

### Fémöntészeti és Alkatrészgyártó Rt.

#### Fő adatok:

- Alapítva 1993
- 265 alkalmazott
- 17 Mio. € árbevétel
- kb. 140 termék
- ISO/TS 16949 minősítés
- 18 db hidegkamrás-nyomósas öntőgép
- 99% Autoipar
- 99% Export az Európai Unióba és Mexikóba



Elektronikai házak  
35 – 735 gramm



Termosztát házak  
90 – 280 gramm



Teherautó rezgésállapítás  
580 – 3.400 gramm



#### Software:

- Konstruktó Pro/Eng.
- Formatöltés – és dermedés - szimuláció NovaFlow & Solid
- Végeselemes számítások, Abaqus
- Odatte adatátvitel



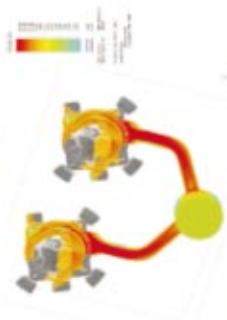
Fényszóró komponensek  
20 – 200 gramm



Személyautó rezgésállapítás  
40 – 550 gramm

#### Szolgáltatások:

- Fejlesztés
- Konstruktó
- Kísérleti szerszám
- Előszéria szerszám
- Széria szerszám
- Öntés
- Megmunkálás
- CNC-Megmunkálás
- Peremezés



#### Ellenőrző berendezések:

- Spektrométer
- 3D-Koordináta mérőgép
- Szilárdság ell. berendezés
- Röntgen berendezés
- Keménység ell. berendezés

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Jövőnk anyagai, technológiái

Egyesületi hírmondó

138. évfolyam

2005/3. szám



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

## Vaskohászat

- 1 Lontai Attila – Takács István  
A Dunaferr acélbuga-izzító kemencéi kapacitásának vizsgálata
- 10 Rézné Kovács Andrea – Walter Gerd  
Szálás tűzállóanyagok sugárzási tulajdonságainak meghatározása
- 13 Szakmai vita

## Öntészet

- 17 Hulka, Klaus  
Nióbium az öntöttvasban
- 23 Bárdos András – Buza Gábor – Lovas Antal – Varga Lajos  
Reprodukálhatóan gyártható, nagy üvegképző hajlamú üvegfémek

## Fémkohászat

- 29 Horváth Judit  
Nagy pontosságú vizsgálati módszer aranyalapú ékszerötvözetre
- 33 Dudich Endre – Kovács Árpád – Siklósi Lajosné – Szekér Zoltán – Tóth Kálmán  
 $Al_2O_3 \times H_2O$  – de mennyi? és még mi minden...

## Jövőnk anyagai...

- 39 Janó Viktória – Buza Gábor – Kálazi Zoltán  
Diszperz eloszlású, fémmátrixú kerámia kompozitréteg létrehozása lézersugaras felületkezeléssel

## Egyesületi hírmondó

- 45 Választmányi ülések
- 47 A fémkohászati szakosztály hírei
- 48 Köszöntés
- 51 Helyi szervezeteink életéből
- 53 Múzeumi hírek

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

## Lontai A. – Takács I.: Investigation of the soaking furnaces at the Dunaferr company ... .. 1

The initial temperature of the steel slab is assured by pushing type soaking furnace with gas firing. To soaking furnaces of 125-130 t/h capacity were investigated by the experts of the company. According to the results of the analysis it is impossible to increase further the productivity therefore investment of a new soaking furnace is unavoidable.

**Key words:** pushing type soaking furnace investigation of the production limits, necessity of the investment

## Mrs. Réz Kovács A. – Gerd, W.: Determination of the radiation properties of a fibre reinforced heat refractory material ... .. 10

Nowadays the fibre reinforced heat refractory materials have a great important in the isolation of high temperature equipments. This materials have excellent mechanical and thermal properties at high temperatures, too. A new model was developed with suits for the determination emission coefficient of the fibre reinforced porous materials.

**Key words:** heat refractory materials, fibre reinforcing emission coefficient, mathematical modelling

## Hulka, K.: Niobium in cast iron ... .. 17

Niobium is a very effective alloying element in cast iron since it forms primary carbides, exhibiting a fine particle size and homogeneous distribution, thus, resulting in improved wear resistance. Furthermore, niobium causes a refinement of the eutectic cells giving higher strength and, thus, allowing weight reduction. It has to be taken care, however, that the added ferroniobium is being dissolved in the liquid iron. This can be achieved by a suitable alloying technique.

**Key words:** Cast iron, niobium, alloying, carbides, eutectic cells, strength, wear resistance

## Bárdos A. – Buza G. – Lovas A. – Varga L.: Alloys with excellent glass forming ability and advanced manufacturability ... .. 23

In this paper, there is reported the invention of a new multicomponent alloy with excellent wetting ability between the melt and the mould, enabling the net shape casting of the high glass forming melt. By applying this composition, the casting of amorphous rings with 26 mm and 18 mm outer and inner diameters respectively can be achieved. Simultaneously the sufficient glass forming ability is also conserved, resulting excellent mechanical and good magnetic properties as well.

**Key word:** multicomponent alloy, glass formation mechanical and magnetic properties

## Horváth J.: Precise measuring method for gold basis jewellery alloys ... .. 29

In most European countries the fineness of objects made from precious metals is regulated by the law. The analytical precision and the duration of the measurement are very important. At the moment there are a lot of methods for the determination of gold. On the basis of our knowledge it is difficult to perform at the same time the conditions of precision and non-destructive because the prescriptions of accuracy are very strict. On testing gold jewellery alloys we choose the micro-cupellation method and the X-ray testing method.

**Key words:** gold jewellery alloys, precious metals analysis, gold analysis, micro-cupellation analysis, X-ray gold analysis

Dudich E. – Kovács Á. – Mrs. Siklósi. L. – Szekér Z. – Tóth K.:  $Al_2O_3 \cdot H_2O$ , but how much and what else? - The Short History of the Bauxite Prospecting Company ... .. 33

The Bauxite Prospecting Company in Balatonalmádi was the official research institute for the geological exploration of the Hungarian bauxite reserves. The company's laboratory has been fitted with up-to-date instruments during the years. The testing methods included nearly any chemical and physical method known in that time. The geologists of the company have been explored for bauxite in several parts of the world. E.g. in the year 1980 more than 1920 neutron activation analysis tests have been performed. The investment costs of the company's facilities have been amortized twice during its 30 years life.

**Key words:** bauxite geology, bauxite analysis method, stratigraphic searching, X-ray absorption analysis, chemical analysis, core-drilling

## Janó V., Buza G., Kálazi Z.: Dispersed metal matrix composite layer by laser melt injection technology ... .. 39

In the present work in situ metal matrix composite layer, reinforced with oxide particles on a steel sample has been produced by laser melt injection technology. Injection of the ceramic powder into the melted surface can be difficult due to the effect of surface tension and to the lower density of the  $Al_2O_3$  particles, compared to that of the steel matrix. These difficulties can be avoided by the in situ synthesis of  $Al_2O_3$  particles in the liquid steel matrix. This idea is based on the well-known deoxidation period of steelmaking, when small amounts of added metallic aluminium convert the dissolved oxygen of the liquid steel into aluminium oxide particles.

**Keywords:** in situ metal matrix composite, laser

LONTAI ATTILA – TAKÁCS ISTVÁN

## A DUNAFERR ACÉLBUGA-IZZÍTÓ KEMENCÉI KAPACITÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Az acélbugák kívánatos hengerléskezdeti 1200-1280 °C-os hőmérsékletét a Dunaferren (sok üzemhez hasonlóan) gáztüzelésű tolókemencékben biztosítják. A hengermű két, egyenként kb. 125-130 t/h tényleges izzítási teljesítményű kemencéjének munkáját vizsgálták a gyár szakemberei. A kapott eredmények szerint a kemencék óraterjesztménye már érdemben nem növelhető, ezért további (új) kemence építésére tettek javaslatot.

### Bevezetés, célkitűzés

A meleghengermű termelésének növelését a Dunaferren privatizációja során több pályázó is kívánatosnak ítélte. A nyertes Donbass–Dufenco konzorcium elhatározása – mely szerint Dunaújvárosba évi 500-600 kt acélbugát szállít, és itt 2,1-2,2 millió tonna betétet tervez kihengereltetni – így nem volt meglepő.

A meleghengermű eddigi csúcsterjesztményét 2004-ben értük el. A gyár folyamatos acélöntő gépein öntött 230 mm vastag, 940-1550 mm széles és max. 8400 mm hosszú bugákból, feszített munkatempóban 1555 kt-t hengereltünk ki.

Korábbi fejlesztési terveink összeállításakor már a jelenlegi termelési szintre is (az igényesebb késztermékek részarányának növelése, minőségének javítása és megfelelő kapacitástartalékok megteremtése végett) jelentős fejlesztéseket tartottunk kívánatosnak.

A kapacitásnövelés konkretizálásával aktuálissá vált korábbi javaslataink áttekintése és az azóta eltelt évek termelési tapasztalatainak értékelése is. Az elmúlt

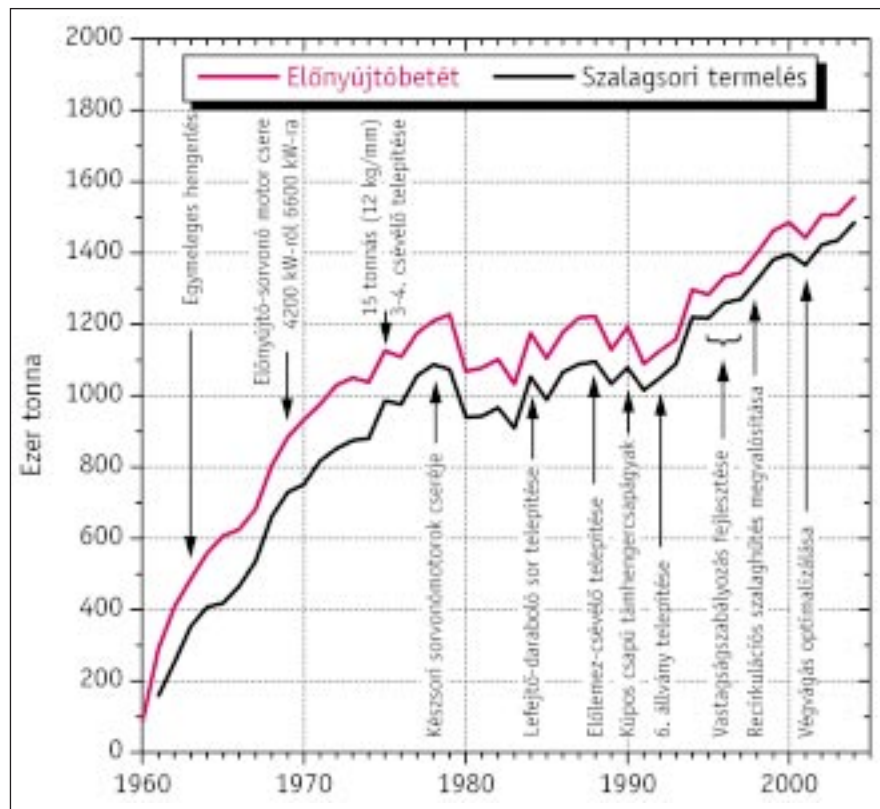
**Lontai Attila** okl. kohómérnök, a Dunaferren meleghengerművének gyárvezetője és **dr. Takács István** okl. kohómérnök, a Dunaferren Rt. energotechnológiai menedzsere szakmai életrajzát a BKL Kohászat 2000. évi 9-10. számában közreadtuk.

egy év során 15-20 gyári szakember bevonásával elvégeztük ezeket a vizsgálatokat.

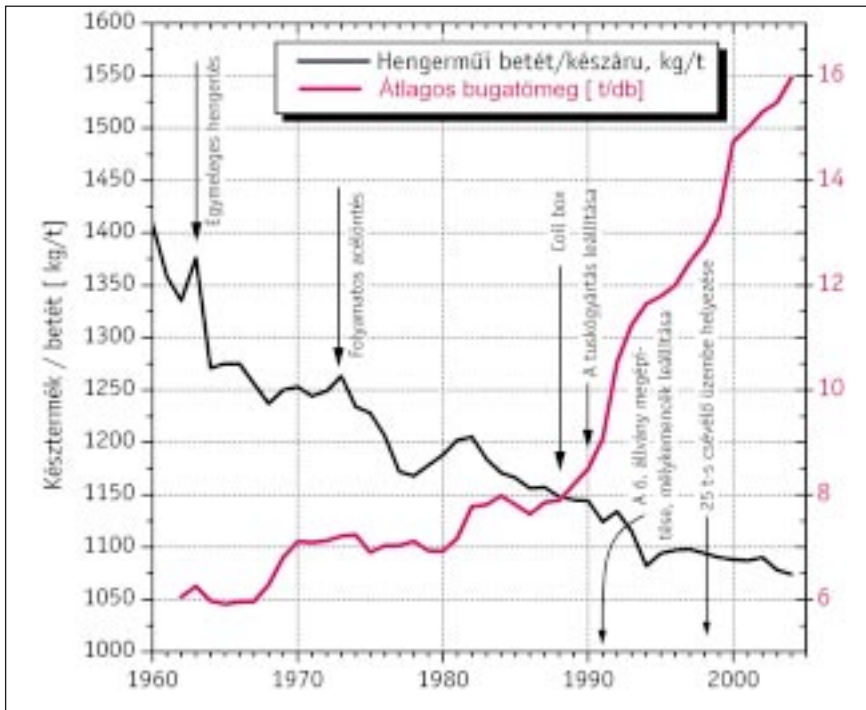
Munkánk célkitűzése az volt hogy – a hengermű eddig elért eredményeiből kiindulva, az élenjáró technológiát alkalmazó üzemek tapasztalataira támaszkod-

va, legjobb tudásunk szerint – meghatározzuk azokat a fejlesztéseket és megvalósításuk helyes sorrendjét, melyekkel a késztermékek piacképessége biztosítható, és a megjelölt, a jelenleginél lényegesen nagyobb termelőkapacitás létrehozható. Nem tűztük ki célul tervtanulmány készítését (ezt a munkát a fejlesztési koncepció jóváhagyása után szakterületenként és berendezéscsoportonként szaktervezőknek kell elvégezniük).

Az alábbiakban mutatjuk be rövidítve a tanulmánynak az acélbugaizzítással kapcsolatos vizsgálati eredményeit.



1. ábra. A meleghengermű műszaki mutatóinak alakulása



■ **2. ábra.** A meleghengermű anyagkihozatalának és az átlagos darabtömegnek az alakulása

### 1. A meleghengermű fejlődése és jelenlegi technológiája

Az 1960-ban üzembe helyezett meleghengermű fejlesztése az elmúlt 45 évben, mondhatni, folyamatos volt. Az évi 400 kt betét feldolgozására tervezett üzemben, 2004-ben a több mint másfél millió tonna acélt nyilván csak úgy sikerülhetett kihengerelni, hogy jobb lett a betét, mások a gyártóberendezések, és változott a technológia is.

Az eredmények szemléltetése végett néhány ábrát készítettünk. Az *1. ábrán* az 1960-2004. közti időszakokra a nettó betét, a *2. ábrán* a hengerlési kihozatal és az átlagos darabtömeg adatait tüntettük fel, és néhány fontos fejlesztést is bejelöl-

tünk. Az adatok együttesen jól mutatják az okozati összefüggéseket.

A később tárgyaltak nyomkövethetősége végett röviden bemutatjuk a művelési elrendezését, és vázoljuk a technológiai folyamatot.

A meleghengermű berendezéseinek jelenlegi elrendezése a *3. ábrán* követhető nyomon.

A gyártási folyamatot az alábbiak jellemzik: 1993 óta kizárólag a Dunaferriben gyártott folyamatos öntőgépeken öntött brammák érkeznek a hengerműbe, s ezek 35-46%-a 200 °C-nál nagyobb, átlagosan 400 °C hőmérsékleten kerül izzításra. A bugák egységesen 230 mm vastagok, hét bramatípusban 940-1550 mm közti a

szélességük, a járatos hosszúságuk 3000-4200 mm, illetve 7000-8400 mm közötti.

