennyisége tömegszázalékban

C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	Mo
0,16	1,48	0,29	0,007	0,018	0,07	0,06	0,04	0,006	0,004



7. ábra. Az edzett (a), hengerelt (b) és megeresztett (c) acél inverz pólusábra térképei

a hatások érvényesülnek, mint az A_{r3} közeli hőmérsékleten. Természetesen a nem alakított mintához képest kisebb ausztenihányaddal kell számolnunk. A heterogén szövetben az α -fázis az alakítás hatására ebben a tartományban dinamikusan újra tud kristályosodni. Ez a körülmény önmagában is a ferrit további finomodásához vezethet, de azt is figyelembe kell venni, hogy – mindaddig, míg az ausztenit még jelen van a szövetben – nem kell a ferrit kristallitok számottevő durvulására számítani.

Az ötödik, utolsó alakítás gyakorlatilag egybeesik az acél A_{r1k} hőmérsékletével, vagyis a szövet végső állapotát a ferrit dinamikus újrakristályosodása állítja be.

Léces martenzit létrehozása, alakítása és hőkezelése

Ennél a kísérletnél léces martenzitet hoztunk létre edzéssel [9]. A minták ötvözőelemeinek mennyiségét az 5. táblázat tartalmazza.

A továbbiak során az edzett acélelemez, (amely ekkor már léces martenzites állapotban volt), 50%-os mértékben hidegen hengereltük, majd 550 °C-on egy órát lágyítottuk.

A minták 6 mm vastag melegen hengerelt szalagok formájában kerültek hozzánk. Az előkísérletek során több hőmérsékletről is leedzettük őket, és azt tapasztaltuk, hogy detektálható mennyiségű martenzit csak a legalább 1100 °C-ról történő edzés során keletkezett, így a továbbiakban csak ezekkel a mintákkal foglalkoztunk.

A 7. ábra inverz pólusábra térképeibe fehér vonallal berajzoltuk a kisszögű határokat is. Megfigyelhető, hogy az edzés utáni állapothoz képest a hengerlés után lényegesen nagyobb mennyiségű kisszögű határ található az anyagban, és ez a mennyiség a hőkezelés hatására lecsökken. A hengerlés hatására a nagyszögű szemcsék mérete 0,9–1 μm -re csökkent, majd a lágyítás után kb. 1,5 μm -re nőtt. A kisszögű szemcsehatárral határolt tartományok átlagos mérete 0,4 μm lett a hengerlés után, ami 0,7 μm -re nőtt a hőkezelés hatására. Fontos megemlíteni, hogy ezek az értékek átlagértékek, hiszen például a hengerlés utáni szövetszerkezetben a szemcseméretértékek jelentős mértékben szórnak.

A martenzites átalakulás során a felületen középpontos köbös rács átalakul térben középpontos tetragonállissá. Ez az átalakulás kristálytanilag két részből áll: egy invariáns nyírási alakváltozásból és egy tágulásból. Ez utóbbi akkor nagyobb mértékű, ha nagyobb mértékű a rácsparaméter-változás. A rácsparaméter-különbséget a rács geometriailag szükséges éldiszlokációkkal tudja csökkenteni, így a keletkezett martenzitnek nagy a diszlokációsűrűsége. Emellett az ausztenitben fejlődő martenzit a térfogatnövekedése miatt magában az ausztenitben is deformációt okoz, azaz az átalakuló ausztenit diszlokációsűrűsége is megnő. A diszlokációk az átalakulás során öröklődnek, ami tovább

növeli a kialakult martenzit diszlokációsűrűségét.

Bizonyított tény, hogy egyes folyamatok esetén (ilyen például az intenzív képlékenyalakítás, vagy az elektrolitikus leválasztás, a fémekben létrejövő diszlokációsűrűség meghaladhatja a telítési vagy egyensúlyi értéket [4,5]. Ilyenkor újabb energiabevitel hatá-

sára a többletdiszlokációk annihilálódnak, és beáll az egyensúlyi állapot. Ezt mechanikailag alakítási lágyulásnak (work softening) érzékeljük [6].

Ezzel magyarázható a diszlokációsűrűség csökkenése a hidegalakítás után, ugyanis az edzés során keletkezett nagy mennyiségű éldiszlokáció egy része annihilálódott.

A hőkezelés során további diszlokációmozgások történtek, melyek következtében a kisszögű határok egy része feloldódott, és így nagyobb méretű, de nagyszögű határokkal határolt térfogatrészek jöttek létre, amelyek belseje viszonylag kevesebb hibát tartalmaz. A 7c ábra inverz pólusábra térképét tanulmányozva megfigyelhetők rajta az előbb említett ultrafinom szemcsés tartományok, ugyanakkor a szemcse szerkezet bimodális, mert vannak nagyobb szemcsék, amelyek belsejében még elég sok kisszögű határ található. Ennek a szerkezetnek köszönhetően az anyag nagy szilárdságú lesz (a kisszögű határokat tartalmazó szemcsék miatt), ezzel egyidejűleg jól alakítható is (köszönhetően az ultrafinom szemcsés tartományoknak). E kiváló mechanikai tulajdonságokat a 6. táblázatban tüntettük fel.

6. táblázat. A szakítóvizsgálat és a keménységmérés eredményei

	R_p , MPa	R_m , MPa	HV10	A_5 , %
edzett	980	1289	449	11
hengerelt	1435	1574	470	2
lágyított	599	710	267	18,9

Összefoglalás

Ultrafinom szemcsés anyagokat állítottunk elő három különböző módon. Mindhárom módszerben közös volt, hogy valamilyen módon nagy diszlokációsűrűséget hoztunk létre az anyagban, majd megfelelő hőkezeléssel a diszlokációs falakból nagyszögű szemcsehatárok jöttek létre. Az eredményként kialakult szövet szerkezet nagy szilárdságot, mégis jó alakíthatóságot eredményez.

Köszönetnyilvánítás

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az ÚMFT TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatta. A publikáció elkészí-

tését a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0027 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A kutatási eredmények és a cikk a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült. Köszönjük dr. Kardos Ibolya és Keve Zita segítségét a metallográfiai képek elkészítésében, és Magyar Zsuzsanna segítségét az ábrarajzolásban (mindhárman az ISD DUNAFERR Zrt. munkatársai).

Irodalom

- [1] Hall, E.O.: Proc. Phys. Soc. 64B (1951) 747
- [2] Petch, N.J.: J. Iron Steel Inst. 174 (1953) 25.
- [3] Masamura, R. A. et. al: „Yield Stress of Fine Grained Materials”, Acta Metallurgica 46 (13) pp. 4527–4534, 1998
- [4] Li, L. – Ungar, T. – Wang, Y. D. –

Morris, J. R. – Tichy, G. – Landvai, J. – Yang, Y. L. – Ren, Y. – Choo, O. – Liaw, P. K.: Acta Meter. 57 (2009) pp. 4988.

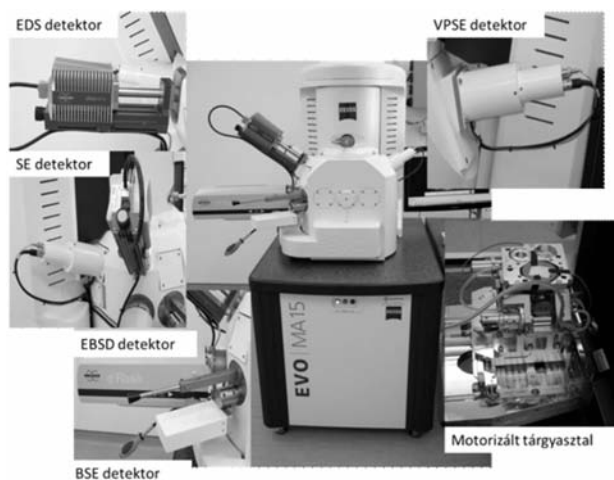
- [5] Li, L. – Ungar, T. – Wang, Y. D. – Fan, G. j. – Yang, Y. L. – Jia, N. – Ren, Y. – Tichy, G. – Lendvai, J. – Choo, H. – Liaw, P. K.: Scripta Mater 60 (2009) 317.
- [6] Ungar, T. – Li, L. – Tichy, G. – Pantleon, W. – Choo, H. – Liaw, P. K.: Scripta Mater 64 (2011) pp. 876-879.
- [7] Bereczki P. – Verő B. – Janó V.: Bányászati és Kohászati Lapok, 145. évfolyam, 2012/6. szám
- [8] Szabó P. J. – Verő B.: Bányászati és Kohászati Lapok, 144. évfolyam, 2011/2. szám
- [9] Keve Zita: Ultrafinom szemcseméretű és léces martenzites szövetű acélok vizsgálata és az UFG acélok gyártásának lehetőségei. Diplomamunka, Miskolci Egyetem (2012.)

DUNAÚJVÁROSI FŐISKOLA



COLLEGE OF DUNAÚJVÁROS

Az ország egyik legkorszerűbb elektronmikroszkópja a Dunaújvárosi Főiskolán



KONTAKT SZEMÉLY:

Dr. Pázmán Judit
Dunaújvárosi Főiskola, Műszaki Intézet
Tel.: +36 (25) 551-258
e-mail: pazman@mail.duf.hu

Az EVO MA15 pásztázó elektronmikroszkóp öt különböző detektorának köszönhetően az összes anyagtypus, vagyis a fémek, polimerek, kerámiák szövetszerkezetének meghatározására szolgál. A szekunder elektrondetektor (SE) elsődlegesen topográfiai felvételek, míg a visszaszórt-elektron-detektor (BSE) rendszám-kontrasztos kép készítését teszi lehetővé. A nemvezető anyagok, mint a kerámiák és műanyagok vizsgálatát vezető réteg felvitele nélkül lehet elvégezni a változtatható nyomású üzemmóddal (VP), illetve az ehhez tartozó második szekunder elektrondetektorral (VPSE). Az irányított szerkezetek, mint pl. hengerekt lemezek szemcseorientációját, pedig a visszaszórt-elektron-diffrakcióval (EBSD) lehet megadni. Az elektronmikroszkóp azonban nem csak önmagában ad számos anyagvizsgálati lehetőséget a kutató számára, hanem a motorizált tárgyasztalra rögzíthető univerzális mintatartóval, a Dunaújvárosi Főiskola Műszaki Intézetében lévő Zeiss Axio Observer.Z1m optikai mikroszkóppal összekapcsolva is. Az optikai mikroszkóppal vizsgált mintaterületet szoftveresen meg lehet keresni a pásztázó elektronmikroszkóppal, és további vizsgálatok (összetétel-elemzés, orientációs térkép, pólusábra, elemtérkép stb.), valamint lényeges részek kiemelésére a felvételek egymásra illesztése is megvalósítható.



SAJTÓKÖZLEMÉNYEK A MISKOLCI EGYETEMRŐL 2013. május

Korszerűsödött az infrastruktúra a Miskolci Egyetemen

Világszínvonalú, rákbetegségekkel összefüggő vagy különleges eredményeket adó motorvizsgálatok kezdődhettek az intézményben. Folytatva a felsorolást: polarizációs mikroszkóp és vákuumgőzölő, terepi graviméter, szemiszolid olvadékhűtő-rendszer és részecskeméret-meghatározó, ultrahangkészülék és diagnosztikai munkállomás, mérő-adatgyűjtő rendszer és 3D scanner, digitális sűrűségmérő és permeabilitás-mérő. Néhány azon eszközök közül, amelyek ma már egy megvalósult pályázat révén a Miskolci Egyetem kutatóinak rendelkezésére állnak.

A fejlesztési projekt, amely az egyetem kiválósági központjainak infrastrukturális és informatikai fejlesztése (TIOP-1.3.1-10/1-2010-0012) címet viseli, 2011 tavaszán indult, s általa mintegy 1,3 milliárd forint érték-

ben zajlott a háttér megújítása, a kiválósági központok gép, műszer, berendezés és eszköz infrastruktúrájának fejlesztése, az informatikai háttország (hardver és szoftver) minőségének javítása.

Elvégezték a kialakítandó laboratóriumok elhelyezéséhez minimálisan szükséges átalakítási, felújítási munkálatokat, az azokhoz kapcsolódó fizikai akadálymentesítést is. Feladat volt az új ismeretek átadására szolgáló oktatási központ (Felnőttképzési Regionális Központ) informatikai infrastruktúrájának (hardver és hálózat) megújítása, a tudás és a kutatási eredmények színvonalas – papír alapú – kiadhatóságának infrastrukturális támogatása. Mindehhez folytatni kellett az intézmény infokommunikációs akadálymentesítését is.

A pályázat megvalósításával egyebek között a térségben egyedi életta-

ni kutatásokra alkalmas, világszínvonalú, például rák- és gyógyszerkutatásokat végző laboratórium épült ki, több mint 300 négyzetméteren, ugyancsak egyedi, több mint százmilliós értékű motorvizsgáló laboratóriumot adtak át a múlt évben.

A pályázat révén csaknem 200 csúcstechnológiát képviselő berendezés, műszer, valamint nagyszámú műszaki szoftver és informatikai eszköz támogatja a korszerű kutatásokat.

A projekt adatai:

TIOP-1.3.1-10/1-2010-0012

Kedvezményezett: Miskolci Egyetem

Megítélt támogatás: 1 250 436 668 Ft

Elfogadott projekt összköltség:

1 316 249 125 Ft

Időtartam:

2011. 04. 16. – 2013. 05. 31.