A bugaforgalmazásunknak kedvezőtlen jellemzője, hogy a bugák közel 40%-át a fogadócsarnokból depóra szállítjuk ki, majd onnan vissza, így évi 1,1-1,2 millió tonna a ki-beszállított bugatömeg.

A brammák izzítására szolgáló tolókemencék 1976-ban, illetve 1987-ben épültek. A korábbi 70 t-s tolókemencék helyére csak rövid kemencéket lehetett tervezni. A kemencék hasznos hossza 28,3 m, szélessége 9000 mm, a fenéken négy csúszósín van (*ld. a 4. ábrát*).

1994-1995-ben a kemencék több szerkezeti egységét módosítottuk, és jelentősen javítottuk a tüzelési feltételeket, valamint a tüzelésszabályozást. Ennek eredményét a fajlagos tüzelőanyag-felhasználás érdemi csökkenése is mutatja (*5. ábra*).

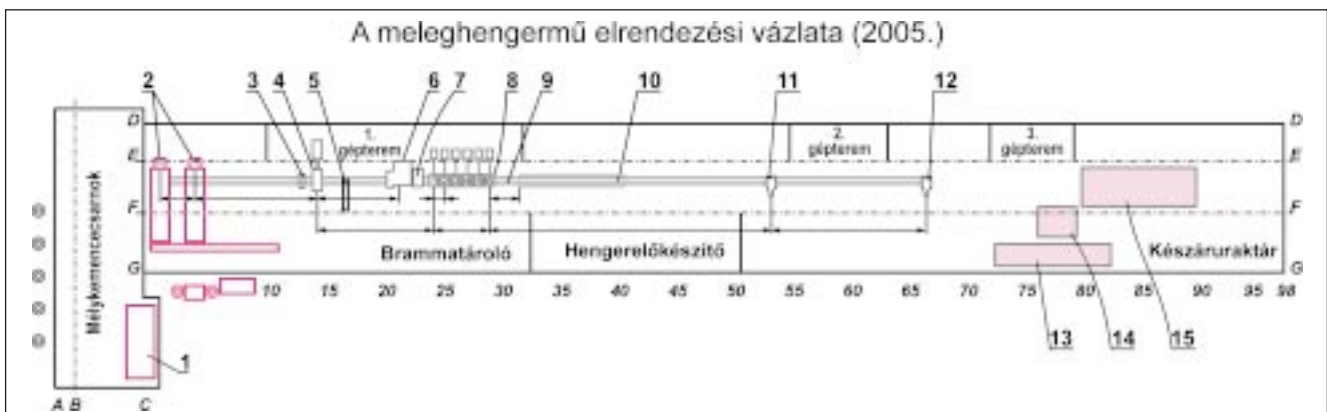
A kemencék üzembiztosak, de a bennük izzítható buga mennyisége – az eddig elért üzemidő-kihasználás és fajlagos teljesítmény mellett – kevés a hengersor folyamatos ellátásához.

Az 1700 mm-es félfolytatólagos hengersor fő részei: a duó elrendezésű reverzáló függőleges torló- és vízszintes előnyújtóállványok, az előlemez-tekerceselő (coilbox) és a hatállványos készsor. A revétlenítést az előnyújtónál és a készsor előtt 140 bar nyomású vízzel végezzük.

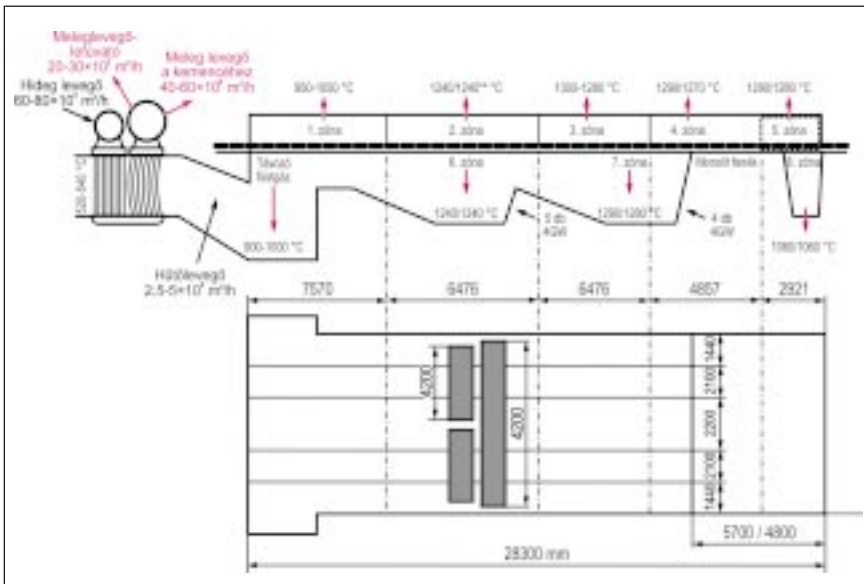
2001-től a végvágó ollót KELK típusú végvágás-optimalizáló rendszer működteti.

A hengerlési véghőmérsékletet a 3-4, 4-5 és 5-6 állványok között kiépített állványközi hűtéssel is szabályozzuk. A készsoron elektromechanikus és elektrohidraulikus vastagságszabályozás, a sor után lamináris rendszerű szalaghűtés működik.

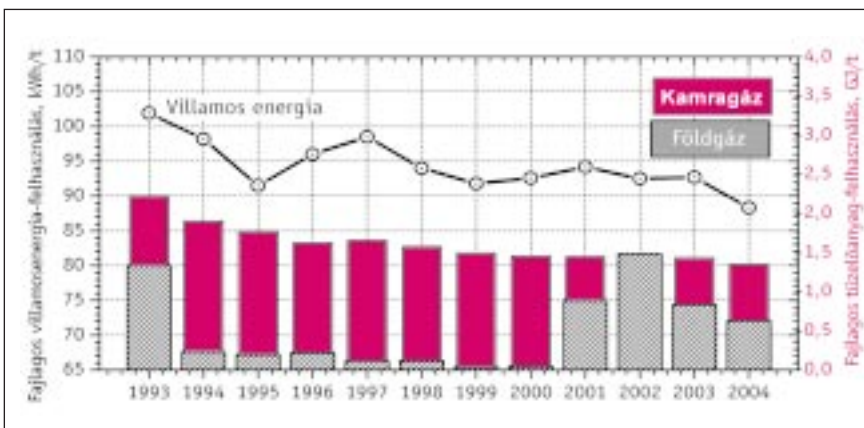
A 6. állványtól 146 m-re telepítettük 1999-ben az 1. sz. 25 tonnás (18 kg/mm-



■ **3. ábra.** A meleghengermű elrendezési vázlata



■ 4. ábra. A Dunaferri tolokemencéinek vázlata, hőmérsékleti viszonyai



■ 5. ábra. A meleghengermű energiafelhasználásának alakulása

es) csévélt, melyen 1,2-18 mm vastag 800-1540 mm széles szalagok csévélése történik. (Üzemi tartalék a készsortól 226 m-re lévő, max. 20 tonnás tekercsek csévélésére alkalmas, 30 éves 3. sz. csévélt.)

A lefejtő-daraboló soron 1,2-12,5 mm vastag, max. 12 m hosszú táblalemez gyártható.

Évente 300-320 kt kész lemezt, 610-650 kt kikészített melegtekerccset állítunk elő, a fennmaradó melegtekerccset a hideghengerműnek, kikészítés nélkül, egy pánttal átfogva adjuk tovább. A hengerlésre kerülő acélak közel 40%-a hideghengerlésre alkalmas lágyacél, 40-45%-a 37-es és 42-es típusú szerkezeti acél, hozzávetőleg 10%-a 52-es típusú vagy annál nagyobb szilárdságú acél, 1-2 %-a különleges (elektrotechnikai, kopásálló, nemesíthető stb.) acél.

## 2. Az elmúlt évek termelési és műszaki mutatóinak elemző vizsgálata

### 2.1. A meleghengermű 1994-2004 közötti termelési eredményeinek áttekintése

#### 2.1.1. A vizsgálati időszak megválasztásának indoklása

A vizsgált időszakban, lényegében a fő gyártóberendezések – az izzítókemencéknek az időszak elején történt fejlesztését és az 1. sz. csévélt 1999. évi üzembe helyezését leszámítva – nem változtak. (Persze több automatizálási feladatot és fontos minőségjavítást célzó fejlesztést időközben elvégeztünk.)

A fentiek alapján az elmúlt 11 évet (azon belül különösen a csévélt megépítése óta eltelt 4-5 évet) úgy lehet tekinteni, mint a hengermű már megvolt lehetőségei egyre jobb kihasználásának időszakát.

Jogos lehet ezután a kérdés: „Vajon maradtak-e tartalékok?” A válasz bizony nem könnyű, mert számos területen biztosan van kihasználatlan kapacitás, de ennek realizálásához a gyártási folyamat szűk keresztmetszeit megfelelően bővíteni kellene.

#### 2.1.2. A termelési, időkihasználási és teljesítményadatok bemutatása

Az 1. táblázatban az 1994-2004. közötti időszak termelési eredményeit befolyásoló fajlagos időkihasználási adatait, tüntettük fel.

Látható, hogy a kihengerelt nettó bétét 1296 kt-ról 10 év alatt 1555 kt-ra, 20%-kal nőtt. A növekedést döntő részben a hengercsorgó idejének növelésével érték el, hiszen a forgási idő az 1994. évi 4634 órától 2004-re 5398 órára, 16,5%-kal növekedett.

Az adatok jelzik, hogy az utóbbi három évben 20-25 t/h-val (7,5-9,5%-kal) kisebb volt az izzítás nyilvántartott teljesítménye, mint a hengercsorgó teljesítménye. A különbség állandósult, hiszen a hengercsorgó teljesítménye sem változott jelentősen, ha pedig nőtt, mint pl. 2004-ben, akkor a különbség is nőtt, tehát biztosan állítható, hogy elégtelen az izzítási kapacitás.

#### 2.1.3. Az adatok elemzése

A 11 év adatait vizsgálva azt találtuk, hogy a naptári időnek még 2004-ben is csak 61,4%-ában sikerült hengerelni.

A viszonylag rossz időkihasználásnak az izzítókemencék kis teljesítménye az egyik oka, hiszen kb. 500 órát a sor anyagra vár (melegítési idő). (A részletes elemzés azt mutatja, hogy a kemencék teljes hőterhelésű ideje nem is ennyivel, hanem ennek kb. a duplájával több a forgási időnél.)

A legfontosabb kérdés a mai helyzetben, hogy lehet-e a melegítésen kívüli veszteségidőket, valamint a TMK- és hengercsere-időket érdemben csökkenteni?

A kérdés megválaszolására részletes vizsgálatot végeztünk, és feltártuk az időkiesések legfőbb csökkentési lehetőségeit.

A további kérdés, hogy lehet-e növelni még az izzítókemencék fajlagos teljesítményét? A már ismertetettek alapján – és a hőkiegyenlítő zónák rövidege miatt – nem lehetnek nagy reményeink. A hengercsorgó fajlagos teljesítményének növelése érdemben csak akkor kerülhet előtérbe, ha a szűk izzítási kapacitás feloldást nyer.

1. táblázat. Állásidők alakulása 1994-2004. év között (óra)

	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.
Naptári idő	8760	8760	8784	8760	8760	8760	8784	8760	8760	8760	8784
Munkaszünet	16	27	74	40	101	40	77	41	19	17	46
TMK	446	667	583	718	733	393	491	542	451	554	617
Üzemidő	8298	8066	8127	8002	7926	8327	8216	8177	8290	8189	8121
Forgási idő	4634	4513	4576	4531	4631	5044	4942	5026	5373	5381	5398
Mellékidő	880	978	1027	1033	1075	1269	1248	1195	1299	1221	969
Összesen	5514	5491	5603	5564	5706	6313	6190	6221	6672	6602	6367
Technikai üzemzavar	1201	1013	965	710	824	804	805	575	502	462	551
Technológiai üzemzavar	587	680	574	492	510	547	408	376	310	293	454
Melegítés	477	198	565	897	542	383	457	650	400	397	504
Anyaghiány	400	422	133	0	0	0	16	136	35	84	46
Egyéb	119	262	287	339	344	280	340	219	371	351	199
Veszteségidő összesen	2784	2575	2524	2438	2220	2014	2026	1956	1618	1587	1754
Üzemidő-kihasználás, %	66	68	69	70	72	76	75	76	80	81	78
Főidő/naptári idő, %	53	52	52	52	53	58	56	57	61	61	61
Tonna/forgási idő (F)	280	284	291	297	302	290	301	287	280	280	288
Tonna/F+melegítés, t/h	254	272	259	248	271	269	275	254	261	261	264
Nettó betét, kt	1290	1280	1330	1340	1400	1462	1480	1440	1510	1510	1560

## 2.2. A bugaforgalom és az izzított bugák jellemzői

Az acélműből függőleges elrendezésű öntőgépeken öntött (a vízszintes vágás miatt sajnos, a vágási él mentén ráfolyósos, „szakállas”) bugák érkeznek a meleghen-germübe.

A 2004-ben beérkezett, kereken 98 ezer db bugából 36 ezer db a depóra került kiszállításra, ahonnan 37 ezer bugát szállítottuk be.

A kemencébe kerülő bugák átlagos hőmérséklete az elmúlt években 170-210 °C volt, melyet 42-46%-os melegbeadási részarányval értünk el. A melegen izzításra kerülő bugák az acél leöntésének befejezésétől átlagosan 12-13 óra, legfeljebb pedig 22 óra elteltével jutnak az izzítóke-  
mencébe (6. ábra).

Kemencéink – a rövid hőkiegyenlítő szakasz miatt – a bugabeadási hőmérsék-  
letre érzéketlenek, hiszen pl. 2004-re 36%  
melegbeadási aránynál a várható romlás  
helyett javult az energiafelhasználás, és  
nőtt a teljesítmény.

A bugák típusonkénti megoszlása az  
évek során nem változott jelentősen, a  
széles (1220 - 1550 mm-es) bugák aránya  
az utóbbi két évben valamelyest csökkent.

A hengerlésre kerülő bugák típusa a  
rendelésállomány függvénye.

A bugák hosszúság szerinti megoszlása  
az évek során kedvezően változott. A  
7000 mm-nél hosszabb (ún. hosszú) bu-  
gák aránya nőtt, részesedésük 2004-ben  
94,6%-os, átlagos hosszúságuk pedig

7,95 m volt (2. táblázat). A 4200 mm-nél  
rövidebb (ún. rövid, a kemencékbe két  
sorban rakható) bugák átlagos hosszu-  
sága 2004-ben 3,91 m volt. A rövid bu-  
gák aránya érdemben tovább nem csök-  
kenhető, mert az öntőművön a szek-  
vensvégi bugákból adódik a teljes meny-  
nyiségnek 80-90%-a. Azt lehet mégis  
megállapítani, hogy a bugák hosszúság  
szerinti megoszlása összességében vi-  
szonylag kedvező.

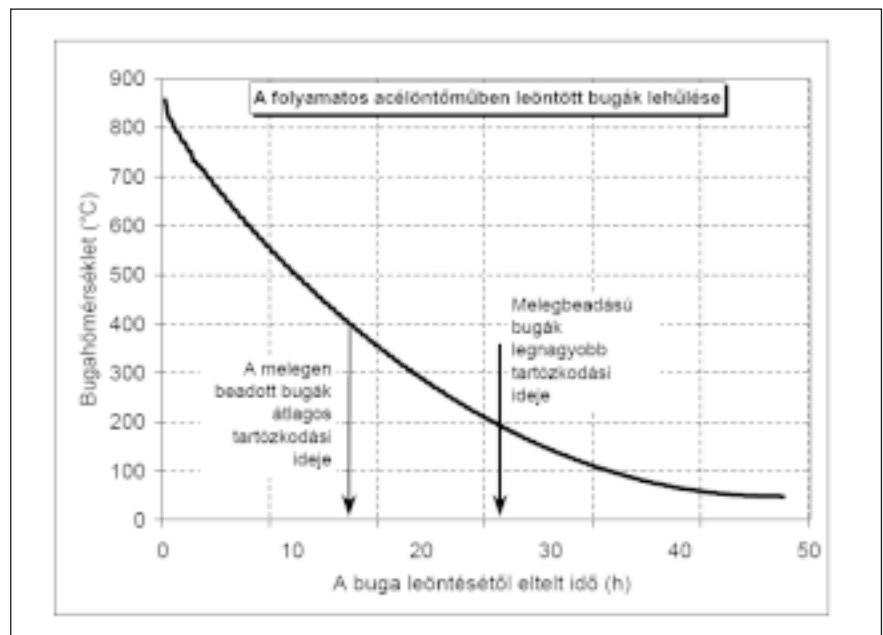
A javuló értékek eredményezték a ke-  
mencék 94,51%-os, jó fenékerület-ki-  
használását 2004-ben.

## 2.3. Az izzítókemencékkel elért eredmé- nyek elemzése

### 2.3.1. A tolokemencék névleges teljesít- ménye

Az acélbugaizzító tolokemencékkel – kü-  
lönféle körülmények közt – eddig elért át-  
lagos és csúcsteljesítményeket különös  
gonddal vizsgáltuk. Az alaposság oka az,  
hogy a hengersor folytonos kiszolgálására  
(a nagyon vékony lemezek hengerlését  
nem számítva) a két izzítókemence együt-  
tes teljesítménye kevés.

A kemencék fajlagos teljesítménye – az  
általunk 1993–1995 közt végrehajtott ke-



6. ábra. A folyamatos acélöntőműben leöntött bugák lehülése

2. táblázat. A bugák hosszúság szerinti megoszlása

A bugák hossza	Mennyiség		Átlagos tömeg t/db	Átlagos hossz m	Kemence- fenékterület kihasználása* %
	db	kt			
Rövid (max. 4200 mm hosszúságú) bugák	10 875	94,7	8,71	3,91	93,88
Hosszú (7000-8400 mm közti hosszú) bugák	87 445	1 473,9	16,86	7,95	94,59
Összesen (átlagosan)	98 320	1 568,6	15,96	-	94,51

\* A mutatót akkor tekintjük 100%-osnak, ha a kemence teljes hosszában, 8400 mm szélességben bugákkal terített. (A 8400 mm-nél hosszabb bugák adagolása ui. a tapasztalatok szerint az oldalfalak épségét veszélyezteti.)

3. táblázat. A kemencék teljes hőterhelésű tüzelése különféle sori állások idején (2004)

Sorszám	A tevékenység, mely alatt teljes hőterheléssel tüzelés folyik	Esetenkénti időtartam (min. - h)	Esetek száma (db/év)	Hevítési idő (h/év)
1.	Garnitúracserék megkezdése után	20 - 0,33	691	230
2.	Különféle 15'-es (6. állványon történő) hengercserék idején	10 - 0,17	818	139
3.	A támhengercserék befejezése előtt az üzemi hőmérsékletre hevítésen túl	20 - 0,33	71	24
4.	A 6. állvány tervezett bevizsgálásai idején	10 - 0,17	97	15
5.	Különféle egyéb (részben üzemzavaros esetekben)	20 - 0,33	326**	108
	<b>Összesen</b>	-	-	<b>516 *</b>

\* Számításainknál kerekben 500 órát vettünk figyelembe 2004-re, az előző két évre ennél a terheléssel arányosan kevesebbet.

\*\*A TMK-k nélküli üzemnap.

mencefejlesztések után is – csak 75-85%-a a tervezők által megjelölt 170 t/h névleges teljesítménynek.

Az 1994-től teljes terheléssel üzemeltetett kemencékkel elért eredmények egyértelművé teszik, hogy a névlegesnek megadott teljesítmény irreális.

A kemencék tervezésekor 180-250 mm vastag, 8500 mm hosszú bugákat vettek számításba. Mi a hengerlési szempontból kedvező 230 mm vastag bugákat adagolunk, és az oldalfalak épségét biztosítandó, a legnagyobb bugahosszunk 8400 mm.

A 170 t/h teljesítményt 180, ill. 250 mm-es bugákat adagolva (persze 100% fenékterület-kihasználás mellett) 1,95-2,46 h összes kemencében tartózkodási és 23, ill. 30 min monolitidővel\* lehetne elérni; ilyen kis idővel megfelelő hevítés és az egyenletes átizzítás nem érhető el. Mi átlagosan 8000 mm hosszú, 230 mm vas-

tag bugát adagolunk, az átlagos hevítési idő 3,15 h, a monolitidő 37-38 min (de ez is kevés!).

### 2.3.2. Az izzítási teljesítmény az elmúlt évek átlagában

2004. évben két kemencére vetítve a betéttömeg (t) / (forgási + melegítési) idő (h) hányados 263,52 t/h, a betéttömeg (t) / forgási idő (h) hányados (a hengerlési teljesítmény) pedig 288,13 t/h volt (ld. az 1. táblázatot).

Fontos, hogy az előbbi hányadost csak az izzítás nyilvántartott (és nem pontos) értékének lehet tekinteni, ui. az izzítási idő eltér a forgási idő és a melegítési idő összegétől, mert a kemencéket hosszabb időn át tüzeljük teljes hőterheléssel, mint a forgási idő és a nyilvántartott melegítési idő összege (3. táblázat).

Mindezek figyelembevételével az utób-

bi három évre elvégzett számításaink eredménye szerint a nettó betétre, két kemencére számított teljesítmény éves átlagban, 2002-től sorrendben 242,1; 243,9 és 251,2 t/h volt. Az összes izzított betétre számított teljesítmény ennél kb. 2 t/h-val volt nagyobb (4. táblázat).

Vizsgáltuk a kevés veszteségidejű napokon és az egykemencés napokon is az izzítási és a fajlagos hengerlési teljesítmény értékeit.

### 2.3.3. Az izzítási teljesítmény kevés veszteségidejű, nagy hengerlési teljesítményű napokon

Az adatok szerint a kevés veszteségidejű napokon a nagy napi tonnateljesítmény elsősorban a jó időkihasználásnak, és csak kisebb mértékben a fajlagos (1 órára számított) hengerlési és izzítási teljesítmény átlagosnál nagyobb értékének köszönhető. A fajlagos hengerlési teljesítmény (300,2 t/h) 4,1%-kal, az izzítási teljesítmény pedig (260,3 t/h) 3,6%-kal volt nagyobb az időszak éves átlagánál (4. táblázat).

### 2.3.4. Az izzítási teljesítmény az egykemencés, kedvező hengerlési programú napokon

Az egyik kemence többnapos üzemzavara idején a munkamenetet az jellemzi, hogy a kemencéről egy „monolitnyi” (kb. 80 t) bugát húzunk ki, majd melegítés következik.

A végeredmény szerint a napi 24 órából mindössze 11 óra körüli időtartamban lehetett hengerelni.

Az egykemencés üzem alatt a sori teljesítmény (289,3 t/h) sem volt kiemelkedő. Az elért 145,3 t/h izzítási teljesítmény – figyelemmel a szerény minőségi programra, a kisebb bugakiadási hőmérsékletre és arra, hogy a kemencén nem voltak sori zavar miatt kényszerű visszahűlések, hön tartások – nem aránytalanul nagy: 11-12%-kal haladja meg a jó kétkemencés üzemben és 15%-kal a 2004. év átlagában elértet.

### 2.3.5. Az izzítókemencék névleges és különböző üzemmódokban elért teljesítményének összehasonlítása

Az összehasonlítás megkönnyítésére, mivel a vizsgált egykemencés és a jó üzemmenetű kétkemencés napokon nem volt TMK, támhengercsere, üzemszünet és anyagra várás, ilyen üzemnapokat képeztünk a vizsgált évekre is. Az időben elszórtan előállt fenti kieső időket a naptári időből kivonva, a 2002-2004. évekre sor-

**4.a. táblázat.** Az izzítókemencék fajlagos teljesítménye: veszteségidők

Időszak	Termelés (t)	Üzemnap (db)	Veszteségidők (min)					
			Gépész	Villamos	Technológia	Egyéb	Melegítés	Hengercsere
Egykemencés üzemnapok vizsgálata								
2004.01.02.	3273	1	-	-	-	50	585	65
2004.01.03.	3293	1	-	20	10	50	690	45
2004.04.19.	3228	1	-	-	40	30	600	130
2004.12.21.	3110	1	25	-	65	-	555	125
Összesen	12904	4	25	20	115	130	2430	365
Átlag	3226	1	6	5	29	32	608	91
Kis veszteségidejű kétkemencés üzemnapok vizsgálata								
2004.09.11.	5630	1	20	-	50	10	100	110
2005.02.19.	5721	1	-	-	60	-	140	100
2005.02.20.	5624	1	20	-	20	-	145	145
2005.02.21.	5517	1	-	-	60	-	110	170
Összesen	22492	4	40	-	190	10	495	525
Átlag	5623	1	10	-	48	2	124	131
Egy-egy év üzemelési eredménye								
2004. 326 nap	4770	1	57	44	83	37	64 + 29	132
2003. 322,4 nap	4674	1	54	32	54	65	63 + 11	158
2002. 328,2 nap	4586	1	58	34	57	68	68 + 5	168

**4.b. táblázat.** Az izzítókemencék fajlagos teljesítménye: üzemidők és teljesítmény

Időszak	Termelés (t)	Üzemnap (db)	Üzemidők (min)				Teljesítmény (t/h)		
			Veszteségidő	Forgási idő	Izzítási idő		Hengercsere	Izzítási	Tényleges izzítási
					nyilv.	korr.			
Egykemencés üzemnapok vizsgálata									
2004.01.02.	3273	1	11,67	12,33	22,08	22,58	265,4	148,2	145,0
2004.01.03.	3293	1	13,58	10,42	21,92	22,33	316,0	150,2	147,5
2004.04.19.	3228	1	13,33	10,67	20,67	21,92	302,5	156,2	147,2
2004.12.21.	3110	1	12,83	11,17	20,42	21,92	279,0	152,6	142,2
Összesen	12904	4	51,40	44,60	85,00	88,75	-	-	-
Átlag	3226	1	12,85	11,15	21,25	22,19	289,3	151,8 303,6*	145,3 290,6*
Kis veszteségidejű kétkemencés üzemnapok vizsgálata									
2004.09.11.	5630	1	4,83	19,17	20,84	21,58	293,7	270,1	260,9
2005.02.19.	5721	1	5,00	19,00	21,33	21,58	301,1	268,2	265,1
2005.02.20.	5624	1	5,50	18,50	20,92	21,58	204,0	268,8	260,6
2005.02.21.	5517	1	5,75	18,25	20,08	21,67	302,3	274,9	254,6
Összesen	22492	4	21,08	74,92	83,17	86,41	-	-	-
Átlag	5623	1	5,27	18,73	20,79	21,6*	300,2	270,4	260,3
2004. 326 nap	4770	1	7,46	16,56	18,10	19,63	288,1	273,3	251,2
2003. 322,4 nap	4674	1	7,32	16,69	17,92	19,16	280,1	264,6	243,9
2002. 328,2 nap	4586	1	7,66	16,37	17,59	18,94	280,2	262,5	242,1

\* Az adott év egykemencés üzemnapjai (2004-ben 17,6; 2003-ban 6,8; 2002-ben 3,2) melegítési idejének egy átlagos üzemnapra jutó része.

rendben 328,2; 322,4; 326,0 üzemnapot kaptunk.

Látható, hogy a melegítés ideje a kis veszteségidejű kétkemencés üzemnapokon duplája az egy üzemnapra jutó éves átlagos melegítési időnek. Ez is jelzi, hogy átlagos üzemnapokon a kiesőidőkben (a zavaridő terhére) folyik a „rámelegítés” nem kis része.

Az éves adatoknál a melegítési időt két

részletben adtuk meg; a második érték az egykemencés üzemnapokon az adott évben volt melegítési időnek egy átlagos üzemnapra jutó része. A normál kétkemencés üzemnapokon tehát kb. 65' a melegítés, de ezen felül még 90-100'-ben különféle zavarok idején tüzelünk teljes hőterheléssel (2004-ben összesen 350 + 500 óra volt ez a két idő).

Többirányú vizsgálatainkkal úgy vél-

jük, sikerült bemutatni, hogy üzembiztosan működő kemencéinkkel reálisan milyen fajlagos (t/h) teljesítményt lehet elérni.

### 3. A termelés kisebb fejlesztésekkel elérhető növelése

#### 3.1. A tolokemencék teljesítménynövelési lehetőségeinek vizsgálata

A meglévő kemencékben – a hengersori

kapacitás kihasználása végett – minél több acélt kellene izzítani, mely célt a kemencék termelőidejének vagy fajlagos teljesítményének növelésével, illetve a kettő kombinációjával lehetne elérni.

Előljáróban jelezzük, hogy a termelő-  
idő-alap növelésére látunk több lehetősé-  
get. A kemencék fajlagos és éves teljesít-  
ményének növelésére – a szakmabeliek és  
az e téren szakértőknek kevésbé számító,  
de jobbító szándékú műszakiak részéről is  
– sok javaslat érkezett. Most sorba vesz-  
szük a javaslatokat:

- 3.11. A fűtőgázok (kamra- és földgáz) felhasználásának változtatása
- 3.12. A melegbeadás részarányának növelése
- 3.13. A kemencék fenékerület-kihasználásának növelése
- 3.14. A kemencezónák térhőmérsékletének növelése
- 3.15. Az 1. kemencezóna tüzelésének visszaállítása
- 3.16. A csúszósínek egy vonalbeli elhelyezésének megváltoztatása
- 3.17. A kemencék izzítási időalapjának különféle módon való növelése (a brambabeadás rendszerének változtatása, a garnitúracserék gyakoriságának és időtartamának, az üzem és a kemencék TMK-idejének csökkentése útján és minden lehetséges módon)

Egyik-másik témáról külön tanulmányt lehetne írni, mi most a legszükségesebbek rögzítésére szorítkozunk. Az elemzés követhetősége végett csatoltuk a részben sematikus 4. ábrát, melyen a vizsgálatunk szempontjából fontos adatokat is bejelöltük.

A kemencék felső (2-5) tüzelőzónáit zónánként 18-24 db, 800 kW, illetve 400 kW teljesítményű boltozati, az alsó (6-7) tüzelőzónáit zónánként 4-5 db, 4 MW teljesítményű, hosszúlángú égővel tüzeljük. (A 8. zóna négy égője eltérő kivitelű.)

### ad 3.11.

Meg kívánjuk szüntetni a kemencék jelenlegi kamragáz-földgáz vegyes tüzelését. Egy fűtőgázzal szabályázástechnikailag is kedvezőbb üzemelni.

A korábbi időszakokban már volt tartósan kamragáz- és földgáztüzelés is. Az egyéb feltételek azonossága esetén a kamragáz energetikailag előnyösebb, persze az NO<sub>x</sub>-képződés fokozottabb, a gáz szennyezőanyag- és kéntartalma (rekuperátorok!) is okoz némi problémát.

### 5. táblázat. A meleghengermű éves nagyjavításainak időadatai

	2002		2003		2004		Átlag	
	óra	nap	óra	nap	óra	nap	óra	nap
Kemence 1.	296	12,33	386	16,08	302	12,58	327	13,63
Kemence 2.	280	11,67	376	15,67	420	17,50	358	14,92
Hengermű	277	11,54	299	12,46	280	11,67	285	11,88

A téma a fajlagos energiafelhasználásra és a teljesítménymutatókra néhány %-nyi hatású.