Projektvezető:

Prof. dr. Palotás Árpád Bence

Javult a kutatások minősége

A kutatási potenciál növelése, ezen keresztül az egyetem versenyképességének növelése volt az elsődleges cél. A projekt révén növekedett a hazai és nemzetközi folyóiratokban megjelenő publikációk száma, a hivatkozások emelkedése pedig a kutatások minőségének javulását jelenti. Az egyetem több tudományos műhelyében zajlottak olyan kutatások, amelyek több tudományág képviselőinek együttes munkájával valósultak meg. Műszaki területek, szociológusok, jogászok és közgazdászok is részt vettek bizonyos munkákban, más

helyeken pedig az anyagkutatás eszközeit és módszereit használták gyógyszeripari eljárások kidolgozásához. Közvetve a régió gazdasági és társadalmi modernizálására is hatással van a több mint kétegy milliárd forintos projekt, melyet a Miskolci Egyetem valósított meg uniós támogatásból.

2011 tavaszán kezdtek meg működésüket négy stratégiai területen – a fenntartható természeti erőforrás-gazdálkodás, az anyagtudomány és nanotechnológia, a mechatronika és logisztika, valamint az innovatív tervezés és technológiák témakörben – a

Kiválósági Központok. Az ezekben működő 20 nemzetközi szintű tudományos műhely törekedett a fiatal kutatók helyben tartására és régióbeli letelepítésére is. Ennek jegyében töltötték be a projekt keretében nyílt kutatói státuszukat is, közel 90 fő alkalmazására került így sor. A műszaki karokon működő doktori iskolák mindegyike bevonta ugyanakkor PhD-hallgatóit is a munkába. A több mint 80 PhD-hallgató mellett tehetséges MSc- és BSc-hallgatók is bekapcsolódtak a kutatásokba, melyek eredményeként több mint 260 szakdolgozat, diplomaterv és TDK-dolgozat született. A köz-

pontok kutatási eredményei beépülnek az oktatásba. Ezt a tény is alátámasztja: a szakdolgozatok, diplomatervek és TDK-dolgozatok mellett a projekt keretében több oktatási segédletet is kidolgoztak.

Kiemelt cél a minőségi fejlesztés is, a kutató-fejlesztő munkacsoportok ennek jegyében újabb projekteket dolgoztak ki. Ezek közül négy pályázat nyert, és összességében újabb több mint kétmilliárd Ft támogatás teszi lehetővé a kiemelt stratégiai kutatási területek további fejlesztését.

Japántól Dél-Afrikáig a világ számos országában több mint 700 konferencia-részvételt támogatott a projekt, amely kapcsán több mint 400 cikk jelent meg a konferencia-kiad-

ványokban. Az egyetem nemzetközi tudományos presztízsét növeli a projekt által támogatott – impakt faktoros folyóiratban megjelent – több mint 150 szakcikk. A pályázati vállalás teljesítése során a legnagyobb erőfeszítést a szakmai folyóiratban történő ellenőrzött és megfelelően dokumentált publikációk száma jelentett. A kiválósági központok keresték a publikálási lehetőségeket, több központ hazai és külföldi szakmai folyóiratok különszámát jelentette meg. A projektben résztvevő több mint 580 oktató-kutató kiváló munkáját jelzi, hogy a célkitűzést sikerült túlteljesíteni, mert a projekt két éve alatt közel 1400 szakcikkből szerepel a projektre történő hivatkozás. Fontos előrelépés,

hogyan hét szabadalmi bejelentés és két használati mintaoltalmi bejelentés is elkészült a kutató-fejlesztő munka eredményeként.

2011. év őszén elkészült a projekt stratégiai dokumentuma, amelyet megtárgyalt és véleményezett az elismert külföldi tudósokból álló Stratégiai Tanácsadó Testület. Kritikájukat figyelembe véve készült egy ajánlás, amelyet az egyetem új Intézményfejlesztési Tervének összeállításánál figyelembe vettek. Az egyetem szenátusa úgy döntött, hogy a Kiválósági Központok a projekt befejezése után is fennmaradnak, és munkájukkal segítik, hogy a Miskolci Egyetem nemzetközileg is elismert kutatóegyetemé váljon.

Harminckét könyv bemutatója a Miskolci Egyetemen

Több mint kétmilliárd Ft európai uniós támogatásból valósította meg a Miskolci Egyetem azt a projektet, amelynek célja az egyetem stratégiai kutatási területein működő Kiválósági Központok fejlesztésére alapozva a felsőoktatás minőségének fejlesztése volt. Ritkán adódik olyan alkalom, hogy egyszerre ennyi kiadvány lát napvilágot a Miskolci Egyetemen. A mennyiség persze minőséget is takar, hiszen csak olyan munkák kaptak nyomdafestéket, amelyek a Kiválósági Központokat életre hívó projekt célkitűzéseit szolgálják.

A tudományos kutatók tudják, a könyvek jelentős hányadának tartalma, részleteiben vagy egészében tudományos publikációkban felbukkant már, ám többségük új információkkal rukkolt ki a szakma számára, azzal az igénnyel, hogy az itt alkotó kollektíva közelebb vigye az intézményt a kutató egyetemé váláshoz. Nem titkolt szándék, hogy az új ismeretek újabb híveket hozzanak a tudományos berkekben és a közvélemény előtt egyaránt, és egyben elismeréseket az itt dolgozó kutatóknak.

Mivel foglalkoznak ezek a könyvek és mi áll a megjelenésük gyakorlati hátterében?

Néhányuk, mint például a Bevezetés az áramlástanba című vagy a Radiopathológia – Tankönyv képkötő diagnosztikai analitikus hallgatók

számára, de úgy vélem, ide sorolhatjuk a Tudásmenedzsment rendszer fejlesztése a vállalati versenyképesség javítására című háromkötetes munkát is, kimondottan az oktatás számára készült hiánypótló kötetek, az ismeretek átadásának színvonalas letéteményesei.

Más munkák egyedi kutatásokkal lépnek ki a tudományos porondra, jól példázza ezt a Csavarszivattyúk fluidum-termeléshez című könyv vagy a Sejtautomata anyagtudományi alkalmazásai című munka, az utóbbi érdekessége, hogy megírói e művel az interdiszciplináris kutatások fontosságát is alátámasztják.

A projekt fontos célja volt a különböző tudományterületeken működő karok, intézetek, illetve tudományos műhelyek együttműködésével megvalósuló kutatómunka. Ezen együttműködés eredményeként is születtek az adott tudományterületen túlmutató kötetek. Így például a Mechatronikai és Logisztikai Kiválósági Központban a bölcsész-kutatók kötete Logisztika, szaknyelv és szaknyelvoktatás és A vállalati kommunikáció vizsgálatának nyelvészeti és interkulturális aspektusai címmel. Hasonlóképpen egy égető földtudományi kérdést, az ahhoz kötődő kutatások jogi hátterét elemzi egy kötet, amelynek címe: Jogtudományi tanulmányok a fenntartható természeti erőforrások témakörében. Jogtudósok tollából szüle-

tett továbbá hat különböző a stratégiai kutatási területekhez kapcsolódó aktuális témát tárgyaló monográfia (környezetjog, vízjog stb.) és két tudományos konferencia anyagát tartalmazó kötet is.

Van olyan tanulmánykötet, amely egy korábbi európai uniós pályázat révén megvalósuló kutatás, és az abból származó kötet folytatása, a mostani már új kutatási eredményeket tartalmaz, fogalmazhatunk úgy, ezeknek az ismereteknek egy bővített változata, ez a Szemelvények a mérnöki szerkezetek integritása témaköréből címet viseli.

A megjelent harminckét mű között vannak olyanok, amelyek egészen praktikus, mondhatjuk úgy: aktuális országos gondokra és kérdésekre adnak tudományos választ. Ilyen például a Földgázok és szén-dioxid földalatti tárolása című vagy a Földgázszállító rendszerek tervezése és létesítése című kötet, de ugyanebbe a csoportba tartozik a Hulladéklerakók rekultivációja, utógondozása, illetve a Vállalati kihívások – Stratégiai válaszok című könyv is.

Számos munka angol nyelven íródott, hiszen elsődleges célja, hogy a területkör kutatói forgassák a lapjait, s bekerüljön a tudomány-szegmens nemzetközi információáramlásába a kötet tartalma, ám kinyomtatásuk, kiadásuk tükrözi azt a törekvést is, hogy a Miskolci Egyetem mind több

karán az oktatás idegen nyelven bonyolódik. Ezt a szándékot erősíti a Advanced Logistic Systems, a Fluid dynamics és a PVT Properties of Reservoir Fluids című kötet egyaránt.

Vannak a kötetek között olyanok is, amelyek a projekt működését dokumentálják. Angol és magyar nyelven is megjelent a projekt keretében készült stratégia. A Központban a kiválóság című kötetben pedig a

projektben résztvevő kutatókkal készített interjúk találhatók.

A projekt adatai:

Címe: A felsőoktatás minőségének javítása kiválósági központok fejlesztésére alapozva a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területein TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001

Kedvezményezett: Miskolci Egyetem
Megítélt támogatás: 2 033 092 007 Ft
Elfogadott projekt összköltség: 2 140 096 850 Ft

Támogatás mértéke: 95%
Időtartam: 24 hónap (2011. 03. 01. – 2013. 02. 28., meghosszabbítva 2013. 05. 29-ig)

Projektmenedzser:
Dr. Szemmelveisz Tamás
Szakmai vezető:
Prof. dr. Gácsi Zoltán

További információ, kapcsolat:

Dr. Szemmelveisz Tamás
06 30 / 732 4878
kutatoegyetem@uni-miskolc.hu

Az ásványtan–kémia–kohászat felsőfokú oktatásának kezdete

A világ egyik legelső bányászati-kohászati műszaki felsőfokú oktatási intézményébe, Selmecbányára, Nicolaus Jacquin éppen 250 éve kapott kinevezést a „Mineralogie – Chemie – Metallurgie” tárgykörök oktatására Mária Teréziától. A mai Magyarországon e három szakterület oktatását a Miskolci Egyetemen, két karhoz tartozó, három intézetében folytatják. Ezeknek a miskolci utód-tanszékeknek (**Földtani-Ásványtani Intézet, Kémiai Intézet, Metallurgiai és Öntészeti Intézet**) a kollektívái erre a 250 évvel ezelőtti eseményre is emlékezve, Szakmai Napot szerveztek a Magyar Tudományos Akadémia miskolci székházában 2013. június 13-án. A rendezvényen elhangzottak, azaz dr. Patkó Gyula, mint fővédnök, rektori köszöntőjének és a többi felkért résztvevő előadásainak alapján készült az alábbi összeállítás e jeles eseményről.

Az iparosodással a Föld ásványkincseinek kiaknázása, és az emberiség javára használható termékekké feldolgozása rendkívüli mértékben felgyorsult az utóbbi mintegy kétháromszáz évben, természetesen részben a népességszám rohamos növekedése miatt. Mai gondolkodásunk ugyan sokkalta környezettudatosabb, mint akár csak évtizedekkel ezelőtt volt: a nyersanyagok felhasználásában egyre takarékosabbak vagyunk, és a különféle anyagok, az elhasználódott vagy elavult használati tárgyak újrafeldolgozására és újrahasznosítására való törekvések pedig egyre inkább az emberek magától értetődő életviteli sajátosságaivá válnak. Mégis, a Föld még meglévő nyersanyagkészletei, például a fémhordozó ércek és a fosszilis energiahordozók, továbbra is nélkülözhetetlenek az emberiség számára. Kitermelésükhöz és egyre takaréko-

sabb módon történő felhasználásukhoz pedig az ásvány- és földtudományi, az anyagismereti, a kémiai, és a kapcsolódó mérnöki tudományok, a fémek esetében pedig elsősorban a kohászati-metallurgiai tudományok adhatnak igazán hiteles támpontokat ugyanúgy, mint 250 évvel ezelőtt, Nicolaus Jacquin korában a Selmecbányai Akadémián.

A világ műszaki felsőfokú oktatásának kialakulásában és az idővel egyre jobban tagolódó szakterületek gondozására létrejött oktatási egységeknek és szervezeti struktúráknak a kifejlődésében a Selmeci Akadémián mintegy 250 évvel ezelőtt történetek jelentették a kezdetet, de olyan kezdetet, melynek hatása már akkor világgraszáló volt, és a Miskolci Egyetemen pedig, az évszázadok múltával, mind a mai napig, közvetlenül is érezteti pozitív hatását. Ennek egyik szép megnyilvánulása volt a szakmai



■ **1. kép.** Gácsi Zoltán, Lakatos István, Patkó Gyula, Mádi Ferenc az elnökségben (balról jobbra)



■ **2. kép.** A szakmai nap főszerzője és levezető elnöke, Török Tamás

nap, melyet a három egyetemi intézet kivitt az egyetemi campusról az egyetemnek otthont adó Miskolc város egyik legszebb központi épületébe, a Magyar Tudományos Akadémia Területi Bizottságának a székházába. Emellett a szervezők e rendezvényhez bevonták az MTA MTB mindazon tudományos szakbizottságait és mindazokat a szakmai szervezeteket, egyesületeket is, amelyek szakmai-tudományos működési területe szorosan kapcsolódik e három egyetemi intézetéhez.

A XXI. század első másfél évtizedében maga a Miskolci Egyetem és mindhárom jubiláló intézete nagyon sok mindenben gazdagodott. Látványában is rendkívül tetszetős, és igen nagy értéket képvisel, például az Ásványtani Tanszék folyosóján bárki által megtekinthető, nagy gondtal és szakértelemmel összeállított ásványgyűjtemény. A Földtani-Ásványtani Intézet nagyműszeres fázisanalitikai mérés technikai felszereltsége világszínvonalú lett a TIOP-beszerezéseknek köszönhetően. A Kémiai Intézet ipari kapcsolatai – a kihelyezett intézeti tanszékek alapításával – a régió és egyben Magyarország legnagyobb vegyipari nagyvállalataival váltak élő, napi munkakapcsolattá, melynek bázisán a vadonatúj, vegyipari-technológiai szakirány elindulhatott, és a Kémiai Intézet az új egyetemi TÁMOP Kiválósági Központok egyikévé fejlődhetett. A Metallurgiai és Öntészeti Intézetből, az egyetemen a legelső között, alakult meg egy ún. spin-off kisvállalkozás, a „FOUNDRY-SOLID” Egyetemi Innovációs Közhasznú Nonprofit Kft., amely a Magyarországon műkö-



■ 3. kép. Kékesi Tamás előadása az ónforrasztási anyagok visszanyeréséről

dő alumíniumipari öntészeti vállalatok számára végez kutató-fejlesztő tevékenységet olyan színvonalon, ami a legkorszerűbb járműipari beszállítók elvárásainak is megfelel. Emellett a Metallurgiai és Öntészeti Intézetben új szakterületként indult fejlődésnek az a modern felülettechnikai szakterület és oktatási szakirány, amely a fémes másodnyersanyagok újrahasznosításával társulva, két meghatározóan fontos pillérrel adják a környezetbiztonságos, ólommentes forrasztási anyagok fejlesztését célzó új TÁMOP-projektnek.

A jubileumi rendezvényt Lakatos István akadémikus, az MTA Miskolci Területi Bizottsága elnökének üdvözlő szavai nyitották meg, majd köszöntőt mondott dr. Patkó Gyula, a Miskolci Egyetem rektora, dr. Gács Zoltán, a

Műszaki Anyagtudományi Kar dékánja és dr. Márai Ferenc, a Műszaki Földtudományi Kar dékánhelyettese (1., 2. kép).

A szakmai programot Szendi Attila, a Miskolci Egyetem Könyvtár, Levéltár Múzeum főlevéltárosának a selmeci tanszékalapítóról, Nicolaus Jacquinról tartott előadása indította, majd dr. Márai Ferenc, a Földtani-Ásványtani Intézet igazgatója: „Európai bányászati akadémia alapításának gazdaságtörténeti háttere” címmel; Bánki Sándor, a Metal-Art Nemesfémipari Zrt. műszaki igazgatója (társszerző: dr. Török Tamás, a Metallurgiai és Öntészeti Intézet igazgatója): „Nemesfémkohászat Magyarországon” címmel; dr. Lakatos János, a Kémiai Intézet igazgatója: „A kémia és vívmányai a XVIII. század második felében” címmel tartottak tartalmas és élvezetes előadásokat.

A szünet után dr. Szakáll Sándor, az Ásványtani Intézet Tanszék vezetője „Új ásványok – múlt, jelen” címmel, majd dr. Bárány Sándor (Kémiai Intézet): „Kolloidok alkalmazása a víztisztításban” címmel, végül dr. Kékesi Tamás, a Kémiai Metallurgiai és Felülettechnikai Intézet tanszék vezetője: „Nagy tisztaságú ón visszanyerése forrasztási hulladékokból a FORR-ÁSZ projekt keretében” címmel tartottak nagyszerű előadásokat (3. kép).

Az elhangzott szakmai-tudományos előadások közül várhatóan egyesek hamarosan olvashatók lesznek a BKL Kohászat, illetve BKL Bányászat szakfolyóiratok hasábjain.

✍ Török Tamás

■ EGYETEMI HÍREK

A Műszaki Anyagtudományi Kar hírei 2013. június

• 2013. június 10-én rendezték meg az „Utazás a fémtörténelemben – Európa ipara az ó- és középkorban” témában kiírt IV. Anyagtudományi Verseny döntőjét. Az első két forduló kihívásait sikeresen teljesítve nyolc csapat jutott be a Miskolci Egyete-

men tartott fináléba. A résztvevők az ország különböző régióiból érkeztek, győri, veszprémi, mátészalkai, budapesti és miskolci középiskolákban tanuló diákok alkották a mezőnyt. A versenyzők előadásait értékelő zsűri elnöke dr. Mertinger Valéria, a Fém-

tani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet intézetigazgatóhelyettese volt, munkáját dr. Nyitrai Dániel, Roneczné Ambrus-Tóth Judit és dr. Mende Tamás segítette. A IV. Anyagtudományi Verseny győztes csapata az előző évhez



■ A IV. Anyagtudományi Verseny döntőjének résztvevői a Miskolci Egyetemen

hasonlóan idén is Veszprémből érkezett, és *Terray Gyula* felkészítő tanár személyében címvédés is történt. A győztes MindUsTrial csapat dolgozatának címe: „A tiszabezdédi tarsolylemez”, tagjai: *Berkes Dávid*, *Biróczky Máté*, *Gulkai Bálint*, *Hulka László*, *Soós Attila*, csapatvezető: *Terray Gyula*. A második helyezett veszprémi Fe(II)-Male csapat szintén *Terray tanár úr* felkészítésével versenyzett (tagok: *Puskás Katalin*, *Tanács Diána*, *Kishalmi Balázs*, *Tóth Richárd*, dolgozatuk címe: „Ékszeresek világa”). A bronzérmes a miskolci Koxosok csapat (felkészítő oktató: *Tímár Zoltán*, tagok: *Barna Bence*, *Krajpos Nikoletta*, *Nádasi Máté*, *Kiss János*, *Szepesy Dávid*, a dolgozat címe: „A vaskohászat története”) és a győri Fóka csapat rendkívül szoros versenyfutásából az utóbbi, győri csapat szerezte meg (felkészítő oktató: *Kalydi György*, tagok: *Dolgos Emília*, *Fördös Diána Lilla*, *Peidl Bálint*, *Nagy Lehel*, a dolgozat címe: „Az arany és az aranyosás”) (I. kép). A szervezők ezúton is szeret-

nék külön köszönetüket kifejezni a NEMAK Győr Kft.-nek a verseny döntőjének támogatásáért!

- 2013. június 4–6. között zajlottak a Műszaki Anyagtudományi Kar záróvizsgái, hat bizottság előtt összesen 37 hallgató védte meg szakdolgozatát vagy diplomamunkáját. BSc-képzés keretében hőkezelési (5), képlékenyalakítási (2), nanotechnológiai (1), hőenergia-gazdálkodási (2), polimer-technológiai (3), fémelőállítási (3) és öntészeti (4) szakirányon zárták tanulmányaikat, a mesterképzés (MSc) szintjén pedig fémek hőkezelése (6), vegyipari technológiai (1), polimermérnöki (6), fémelőállítási és hulladékfeldolgozási (2), valamint kerámia- és szilikátmérnöki (2) szakirányon adhattak számot tudásukról. A fiatal mérnököknek sok sikert és jó szerencsét kívánunk szakmai pályafutásukhoz!

- A Miskolci Egyetemen működő tudományos képzési műhelyek összehangolt minőségi fejlesztése

című, TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0008 jelű projekt keretén belül a Műszaki Anyagtudományi Karon működő Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola által meghirdetett „tehetséget támogató pályázat” segítségével *Budavári Imre* I. évfolyamos és *Tokár Monika* II. évfolyamos nappali tagozatos PhD-hallgatók, illetve *Parti József* I. évfolyamos levelező képzésben résztvevő PhD-hallgató vett részt a svédországi Jönköping-i Egyetem „3rd Course on metallurgy, solidification and modeling of cast iron castings” (Öntöttvasak metallurgiája, kristályosodása és matematikai modellezése) című tanfolyamon 2013. május 13–17. között.

A tanfolyamon neves, nemzetközileg elismert professzorok tartottak szakmai továbbképző előadásokat, többek között *dr. Diószegi Attila*, az öntészeti technológiák professzora, a tanfolyam főszervezője.

✍ **Mende Tamás**

PILISSY LAJOS

A két egykori kohászati kutatóintézetről...*

Bevezetés

Magas életkoromnak köszönhetően én vagyok az egyetlen élő személy, aki mindkét kohászati kutatóintézetben hosszabb ideig dolgozott: a Fémkutatásban 15 évig, a Vaskutatásban 20 évig. Ezért amikor egyesületünk Öntésztörténeti és Múzeumi Szakcsoportjában a 2013. évi munkatervet állítottuk össze, elfogadtuk azt a gondolatot, hogy érdemes volna a Fémkutatásban és a Vaskutatásban egykoron folyt öntészeti kutatásokat összefoglalni és értékelni. E gondolat jegyében kezdtem ennek az óriási, mintegy 50 évet átölelő anyagnak a feldolgozásához. Arra hamarosan rájöttem, hogy ez az egykori kutatási jelentések alapján lehetetlen, mert ezek nem állnak rendelkezésünkre. Maradtak a kutatások eredményeit tárgyaló dolgozatok a BKL Kohászat és főleg a BKL Öntöde hasábjain. Annál is inkább ez kínálkozott járható útnak, mert joggal volt feltételezhető, hogy a kutatók reprezentatív kutatási eredményeiket publikálták lapunk hasábjain. Megjegyzem, hogy a két intézet Közleményeiben, valamint az MTA VI. Műszaki Osztálya Közleményeiben és az Acta Technikában is volna kutatható.

Eredeti elképzelésem szerint a két intézet alakulását csak érinteni akartam. De mivel a mi rendezvényünkhöz hozzátársult a Vaskutatásban egykori dolgozóinak népes találkozója (zömében nem öntész résztvevőkkel), a súlypontot rögtönözve át kellett helyeznem a sokkal inkább nem szakmai és talán érdekesebb témára: a két intézet fejlődéstörténetére. Mostani dolgozatomban az előadásomban elhangzottak

lényegesnek vélt részleteit közlöm abban a reményben, hogy lehetőség lesz arra is, hogy folytatásként az öntészeti kutatások összefoglalása és értékelése is meg fog jelenni, annál is inkább, mert e munkával nagyrészt készen vagyok.

E dolgozatomban egyébként két volt tisztelt és szeretett igazgatóm: *Gillemot László* és *Verő József* akadémikusoknak emlékül is szánom.

A két intézet kutatási szervezete és ezek alakulása

Hazánk a II. világháborút követően minden területen hamarosan a termelésre fordult. A tudományos kutatómunkát is az országos tervbe kellett beilleszteni. A Gazdasági Főtanács 1948-ban szükségesnek tartotta a szélesebb alapokon nyugvó alumínium- és könnyűfémipar megerősítését. Mindezt természetesen a „békeharc”, azaz a háborús készülődés jegyében. Ennek érdekében a Gazdasági Főtanács 1948. április 8-án elrendelte egy központi kutató szerv, a Magyar Alumínium és Könnyűfémipari Kutató Intézet megszervezését. Igazgatójának kinevezte dr. Gillemot László okl. gépészmérnököt, a Műegyetem Mechanikai Technológiai Tanszékének nyilvános rendkívüli tanárát, ami nem volt véletlen, mert Gillemot professzor ez idő tájt (1946–48-ban) a Nehézipari Központ tudományos osztályának a vezetője is volt. Az új intézet igazgatóhelyettesének kinevezték dr. *Lányi Béla* professzort, a Műegyetem Elektrokémiai Tanszékének vezetőprofesszorát [1].

Az új intézet létszámának feltöltése 1949–50-ban ment végbe. Az első négy kutatóosztály – meglehetősen széles kutatótevékenységgel – az alábbiak szerint alakult akkor, amikor az intézet székháza még sehol sem volt:

A **Vegyészeti Osztály** vezetője dr. *Papp Elemér* okl. vegyész mérnök lett, aki ekkor már egyetemi magántanár volt. Ez az osztály 1949. augusztus 15-én alakult meg timföldgyártási, alumíniumkohászati és analitikai hatáskörrel.

A **Kohászati Osztály** 1949. augusztus 15-én alakult *Jakóby László* okl. fémkohómérnök vezetésével, aki több mérnököt foglalkoztató fémkohászati és fémöntészeti tervező és tanácsadó magánmérnöki irodáját, valamint kohászati kemencéket és kéményeket építő vállalatát adta fel. A Kohászati Osztály feladatköre volt a színesfémércek előkészítése, az ólom- és cinkkohászat, valamint a magnézium szilikotermikus vákuumkohászata és homoköntése. Ennek az osztálynak a megszületésével az új intézet máris új nevet kapott: **Fémipari Kutató Intézet**. Az élet gyors változást hozott eme osztály életében, mert 1950. május 1-jén önálló csoportként beleintegrálták a Széchenyi rakpartról – az eddig mindig a Pénzügyminisztériumhoz tartozó – **Nemesfém- és Ércvizsgáló Intézetet**, eddigi igazgatójának, dr. *Hullán Tibor* okl. fémkohómérnöknek a tiltakozása ellenére. Már a Fémkutatás mellett, a könyvtárnak szánt helyiségek áttervezésével foglalkoztunk a nemesfém csoport letelepítése céljából, amikor *Jakóby László* nagy nehezen pénzügyi keretet szerzett külső elhelyezésük biztosítására. Sok szaladgálás után a Vajdahunyad u. 30. alatt sikerült egy emeletes lakóépületet megvenni, és ennek átalakítása után az intézményt ide telepíteni. Pár év telt el, míg visszanyerték önállóságukat.