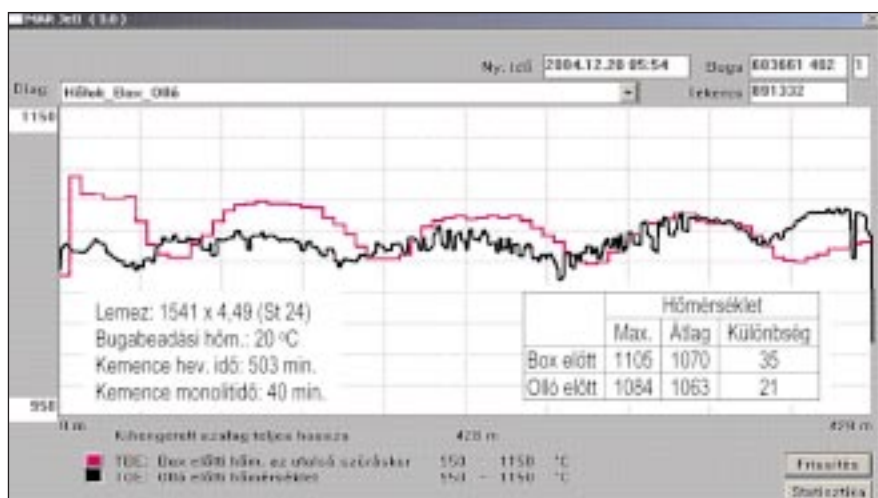
### ad 3.12.

A melegbeadást a kemencék kapcsán sokan csodászernek tartják, pedig nem az. Kemencéink teljesítményét (sajnos) csak alig befolyásolja a bugabeadási hőmérséklet, mert elsősorban a rövid hőki-egyenlítő szakasz miatt jellemzően csak 10 m/h sebességgel toihatunk, s ilyen sebességű toláshoz elégséges az izzító-  
kapacitásunk. Ez az egyik oka annak, hogy bugahőtároló kemence építését most nem forszírozzuk.

A kemencéink lehetőségeihez kényszerűen igazodik technológia utasításunk is. A legkisebb ütemidők úgy kerültek meghatározásra, hogy 30'-nél rövidebb „monolitidővel” ne húzzunk ki egyetlen bugát sem a kemencéből.

A tényleges monolitidő (az ütemidőhöz kapcsolódó melegítési idő figyelembevételével) kiemelt minőségeknél 43', átlagosan 37-38'. Ilyen munkamód mellett is erős a „sínhatás”.

A mérésadatgyűjtő rendszerünk adatai azt mutatják, hogy a hossz mentén a lemez legnagyobb és átlagos hőmérséklete közt a különbség még az olló előtt és az 1-2. állványok között is kb. 30 celsius-fok (7. ábra).



7. ábra. A „sínnyom” hatása a lemez hőmérsékletre

Sok üzemben számítógépes programmal határozzák meg a kemencék időben is változó zónahőmérsékleteit. A szűkös izzítókapacitás miatt és alkalmas program híján mi a zónahőmérsékleteket gyakorlati tapasztalataink alapján a 4. ábra szerinti állandó °C hőfokon tartjuk, az 1. zóna hőmérsékletét nem szabályozzuk.

A zónahőmérsékleteket 2004 első félévében teljesítménynövelési célból 15-25 °C-kal megnöveltük. A teljesítmény (2 kemencére számítva) kb. 6-8 t/h-val nőtt, de többet kellett salakolni, és a kemencék falazata (a boltozat és az oldalfal összezárásánál) károsodott.

A tapasztalatok alapján a falazatot módosítjuk és egyéb okból is kívánatos bugaszakálltalanító berendezést terveznünk üzembe állítani. A feltételek biztosítását követően fokozott figyelem mellett 10-15 °C átlagos zónahőmérséklet-növelet ismét megkísérülünk.

### ad 3.15.

Felvetődött a kemencék 1. zónája tüzelésének visszaállítás, ezért számba vettük az ilyen kísérlet lefolytatásához szükséges teendőket, és meghatároztuk azok költségét. A költség kb. 150 Mft lenne.

Az energetikus – tüzeléstechnikus szakemberek a kemencéink 1. zónájában való tüzelést – a kemencék méreteinek, a jelenlegi üzemenet jellemzőinek ismeretében, és más üzemek izzítókemencéinél folytatott gyakorlat alapján – nem tartják célravezetőnek.

Az 1. zóna tüzelésmentességét az alábbiak indokolják:

- Az 1. zóna hőmérséklete jelenleg 950-1050 °C, a füstgáz és a betét között ebben a zónában a legnagyobb, legalább 500-700 °C az átlagos hőmérsékletkülönbség és itt áramlik át a felső zónákban keletkezett teljes füstgáz mennyiség, tehát jó a hőátadás (ld. a 4. ábrán).
- A jelenlegi üzemenetben is (energetikailag kedvezőtlenül) többlépcsős reku-perátorvédelmet kell működtetnünk.
- Az 1. zóna tüzelése esetén a reku-perátor védelmének fokozásán túl valószínű, hogy a 2. és 3. zónák tüzelését csökkenteni kellene. Problémát (bugaelhajlást) okozhat, ha a felső és alsó zónák hőterhelésének arányát ilyen módon megváltoztatjuk. Teljesítménytöbblet elérése még energetikailag drágán sem garantálható.
- A szakirodalom szerint is „optimális, ha a hevítőzónában van a nagy térhőmér-

6. táblázat. A hengercserék száma és időtartama

A hengercsere fajtája	2002.		2003.		2004.	
	db	h	db	h	db	h
Garnitúracsere	750	582,6	723	568,3	691	522,6
Támhengercsere	90	379,1	94	367,1	71	238,3
Csere simára, mintásra	715	175,4	788	187,8	623	148,5
Félidős hengercsere	472	168,4	266	82,7	195	48,8
Támhengercsere (üzemzavaros)					8	11,6
<b>Összesen:</b>	<b>2 027</b>	<b>1 305,5</b>	<b>1 871</b>	<b>1 205,8</b>	<b>1 588</b>	<b>969,8</b>

séklet és nem az előmelegítő zónában..., a tüzelésirányító rendszerekkel is arra töreksenek, hogy a brammákat lehetőleg a lehuzattól távol, a legnagyobb energiabevitelű helyen hevítsék a legnagyobb mértékben” (Stahl und Eisen, 2004. 10. szám).

### ad 3.16.

Néhány új kemencénél a kemencehossz egy részén, hozzávetőleg a hevítoszakasz kitolódéghoz közelebbi félhosszán kb. 300 mm-rel eltoltan építették a csúszósíneket. A kemencéinknél a sínek utolsó 2,4 m hosszában javasolták 300 mm-rel a sínek eltolását. Mi a tervezőtől ennek dupláját kértük. A kisebb mértékű változtatáshoz sem vállaltak azonban sem a kemenceszerkezet stabilitására sem a becsült (nem túl nagy) 3-5%-os eredményjavulásra (teljesítménynövelésre, energiafelhasználás csökkenésre) garanciát. Szóba jöhet egyéb megoldás is, amellyel a „sínnyom” hatása mérsékelhető.

### ad 3.17.

A kemencék termelőidejének növelése útján van a legtöbb esélyünk többletbuga izzítására, hiszen a fajlagos izzítási teljesítmény növelésének lehetőségei kimerülően vannak. Az időalapot a kemencéhez közvetlenül kötődően (a kemencék TMK-idejének csökkentése, a bugaforgalmazás fejlesztése útján) és a hengercsere állásidejének csökkentésével is lehet (elvben) növelni (ld. később).

### 3.2. A kieső idők csökkentési (az izzítási és hengerlési idő növelési) lehetőségének vizsgálata

A meleghengermű termelésének növelését – mint bemutattuk – 1994-től döntő mértékben a forgási idő növelésével értük el.

A termelés további növelésére is – a bugaizzítási kapacitás nagyon is korlátozott voltára tekintettel – érdemben csak a veszteség- és mellékidők további csök-

kentése útján látunk lehetőséget.

A veszteségidők vizsgálata során is megállapíthattuk, hogy az üzemzavarok csökkentését (miként bekövetkezésüket) nem lehet betervezni. Az előállt zavarok jellege és gyakorisága alapján hozott intézkedésekkel (megfelelő diagnosztizálással és körültekintő TMK-val) persze a hasonló zavarok bekövetkezésének valószínűségét csökkenteni lehet is, kell is. A nagyjavítások és a heti TMK-k körültekintő elvégzése vezethet el a zavarmentesebb üzemvitelhez. A fentiekre tekintettel a tervezhető kieső időket, a nagyjavítást, a heti TMK-kat, a támhenger- és garnitúracseréket tettük vizsgálat tárgyává.

Vizsgálatunknak – a termelési időalap növelését érintő – főbb megállapításai az alábbiak voltak:

- A heti TMK-k jelenleg hetente váltakozva 8+16 órás időtartamát (hatékony módszereket alkalmazva) 6+12 órára kíséreljük meg csökkenteni (így is lesz lehetőség a kemencék alsó zónáinak hetenkénti salakolására).
- Az éves nagyjavítások időtartama – figyelemmel a kemencék lehűlésének és felfűtésének 4-5 napos időszükségletére – megfelelőnek ítélnélhető (5. táblázat). A hengercsere berendezések javítási ideje – több tartalék alkatrészrel és előregyártással is – legfeljebb 1-1,5 nappal csökkenthető.
- Fontos lenne a kemencék évközi üzemzavarainak elkerülése (ezt az éves TMK gondosságával kívánjuk elérni).
- Érdemi többlet termelőidő-alapot a hengercsere idejének csökkentésével nyertünk az elmúlt 3 évben. Többféle tám- és munkahengert próbáltunk ki, sikerrel (6. táblázat).

A jövőt illetően elsősorban az 1-5 állványok munkahengerei csereidejét lehet csökkenteni. Megfelelő hűtés kialakítása esetén nagyobb tartósságú, növelt Cr-tartalmú hengerek használhatók, és az eseti csereidők is több módon csökkenthetők.

7. táblázat. A veszteségidők csökkentésével elérhető termelésnövekedés számítása

Sz.	Megnevezés		2004.	Egy évi várható	
1.	Naptári idő	h	8784	8760	
2.	Szünetidő	h	46	24	
3.	Éves nagyjavítás	h; d	280; 11,5	240; 10,0	
4.	Kemencék TMK-ja	h	983	760	
5.	Heti TMK	h	337	225	
6.	Támhengeresere	h	238	250	
7.	Heti javítás	5. + 6.	h; h/hét	575; 11,5	475; 9,5
8.	TMK-ként nyilvántartott	h	617	465	
9.	Üzemidő	1. - (2. + 7.)	h	8121	8271
10.	Garnitúracserre	h	523	270	
11.	Egyéb és félidős csere	h	208	240	
12.	Összes munkahengeresere	h	731	510	
13.	Mellékidő (összes hengeresere)	h	969	760	
14.	Veszteségidő	h	1754	1750	
15.	A veszt. időből melegítés	h	504	472	
16.	Melegítési idő megoszlása	h	350 + 154 <sup>1</sup>	370 + 102 <sup>2</sup>	
17.	Forgási idő	9. - (13. + 14.)	h	5398	5761
18.	Forgási + melegítési idő	15. + 17.	h	5902	6233
19.	Kemence termelőidő	18. - (0,5×4. - 3.)	h	5690	6093
20.	Korrigált kemence termelőidő <sup>2</sup>	h	6190	6633	
21.	Nettó betét	kt	1555	1670	
22.	Hengerlési teljesítmény	21. / 17.	t/h	288,1	290,0
23.	Nettó betét / forg. + mel. idő	21. / 18.	t/h	263,5	268,0
24.	Tényleges izzítási teljesítmény	21. / 20.	t/h	251,3	251,7

<sup>1</sup> Az egyik kemencés üzemnapok összes melegítési ideje (17,6 x 8,8, ill. 11,6 x 8,8)

<sup>2</sup> Az egyéb zavar idején folytatott melegítés időtartama: 2004-ben 500 óra, kalkulált évben 540 óra

### 3.3. A kisebb fejlesztésekkel elérhető termelési szint számítása

A fentebb tárgyaltak alapján – és a már folyamatba helyezett egyes intézkedéseket figyelembe véve – kalkuláltunk.

A számítás során a betétanyag összetételének változását nem vettük figyelembe, és a termékösszetétel változására sem számítottunk rövid távon.

A fajlagos teljesítményeket – az izzítási teljesítmény növelésének bemutatott bizonytalansága és kis mértéke miatt – hozzávetőleg a 2004. évi szinttel vettük figyelembe. Feltételeztük, hogy a veszteségidők nem nőnek (7. táblázat).

A kemencék TMK-időalapját a 2004. évi 983 óra helyett 760 órának tételeztük fel. A garnitúracserék idejének csökkenését növelt Cr-tartalmú munkahengerek és gépi hengereserélő használatát feltételezve számoltuk.

A körülírt feltételekkel elvégzett számításunk szerint a 2004. évi termelés – új izzító kapacitás létrehozása nélkül – 115 kt-val lesz növelhető, de csak akkor, ha rendkívül figyelmeztet munkával az üzemidő-

alapot a számításba vett mértékkel sikerül megnövelni.

A tanulmányban műszaki értékeléssel és tényadatokkal több oldalról megvilágítottuk, hogy a termelésnek a fenténél nagyobb mértékű növelésére csak többlet izzítókapacitás létrehozása után nyílik lehetőség.

### 4. A bugaizzító kapacitás növelésének szükségessége és javasolt megoldása

A Dunaferri tulajdonosa a mű kívánt termelését – az 1555 kt-s 2004 évi eddigi csúcseredmény után – három lépcsőben évi 1,7; 1,9 végül 2,2 Mt-ban jelölte meg.

Az üzemmenet bemutatásával – úgy véljük – sikerült láttatni, hogy az 1. lépcsőben kívánt termelési szintet a már részben folyamatba helyezett kisebb fejlesztésekkel valószínűleg el tudjuk érni. Ezt a feladatot csak akkor lehet teljesíteni, ha a betét minősége és a késztermék-összetétel az eddigitől lényegesen nem tér el.

A termelés további növelése nagyobb beruházást igényel, új izzítókemencét (is) kell építtetni.

### Javaslat új acélbuga-izzító kemence építésére

- Az új kemencét – minden nagyobb, későbbi fejlesztés esetleges elmaradása esetén is – a lehető legrövidebb időn belül meg kell építeni.

Csak új kemence építése útján használható ki a mű egyéb részeinek jelenlegi kapacitása, de ezzel elérhető a maximális termelési cél is.

- Az új kemence – az élenjáró technológiát alkalmazó üzemek példája nyomán – léptetőgerendás típusú kell legyen.

- A kemence telepítési helye a (az évtizede használaton kívüli) mélykemence csarnok. A területet fel kell szabadítani.

- A kemence névleges kapacitását 250-280 t/h-ban jelöljük meg. Ilyen kemence építését az alábbiak indokolják:

- A hengersort ezzel a léptetőgerendás kemencével és az egyik jelenlegi, kb. 125 t/h teljesítményű tolókemencében (2-1 arányú húzással) izzított bugával ki lehet szolgálni. Az együtt üzemeltetett két kemencében – a reálisan figyelembe vehető évi 5500-6500 óra közti termelőidővel és 330-375 t/h közti fajlagos teljesítménnyel számolva – 1,8 - 2,4 Mt/év az izzítható buga mennyisége.
- Az új léptetőgerendás kemence és egy jelenlegi tolókemence üzemeltetésekor hideg tartalékként szolgál a másik meglévő tolókemence.
- Az üzemelő tolókemence nagyobb zavara esetén beléptethető a hideg tartalék. A léptetőgerendás kemence nagyobb meghibásodásakor is rendelkezésre áll két üzemeltethető tolókemence.
- Későbbi időben – a két tolókemence helyett – épülhet egy második 250-280 t/h-s léptetőgerendás kemence. (Indokolt lehet kizárólag ilyen jó konstrukciójú kemencét üzemeltetni a most 18-29 éves tolókemencék helyett.)
- Az új kemencét az üzemmenet zavarása nélkül lehet megépíteni.

A javasolt kemence megépítésének időszükségletét 2-2,5 évre becsüljük. Legsürgősebb feladat a kemence helyének a mélykemencecsarnokban való felszabadítása. Reméljük, hogy a témában rövidesen pozitív döntés születik, s ezzel a megleghengermű a növekvő termelési elvárásoknak a bugaizzítást tekintve meg tud felelni.