A vegyészeti és kohászati osztály dolgozói az Elektrokémiai Tanszéken találtak ideiglenes otthonra úgy, hogy ugyanakkor a tanszék dolgozói részt vettek az intézet beinduló kutatómunkájában.

* A Vaskutatás és a Fémkutatás volt dolgozóinak 2013. május 22-i találkozóján elhangzott előadás szerkesztett szövege, amely a két intézet története az alapítástól 1987-ig.

kájában (pl. *László Antal, Waldhauser Ilona* vegyész-mérnök).

Az 1949. szeptember 1-jén alakult **Technológiai Osztály** vezetője a Weiss Manfréd Fém-műből idekerült *Domony András* okl. vegyész-mérnök, a már akkor neves alumínium-szakértő lett. Ennek az osztálynak a tevékenységi területe is igen széles volt: alumínium és ötvözetek képlékenyalakítása, korróziója és felületkezelése, kötéstechológiája (mint hegesztés, forrasztás és szegecselés), valamint szolgáltatásként is a mechanikai és mikroszkópos anyagvizsgálat. Ennek az osztálynak is hamarosan bővült a feladatköre, mert a Metalloglobustól átvette a Guszev utcai Alumínium Tanműhelyt, ahol rendszeresen alumíniumhegesztési, -öntési és felületkezelési tanfolyamokat tartottak.

A negyedik osztály a **Szerkesztési Osztály és Műhely** volt, *Zajky István* okl. gépészmérnök vezetésével. Az ő korai távozása után *Ekker Antal* gépészmérnök vette át a vezetést. A szerkesztés feladata új alumíniumipari konstrukciók kidolgozása és bevezetése (pl. közúti és vasúti járműgyártás), valamint az intézet gépi berendezéseinek karbantartása, végül a kutatáshoz szükséges egyedi eszközök megtervezése és legyártása volt.

A Fémkut felügyeleti szerve ebben az időben még a Vallás és Közoktatási Minisztérium volt [1].

A **Vasipari Kutató Intézet** létesítésének és építésének gondolata éppen egy évet késett. Ennek az időpontja 1949. április 30-án jött el, (más adat szerint április 8.). Szervező igazgatójának kinevezte Gillemot akadémikust, és megbízta mindkét intézet építtetésével is. Május elsejével megkezdődött a szervezendő vaskutas kutatási osztályok vezetőinek a kinevezése is. Hogy Gillemot prof milyen osztályokra gondolt, arról maga írt „A tudományos kutatás hazai problémái” c. dolgozatában [2]. A következő hat osztályt kívánta megszervezni: kohászat, hidegalakítás, forgácsolás, hegesztés, anyagvizsgálat és kémia (analitika). E cikkében rögtön megállapítja, hogy a kohászaton belül szükség lesz a nyersvas-, az acélglyártás és a vasöntés szakembereire. Érdekes, hogy egyik felosztásban sem említi a melegalakítást. A képlékenyalakítási

osztály talán emiatt csak évekkel később jött létre. A szervezendő Vaskut osztályainak a vezetői a következők lettek:

A **Metallurgiai Osztály** első vezetője *Kerpely Kálmán* vaskohómérnök lett – rövid ideig – a Ganz Vagonygyárból, helyettese *Vécsey Béla* okl. vaskohómérnök, a Hubert és Sigmund korábbi igazgatója, aki hamarosan Kerpelyt követte,

a **Hidegalakítási Osztály** ekkor nem jött létre,

a **Forgácsolási Osztály** *Hornung Andor* okl. gépészmérnök,

a **Hegesztési Osztály** *Zorkóczy Béla* okl. gépészmérnök, ugyancsak a HubSig volt igazgatója, majd nemskára a miskolci NME Mechanikai Technológiai Tanszékének megszervezője és vezető professzora,

az **Anyagvizsgáló Osztály** *Mester István* okl. gépészmérnök, aki korábban a Vaskut igazgatóhelyettesének volt kiszemelve, az Ipari Minisztérium kutatási osztálya vezetőjének posztjából,

a **Kémiáé** (Analitikáé) nem emlékszem, hogy ki volt, de *Sajó István* okl. vegyész-mérnök csak később került Diósgyőrből az analitika élére.

Tény, hogy amikor 1950 decemberében felvettek a Fémkutba, akkor *Jakóby László*, mint új főnököm, majd aspiránsvezetőm és atyai jóakaróm, elvitt bemutatni a Vaskut nagyjaihoz a Honvéd utca 16. alatti négyszobás bérleménybe, ahol akkor sok szeretettel fogadott *Vécsey Béla*, *Zorkóczy Béla*, *Hornung Andor*, de már ott volt *Visnyovszky László*, akit diósgyőri gyakornokkoromból már jól ismertem, ő lett 1952-ben a Metallurgiai Osztályból kiszakadó **Ércmetallurgiai Osztály** vezetője. Már itt volt *Nagy Endre*, aki később a Porkohászati Osztály vezetője lett, de a Metallurgiai Osztályra vették fel 1949 júniusában egyszerű kutatómérnökként.

A két intézet építése a helykijelölés bizonytalankodásai miatt késésben volt. Az első variáció szerint a meglévő Technológiai és Anyagvizsgáló Intézet személyzeti és berendezésbeli bővítésével kellett volna létrehozni. Ezt a gondolatot elvetették, mert 1949. április 8-án megjelent a Magyar Népköztársaság kormányának rendelete az ipari kutatás megszervezéséről. Ez kimondta, hogy reprezentatív, korsze-

rú kutatóintézetek építéséről van szó. Közben azonban még Pasarét is felkerült javasolt helyszíneként, míg végül megszületett a végső döntés, hogy a két intézetet a Fehérvári út – Andor utca keresztezésénél kell felépíteni, mert ezen a környéken ipari negyed van kialakulóban [3].

A két intézet hatalmas épületkomplexumának építése egyszerre kezdődött el 1950 nyarán a Fehérvári út 130–140. számú telken [1], amelyet én 1950 elején még mezőgazdasági földterületnek láttam (kukoricaföld).

Gillemot professzor, a két független intézet közös igazgatója egy munkacsoportot hozott létre az építkezés ellenőrzésére, mely szédítő gyorsasággal haladt, de nem problémamentesen, mert az építési területet egy hajdan volt holt Duna-meder képezte, ahol a hordalékos talaj alatt a teherbíró réteg hol – 0,5 m, hol – 2,8 m mélyen feküdt, bár mindez talajmechanikailag jól fel volt térképezve. E munkacsoport vezetője *dr. Gedeon Tihamér* Indiát megjáró vegyész-mérnök, egyetemi magántanár volt. Tagjai: *Várhelyi Rezső*, a gépész, *Pilissy Lajos*, a kohász és *Fehér György*, a vegyész. Mivel egyetemi tanulmányaim alapján (tartók statikája, épületszerkezet) én konyítottam valamicskét az építészethez, így én lettem az, aki az ugyancsak kezdő építészmérnökökkel vitatkozott, és írtam alá, vagy nem, naponta az építési naplót. Majd irányítottam a csarnokok és laboratóriumok berendezését, azaz a gépek, a kemencék és eszközök letelepítését. E kettő volt az ország első kutatóintézete, minden tapasztalat nélkül. Állítom, hogy keveseknek adatott meg ily felelősségteljes munka fiatalemberként, mint nekem.

Sok izgulás után vésszesen közeledett az ünnepélyes avatás, megnyitás időpontja, az 1951. szeptember 1. (más irodalom szerint 2.). Ezt megelőzően nagy ijedséget okozott mindkét intézetben, hogy az Államvédelmi Hatóság (ÁVH) emberei civil ruhában másfél héttel ezt megelőzően valósággal megszállták a két intézetet, mert hogy az ünnepélyes átadáskor jelen lesz *Gerő Ernő*, valamint a Politikai Bizottság és a kormány több tagja (pl. *Kossa István, Czottner Sándor, Zsöfnyecz Mihály*). Eme időszakban tilos volt átmenni a Vaskutból a

Fémkutba és fordítva, ami különben megszokott dolog volt. Gyanút keltett, ha három főnél nagyobb csoportosulást láttak. Neuralgikus pontot képeztek a WC-k, különösen akkor, ha oda ketten mentek be, sőt ha ott hosszabb ideig tartózkodtak. Az ilyen „ügyekről” akár jegyzőkönyv is született, de ezt is, mint mindent, embere válogatta. Végül is az ünnepélyes avatás, átadás problémamentesen zajlott le. Ennek részleteibe nem kívánok belemenni, mert mind Gerő nyitómind Gillemot prof. köszönőbeszéde a BKL 1951. évfolyamában – a kor szellemének megfelelő stílusban – megtalálható [4].

Mindezt megelőzte az épületkomplexum birtokba vétele, ami természetesen nem jelentette azt, hogy minden gép, kemence, berendezés, műszer a helyén volt, mert ezek ütemesen érkeztek bel- és külföldről egyaránt. Ezeket az először felépült, később konyha és ebédlőként használt épületrészben tároltuk (1. ábra).

Elkezdődhetett a normális kutatómunka! Ekkor mindkét intézet dolgozói létszáma elérte a kb. 150-150 főt. A két kutatóintézet kubatúrája a közös üzemfenntartási épületrésszel együtt elérte a 66 500 m³-t, a Fémkutaté a 27 000 m³-t, a Vaskutaté a 29 000 m³-t. (A Vaskutához tartozott a közösen használt kazánház, ebédlő-konyha, orvosi

rendelő, telefonközpont.) A két intézet beépített alapterülete 14 400 m², telkének nagysága pedig 80 000 m² volt [1]. Mivel nekem szinte minden sarkához, részletéhez fűzött személyes emlék, nem csoda, hogy a két intézet megszűnte és széthordása után többé nem tettem be szívesen egyikbe sem a lábamat.

1951 végén viharfelhők gyűltek a Vaskut egén! Ugyanis egy kormányhatározat kimondta egy új intézet, a Gépipari Technológiai Intézet létesítését, és ezt az új Vaskut épületében helyezte el. Ennek igazgatója *Besnyő László* gépészmérnök lett, a Nehézipari Központ eddigi vezetőhelyettese. A Vaskutnak le kellett adnia csarnokainak, laborjainak és irodáinak mind nagyobb részét. Nekem, mint külső szemlélőnek, mint fémkutasnak úgy tűnt, hogy az új „kakukk” ki akarja űzni fészkeből a Vaskutat. Ez az állapot sok vitára, feszültségre adott alkalmat, ami a kutatómunkát hátráltatta. A Vaskut köteles volt Forgácsolási Osztályának teljes gép- és emberállományát átadni a GTI-nek, és így még a próbatetek házon belüli megmunkálására sem volt lehetőség.

1955 áprilisában azonban új kormányrendelet mondta ki ennek az első GTI-nek a megszüntetését és a Vaskutba való beolvasztását. A GTI-ből csak a Forgácsolási Osztály maradt

meg. Ekkor az egész Vaskut Kohászati és Gépészeti Főosztályra oszlott, az előbbinek *Szele Mihály* vaskohómérnök lett a vezetője, az utóbbinak *Besnyő László* igazgatóhelyettes. Mindkét főosztálynak 4-4 osztálya volt. *Besnyő László* 1956 augusztusában távozott az intézettől, és ezzel a főosztályokra való tagozódás is megszűnt [5]. Mindezt annak lehetett köszönni, hogy a Vaskut párt- és szakszervezeti bizottságának hagyományos jó volt a kapcsolata a kerület társadalmi szerveivel, melyek a Vaskut pártján álltak.

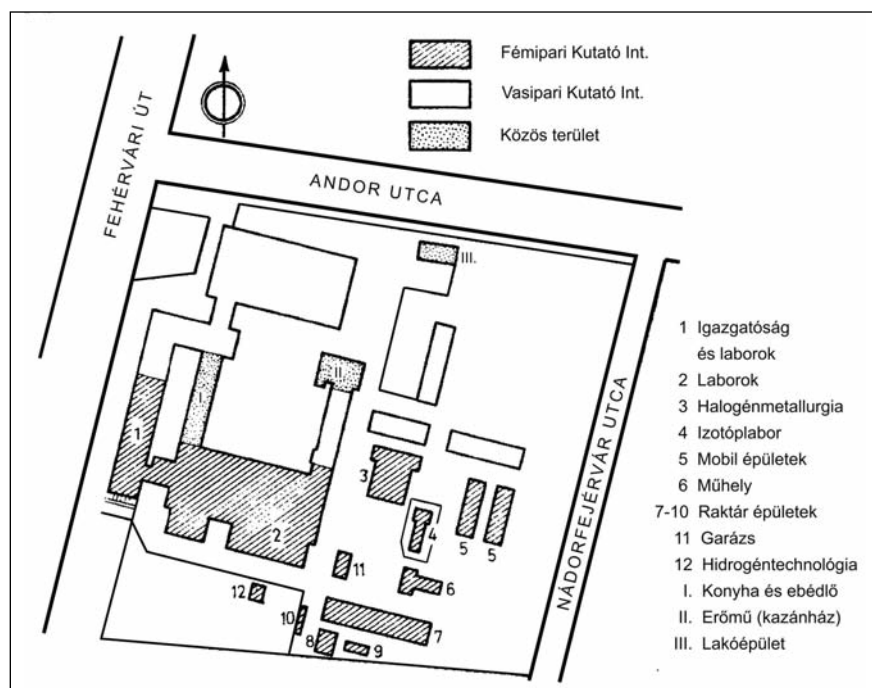
Közben igazgatóváltás is végbe ment. Gillemot profot a felsőbb szervek felszólították, hogy a három állásának valamelyikéről mondjon le. Ő a leköszönésre a Vaskutat választotta. Így 1952. december 1-jéig ő volt a Vaskutnak is sikeres igazgatója. Utódja *Verő József* akadémikus lett. Ő a Metallurgiai Osztályt hamarosan felosztotta **Ércmetallurgiai** (*Visnyovszky László*), **Acélméteallurgiai** (*dr. Hajtó Nándor*), és **Porkohászati** (*Nagy Endre*), osztályokra.

Régóta késett a meleg- és hidegalakítással egyaránt foglalkozó **Képlékenyalakítási Osztály** megalakítása. Ennek gondolata ugyan már 1956-ban felmerült, de első munkatársának beállítására csak 1961-ben kerülhetett sor. A képlékenyalakítási új csarnok pedig csak 1968-ban készülhetett el (első vezetője *Szeless László* vaskohómérnök, 1961–68).

Ezt követően – az Intézet elnevezésű korszakban – már csak a **Fémteni Osztály** létesítése volt hátra *dr. Fuchs Erik* okl. kohómérnök vezetésével. Ez az osztály az Anyagvizsgálati Osztályból önállósult.

A Fémkutban 1957 nyarán egy intézeti Tudományos Tanács ülést követően váratlanul elhunyt *Jakóby László*, a Kohászati Osztály vezetője, utódja *dr. Várhegyi Győző* okl. kohómérnök, kandidátus lett. Az osztály profilja gyorsan megváltozott. A KGM utasítására a „magnézium” szinte átokszó lett. A három magnéziumöntő helyiséget gyorsan kirámolták, felszámolták.

Becker Ervin okl. fémkohómérnök vezetésével 1955-ben létrehozták az **Elektrometallurgiai Osztályt**, azaz az alumíniumkohászattal foglalkozó részleget, amely mint az iparág egyik fő profilja, már régóta hiányzott. *Becker Ervin* volt az első hazai alu-



■ 1. ábra. A két kutatóintézet telepítési vázlatja [7]

míniumkohó létesítője a WM Fém-műben. Ennek az osztálynak magam is négy évig kutatója voltam. A Technológiai Osztályból ugyanekkor kiszakadt egy részleg, *Gyalóky György* vezetésével az **Ipari Osztály**, amely megkapta az iparág csúcs-MEO-jának szerepét. Ezt követte két kisebb, de fontos egység létrehozatala, az Izotóplaboré, valamint a műszerekkel és automatizálással foglalkozó részlegé. Mindkettőnek fontos szerepe volt a timföldipari kutatásban és ennek automatizálásában.

Gillemot prof egy általa 1967-re datált átszervezésről számol be intézetének 20 éves történetéről szóló cikkében. Eszerint az intézet kutató osztályait összedolgozó laboratóriumokká osztotta fel. Az egyik igazgatóhelyetteséhez tartozik a Timföld Labor, a Műkorund Labor, az Izotóplabor, a Halogénkohászati Labor, a Nagytisztaságú Fémek Laboratóriuma, az Analitikai Labor, a Pirometallurgiai Labor és a Fizikai Vizsgálatok Laboratóriuma. A másik igazgatóhelyetteséhez tartozik a Műszerlabor, a Tervező Részleg, a Központi Műhely, az Elektrometallurgiai Labor, az Alakítási Labor, a Megmunkált Termékek Laboratóriuma, az Anyagvizsgáló Labor és végül az Elektrokémiai Labor, azaz összesen 16 laboratórium. Ennek az új rendszernek és munkamódnak a bevezetése nyilván évekig tartott, mert én már a '60-as évek első felében a Nagytisztaságú Fémek Laboratóriumának voltam a vezetője, és ebből a posztomból mentem át 1965-ben a Vaskutba.

A 60-as évek első felében a Fémkut is érte kellemetlen meglepetés, kissé hasonló, mint a Vaskutat a GTI-vel kapcsolatban. A história kevéssé közismert. Ez idő tájt kezdtek bányászni Kővágószőlősen a korábban megtalált uránércet. A NIM elrendelte feldolgozási kísérleteinek azonnali elkezdését szovjet titkosított technológia alapján. Erre szinte napok alatt át kellett adni a timföldcsarnokot, hisz mindkét technológia hidrometallurgia. Tapasztalt szakembereket nem volt nehéz kapni, mert alapfizetésükhöz 30% urán- (veszélyességi-) pótlék járt. A timföldkutatásokat ezalatt a vállalatok laboratóriumaiban lehetett kinkszerűen elvégezni, vagy sehogy. Ez az állapot kb. két évig tartott, míg el

nem készült Pécs mellett a kutató gyáregység. A sugárveszélyes technológia miatt előfordult inkorporáció, azaz sugárfertőzés. Ez nem más, mint a radioaktív sugárzást kibocsátó anyagnak, esetünkben pl. uránércpor-részecskének az emberi szervezet valamely részébe való beépülése, mely az adott helye/k/en sugárártalmat vált ki, pl. rákos daganatot, leukémiát.

Az uránosok távozása után a csarnokot csak dekontaminálás után tudták a timföldesek birtokba venni. Dekontaminálás alatt azt a művelet/sorozat/ot értjük, amikor egy épületrészből a sugármentesítés céljából a radioaktív szennyeződést el kell távolítani a padlózat felvételével, a falazat leverésével, a szennyvízcsatorna kicserélésével. Szerencsére ezek tetemes költségeit az Atomenergia Bizottság és a Központi Fizikai Kutató Intézet szakembereinek biztonsági méréseivel együtt a NIM vállalta. Minderre csak azért tudok emlékezni, mert abban az időben én voltam az intézet biztonsági megbízottja, akinek nem volt joga semmibe belelátni és beleszólni.

Gillemot akadémikus 21 év után, 1969-ben vonult vissza a Fémkut éléről, őt *dr. Zámbo János* okl. vegyész-mérnök, kandidátus követte. A Fémkut 1975-ig maradt önálló, mikor is a NIM utasítására és a szovjet intézmények mintájára összevonták a tervező, később fővállalkozó intézettel, az Alutervvel. Így született meg rövidítve az Aluterv-FKI, ami végelszámolással, jogutód nélkül 1996-ban szűnt meg. Sajnos! [6, 7].

Az intézetek jeles alapítója és vezetője 1977. augusztus 20-án szívinfarktusban váratlanul hunyt el 65 éves korában.

Mindkét intézet felsőbb vezetésében sűrűn voltak változások, amelyek rendszeresen újabb és újabb direktívákat szültek, amelyek általában nem tettek jót a kutatásnak.

A kutatóintézetek hosszú évekig központi ellátmányból gazdálkodtak. Ez talán bizonyos mértékig elkényelmesedéshez, lezserséghez vezetett, bár mi nem így éreztük. Viszont egyre inkább észlelni lehetett a szocialista gazdálkodás botladozásait. A kutatósokra fordított központi ellátmányok évről-évre zsugorodtak. Előtérbe kerültek a vállalati kutatási-technoló-

giafejlesztési szerződések. Nekem ez nem okozott problémát, mert az iparból kerültem kutatónak, mert évtizedekig tanítottam-oktattam technikumban és egyetemeken, és sok tanítványom került vezető posztokba, és mert talán jó volt a kapcsolatteremtő készségem.

Ebben a milióban kezdett rossz lenni a csengése a „kutatóintézet” szónak, de javult a vállalkozásé-vállalaté. Így lettünk **Vasipari Kutató és Fejlesztő Vállalat** 1983. január 1-jével, a Tudománypolitikai Bizottság határozata alapján. Ehhez azonban nem egy tudósra volt szükség az igazgatói székben, hanem egy „másként gondolkodóra”, mondjuk ipari emberre. Verő prof. 1975-ig igazgatta a Vaskutat úgy, hogy nyugdíjazása előtt egy héttel *dr. Horgos Gyula* miniszter nagyjából így adta át neki a Magyar Népköztársaság Zászlórendje kitüntetését: Józsi bátyám! Addig munkálsz a magyar vaskohászat sikerén, ameddig akarsz! Majd ugyanez a miniszter nyújtotta át neki a nyugdíjazásáról szóló verdiktet egy héttel később. 1985. június 11-én a Farkasréten vetünk végső búcsút tisztelt és szeretett professzorunktól.

Irodalom

- [1] *Jakóby László*: A Fémipari Kutató Intézet alapítása és szervezete. in: A Fémipari Kutató Intézet Közleményei, I. köt. 1956. Bp. 455–457. p.
- [2] *Gillemot László*: A tudományos kutatás hazai problémái. Bányászati és Kohászati Lapok, 82. (1949) 81–85. p.
- [3] Magyar Országos Levéltár (MOL) XXVI-F-12-1 doboz, alapítási és átszervezési iratok (1949–1987). A Vasipari Kutató Intézet története.
- [4] A Vasipari és Fémipari Kutató Intézetek megnyitása. Bányászati és Kohászati Lapok, 84. (1951) 212–215. p.
- [5] *Verő József*: A Vasipari Kutató Intézet 10 éve. Kohászati Lapok, 92. (1959.) 331–332. p.
- [6] *Dr. Klug Ottó (főszerk.)*: A magyar ezüst története. HUNGALU Magyar Alumíniumipari Rt. 1957. Bp.
- [7] *L. Gillemot*: Twenty years of Research Institute for Non-Ferrous Metals. in: Proceedings of the Research Institute for Non-Ferrous Metals. IX. Akadémiai Kiadó, 1971. Bp. 29–40. p.

Hétköznapi visszapillantások:

Visszacsendő nevek, visszacsengő hirdetések...

Van új a nap alatt? Bizonyára! Mégis meglepő, hogy mily sok dologgal találkozunk ismét 70–80 év távlatából. Valószínű írhatnék 120–150 évet is, de most egy 1942-es kiadvány került a kezembe, és ez a kis 88 oldalas füzet meglepő információkkal szolgál, akár a 80 felettieknek, akár a még iskolapadot koptató leendő mérnök generáció számára is.

Mire is akadtam? „Új anyagok” címmel 1942-ben a Budapesti Nemzetközi Vásár által kiadott, a Budapesti Kereskedelmi és Iparkamara által összeállított anyagról, kiskönyvről van szó.

Sok az „új név”: BNV, BKIK, pedig eltelt 71 év! Nos, akkor a háború kelles közepén ez a kis kiadvány biztos jóval komolyabb információtömeget jelentett, mintsem ma a szinte fel sem lapozott hasonló kiadványok.

A mű alcíme: „Tájékoztató a Magyar Föld Kincseiből előállítható újabb ipari anyagokról és készgyártmányokról”. Az Atheneum adta ki, *Kárpáti Aurél* igazgató, mint felelős nyomda, és *dr. Futó Mihály* a felelős kiadó.

A kötet cím nélküli előszava szívbemarkoló mondatokkal kezdődik: „A világháború sokkal jobban mint valaha, a nyersanyagok kérdését állította gazdasági életünk középpontjába. A tengerzár a háború előtti gazdasági kapcsolatokat egy csapásra megszakította, s ezáltal kérdéseessé tette az ország ipari üzemeinek anyagellátását, úgyhogy sor került a hadifontosságú nyersanyagokkal való központi

gazdálkodásra, sőt a legkülönfélébb anyagtakarékosági intézkedések egész sorára is. Ebben a helyzetben különös jelentőségük van azoknak az új anyagoknak, amelyekkel most a harcban álló Európa vívja önvédelmi harcát, s amelyek már az eddigi tapasztalatok szerint is sokszor az eredeti nyersanyagoknál is nagyobb használhatóságuk révén olyan eredményesen helyettesítik a túloldalról sorsdöntőnek hitt tengerentúli nyersanyagokat.

Ez a kis füzet kettős célt szolgál, amikor rövid összefoglalásban ismerteti a legfőbb hazai alapanyagokból gyártható fontosabb új anyagokat. Egyrészt a közönséget és a termelő ipart szándékozik megismertetni velük, hogy elősegítse termelésük és fogyasztásuk bevezetését, s így enyhítve az ország nyersanyag gondjait. Másrészt azonban – abban a meggyőződésben, hogy ezeknek az új anyagoknak a nagyobb része nem kényszerhelyzetben született átmeneti szükségmegoldás, hanem a korszerű vegyészeti ipar egy-egy vívmánya – ezek a sorok a távolabbi magyar jövőt is igyekeznek szolgálni...”