# SZÁLAS TŰZÁLLÓ ANYAGOK SUGÁRZÁSI TULAJDONSÁGAINAK MEGHATÁROZÁSA

**Manapság a szál as tűzálló anyagoknak megnőtt a szerepük a nagy hőmérsékletű berendezések szigetelésénél: kitűnő hőtechnikai és termomechanikai tulajdonságaik – kis hővezető képesség, kis sajátűrűségben, a térfogatra vonatkoztatott kis hőkapacitás, a rugalmasság stb. – egészen nagy hőmérsékletig mutatkoznak meg. A szál as tűzálló anyagok kiváló tulajdonságai miatt felhasználásuk esetén csökken az energiafelhasználás és ezáltal a káros égési anyagok kibocsá-**

**tása is. A szál as tűzállóanyagok nagy porozitása miatt a beérkező sugárzás mélyebben be tud hatolni a szál asanyagba, mint egy tömör kerámiába. Ugyanígy a felületről emittált sugárzás látszólag nem csak a felületről ered, hanem mélyebb rétegekből is. E tényrt figyelembe véve a falban uralkodó hőmérséklet-gradiens is különböző hőmérsékletű helyekről származik. A dolgozat célja matematikai modellek bemutatása, amelyek segítségével porózus szál asanyagok emissziós tényezője kiszámolható.**

## Szál asanyagok modellezése

Ebben a fejezetben modellszámításokhoz alkalmazott elméleti alapokat foglaljuk össze. A vizsgált modelleknél az elemi szál as emissziós tényezőjét határoztuk meg különböző elrendeződések mellett. A szál as tűzálló anyagok különböző rétegeiben az emissziós tényező kiszámításához a „zónás módszert” (Zonenmethode) használtuk. A zónás módszer a sugárzási hőátadás kiszámítására alkalmazható zárt rendszeren belül. Ehhez a rendszert véges számú zónára kell felosztani, amelyeknek a sugárzási jellemzői a  $\varphi$  besugárzási faktorral írhatók le.

Ha a modelként felhasznált anyag szál asainak átmérőjét  $d_f$ -fel és a szál as közötti távolságot  $t$ -vel jelöljük, akkor a szál as anyag  $\mathcal{E}_{FM}$  emissziós tényezőjét a következőképpen számolhatjuk ki (1):

$$\mathcal{E}_{FM} = \mathcal{E}_F \cdot \frac{\pi d_f}{t} \sum_{i=1}^{\infty} \varphi_{i=1} \left( \frac{T_i}{T_1} \right)^4 \quad (1)$$

ahol  $\mathcal{E}_F$  egy elemi szál emissziós tényezője,  $T_i$  és  $T_1$  a zónák hőmérséklete.

A szál as tűzálló anyag emissziós tényezőjének meghatározásához a  $\varphi_{i-1}$  – amelyben  $i \in (1 \dots \infty)$  – összbesugárzási faktor ismerete szükséges. Ez a (2) egyenletrendszerből határozható meg, amely a zónás módszer alapegyenlete [1].

$$\begin{bmatrix} 1 & -(1-\mathcal{E}_F)\varphi_{1-2} & 1 & -(1-\mathcal{E}_F)\varphi_{1-3} & \dots \\ 0 & 1-(1-\mathcal{E}_F)\varphi_{2-2} & & -(1-\mathcal{E}_F)\varphi_{2-3} & \dots \\ \dots & \dots & & \dots & \dots \\ \dots & \dots & & \dots & \dots \\ 0 & -(1-\mathcal{E}_F)\varphi_{n-2} & & -(1-\mathcal{E}_F)\varphi_{n-3} & \dots \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varphi_{1-1} \\ \varphi_{2-1} \\ \dots \\ \dots \\ \varphi_{n-1} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \varphi_{1-1} \\ \varphi_{2-1} \\ \dots \\ \dots \\ \varphi_{n-1} \end{Bmatrix} \quad (2)$$

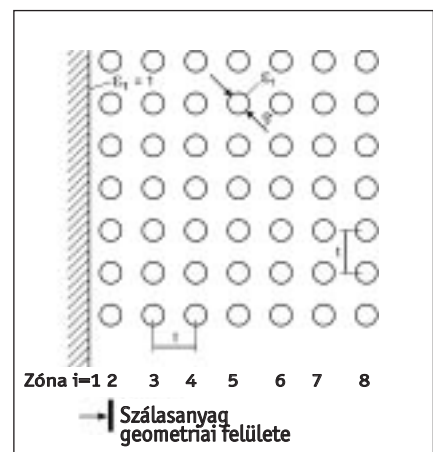
## Egyszerű modell felhasználása

Egyszerű modelként egy  $10 \times 10$  elemi szál asból álló szál asanyagot vizsgáltunk (1. ábra). Egy elemi szál átmérője  $d_f = 2,5$  mm (1. táblázat). A sajátűrűség és a szál asűrűség alapján (1. táblázat) a szál as közötti távolság,  $t = 8,93$  mm.

Első lépésként a szál as anyag  $\varphi_{i-k}$  összes besugárzási számait határoztuk meg. A besugárzási számok kiszámítása a Hottel szerinti keresztezett szál as elmé-

**Rézné dr. Kovács Andrea** 1996-ban diplomázott a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán. 1996-tól két évig a „Nagyhőmérsékletű Folyamatok Vizsgálata” MTA Támogatott Kutatóhely munkatársaként a Miskolci Egyetem Tüzeléstani Tanszékén dolgozott. 1998 szeptemberétől Németországban, Freibergben 3 éves PhD-ösztöndíjat kapott, utána két éven keresztül a Freibergi Bányászati Akadémia Magashőmérsékletű Berendezések Tanszékének munkatársa volt. 2004 áprilisában a szál as tűzálló anyagok sugárzási tulajdonságainak modellezése témakörből doktorált Freibergben.

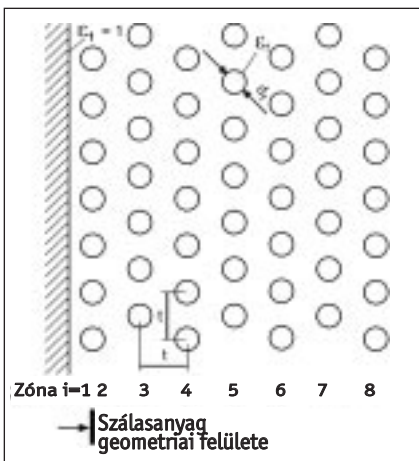
**Prof. Dr.hc. Ing. habil. Gerd Walter** Németországban, a Freibergi Bányászati Akadémia Magashőmérsékletű Berendezések Tanszékének vezetője. Főbb kutatási területei: mikrohullámú hibrid szinterezés, tűzálló anyagok korróziója nagyhőmérsékletű berendezéseknél, ipari kemencék tűzálló falzatának hőtechnikai vizsgálata, a napenergia mint megújuló energiaforrás alkalmazásának lehetőségei. E témákból nagyszámú ipari alkalmazott kutatást irányít.



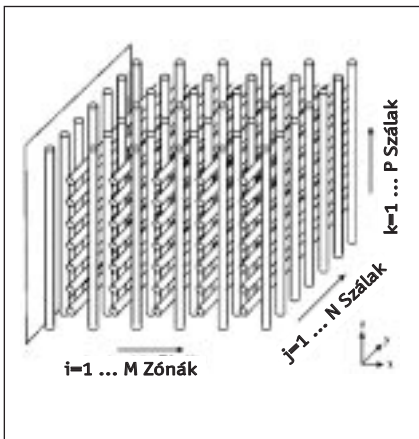
1. ábra. Egyszerű modell

**1. táblázat.** Szálas tűzálló anyag tipikus tulajdonságai

Kémiai összetétel	
$Al_2O_3$	37%
$SiO_2$	48%
$ZrO_2$	15%
Szálsűrűség	2600 kg/m <sup>3</sup>
Sajátsűrűség	160 kg/m <sup>3</sup>
Közepes szálátmérő	2,5 μm
Maximális alkalmazási hőmérséklet	1430 °C
Szín	fehér

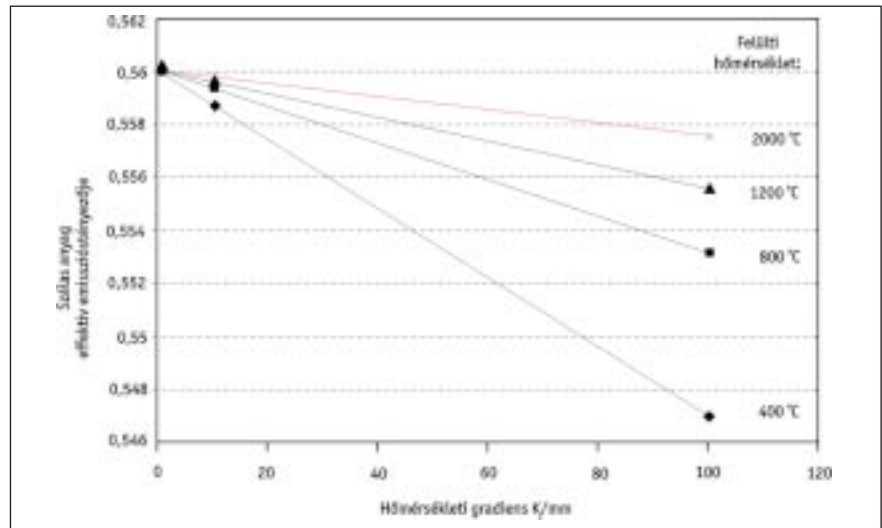


**3. ábra.** Egymáshoz képest eltolt szálak modellje

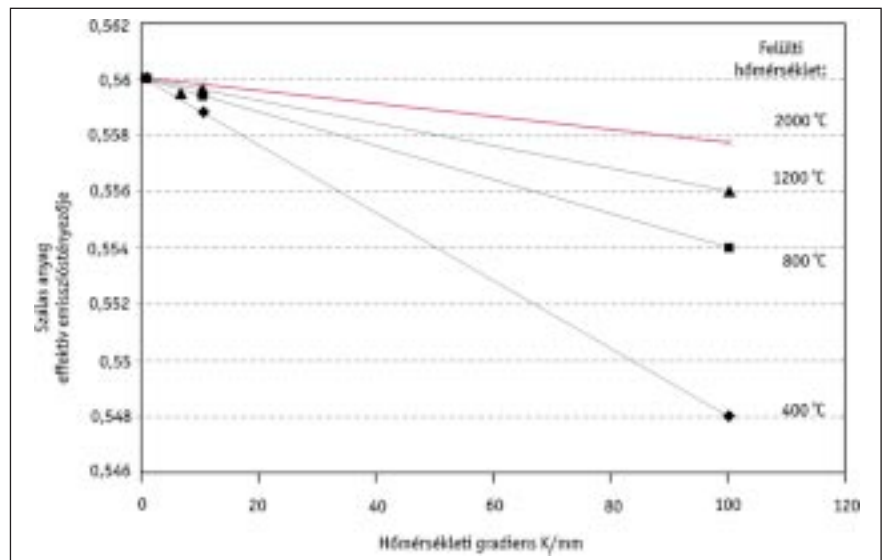


**5. ábra.** Kereszt- és átlós elrendezésű modell

lete alapján történt [1]. Következő lépésként az elemi szálak  $\mathcal{E}_F$  emissziós tényezőjének a meghatározása a (2) egyenletrendszer segítségével történt. Miután minden adat ismert, kiszámítható az  $\mathcal{E}_{FM}$  az (1) egyenlet alapján. Az így megkapott effektív emissziós tényezőket ábrázolja a 2. ábra a különböző felületi hőmérsékleteknél a hőmérsékleti gradiensének függvényében.



**2. ábra.** 160 kg/m<sup>3</sup> sajátűrségű szálas tűzálló anyag hőmérsékletgradiens-függő emissziós tényezője (egyszerű modell)



**4. ábra.** 160 kg/m<sup>3</sup> sajátűrségű szálas tűzálló anyag hőmérsékletgradiens-függő emissziós tényezője (egymáshoz képest eltolt szálak modellje)

A diagram alapján felismerhető, hogy a szálas tűzálló anyag tényleges emissziós tényezője egy növekvő hőmérsékleti gradiensnél az elvárásoknak megfelelően csökken. Minél kisebb a szálasanyag felületi hőmérséklete, annál nagyobb a hőmérsékleti gradiens hatása az emissziós tényezőre.

### Egymáshoz képest eltolt szálak modellje

Azt, hogy az emissziós tényező milyen mértékben függ a modell geometriai kialakításától, csak úgy lehet meghatározni, ha további modellgeometriákat is megvizsgálunk. A következő ilyen modell az „egymáshoz képest eltolt szálak” modellje.

Ez a modell szintén egy 10×10 elemi szálból álló részt foglal magába (3. ábra). Egy elemi szál átmérője  $d_f = 2,5$  mm (1. táblázat). A sajátűrség és a szálsűrűség alapján (1. táblázat) a szálak közötti távolság  $t = 8,93$  mm.

A szálasanyag emissziós tényezőjének kiszámítása az egymáshoz képest eltolt szálak modelljénél hasonlóképpen történik, mint az egyszerű modellnél. Az így megkapott tényleges effektív emissziós tényezőt ábrázolja a 4. ábra a különböző felületi hőmérsékleteknél a hőmérsékleti gradiensének függvényében.

A diagram alapján felismerhető, hogy az egymáshoz képest eltolt szálak modelljénél is azonos tendencia mutatkozik, mint

az egyszerű modellnél. A kapott értékek is közel azonosak az első modell értékeivel.

### Kereszt- és átlós elrendezésű modell

Kereszt- és átlós elrendezésű modellként (5. ábra) egy  $y$ - és  $z$ -irányban végtelen kiterjedésű geometriai modellt vizsgáltunk. Az elemi szál átmérője azonos az első két modellben alkalmazottal. A sajátűrűség és a szálsűrűség alapján (1. táblázat) két szál és két felület közötti távolság  $t=8,93$  mm.

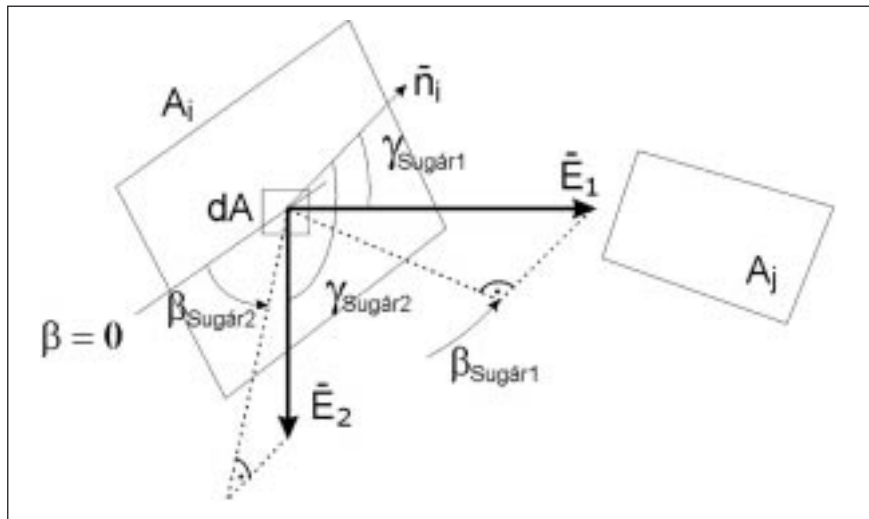
A besugárzási szám meghatározása a Radiosity-módszer (6. ábra) elvén alapszik [2-4]. Ez egy olyan numerikus módszer, ahol a sugárzás egy vizsgált  $i$  zóna emittált felületét felületelemekre bontja. A felületelemek középpontjáról  $E_i$  sugarakat bocsátanak ki egy definiált irányba. Egy ilyen sugár geometriai lefutását vizsgáltuk, míg az a megfigyelt terület egy további  $j$  zónáját el nem találta. E folyamat segítségével határoztuk meg a besugárzási számot [5-6].

A 7. ábra mutatja az emissziós tényezőt a „kereszt- és átlós elrendezésű modellnél” a hőmérséklet-gradiens függvényében.