Aztán a további nyolc oldalon tartó előszót követően, tartalomjegyzék nélkül ismerteti az alábbi anyagokat, illetve leginkább felhasználási lehetőségeiket, segítve a háborús hiány okozta helyzetet. Így szóba került: a fa, a szén, a kőolaj, a földgáz, a bauxit (e fejezeten belül az alumínium), a kősó, és az olajmagvú növények.

Végül a „Pamutosítás” c. írás adja az anyagismertetések záró fejezetét. A felsorolt fő fejezeteket három feldolgozási folyamatára követi: a kőolajról, a fáról és a szénről, majd egy műszaki táblázat következik „Alumínium ötvözetek” címmel a fém legfontosabb tulajdonságainak és felhasználási területeinek a bemutatásával.

Az alumíniumos táblázat és a hirdetések között egy a mai életvitelünknek és gondolatvilágunknak igencsak furcsa írás következik: „Új anyagok felhasználása a lábbelikészítő iparban” címmel. Többször átlapoztam az anyagot, mire rájöttem, hogy a négyoldalas kötött szöveg a „Lábbeli Központ” hirdetése, és ezt követően sorjázna a hirdetések, 71 év ide vagy oda. Előbb a KÁBELGYÁR Részvénytársaság (Bp. Fehérvári u. 120.) egész oldalas hirdetése, aztán a NORRIS gyártmányok *Kratochwill Alberttől* (műszaki-, elektro- és rádiótechnikai cikkek prés vagy fröccsöntött eljárással). Aztán az Ihor műanyagcsapágyak az ISOLA Művek Rt.-től. Záró hirdetés oldal a „ROHAM CIPÓTALP” a „vízhatlan és elpusztíthatatlan”! Azt hinnénk, hogy vége, de nem: jön egy bekeretezett oldal: „Magyarország egyik legfejlettebb, legizmosabb ipara a textilipar” címmel. Meglepő, és kérdésre ösztökél: Hol vagy ma textiliparunk?

A kérdés azonban el is gondolkodtat: **Remélem leszünk még fémkohászok!**

 Hajnal J.

Nemak szakmai nap a Miskolci Egyetemen

A hengerfejöntés magyarországi fellegvára már 20 éve folyamatosan fejlődik és látja el a világot öntvényekkel. VAW Alumíniumtechnika Kft.-ként ismerte meg Magyarország az öntödét, mely később HYDRO, néhány éve pedig Nemak Győr Alumíniumöntöde Kft. néven egy világcég tagja lett.

A Nemak Győr Kft. és a Miskolci Egyetem közötti együttműködések több mint 10 éve folyamatosan követik egymást, mindkét fél kölcsönös megelégedésére. Számtalan hallgató fordult meg Győrben, akik nyári szakmai gyakorlati idejüket töltötték ott, szakdolgozatukat, vagy esetleg TDK-dolgozatukat készítették el. A közös

kutatások és együttműködések újabb lépése volt, mikor létrejött a Miskolci Egyetem „Alumíniumöntészeti kihelyezett oktató laboratóriuma” a Nemak Győr Kft.-nél.

Új fejezet kezdődött, mikor a cég egyértelmű lépéseket tett a tehetség-gondozás és szakember-utánpótlás támogatása érdekében. Eme fejezet

első lépése volt, amikor nyílt pályázatot hirdetett meg a „Nemak-díj” elnyeréséért a Miskolci Egyetem Tudományos Diákköri Konferenciáján 2012-ben, a legjobb öntészeti témájú előadásért, külön BSc- és MSc-képzésben résztvevő hallgatók számára. BSc-kategóriában *Bejczy Balázs* III. éves hallgató, míg MSc-kategóriában *Kulcsár Tibor* nyerte el a díjat.

A következő lépést jelentette a „Nemak ösztöndíj-program” meghirdetése BSc nappali tagozatos, öntészeti szakirányos hallgatók számára. A program népszerűsítésére és a cég, cégcsoport jövőképeinek bemutatására 2013. május 16-án rendeztük meg az I. Nemak Szakmai Napot a Miskolci Egyetemen.

A szakmai nap első felében a Nemak Győr Kft. vezetősége tartott előadásokat konferencia keretében, melynek levezető elnöke *dr. Palotás Árpád Bence* professzor, karunk dékánhelyettese volt.

David Toth, a cég ügyvezető igazgatója nyitotta meg az előadások sorát, aki mind a győri, mind a globális megjelenésről beszélt, valamint bemutatta, hogy melyek azok a kulcsfontosságú szempontok, amelyek sikeressé teszik a magyarországi vállalatot.

Major Hédi HR vezető a Nemak ösztöndíj-programját ismertette. Előadásában részletesen kitért arra, hogy miért döntöttek a program elindítása mellett, mi a program célja és milyen előnyökkel jár, ha valaki bekerül a programba. Nem utolsósorban elmondta, hogy melyek a programba való bekerülés feltételei.

Dr. Dúl Jenő előadásában az ipari partnerekkel való kutatási együttműködések fontosságát emelte ki, ezen belül is az elmúlt 10 év jelentősebb Miskolci Egyetem – Nemak közös kutatási témáit. Beszédében vázolta a következő időszak lehetséges témáit, valamint nagy hangsúlyt fektetett a hallgatók aktív bevonásának fontosságára ezekben a kutatási témákba.

Dr. Fegyverneki György az általa vezetett Termék- és Folyamatmérnökség (TFM) csapatáról, mindennapi feladataikról beszélt, valamint arról, hogy a cég teret enged a mérnöki elme szárnyalásának is; ez utóbbi képekkel is szemléltette. Második prezentációjában a világméretű cég-



■ Dr. Dúl Jenő fogadta a Nemak Győr Kft. küldöttségét

nél való elhelyezkedés előnyeit mutatta be, példaként felhozva *Czeglédi Miklós* folyamatmérnök Mexikóban eltöltött 10 hónapját, ami a továbbképzés és tapasztalatcsere szellemében telt el.

Török Róbert szenior termékmérnök a cégnél eltöltött közel 10 évről, tapasztalatairól, feladatköreiből számolt be. Előadásában megismertette a hallgatósággal egy új termék bevezetésével kapcsolatos hosszú és aprólékos előkészületi munkálatokat, amelyeket általában a linzi fejlesztőközponttal közösen végeznek.

Juhász Gábor junior folyamatmérnök a cégnél írt szakdolgozatának körülményeiről és a cégnél eltöltött első 10 hónapjának élményeiről, feladatairól szólt.

Az előadók sorát *Kovács Zoltán* III. éves öntész-hőkezelő szakirányos hallgató zárta, aki tavaly a nyári szakmai gyakorlatát a Nemak Győr Kft.-nél töltötte negyedmagával. Elmondta, hogy a cég nagy figyelmet fordít arra, hogy a gyakorlat ideje alatt a hallgatók tudásvágyát kielégítsék, és megfelelő szakmai feladatokkal lássák el őket. Ezt bizonyítja, hogy *Biró Nóra*, *Bejczy Balázs* és *Kovács Zoltán*, akkor még másodéves hallgatók egyenként külön TDK-dolgozatot készítettek a cégnél elvégzett mérésekből, melyek közül *Zoltán* dolgozata az Országos TDK-konferenciára is eljutott.

A cég képviselőiben jelen volt még *Braun Zsolt* műszaki igazgató, *Rendes János* tanácsadó, *Scher-*

mann Imre melegüzem-vezető, valamint *Kertész Tünde* labormérnök a TFM-től.

A konferenciát vezetői megbeszélés követte, amelyen a Műszaki Anyagtudományi Kar és a Metallurgiai és Öntészeti Intézet vezetői képviselték egyetemünket. A NEMAK Győr Kft. vezetői hangsúlyozták, hogy a hazai viszonyok között egyedüli öntészeti szakemberképzés és öntészeti kutatóbázis fontos szerepet játszik a társaság termelési és fejlesztési feladatainak megoldásában. Az öntészeti partneri együttműködésre folyamatosan és hosszú távon is számítanak.

Dr. Gács Zoltán dékán tájékoztatta a partnercég vezetőit a MAK aktuális helyzetéről, az öntészeti oktatás és kutatás személyi feltételeinek megerősítését segítő kari szándékról. Egyetértett azzal, hogy az öntészeti kutatási-fejlesztési témákban a FOUNDRY-SOLID Egyetemi Innovációs Közhasznú Nonprofit Kft. – a Miskolci Egyetem és a Magyar Öntészeti Szövetség közös tulajdonú társasága – látja el az együttműködéshez tartozó feladatokat.

A szakmai programot állófogadás követte, ahol a cég képviselői készséggel álltak a hallgatóság, diákság rendelkezésére.

A szakmai napot a „Nemak Hagyományteremtő Szakestély” zárta, ahol a praesidiumon *dr. Grega Oszkár* a. Impala elnökölt, jobbán pedig *Kertész Tünde* a. Bio baby töltötte be a major domus szerepét. Dr. Dúl Jenő

a. Színes sóder avatta fel a szakestély kupáját, a tőle megszokott „zsák dióhéjban”, majd dr. Palotás Árpád Bence professzor a Pali tartotta meg nem is olyan komoly poharát. A szakestély vidám hangulatáról gondoskodott mindannyiunk jó barátja, *Kiss Csaba* a. Balhész Charley, akinek ez

volt a 402. szakestje! A szakest záraként dr. Fegyverneki György a. Fürtöske, vagy ahogy a mélyen tisztelt praeses hívta: dr. George Gunforhim minősítette a krampampulit.

Zárszóként leírható, hogy a szakmai nap eredményesen, jó hangulatban telt el, a hallgatóság fontos és

értékes információkkal lett gazdagabb!

Köszönet a NEMAK Győr Kft. vezetőségének és a szakmai napon megjelenteknek egyaránt!

Jó Szerencsét! Legyen Fényes Sikere a Kohásznak!

Leskó Zsolt

Negyven éves a dunaújvárosi vas- és acélszobrászat

Az országban, de egész Európában egyedülálló, egymilliárd forint eszmei értékű vas- és acélszobor együttest tudhat magáénak Dunaújváros. Az 1974 és 2000 között megrendezett 12 művésztelep hozadéka nem csupán a 63 műemlékileg védett kortárs alkotás, hanem a szobrok születését övező szellemi műhely. Abban a korban kezdte meg működését a dunaújvárosi Vas- és Acélszobrász Alkotótelep, amikor a kultúrpolitika az úgynevezett „3T” (Tilt – Tűr – Támogat) mentén szabályozta az alkotás folyamatát is. Többek között annak a *Galántai Györgynek* a pályamunkáit fogadta el több alkalommal az Ítéző Művészeti Tanács, aki éppen a „Tűr” kategóriába tartozott. Három nagyméretű szobra, a „Jövőbejárat”, a „Félix=Viktória”, valamint a „Lemezplasztika” a Dunai Vasmű üzemében, hozzáértő szakemberek közreműködésével készült el. A művésztelep kitorési pont volt a kor „kulturharcának” izlésbeli kényszeréből. De nem kevésbé érdekes annak az *Ingo Glassnak* az „Alfa+Omega” alkotása, aki a romániai diktatúrából menekülve úgy döntött, hogy a Duna partjának több pontján, több országban hagyja keze nyomát. Ily módon a pentelei fennsíkon nemcsak egy sajátos kultúra teremtődött, hanem a város közterein a kortárs képzőművészet jelentős alkotásait felvonultató szoborpark is létrejött. Időtálló anyagból, időtálló térben állnak a szobrok a maguk formai sokszínűségével, üzeneteivel, különlegessé téve a Duna-parti panorámát és arborétumot.

A Városi Tanács, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohó- és Fémipari Főiskolai Karának vezetése, valamint a Dunai Vasmű vezérigazgatója, *Borovszky Ambrus* támo-

gatásával megkezdte munkáját a művésztelep 1974 májusában, a főiskola tanműhelyében. Az első résztvevők: *Csáji Attila*, *Csikszentmihályi Róbert*, *Magyar György*, *Seregi József*. A szervezők: *Birkás István*, *Erdész László*, *Friedrich Ferenc*. A következő évben is megrendezték, s hamarosan a város köztereire, illetve a Duna-parti sétautak mellé kerültek az első nagyméretű acélszobrok. *Dr. Szabó Ferenc* vezérigazgató döntése alapján az alkotómunka 1977-ben a Dunai Vasmű különböző üzemeibe tevődött át, s az alkotótelep 1983-tól nemzetközivé bővült, 1987-től tanácskozással, úgynevezett szimpóziummal is kiegészült.

A Dunaújvárosi Városi Tanács és a Dunai Vasmű vezetése 1989-ben döntött a Dunaferr-Art Dunaújváros Alapítvány létrehozásáról. A kuratórium elnöki teendőivel *Klein András Miklóst* bízták meg. Az alapítvány feladata a művésztelepek megszervezése, illetve a szoborvagyonról gondoskodás lett. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata és az alapítvány az évenkénti támogatásról együttműködési megállapodást kötött, az ebből befolyt összeget az alkotások állagmegóvására fordították. Az utolsó alkotótelepet 2000-ben rendezték. A 12 dunaújvárosi alkotótelepnek 54 képzőművész vendége volt, közöttük 18 külföldi szobrász. A résztvevők között több olyan művész is található, aki többször vett részt pályázat útján, vagy meghívottként az alkotómunkában.

A Nemzeti Galéria kezdeményezésére 2011. január 31-én a 63 vas- és acélszobrot a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal védetté nyilvánította, indoklásában a szoborparkot a magyar egyetemes képzőművészeti kul-



■ Egy alkotás a szoborparkból

túra fontos részeként határozta meg.

A kisebb művek gyűjteménye a művelődési ház, az MMK udvarában látogatható, s 2010-ben vette fel a Nicolas Schöffer Európa Szoborpark elnevezést. A város szívében található gyűjteménnyel kívánjuk felhívni a figyelmet a Duna-parti szoborparkra, de azt is szeretnénk, hogy fordítva is működjön: akit érdekelnek a nagyméretű konstrukciók, tekintse meg a kisebb, de legalább olyan izgalmas alkotásokat is – fogalmazott *Ézsias István* szobrászművész, a nemzetközi kiállítás kurátora.

Az erős támogatottság hatalmas kitorési pontot jelentett Nyugat-Európa, a szakma felé – értékelte az elmúlt évtizedeket az alapítvány nemrégiben megválasztott új elnöke, *Várnai Gyula* Munkácsy-díjas képzőművész.

Amióta létezik az alkotótelep, s az annak nyomán létrejött a szoborpark,

mindig voltak olyanok, akik a kiállított műveket kedvelték, de akadtak olyanok is, akik értetlenséggel álltak előttük. Éppen ezért az új kuratórium nagyobb figyelmet szentel a felnövekvő generáció tagjai megnyerésére, a szoborparkban rejlő értékek felfedezésére. Hazánkban sorra szűnnek meg korábban jól működő alkotótelepek, mennek tönkre szabadtéri kiállítóhelyek. A kérdés csupán az,

hogyan Dunaújvárosban, az elkövetkező években a megszűnésnek, vagy egy új minőség születésének leszünk a szemtanúi. Az adott lehetőségekhez rugalmasan kell formálnunk önmagunkat, de az a korszak elmúlt, hogy többtonnás szobrokat tegyünk a Duna-partra. Nem is baj, ha Dunaújváros lakossága és a szakma is látja, hogy az acélszobrászat nem csak gigaméretben létezik – véli

Várnai Gyula kuratóriumi elnök. Terveik között szerepel hazai és külföldi pályázati forrásokra alapozva, a Duna bal partján felépült városban újabb alkotótelepek megrendezése.

Jövőre lesz negyven éves a Dunaújvárosi Nemzetközi Vas- és Acélszobrász Alkotótelep és Szimpózium. Már folynak a jubileumi kiállítás előkészületei.

Szente Tünde

Látogatás a Bombardier-nél

A Fémkohász Szakosztály budapesti helyi szervezete 2013. március 28-án látogatást tett a vasúti kocsigyártással foglalkozó Bombardier MÁV Kft.-nél Dunakeszin, Csonka László titkár szervezésében. A látogatásra az adta az ötletet, hogy a helyi szervezet egy fiatal tagja, Törköly Tamás ott dolgozik. És ha Tamás a munkája miatt nem tud részt venni a helyi szervezet programjain, akkor miért ne a helyi szervezet látogassa meg őt?

A cég jogelődjét 1926-ban alapították MÁV Dunakeszi Főműhely néven. 2001-ben került a Bombardier csoport közlekedési üzletágának tulajdonába. A cég elsősorban vasúti kocsik tervezésében, gyártásában és szervizelésében szerzett jártasságot. Az 1950-es évek óta több mint 2700 kocsit gyártottak. A kocsitípusok skálája igen széles: hálókocsik, autózálító kocsik, elővárosi kocsik, vezérlő kocsik, Intercity kocsik, couchette-ek és motorvonatok karbantartása szí-

nesítik a kínálatot. Európa számos országában futnak az itt gyártott kocsik.

Juhász Róbert projektmenedzser a cég bemutatásakor kitért néhány érdekes esetre. Néhány éve Oroszországból érdeklődtek egyszerre 1000 kocsik felújítása iránt. Ebből végül egy bisztrókocsi legyártása valósult meg, azt is csak évek után fizették ki. A másik eset, hogy a londoni metró támadásban megsérült kocsik újjáépítését is itt rendelte meg a londoni Metronet.

A cég nagy acélfelhasználó. A hegesztés az egyik legfontosabb technológiája. A munkafolyamatok során megtervezik, legyártják és összeszerelik a teljes szekrény- és forgóvázat. A járműszerelvényekben végzik a készre szerelést. Külön festőműhelyük is van. A kész kocsinak át kell esni a fővizsgán, mielőtt a pályára kerül. A cég rendelkezik ISO 9001-es minőségirányítási rendszerrel, DIN

EN 15085-2, MSZ EN ISO 3834-2 hegesztési tanúsításokkal, ISO 14001-es környezetirányítási és MSZ 28001-es munkabiztonsági tanúsítással. A Lean-t is alkalmazzák: a munkaterületek rendezettek és jól áttekinthetőek. A szerelési folyamatokat a veszteségek kiküszöbölésével gyorsítják.

A Bombardier Csoport 16,8 milliárd USD forgalmat bonyolít le 71 000 alkalmazottal. Ebből a dunakeszi üzem 8 milliárd Ft-ot teljesít, 550 munkatárssal.

Mindig szívesen látunk nyílt programjainkon olyan érdeklődőket, akik nem tagjai a helyi szervezetünknek, de szívesen vesznek részt szakmai rendezvényeinken. Ezúttal a Magyarmet Kft., a Csepel Metall Kft. és az Auras-2000 Kft. munkatársait üdvözölhettük a látogatók népes csapatában.

Csonka László

Reneszánsz kori bányász–kohász–erdész emléktúra

Az „Úgy is egyszer...” Bányász–Kohász–Erdész Asztaltársaság 14 fős csapata 2013. április 26–28. között emléktúra keretében kereste fel a Tolnai Hegyháttól északra, valamint a Völgység és a Szekszárdi Dombság reneszánsz kori és a XVIII. század végi bányászati–kohászati és erdészeti ipartörténeti és gazdálkodási emlékeit. A túra a ma 200 éves és teljes vertikumában működő Simon-tornyai Bőrgyár Kft. meglátogatásával

kezdődött. Hazánkban ma ez az egyetlen nyersbőrfeldolgozó üzem, melyet Fried Imre és Pál fia alapítottak a Dunántúl nagybirtokain folyó állattenyésztés és vágóhídi feldolgozás nyersbőreinek kikészítésére, valamint az ipari és háztartási bőrszükséglet kielégítésére. A mai gyártelepen 1954-ből származó, zömében olasz gyártmányú villamos meghajtású gépekkel végzik a nyersbőr tisztítását és a pácolást szigorúan ellenőr-

zött technológiai előírások szerint. A vegyi kezelés, a felületi megmunkálás és festés kiváló minőségéről a megrendelők tanúskodnak. A kiterjedt nagybirtokok által meghatározott terület, a tatárjárást követő megerősített gazdasági központ építkezésekkel került be a helyi történetírásba. Simon-tornya főúri várát 1277-ben Simon országbíró kezdte építeni. Az épületegyüttes Lackfi István erdélyi vajda és fiai, majd Gergellaki Buzlay



■ 1. kép. Az ozorai Pipó-várnál



■ 2. kép. Grábócon, az ortodox női kolostor előtt

Mózes alatt érte el fénykorát. Szakavatott vezetéssel és a 3D látvány beiktatásával nyertek bepillantást tagjaink a korabeli és a későbbi korok életébe. A vár épületét az akkori birtoikos, a zirci apátság az 1930-as években bérbe adta a Fried börgyárnak raktározására.

Az út innen Ozorára vezetett, ahol *Luxemburgi Zsigmond* királyunk kemény kezű, firenzei származású hadvezérének, *Filippo Scolarinak* olasz reneszánsz stílusú várkastélyát (1. kép) és a benne elhelyezett, a korabeli fegyverkovácsok szakmai tudását igazoló, lovagi páncél- és fegyvergyűjteményt tekintettük meg, majd a későbbi tulajdonos család, az *Eszterházyak* lakosztályait, akik később a várkastélyt ugyancsak uradalmi raktárnak használták. A várkastély mai fenntartói folyamatos pályázással készülnek a külső falak és sarokbástyák újraépítésére. Más pályázatokkal a gyógynövénytermesztésre és azok gyógyító felhasználására oktatják az erre vállalkozó látogató csoportokat. Csatunk tízféle gyógytea készítése, felhasználási elméletében és kóstolási gyakorlatában vett részt a reneszánszkori konyha előtt felállított hosszú asztal körül, szakszerű vezetéssel. A helyi önkormányzat ebédlőjében elfogyasztott ebéd után keresték fel a résztvevők a Gyulaji Erdészeti és Vadászati Zrt. tamási központját, majd séta keretében felkapszkodtak a Várhegyen épített kilátóhoz, ahonnan felejthetetlen panoráma tárult eléink. Az 1315-ben először említett tamási vár 150 évig volt török megszállás alatt, majd *Eszterházy „Fényes” Miklós* herceg az ozorai birtokközpont vadászkastélyát építtette

fel 1777–79 között a vár kőanyagának felhasználásával Miklósvár néven. Európa hírvadászatok voltak minden harmadik év szeptember 5-ével a gyulaji erdőségekben és a téglakerítésű vadasparkokban. Különösen nevezetesek voltak a „palánkcsalitos” vadászatok. Az első felelős magyar kormányának, a király személye mellé rendelt minisztere, aki ekkor még angol nagykövet volt, herceg *Eszterházy Pál* 1847-ben rendezte meg utoljára ezeket a több ezer kiszolgáló személyzetet megmozgató vadászatokat. A ma már magántulajdonú Miklósvár kastély külső megtekintése után a Gyulaji Zrt. által 2011-ben megvalósított Szent Hubertusz pihenőparkot és a kápolnát útba ejtve foglaltuk el szállásunkat az Óbíródi Vadászházban. A bőséges vacsorát az Asztaltársaság egyentrikójában fogyasztottuk el, amely után Györgynapi köszöntések és élménybeszámolók, majd a szokásos selmeci nóták kerültek be a repertoárba. Másnap a reggelit követően a vadászház mellett lévő horgásztavat kerültük meg egyórás sétával, mely közben az ugyancsak bérelhető horgásztanyák bérlőivel vitattuk meg a várható horgászsikereket. Ezt követően lovas kocsival felkerestük a híres däm vad rezervátumot, ahol szinte testközelből tanulmányozhattuk a kicsit félnk vadak egyéni és rudli (csoportos) mozgását. A délutánt egyik társunk Somogyegres melletti, a pincesoron kialakított, a tabi Öreghegy lankái előtt fekvő vadászkunyhójában töltöttük a szomszédok legnagyobb örömére. Visszafelé a tamási gyógy- és élményfürdőt kerestük fel fáradt tag-

jaink felrészítése céljából, majd vadételekkel búcsúztattuk a programdús napot az Óbíródi Vadászház tróféákkal ékesített gyönyörű ebédlőjében.

Vasárnap reggeli után elbúcsúztunk házigazdáinktól, és az ugyancsak a Gyulaji Zrt. által fenntartott Lengyel-Annafürdőt kerestük fel. Az Apponyiak egykori birtokán kialakított épületegyüttesben erdei iskola és bérelhető vadászház van a mindig friss vizet adó Anna-forrás mellett. Innen Bikalra mentünk, ahol az egykori Puchner-kastély szomszédságában felépített reneszánsz városkát és falucskát jártuk be, betekintve a régi mesterségeket gyakorló helyi műhelyekbe és a szállodák férőhelyei mellett ugyancsak bérelhető reneszánsz kori lakrészekbe. Rövid autózás után Szászváron a Bányászati Múzeumban, *Csoma István* bányász technikus úr vezetésével, aki bányamentőként dolgozott a köszénbányák 1995. évi bezárásáig, áttekinttük az 1808-ban megkezdett szénbányászat művelési és tárgyi emlékeit, közöttük az 1885-ben készített német nyelvű felirattal ellátott gyönyörű, világoskék alapszínű Szent Borbála-bányászászlót és a Selmecről elhozott bányász díszegyenruhát, melyet egy idős bányászkollega hagyott a múzeumba. Utunkat folytatva a Bonyhád közeli Grábóc falucskában az 1587-ből származó, az egyetlen hazai ortodox női kolostort és templomot tekintettük meg Krisztina nővér vezetésével, aki Deszkről került noviciaként Újvidékre, ahol szerzetesnő lett és a belgrádi egyházvezetés helyezte Grábócra (2. kép). A templomban az ikonostáz bal oldali mellékoltárán van elhelyezve Szent Borbála kopo-

nyacsont-ereklyéje, melynek tisztele-
tére sok bányász is felkerekedik a
búcsú idején, hogy részt vegyen az
ünnepi misén. Bátaszéken az 1142-
ben alapított, egykori cikádori cisz-
tercita templom és kolostor alapfalak

és a ma éppen toronysüvegét vesz-
tett és ezért zárt templom megtekin-
tését követően a helyi Talizmán
Vendéglő kései ebédje elfogyasztá-
sa után, elbúcsúzva egymástól, ki-ki
hazafelé vette útját. Többen Baján

keresztül menve, a főtéren megállva,
Baja város nevezetességeiről hall-
gatták meg idevalósi kollégánk érde-
kes előadását.