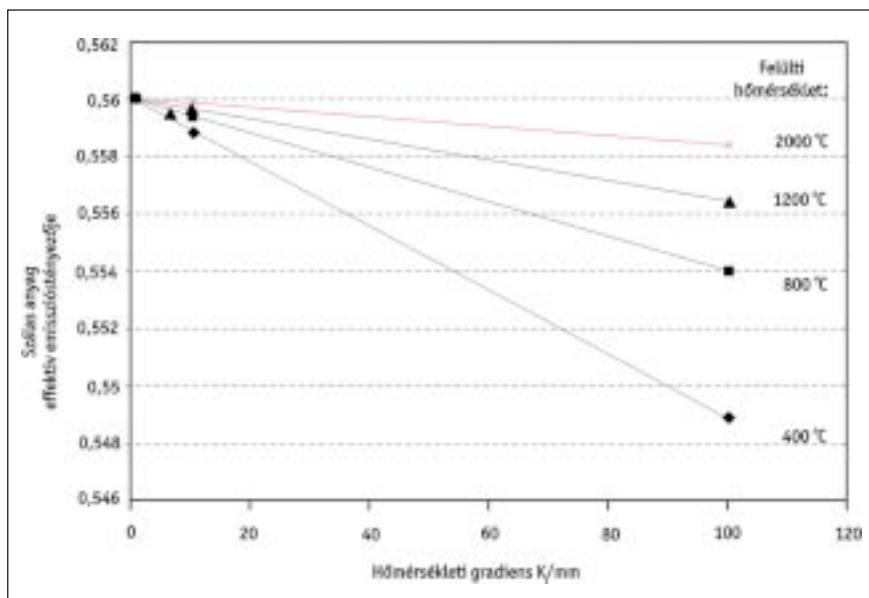
### Összefoglalás

Ebben a cikkben három különböző geometriai modellt (egyszerű, egymáshoz képest eltolt szálak, ill. kereszt- és átlós elrendezésű) és eredményeit foglaltuk össze. A modellekben az elemi szálak geometriailag rendezetten helyezkedtek el. A valóságban egy szálas szigetelőanyagban az elemi szálak sztohasztikus elrendezésűek. A kapott eredmények azt mutatják, hogy a szálak geometriai elrendeződése a valós elrendeződéshez képesti egyszerűbb forma esetén is hasonló eredményhez vezet, tehát a szálelrendeződésnek csak csekély a közvetlen hatása az emissziós tényezőre.

A 2., a 4. és a 7. ábrák alapján látható, hogy egy szálasanyag emissziós tényezője csak kis mértékben függ az elemi szálak elrendeződésétől. Mint az egyszerű és az egymáshoz képest eltolt szálak modelljénél is látható volt, az a kereszt- és átlós modellnél is megfigyelhető, hogy egy szálasanyag emissziós tényezője emelkedő hőmérsékleti gradiensnél csökken. Minél nagyobb a szálasanyag felületi hőmérséklete, annál kisebb a szálasanyag emissziós tényezőjének változása.



6. ábra. A Radiosity-eljárás szemléltetése



7. ábra.  $160 \text{ kg/m}^3$  sajátűrűségű szálas tűzálló anyag hőmérsékletgradiens-függő emissziós tényezője (kereszt- és átlós elrendezésű modell)

### Irodalom

- [1] Walter G.: IOW Arbeitsblätter (Arbeitsblätter Wärmetechnische Berechnungen). Lehrstuhl für Hochtemperaturanlagen, TU Bergakademie Freiberg, 2002 April.
- [2] Schäfer S.: Hierarchical Radiosity on Curved Surfaces. 8th Eurographics Workshop on Rendering. Springer (1997), S. 187-192.
- [3] Schröder P. – Gortler S. J. – Cohen M. F. – Hanrahan P.: Wavelet Projections for Radiosity 4th Eurographics Workshop on Rendering. (1993), Nr. 6.
- [4] Schröder P.: Wavelet Radiosity: Wavelet Methods for Integral Equations. ACM SIGGRAPH Course Notes Wavelets in Computer Graphics. (1996), S.143-165.
- [5] Smits B. E. – Arvo J. R. – Salesin D. H.: An importance-driven radiosity algorithm. Computer Graphics 23. (1989), Nr. 3, S. 335-344
- [6] Willmott A. J. – Heckbert P. S.: An Empirical Comparison of Radiosity Algorithms CMU Tech. report (1997), Nr. 4.

## Szerkesztőségi előszó a vitacikkek kapcsán

A „discussion paper” (amelynek műfaja magyarul „vitacikk”) az angolszász tudományos folyóiratok elfogadott cikktípusa. Lényege, hogy az adott folyóirat egyik nem túl régen megjelent számában közölt tudományos cikkhez fűz olyan gondolatokat, amelyek nemcsak az eredeti szerzők, hanem a téma iránt érdeklődő tudományos közvélemény szempontjából is fontos lehet. A vitacikk a normál tudományos cikkekhez hasonló bírálati procedúrán megy keresztül. A különbség az, hogy a vitacikket a szerkesztő előbb elküldi a tárgyalat dolgozat szerzőinek azzal a megjegyzéssel, hogy amennyiben akarnak, „reply”-t (azaz „válaszcikket”) fogalmazhatnak egy viszonylag szoros határidővel. Végül eredményben a szerkesztő a hozzászólást és az esetleges válaszcikket együtt bírálta el független és anonim bírálókkal, és a cikkek csak abban az esetben jelennek meg (jellemzően egymás mellett, ugyanabban a folyóiratszámában), ha a megjelenés hozzájárul a tématerület jobb megértéséhez. A szerkesztő felelőssége emellett, hogy mindkét cikk szigorúan tudományos legyen, mentes bármilyen személyeskedéstől.

Az esetleges válaszcikket a vitacikk írójának a megjelenés előtt már nem mutatják meg – ez tehát az ő rizikója, hiszen a folyóiratban kinyomtatásra került válaszcikkből az is kiderülhet, hogy neki esetleg alapvető dolgokban nincs igaza. Annak biztosítása, hogy a válaszcikk tudományosan korrekt legyen, elvileg a bírálók és a szerkesztő feladata. Ha azonban a hozzászólás szerzője ennek ellenére úgy látja, hogy a megjelent viszontválaszban az eredeti szerzők jelentősen „csúsztatnak” (tudományos értelemben), újabb vitacikket fogalmazhat, bár a szerkesztők két „körnél” többnek már nem szoktak örülni. Ritkán előfordul, hogy válaszcikk nem jelenik meg, ekkor feltételezhető, hogy az eredeti szerzők mindenben egyetértettek a hozzászólás szerzőjével. Néha az is előfordul, hogy ugyanarra az eredeti cikkre két külön szerző különböző szempontok alapján ír hozzászólást, sőt, az eredeti cikk szerzői mindkét hozzászólásra válaszcikket fogalmaznak.

A vitacikkek intézménye fontos szerepet tölt be a nyugati folyóiratok és tudományos közösségek életében. Egyrészt élővé teszi a tudományos eszmecsereét annak még ebben a viszonylag kanonizált formájában is, amit a tudományos folyóiratcikkek képviselnek, másrészt segít korrigálni az arra szoruló, illetve továbbgondolni az arra érdemes cikkeket. Természetesen a hozzászólások és válaszcikkek az adott folyóiratban megjelenő tudományos cikkeknek csak néhány %-át teszik ki.

Ebben a számban – bővítendő a BKL Kohászat eszköztárát – egy ilyen vitacikket közlünk egy korábban a BKL Kohászat hasábjain megjelent tudományos cikkhez. Az eredeti szerzők jelezték, hogy egy későbbi számban szeretnének válaszcikket megjeleníteni, miután a hozzászólásban javasolt egyenleteket a rendelkezésükre álló adatbázissal ütköztették. A hozzászólás szerzője, Kaptay György gyakorlott vitacikkszerző. Az eddig megjelent több mint 200 cikkből ugyanis öt cikk ebbe a kategóriába sorolható. Ha valaki ezeket tanulmányozza, a tudományos élményen kívül érdekes kultúr-antropológiai benyomásokat is szerezhet: hogyan reagál vajon az ilyen típusú megszólításokra, pl. egy román-amerikai, egy finn, egy norvég vagy egy japán szerzői kollektíva? Következő számainkból pedig bizonyára az fog kiderülni, hogyan reagálnak erre hazánkfiaink.

Kedves olvasók és szerzők, kedves egyesületi tagtársak! Ne röstelljenek hozzászólásokat írni a nálunk megjelenő cikkekre! Azokat a szerkesztőség szívesen látja, és amennyiben a fenti kritériumok teljesülnek, a közléstől sem zárkozunk el. Különösen azért nem, mert mint a fentiekből kiderült, a hozzászólás típusú cikkek jellemzően nem kritikai támadást jelentenek, hanem egy olyan téma továbbgondolását, amit legalább egyvalaki (a vitacikket író) érdemesnek tartott a továbbgondolásra. És van-e más értelme cikkeket írni, mint az, hogy cikkeink beépüljenek mások gondolataiba, írásaiba, modelljeibe, és ezen keresztül az emberiség tudásába?

## Kaptay György<sup>1</sup> vitacikke Réger M., Verő B., Csepeli Zs. és Szélig Á.: „Folyamatosan öntött bugák makrodúsulása” címmel megjelent cikkéhez [1]

### 1. Bevezetés

Réger és mtsai [1] folyamatosan öntött lemezbugák makrodúsulásának jellemzésére vezettek be egy új minőségfüggvényt (amit G-vel jelölnek), amely az adott összetételű, adott öntőgépen és adott technológiai paraméterek mellett gyártott bugák makrodúsulási mértékét jellemző, azzal arányos mennyiség. A cikkben a szerzők egy 6 egyenletből álló algoritmust dolgoztak

ki, amellyel a G minőségfüggvény számítható. A cikk 7. ábráján bemutatott példából látszik, hogy – legalábbis a bemutatott két esetben – a G minőségfüggvény jól működik, azaz jól jellemzi a mellékelt makroszegregációs képeken látható makrodúsulásokat, illetve az azok közötti különbségeket. A kérdés természetesen az, hogy vajon egymáshoz technológiai paramétereikben közelebb álló mintákról készített makroszegregációs képek között is megfelelő különbség érhető-e el ezzel a minőségfügg-

<sup>1</sup>Kaptay György az MTA doktora, egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Kémiai Tanszék

A hozzászólásban alkalmazott jelöléseknél az (1.a) típusú egyenletsorszám az [1] cikkből átvett sorszámozással egyezik meg, míg az (1.a.új) típusú egyenletsorszám az ebben a cikkben megjelenő új egyenleteket jelöli, melyeknek összessége adja meg G\* számításának új, itt javasolt algoritmusát. Néha – mint az (1.a) és (1.a.új) egyenletek esetében – ez a kettő egybeesik.

vénnyel? Máshogyan fogalmazva: található-e a G-függvénynél jobb, javított G\* függvény, ami esetleg jobban korrelál a makroszegregációs felvételekkel, illetve a mintákon mért koncentráció-különbségekkel?

Jelen hozzászólás célja, hogy a Réger és mtsai által kidolgozott algoritmus szerkezetét megőrizve, egyetértve a szerzőkkel a makrodúsulás fizikai okainak értelmezésében, annál elméletileg megalapozottabb részegyenleteket ajánljon, amelyek összességükben egy módosított G\* minőségfüggvényt eredményeznek. Az új G\* függvényt részletes mennyiségi modell helyett mindössze egy minőségi analízis segítségével, fizikailag értelmes peremfeltételek felállításán keresztül fogom előállítani.

Az új G\* függvény megalkotása előtt érdemes a makrodúsulást matematikailag definiálni (ezt a kérdést a szerzők konkrétan nem érintették). Makrodúsuláson a buga középvezetékében fellépő koncentrációnövekedést értjük, az átlagos oldott- anyagkoncentrációhoz képest. Ezért először a parciális makrodúsulást definiálom, ami a k. komponens makrodúsulását jelenti. Dimenzió nélküli számmal kifejezve a k. komponens makrodúsulása ( $M_k$ ) a buga középvezetékében mérhető k-koncentráció ( $C_{k,cent}$ ) és az átlagos k-koncentráció ( $C_k$ ) hányadosaként definiálható:

$$M_k \equiv \frac{C_{k,cent}}{C_k} \quad (a)$$

Acélról lévén szó, k minden oldott elemet jelent, az Fe kivételével. Makrodúsulás esetén  $M_k$  egy 1-nél nagyobb dimenzió nélküli viszonyszám; minél nagyobb, annál erősebb az adott k. komponensre nézve a makrodúsulás. A k. komponens, tömeg-%-ban kifejezhető koncentráció- növekménye a buga középvezetékében ( $\Delta C_k$ ) az (a) egyenletből a következőképpen fejezhető ki:

$$\Delta C_k \equiv C_{k,cent} - C_k = C_k \cdot (M_k - 1) \quad (b)$$

Az összes komponens összegzett koncentrációnövekménye ( $\Delta C_\Sigma$ ) a (b) egyenlet komponensek szerinti összegzéséből adódik:

$$\Delta C_\Sigma = \sum_k C_k \cdot (M_k - 1) \quad (c)$$

Az [1] cikk 7. ábráján vizuálisan is megfigyelhető makrodúsulás matematikailag a (c) egyenlettel definiált  $\Delta C_\Sigma$  mennyiséggel írható le. Amennyiben a buga középvezetékében lemérjük az egyes komponensek koncentrációit, az (a) egyenlettel definiált parciális makrodúsulást, illetve a (b) egyenlettel definiált parciális koncentrációnövekményt határozhatjuk meg. A modell célja az (a-c) egyenletekkel definiált mennyiségek, vagy legalábbis azokkal arányos mennyiségek számítással való meghatározása az acél összetétele és a folyamatos öntés technológiai paramétereinek függvényében. Az [1] cikkben javasolt G minőségfüggvény a szerzők szándéka szerint a (c) egyenlettel definiált  $\Delta C_\Sigma$  mennyiséggel arányos.

## 2. A modellegyenletek analízise

Az eredeti modell egy 1 mm vastagságú acélszeletet követ végig a meniszkusz szinttől a kristályosodás végéig, gyakorlatilag azt vizsgálva, hogy különböző okokból milyen olvadáskaramlások lépnek fel az adott szeletben, amelyek feltehetőleg makrodúsulást okoznak. Az i. és (i-1). szeletben beszívott, illetve kinyomott ol-

vadéktér fogatával arányos vastagságát ( $\Delta d_i$ ) az acél ideális vastagsága ( $s_{ideal}$ ) (amit a szerzők a Tempsimu szoftverrel számolnak) és a különböző okokból korrigált vastagságok különbségeként definiálják. A szerzők által felírt (1.a-c) egyenleteket [1] változtatás nélkül átveszem, sőt, szeretném megjegyezni, hogy ezek adják a szerzők által alkotott módszer lényegét:

$$\Delta d_{pres,i} = (s_{pres,i} - s_{ideal,i}) - (s_{pres,i-1} - s_{ideal,i-1}) \quad (1.a = 1.a.új)$$

$$\Delta d_{ecc,i} = (s_{ecc,i} - s_{ideal,i}) - (s_{ecc,i-1} - s_{ideal,i-1}) \quad (1.b = 1.b.új)$$

$$\Delta d_{bulg,i} = (s_{bulg,i} - s_{ideal,i}) - (s_{bulg,i-1} - s_{ideal,i-1}) \quad (1.c = 1.c.új)$$

Az (1.a-c) egyenletekben megjelenő három index a következő hatásokat veszi figyelembe:

- "pres" a támgörgők pozíciója miatti hatást,
- "ecc" a támgörgők excentricitása miatt fellépő hatást,
- "bulg" a támgörgők között szakaszban a szál kihajlása miatt fellépő hatást.

Az [1] cikkben a háromfajta hatást a szerzők végig külön analizálják. A végeredmény szempontjából azonban e három hatás azonnal összevonható, ezért, az egyszerűség kedvéért ezt érdemes azonnal megtenni:

$$\Delta d_i = \Delta d_{pres,i} + \Delta d_{ecc,i} + \Delta d_{bulg,i} \quad (2.új)$$

Itt érdemes megjegyezni, hogy ha  $\Delta d_i$  előjele pozitív, az i. szelet olvadékot szív be, míg ha ez az érték negatív, az i. szelet olvadékot présel ki. Mindkét esetben olvadékkeveredés lép fel, ami végeredményben makrodúsuláshoz vezet.

A szerzők ezután az (1.a-c) egyenletekkel meghatározott értékekből a (2.a-b, 3.a-c) egyenletek segítségével új, súlyozott mennyiséget határoznak meg (pl.  $\Delta d_{bulg,i}^{weighted}$ ) (weighted = súlyozott):

$$k_{mushy,i} = \frac{d_{mushy,i}}{d_{mushy,i} + d_{liquid,i}} \quad (2.a)$$

$$k_{liquid,i} = 1 - k_{mushy,i} \quad (2.b)$$

$$\Delta d_{bulg,i}^{weighted} = k \cdot k_{liquid,i} \cdot \Delta d_{bulg,i} + k_{mushy,i} \cdot \Delta d_{bulg,i} \quad (3.b)$$

ahol  $d_{mushy,i}$  és  $d_{liquid,i}$  a mushy-zóna és a folyékony zóna vastagsága az i. szeletben, míg k egy súlytényező, melynek értékét a szerzők többé-kevésbé önkényesen  $k = 0,1$ -el vették egyenlőnek arra hivatkozva, hogy „minél nagyobb a mushy-zóna mennyisége az adott szeletben, az olvadásmozgásnak annál nagyobb hatása van a makroszegregációra”.

Ezen utóbbi megállapítással egyetértek, de azt a következő, szinte analóg megfogalmazással javasolom használni: adott mértékű olvadásmozgás ( $\Delta d_i$ ) az i. szeletben annál nagyobb relatív keveredést, és ezért végeredményben annál nagyobb makrodúsulást okoz, minél kevesebb az adott szeletben az olvadék összterfogatata. Az olvadék összterfogatán pedig az olvadéközónában és a mushy-zónában lévő olvadékfázis összegzett térfogatát értem. Az olvadéközónában az olvadékfázis részaránya nyilván 1. A mushy-zónában azonban az olvadékfázis részaránya minden i. szeletben más és más, ami ráadásul az acélösszetétel és a

folyamatos öntés technológiai paramétereinek bonyolult függvénye. Jelöljük az olvadék fázis részarányát a mushy-zónában, az  $i$ . szeletben  $f_{liq(mush),i}$  változóval, és tételezzük fel, hogy a Temp-simu szoftver ezt a mennyiséget is számolja. Ekkor az olvadékfázis effektív vastagsága az  $i$ . szeletben a  $(d_{liquid,i} + f_{liq(mush),i} \cdot d_{mushy,i})$  összeggel írható le. Fentiek alapján véleményem szerint a (2.új) egyenlettel leírt olvadékvastagság-változást ezzel az összeggel kell normálni ahhoz, hogy az adott szeletben fellépő effektív vastagságváltozást leírjuk, ami feltehetőleg arányos lesz a fellépő makrodúsulással. Ezért a súlyozott  $\Delta d_i^w$  mennyiséget a következő képlettel javaslom számolni:

$$\Delta d_i^w = \frac{\Delta d_i}{d_{liquid,i} + f_{liq(mush),i} \cdot d_{mushy,i} + q \cdot d_{slab}} \quad (3.új)$$

ahol  $d_{slab}$  a buga vastagsága,  $q$  félempirikus „érzékenységi” paraméter. A (3.új) egyenlet szerint az  $i$  paraméter növelésével (azaz miközben az acélselet a meniszkusz szinttől fokozatosan halad lefelé) adott, konstans  $\Delta d_i$  vastagságváltozáshoz egyre nagyobb és nagyobb relatív olvadékmozgás és ezért egyre nagyobb makrodúsulás tartozik, hiszen  $i$  növelésével először a folyékony zóna vastagsága csökken, majd tűnik el teljesen, ezután pedig a mushy-zóna vastagsága is fokozatosan csökkenni kezd (lásd 1. ábra [1]), miközben folyamatosan csökken a mushy-zóna folyékonyfázis-tartalma is. A (3.új) egyenlet nevezőjében az utolsó tag azért szerepel, hogy elkerüljük a matematikai határozatlanságot, amit az okozna, hogy a kristályosodás befejeződésével a folyadék fázis mennyisége nullává válik. Az érzékenységi paraméterre az [1] cikk 2-4 ábrái alapján a  $q = 0,1$  értéket javaslom. Ha ezt a paramétert ennél lényegesen nagyobbra választjuk, csökkenne a módszer érzékenysége. Ha ellenkezőleg, ennél lényegesen kisebbre választanánk, a módszer túlságosan érzékenyvé válna a kristályosodás utolsó szakaszában. Konkrét adatbank birtokában a  $q$  paraméter értékét optimalizálni lehet (lásd lent).

A szerzők a (4.a-c, 5.a-b) egyenleteikben összegzik  $\Delta d_i$  értékeit az  $i = 1$  és  $i = j$  szeletek között, az (5.a-b) egyenletekben külön-külön definiálva a pozitív előjelű, beszívott (sucked) és a negatív előjelű, kipréselt (squeezed) olvadékmennyiségeket. Ezen összegek helyett én a  $\Delta d_i$  mennyiségek abszolút értékeit javaslom összegezni,  $i = 1$  és a maximális  $i = n$  értékek között, hiszen ez az összeg fogja feltehetőleg jellemezni azt a kumulatív olvadékmozgást, ami az (a) egyenlettel definiált parciális makrodúsulás hajtóerejének tekinthető. Végeredményben én a következő összegezést javaslom:

$$d_{\Sigma}^w = \sum_{i=1}^n |\Delta d_i^w| \quad (4.új)$$

Szerzők [1] végül a (6) egyenlettel definiálják azt a  $G_{bulg,j}$  minőségfüggvényt, amely a cikkük végeredményeként az  $i = 1$  és  $i = j$  szeletek közötti intervallumban a buga kihajlásával kapcsolatba hozható makro-dúsulással arányos:

$$G_{bulg,j} = \left[ \frac{d_{bulg,j}^{sucked} + d_{bulg,j}^{squeezed}}{2} + \sum_{i=1}^j \sqrt{(d_{bulg,j}^{sucked} - d_{bulg,j}^{squeezed})^2} \right] \cdot [1 + C(wt\%) + S(wt\%)] \quad (6)$$

Saját analízisünk szempontjából előnyös a (6) egyenletet az azal analóg következő 3 egyenlettel újraírni.

$$G_{bulg,j} = f(d_{bulg,j}) \cdot f(C_k) \quad (6.a)$$

$$f(d_{bulg,j}) = \left[ \frac{d_{bulg,j}^{sucked} + d_{bulg,j}^{squeezed}}{2} + \sum_{i=1}^j \sqrt{(d_{bulg,j}^{sucked} - d_{bulg,j}^{squeezed})^2} \right] \quad (6.b)$$

$$f(C_k) = [1 + C(wt\%) + S(wt\%)] \quad (6.c)$$

ahol  $C_k$  a  $k$ . komponens koncentrációja, tömeg-%-ban ( $k = C, S$  stb...).

A (6.a) egyenlet azt fejezi ki, hogy a makrodúsuláshoz egyrészt olvadékáramlásra van szükség (amit az  $f(d_{bulg,i})$  tag fejez ki), másrészt a fő komponensen kívül szükség van olyan oldott komponensek jelenlétére is, amelyeknek a makrodúsulásáról beszélünk (ezt az  $f(C_k)$  tag fejezi ki). Lévéen a két tag a (6.a) egyenletben összeszorozva, bármelyik tag is egyenlő nullával, makrodúsulás nem lép fel. Ezzel a fizikai képpel egyetértek, és ezért az általam javasolt, az (a) egyenlettel definiált parciális makrodúsulással arányosnak szánt  $G_k^*$  parciális minőségfüggvényt a (6.a) egyenlet mintájára a következőképpen definiálom:

$$G_k^* = f(d_{\Sigma}^w) \cdot f(C_k) \quad (5.a.új)$$

Vizsgáljuk meg most külön-külön a (6.b-c) egyenleteket. A (6.b) egyenlettel leírt  $f(d_{bulg,j})$  tag a makrodúsulás áramlással kapcsolatos hajtóerejét fejezi ki. A (6.b) egyenlet felírásakor a szerzők feltételezték, hogy ezt a hajtóerőt legjobban a beszívott és kinyomott olvadékmennyiségek átlagának (lásd a 6.b. egyenlet első tagját), illetve különbségnégyzetének négyzetgyökéből képzett összegének (lásd a 6.b. egyenlet második tagját) összegével lehet becsülni. Véleményem szerint azonban ez egyrészt túlságosan bonyolult (és a cikkben nincs utalás arra, hogy ez az összefüggés hogyan vezethető le), másrészt a makrodúsulás lényege nem az, hogy egymástól független olvadékáramlások lépnek fel az adott szeletből kipréselve, illetve oda beszívva az olvadékot, hanem az, hogy bármifajta olvadékmozgás (iránytól függetlenül) a maradék olvadékban keveredést, és ezért makrodúsulást okoz. Ezért az általam definiált  $f(d_{\Sigma}^w)$  függvény véleményem szerint egyszerűen azonosnak vehető magával a  $d_{\Sigma}^w$  mennyiséggel, azaz:

$$f(d_{\Sigma}^w) = d_{\Sigma}^w \quad (5.b.új)$$

Az olvadék összetételét figyelembe vevő, a szerzők által a (6.c) egyenlettel definiált  $f(C_k)$  függvény a következő peremfeltételnek kell megfeleljen: tiszta vasban (amikor az egyéb komponensek koncentrációja zérus) nem következik be makrodúsulás, hiszen nincs is minek „makrodúsulnia”. Ez összecseng azzal a megfigyeléssel, hogy kis karbontartalma, ötvözetlen acélok esetében a makrodúsulás nem jelent problémát [2]. Matematikailag:

$$\text{ha } C(wt\%) = 0 \text{ és } S(wt\%) = 0, \text{ ill.} \\ \sum C_k = 0, \text{ akkor } G_{bulg,j} = 0, \text{ azaz } f(C_k) = 0. \quad (A)$$

Mint látjuk, a (6.c) egyenlet az (A) peremfeltételnek sajnos nem felel meg. A (6.c) egyenletben emellett furcsának tűnik, hogy a sokkomponensű acéloknak a szerzők csak két komponensét veszik figyelembe, illetve az, hogy ennek a két komponensnek azonos a súlyfaktora (egységnyi).

A saját  $f(C_k)$  függvényem megalkotásához először definiálok a jól ismert megoszlási hányadost, ami a  $k$ . komponensre az egymással egyensúlyt tartó szilárd és folyékony fázisokban érvényes koncentrációk hányadosával egyenlő:

$$k_k \equiv \frac{C_{k,szil}}{C_{k,olv}}$$

Most tételezzük fel, hogy az acélban jelen lévő oldott komponensek megoszlási hányadosai 1-el egyenlőek, azaz az olvadék és a vele egyensúlyban lévő szilárd fázis összetétele azonos. Ekkor hiába van bármekkora olvadékaramlás, az olvadék összetétele a buga keresztmetszete mentén változatlan marad, ezért makrodúsulás nem lép fel. Matematikailag ez a feltétel a következőképpen írható fel:

$$\text{ha } k_k = 1, \text{ akkor } G_k^* = 0, \text{ azaz } f(C_k) = 0 \quad (B)$$

Az (A, B) peremfeltételeknek megfelelő, egyik lehetséges összefüggés az  $f(C_k)$  függvényre a következő:

$$f(C_k) = (1 - k_k)^p \quad (5.c.új)$$

ahol  $p (> 0)$  – félempirikus paraméter (lásd lent). Az (5.c.új) egyenlet értelmében a parciális makrodúsulás annál erősebb lesz, minél inkább eltér  $k_k$  értéke 1-től. A különböző komponensek megoszlási hányadosát acélban az 1. táblázat tartalmazza [3]. Az 1. táblázatból láthatjuk, hogy azonos áramlási viszonyok között a legerősebb makroszegregációval feltehetőleg a kén és a foszfor fog rendelkezni. Ez összecseng azzal az empirikus megfigyeléssel, hogy a S és P a legerősebben szegregálódó komponensek acélban [2].

Az (5.a-c.új) egyenletek összevonásával a keresett parciális minőségfüggvény a következő alakot nyeri:

$$G_k^* = d_{\Sigma}^w \cdot (1 - k_k)^p \quad (5.d.új)$$

Véleményem (és reményeim) szerint az (5.d.új) egyenlettel meghatározott  $G_k^*$  parciális minőségfüggvény arányos lesz az (a) egyenlettel definiált parciális makrodúsulással ( $M_k$ ). Jelöljük  $z$ -vel e két mennyiség hányadosát:

$$z \equiv \frac{M_k}{G_k^*} \quad (5.e.új)$$

Amennyiben  $z$  értéke ismert, az (a-c) egyenletekkel definiált mennyiségek a következő egyenletekkel számíthatóak:

$$M_k = z \cdot G_k^* = z \cdot d_{\Sigma}^w \cdot (1 - k_k)^p \quad (6.a.új)$$

$$\Delta C_k = C_k \cdot (z \cdot G_k^* - 1) \quad (6.b.új)$$

$$\Delta C_{\Sigma} = \sum_k C_k \cdot (z \cdot G_k^* - 1) \quad (6.c.új)$$

Végeredményben ezen utóbbi (6.c.új) egyenlettel számolt mennyiség fogja jellemezni az adott összetételű acélból adott technológiai paraméterek mellett gyártott acélbugában fellépő makrodúsulást.

Most térjünk rá  $q$ ,  $p$  és  $z$  félempirikus paraméterek meghatározási módjára. Ehhez több bugán több komponensre meg kell

1.táblázat. Komponensek megoszlási hányadosa acélban [3]

Elem	S	P	C	H	N	Nb	Ti	Si	Al	Mn
$k_k$	0,04	0,08	0,20	0,27	0,27	0,27	0,60	0,60	0,60	0,74

határozni a középvezeték érvényes koncentrációkat, és az (a) egyenlettel ki kell számítani az adott komponensek parciális makrodúsulását. Ehhez alakítsuk át a (6.a.új) egyenletet:

$$\log \frac{M_k}{d_{\Sigma}^w} = \log(z) + p \cdot \log(1 - k_k) \quad (6.d.új)$$

A (6.d.új) egyenlet alapján ábrázoljuk a kísérletileg és a  $q = 0,1$  paraméterértékkel, számítással meghatározott  $\log \left( \frac{M_k}{d_{\Sigma}^w} \right)$  értékeket a  $\log(1 - k_k)$  értékek függvényében. Reményeim szerint a pontokra viszonylag jó korrelációs együtthatóval egy egyenes fektethető. Ezután fokozatosan változtatva a  $q$  paraméter értékét, keressük meg a  $q$  paraméter optimális értékét, amelyet az illeszkedő egyenest jellemző  $R^2$  korrelációs együttható maximális (1-hez remélhetőleg közeli) értékénél találunk. Ezen optimalizált  $q$  érték mellett az illesztett egyenes tengelymetszetéből és meredekségéből a  $z$  és  $p$  paraméterek a (6.d.új) egyenlet alapján meghatározhatók. Ezek után az optimalizált  $q$ ,  $p$  és  $z$  értékek ismeretében, a fenti közölt (x.új) egyenletek segítségével a makroszegregáció adott acélösszetétel és technológiai paraméterek mellett mérnöki pontossággal becsülhetővé válik.