Dánfy László

V. Ózdi Ipari Örökségvédelmi Konferencia

Az Ózdi Ipari Örökségvédők Baráti
Köre – az Ózdi Művelődési Intéz-
ményekkel közösen – ez évben is
megrendezte a már hagyományos-
nak mondható konferenciát. Az ese-
mény rangját emelte, hogy az a XV.
Ózdi Napok nyitó rendezvénye volt
és a város önkormányzata részéről
hathatós támogatást kapott.

A gazdag program a gyáralapító
Rombauer Tivadar emléktáblájánál
megemlékezéssel és tisztelgéssel
kezdődött. A nyitó momentumot –
kellemes meglepetésre – az egykori
gyári duda eredeti hangja tette emlé-
kezetessé. A méltató beszédet
Kirchknopf András nyugalmazott
kohómérnök tartotta.

Ezt követően a Városi Múze-
umban a 100 évvel ezelőtt üzembe
helyezett finomhengermű megma-
radt emlékeiből összeállított tárlatot
nyitotta meg *dr. Marczis Gáborné*, a
Finomhengermű Munkás Kft. egyko-
ri igazgatója. A tárlatot *Farkas Péter*,
a múzeum felelős vezetője mutatta
be a szépszámú, mintegy 80 részt-
vevőnek.

A Kaszinó patinás épületének
tükörtermében tartották a konferen-
ciát. A kohászhimnusz elhangzása
után *Benyhe László*, a baráti kör ala-
pító tagja, levezető elnök köszöntö-
tte a több mint 120 regisztrált részt-
vevőt, majd öt szakmai előadás
hangzott el.

Elsőnek *Fürjes Pál*, Ózd város
polgármestere az ipari örökség vé-
delmének helyzetéről, jelentőségéről
szólt. Előadásában kitért a régi gyár-
terület tervezett rehabilitációjára és a
város életébe történő bekapcsolásá-
ra, mely akár a város egy új központ-
jaként is funkcionálhat.

Ezt követte *Zsigrai Árpád* járási
hivatalvezető és *dr. Bárdosné Dudás
Viktória* projektmenedzser előadásá-



■ A Kohász-szobor átadásának ünnepélyes pillanatai

ban a múzeum és környező térsége
területén lévő gyári létesítmények és
ipari műemlék épületek felújítására
és új funkciós hasznosítására vonat-
kozó fejlesztés ismertetése.

Dr. Grega Oszkár, a Miskolci
Egyetem nyugalmazott egyetemi do-
cense a világ, Európa és hazánk
acéltermeléséről, valamint az acél-
ipar helyzetéről, kilátásairól tartott
átfogó tájékoztatást.

Az idén 100 éves, de már nem
működő és nagyrészt lebontott ózdi
finomhengerműről és különleges ter-
mékeiről *dr. Marczis Gáborné* tartott
személyes élményekkel és emlékek-
kel átszőtt előadást. Nagyon tanul-
ságos érvként említette, hogy Ausztri-
ában ma is működik egy hasonló
korú és technológiai színvonalú, ki-
zárólag egyedi, különleges profilokat
gyártó hengermű, mellyel az üzeme-
lés idején a Munkás Kft. üzleti kap-
csolatban volt.

Földi Jenő, az Ózdi Ipari Park Kft.
vezetője a társaság és a FÉMIKSZ

Kft.-vel közös tulajdonukba került
finomhengermű épületének jövőbeli
lehetőségeiről beszélt. Kiemelte,
hogy céljuk az ipari műemlék épület
megmentése, ipari, idegenforgalmi,
turisztikai jellegű hasznosítása.

A kapott visszajelzések, vélemé-
nyek alapján rendkívül színvonalas-
nak minősített rendezvény *Bokor
Sándor* nyugalmazott humán men-
edzser záró gondolataival és a
bányászhimnusszal ért véget.

A konferenciát követő napon,
május 25-én a program a régi gyár
területén tett látogatással folytatód-
ott, melyen a kb. 40 érdeklődő
bejárhatta az előző napi előadás-
kon szóba került helyszíneket és
létesítményeket. A séta végeztével
került sor a korábbi időszakban meg-
rongált, de immár restaurált Kohász-
szobor új helyszínén történő ünne-
pélyes átadására.

Kisfaludi Strobl Zsigmond Kos-
suth-díjas művész 1972-ben felava-
tott alkotását több éven át tartó mél-

atlan „hányattatás” után a város felújította, és Ózd legforgalmasabb helyén, a Gyűjtő téren felállította. A város múltját jelképező, de jelenére is utaló szobor újbóli köztérre helyezéséhez az ipari örökséget szívügyüknek tekintő szervezetek és ma-

gánszemélyek példamutatóan, adományokkal is hozzájárultak.

Az eredeti gyári dudaszóval kezdődő átadáson *Turiné Orosz Margit* civil kapcsolatokért felelős önkormányzati képviselő és *Benyhe László* mondtak méltató beszédet,

majd a városvezetés nevében *Fürjes Pál*, *Turiné Orosz Margit* és *dr. Kósné Dargai Rita* képviselők, továbbá a szakma nevében *Máté László* és *Kovács Imre* kohómérnökök helyeztek el koszorút.

Benyhe László

MÚZEUMI HÍREK

- A hosszú tél után egy kellemes, szívet-lelket melengető időszaki kiállítással nyitotta meg újra kapuit az Öntödei Múzeum 2013. április 20-án. Az akvarellekből, grafikákból és személyes tárgyakkal álló tárlat híven tükrözte *Deák János* életét és munkásságát. *Deák János* (1900–1975) izig-vérig második kerületi festőművész volt, aki előbb jogi diplomát, majd rajztanári oklevelet szerzett. Kiállított akvarelleiben a Dunát, a budai és a vízivárosi részt, lovakat és gyárakat jelenített meg. Egyik akvarelljén – amely múzeumunk tulajdonában van – az akkor még Ganz Öntödeként működő múzeumépület is megjelenik. A kiállítás 2013. május 26-ig volt látható.

- 2013. május 29-én a Ganz Ábrahám Két Tanítási Nyelvű Szaközéiskola és Szakiskola tanulói segítségével kitakarítottuk a Fiumei úti sírkertben lévő Ganz-mauzóleumot és környékét. Rendbe tettük a bejáratot, a kerítést és a mauzóleum belső részét. Be kell számolni arról a sajnálatos tényről, hogy a mauzóle-

um belső fala igen rossz állapotban van, sok esetben tenyérnyi vakolatdarabok hullanak a szarkofágokra.

Köszönjük az iskola tanárának, *Darabos Katalinnak* és a tanulóknak – *Nagy Tamás*, *Grigorescu Erik Norbert*, *Sallai Bence*, *Balázs János*, *Józsa Dániel*, *Song Ying Hao Gábor*, *Péter Róbert*, *Schéda Brigitta*, *Kucsák Vivien*, *Jókai András* –, akik munkájukkal támogatták a nemes célt (1. kép).

- A múzeum galériáján 2013. május 31-én nyílt meg „...a szobor születése...” című időszaki kiállítás, *Kutas László* szobrászművész és a vele dolgozó szoboröntők tiszteletére. A kiállításról szóló beszámoló a lap 19. oldalán olvasható.

- Az Öntödei Múzeum ebben az évben is részt vett a tizenegyedik alkalommal megrendezett Múzeumok Éjszakája című rendezvénysorozaton. Vendégünk ezúttal az Afrikai–Magyar Egyesület volt.

17 órától szabadtéri program volt a múzeum kertjében: afrikai zene szolt

Mhagama Péter és barátai közreműködésével, valamint változatos gyerekprogramok, kézműves foglalkozás és könyvbemutatók várták a kicsiket és a nagyokat (2. kép). Az öntöde csarnokában az oktatósaroknál elhelyezett digitális táblán *Konkoly-Thege György* afrikai képeit vetítettük.

18 órától *Kutas László* szobrászművésszel találkozhattak az érdeklődők, aki „...a szobor születése...” című új időszaki kiállítást mutatta be a látogatóknak, és érdekes kulisszatitkokat árult el a szoborkészítés folyamatáról, a mű megálmodásától a létrejöttéig.

19 órától a múzeum épületében tanzániai táncosok és zenészek előadásával indult a műsor. Majd *Raymond Irambo* az Afrikai–Magyar Egyesület humanitárius programjairól beszélt magyar nyelven. Ezt követően *Gyurácz Andrea* „Egy szöke nő kalandjai Afrikában” című könyv szerzője fényképes beszámolóját láthatták és hallhatták „Miért éppen Afrika? Sátorral, dzsippel Afrikában” címmel.

A programok ideje alatt munkatársaink szívesen álltak a látogatók ren-



1. kép. A „takarítóbrigád” a mauzóleum bejáratánál



2. kép. Az Afrikai–Magyar Egyesület táncosai a gyerekek között a múzeum kertjében

delkezésére, valamint két fáradhatatlan önkéntesünk, *Demeter Ferenc* és *Huszics György* ismertették meg az érdeklődőket a szép, de igen nehéz öntő szakma rejtelmeivel.

• Az Öntödei Múzeum szeretettel várja a látogatókat a múzeum nyitvatartási idejében, csütörtökön 10:00–16:00 óra között, pénteken és szombaton 10:00–14:00 óra között.

Elérhetőség:

Budapest II. ker., Bem József u. 20.

Telefon: 36/1/201-4370

E-mail: ontode@mmkm.hu

Web: www.mmkm.hu/ontodeimuzeum

 **Csibi Kinga**

■ KÖSZÖNTÉS

70. születésnapját ünnepelte

Szauter Ferenc 1943. július 25-én született Székesfehérváron. 1962-ben gépészmérnöki oklevelet szerzett. A képesítő vizsga letétele után a Székesfehérvári Könnyűféműben helyezkedett el, mint anyagvizsgáló.

1967-ben gépészmérnöki képesítést szerzett, és 1969-től a vállalatnál Zachár László vezetése alatt létrehozott Készáru üzemben programozó, majd



a gyáregységben termelésvezetői, később műszaki vezetői beosztásban dolgozott.

Munkatársaival együtt több alumínium késztermék kialakításában, országos elterjesztésében vett részt. Az 1970-es években itt készültek az első alu lámpaoszlopok, kenyérszállító konténerek, öntöző berendezések stb.

1990–1995 között a Készáru üzletág ügyvezetőjeként dolgozott. Erre az időszakra esett a korszerű porfestő üzem megvalósítása, sikeres beüzemelése, valamint az ajtó-ablakgyártó üzem elindítása.

1996-tól 2001-ig egy német tulaj-

donú cég irányítására kapott megbízást Veszprémben. Ez az üzem a privatizáció előtt a Közgép gépeinek javításával foglalkozott. A külföldi tulajdonosoktól azt a feladatot kapta, hogy egy éven belül teremtse meg a tárgyi és személyi feltételeit annak, hogy a cég német megrendelésre robottechnikai berendezéseket gyártson. A feladat sikeres megoldása után 2002-től budapesti központú, móri telephellyel rendelkező fémfeldolgozó üzem megszervezésével, annak irányításával bízták meg. 2007-ig ügyvezetőként, majd 2011-ig tanácsadóként dolgozott. 68 éves korában innen ment el nyugdíjba.

A Magyar Öntészeti Szövetség

és az

Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

meghívja az érdeklődő szakembereket a

22. Magyar Öntőnapokra

A rendezvényt 2013. október 18–20. között tartjuk Herceghalmon, a Hotel Abacusban.

Cím: 2053 Herceghalom, Gesztenyés út 3.;
www.abacushotel.hu

The Association of Hungarian Foundries
and the
Hungarian Mining and Metallurgical Society
invite you to the events of the

22nd Hungarian Foundry Days

is held in the
Hotel Abacus, Herceghalom, Pest County
on 18–20 October, 2013
Address: 3. Gesztenyés, Herceghalom 2053;
www.abacushotel.hu

Az OMBKE Fémkohászati Szakosztálya és

Egyetemi Osztálya

2013. november 15-én (pénteken)

a Miskolci Egyetemen rendezi meg a

XIV. Fémkohász Szakmai Napot

Előzetes program:

14:00–17:00 Szakmai előadások

17:30 Kamarahangverseny

18:00 Fogadás

A részletes programot a szervezőbizottság

az érdeklődőknek megküldi.

Táblaavatás Csepelen az alumíniumkohók emlékére



A rendezvényről szóló tudósítás a lap 33. oldalán található

A soproni egyetem tanárai 1949-ben



Ülő sor: Romwalter Alfréd (1890–1954) kémia; Széki János (1879–1962) fémkohászat; Verő József (1904–1985) fémtchnológia;
Tettamanti Jenő (1883–1959) bányagéptan; Vendel Miklós (1896–1977) földtan-teleptan;
Tárczy-Hornoch Antal (1900–1986) bányamérésztan; Zsák Viktor (1889–1967) vaskohászat.
Álló sor: Geleji Sándor (1898–1967) kohogéptan; Mika József (1897–1975) kémia; Esztó Péter (1885–1965) bányaművelésztan;
Diószeghy Dániel (1900–1969) tüzelésztan; Tarján Gusztáv (1907–1998) érc-és szénélőkészítés-tan