### 3. Utószó

Végeredményben a fenti (x.új) egyenletek összességéből összeállítható algoritmussal definiált, az (A, B) peremfeltételeknek megfelelő minőségfüggvényt esélyesebbnek érzem arra, hogy a makrodúsulást leírja, összehasonlítva az [1] cikkben bevezetett  $G$  paraméterrel, amely az (A, B) peremfeltételeknek ellentmond. Ebből persze még nem következik, hogy az itt javasolt egyenletek a valóságban is jobbnak bizonyulnak az ipari minták makroszegregációs képeinek, illetve koncentrációeloszlásainak reprodukálására, mint az [1] cikkben bevezetett  $G$  paraméter. A szerző szívesen venné Réger és munkatársai válaszcikkét, és előre is köszönettel tartozik a szerzőknek, ha idejüket nem kímélve numerikusan is összehasonlítják saját  $G$  minőségfüggvényüket az itt javasolt egyenletekkel, illetve a rendelkezésükre álló, feltehetőleg nagyszámú makroszegregációs felvételt és koncentrációeloszlást tartalmazó ipari adattal.

Végezetül felhívom a szerzők [1] és a tisztelt olvasók figyelmét a [4] cikkre, amely az [1] cikk publikálása óta jelent meg, ahhoz kapcsolódó tartalommal.

### Irodalom

- [1.] Réger M., Verő B., Csepeli Zs., Szélig Á.: „Folyamatosan öntött bugák makrodúsulása”, BKL Kohászat, 137 (2004. 5.), 9-13.
- [2.] H.F. Schrewe: Continuous Casting of Steel, Fundamental principles and practice – Verlag Stahlrisen, Düsseldorf, 1997.
- [3.] E.T. Turkdogan: Fundamentals of Steelmaking – University Press, Cambridge, UK, 1996.
- [4.] L.C. Nicolli, A.Mo, M. M'Hamdi: „Modeling of Macrosegregation Caused by Volumetric Deformation in a Coherent Mushy Zone” – Metall. Mater. Trans., 36A (2005.), 4.

HULKA, KLAUS

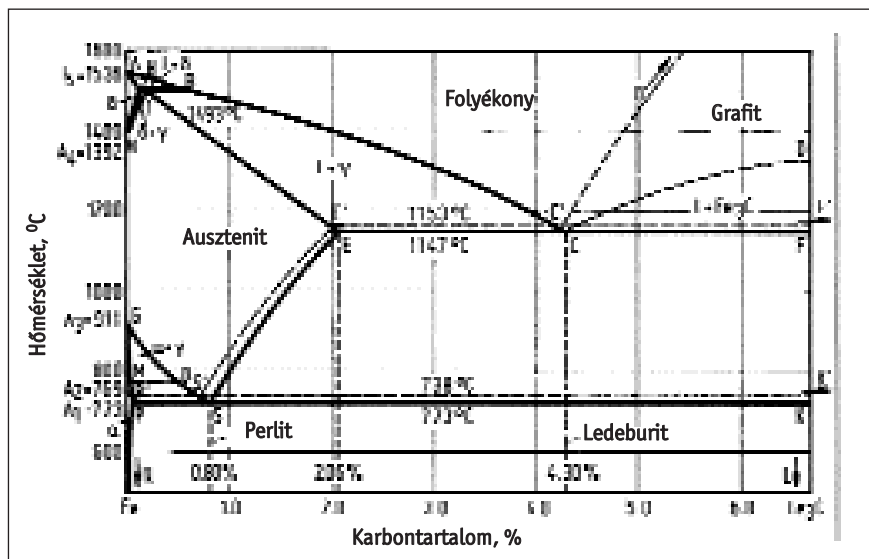
## Nióbium az öntöttvasban

A nióbium nagyon hatékony ötvöző elem az öntöttvasban, mivel elsődleges, finomszemcsés és homogén eloszlású karbidokat képez, javítva így a kopásállóságot. Ezen kívül a nióbium finomítja az eutektikus cellákat, nagyobb szilárdságot ad, és ezzel lehetővé teszi a súlycsökkentést. Gondot kell azonban fordítani arra, hogy az adagolt ferronióbium feloldódjon a folyékony vasban. Ez megfelelő ötvözési módszerrel érhető el.

### Bevezetés és meghatározások

Az alakított vas (acél) és az öntöttvas közötti határ 2% karbon körül van. E határ felett eutektikus grafit vagy cementit válik ki, mint a kétfázisú vas-karbon állapotábrán (1. ábra) látható.

Az ilyen nagy karbontartalmú vasnak viszonylag alacsony, 1400 °C körüli az olvadási hőmérséklete, ami aztán tovább csökken 1150 °C-ig, amikor eléri az eutektikus pontot 4,3% karbon körül. A kis likvidusz-hőmérséklet segíti az öntészeti műveleteket. A nagy karbontartalom következtében azonban, a 2-4% karbont tartalmazó vas túlságosan rideg a hengerléssel vagy kovácsolással végzett melegalakításhoz. Ezért az anyag pontos alakí-



1. ábra. A stabil és a metastabil vas-szén fázisdiagram [1]

tását rendszerint öntéssel és forgácsolással végzik.

Az öntöttvas törési felülete színének megfelelően megkülönböztetnek szürke és fehér öntöttvasat. A szürke vagy grafitos öntöttvasban a karbon grafit formájában van jelen. Ez megfelel az 1. ábrán szaggatott vonallal mutatott stabil Fe-C diagramnak. A fehér öntöttvasban a karbon  $Fe_3C$  karbidot, azaz cementitet képez, és az ötvözet a metastabil Fe-C diagramnak megfelelően szilárdul (folyamatos vo-

nalak az 1. ábrán). A grafitot és cementitet is tartalmazó öntöttvasat feles öntöttvasnak nevezik.

A karbon kiválhat lamelláris (lemezes) grafitként (szürke öntöttvas), gömbszemcsék vagy szferoidok alakjában (noduláris vagy gömbgrafitos, vagy alakítható öntöttvas), vagy kompakt és féregszerű formában (kompakt- vagy vermikulárgrafitos vas). Alkalmos hőkezeléssel a fehér öntöttvas cementitje gömb alakú grafitá alakítható át, ami a tempervasra jellemző.

A stabil rendszerű kristályosodást, s így a szürke öntöttvas keletkezését elősegíti a nagyobb karbontartalom, a lassúbb hűlés, vagy a kiegészítő hőkezelés. Más elemek is fontos szerepet játszanak, mivel kedvezhetnek a grafit vagy a cementit képződésének. Grafitizáló elemek például a szilícium, a réz, a nikkel és az alumínium, a cementitet elősegítők a króm, a mangán, a molibdén, a vanádium és a kén. Az olyan elemek, mint a titán és a nióbium primer karbidokat képeznek, és ezért szinte nincs hatásuk az eutektikus

**Klaus Hulka** okleveles kohómérnök, 1942-ben született, osztrák nemzetiségű. Acélmetallurgiát tanult a Leobeni Bányászati és Kohászati Egyetemen. A szakmai pályafutását a német Klöckner acélmű kutatási osztályán kezdte, 1968-ban, és olyan különleges olvasztási eljárások felelőse volt, mint az elektroszalagos átolvasztás, vákuumos-oxigénes széntelenítés és kéntelenítés. 1972-ben a német Peine-Salzgitter acélművekhez csatlakozott, és végül az acélfejlesztési és metallográfiai laboratóriumok vezetője volt a kutatási és minőségügyi osztályon belül. 1981-ben, műszaki igazgatóként lépett be a Niobium Products Company GmbH-hoz, és 2001-ben ügyvezető igazgatóvá léptették elő. Mintegy 150 közleménye jelent meg műszaki folyóiratokban és konferenciaanyagokban, különösen a HSLA (nagy szilárdságú, gyengén ötvözött) acélok terén, az ötvözetek összetétele, kezelése és mikroszerkezete közötti összefüggésekkel és a hegeszthetőséggel foglalkozott.

dermedésre. A különböző ötvöző elemek megváltoztathatják a karbon oldhatóságát is az olvadékban, eltolhatják az eutektikus karbontartalmat a nagyobb vagy a kisebb koncentrációk felé, és növelhetik vagy csökkenthetik a likvidusz-, valamint az eutektikus hőmérsékletet. A kérdés egyszerűsítése és a hármas vagy négyes fázisdiagramokkal végzendő munka elkerülése céljából, az ötvöző elemek hatásait a karbonegyenértékben (CE) összegezik:

$$CE = \%C + 0,33\% Si + 0,33\% P + 0,074\% Cu + 0,053\% Ni - 0,027\% Mn - 0,063\% Cr$$

A 4,26%-os karbonegyenérték eutektikus összetételű vasat jelent.

Az öntöttvas messze a legfontosabb öntészeti anyag. A termelése a világon jóval nagyobb, mint az összes egyéb öntészeti ötvözeté. A gyártás a CE-értékek széles tartományát fedi le; a szilárdságát, a keménységét és más tulajdonságait a CE-értékhez viszonyítják.

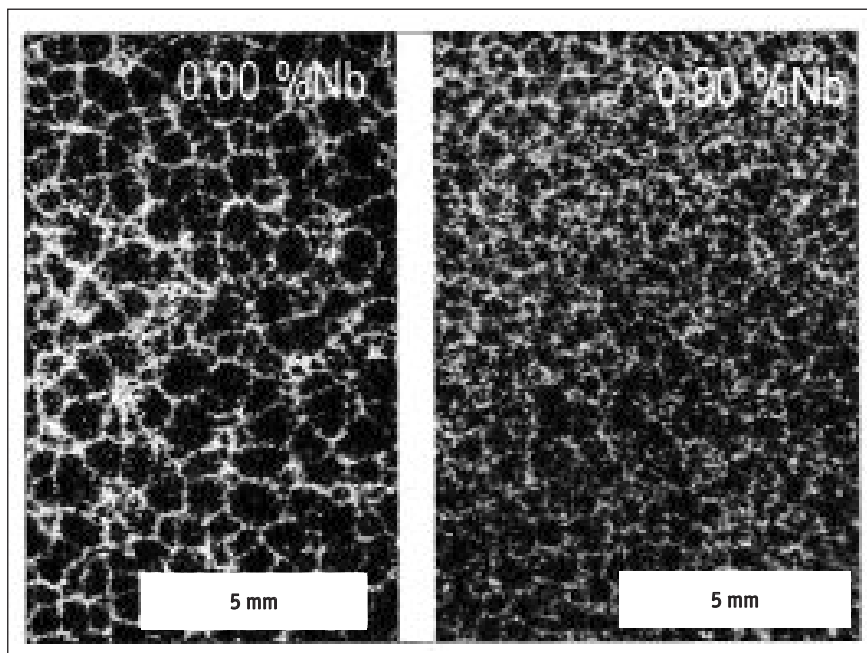
A kis CE-értékű összetételek nagyobb szilárdságot és keménységet adnak, míg a nagy CE-értékek kisebb szilárdságot, de jobb forgácsolhatóságot, nagyobb csillapító képességet és hővezetést. Ezen felül az utóbbiak öntészeti tulajdonságai is jobbak.

Az öntöttvasban a grafit rendszerint lemez alakjában jelenik meg. A tipikus mikroszkópi felvételeken látható grafitlamellák a valóságban összekapcsolódva háromdimenziós káposztaszzerű szerkezetet képeznek. A lamellák közötti teret elfoglaló mátrixszal együtt úgynevezett eutektikus szemcsét vagy cellát képeznek. Alkalmas maratással a szemcsék láthatóvá tehető, mert a szemcsehatárokon dúsulnak az olyan szegregálódó elemek, mint a foszfor, a króm és más karbidképzők.

A grafit alakja módosítható magnéziumos és/vagy egyéb ritkaföldfemes kezeléssel, gömb alak elérése céljából. Az így nyert vasat gömbgrafitos (noduláris vagy szferoidális), vagy alakítható öntöttvasnak nevezik. A szürke vasnál szilárdabb és képlékenyebb. A gömb- és kompaktgrafitos öntöttvasat rendszerint eutektikus vagy enyhén hipereutektikus összetétellel gyártják. A CE-értéknek csak kis hatása van a tulajdonságaikra.

A kompaktgrafitos öntöttvas (CGI - compacted graphite iron) tulajdonságai közelítően a szürke és a gömbgrafitos vas tulajdonságai közé esnek.

Ha a szilárdulás a metastabilis Fe-C diagramot követi, fehér öntöttvas keletke-



■ 2. ábra. Eutektikus cellák 0,4% FeSi-mal beoltott öntöttvasban (CE = 4,2)

zik. A karbidképződést elősegíti a gyors vagy hirtelen hűtés (pl. a kokillába való öntés), a kis szilíciumtartalom, és/vagy króm adagolása. A fehér vasat különösen a bánya- és talajmozgató berendezésekben alkalmazzák. Gyakran elég nagy a krómtartalma. Ennek az anyagnak az abrazív kopással szembeni jó ellenállása az elég nagy karbidtartalomnak a következménye, de ez sajnos gyakran kis szívóssággal párosul, ami ütésszerű terhelés esetén csökkenti a teljesítményt. Ígéretes alternatívát kínál a kemény és megszakított alakú nióbbium-karbid. Különösen a kemény réteget felrakó hegesztőelektródákban szokásos a nagyon nagy, 5%-ot meghaladó Nb-tartalom. Erről az alkalmazásról azonban ez a tájékoztató a továbbiakban nem szól.

A fehér és a szürke dermedés közötti átmenetek felléphetnek a hűlési sebességnek az öntvény felülete és belseje közötti különbsége eredményeként. Ilyen átmenetek különleges ötvözők adagolásával vagy beoltással is elérhetők. A szerkezet alapszövege fehér, kompaktlemezes grafitos eutektikus cellák, grafitgömbök, vagy a primer dendritet követő pehely alakú grafitelrendeződések (határozatlan kérgesedés) zárványaival.

A szövetszerkezet széles tartománya érhető el: ferrites, ferrit-perlites, perlites, vagy ausztenites, a szilárdság, a képlékenység, a kopásállóság, stb. különféle kombinációival.

A stabilis Fe-C diagramnak megfelelően, a mikroszerkezet alakulása a 3% C-t tartalmazó vas esetén a következőképpen magyarázható. Amikor a hőmérséklet eléri az 1300 °C körüli értéket, a folyékony vasból először ausztenit képződik. Mivel az ausztenit kevesebb karbonot tartalmaz, mint az eredeti olvadék, a maradék olvadék karbonban dúsul. Amikor a hőmérséklet eléri az 1153 °C-ot, az ausztenit 2,03% C-t tartalmaz, a folyékony fázis pedig 4,24% C-t. Ezen a hőmérsékleten a folyékony fázis teljesen átalakul ausztenit és grafitra, az eutektikus reakciónak megfelelően. Az eutektikus reakció során képződött grafit mellett, további grafit válik ki az ausztenitből a további hűlés alatt, és - egyensúlyi feltételek mellett - 738 °C-nál a maradék ausztenit, amely csak 0,7% C-t tartalmaz, ferrit és grafitra alakul át, az eutektoidos reakció szerint.

Ez a sorrend azonban csak egy elméleti megközelítés, mivel nehéz meghatározni a valóságban előforduló mikroszerkezeti sajátosságokat képződésük történetében. Például, képződhet először Fe<sub>3</sub>C a túlhűlés eredményeként, és később átalakulhat vassá és grafitra. Ezen felül, bármilyen grafitképződés preferálja a meglévő grafiton lévő csíráképző helyeket, így nagyon nehéz megkülönböztetni egymástól a primer, az eutektikus, a másodlagos és az eutektoidos grafitot. A grafit lassúbb hűlés esetén durvább. Megjegyzendő, hogy a primer grafit, amelynek 4,25%-nál

nagyobb karbon tartalom esetén már a folyékony fázisban képződnie kell, ritkán létezik az öntöttvasban, mivel szegregálódik az olvadék felülete felé és különválik.

A fentiekén kívül, az eutektoidos átalakulás nem mindig követi a stabilis diagramot, és a ferrites átalakulás nem teljes lehet vagy gyakran teljesen elnyomott a perlitképződés javára. A perlit ferrit és cementit lemezekből áll, és a metastabilis Fe-C diagram szerint képződik. A perlit lemezközi osztása függ a hűlési sebességtől, és finomítható a hűlés gyorsításával vagy ötvözőkkel, ami nagyobb szilárdságot, keménységet és kopásállóságot eredményez. Nagyobb ötvöző adalékok elősegítik a bénites, martenzites, sőt ausztenites mikroszerkezeteket. Voltaképpen, manapság legnagyobb részben, sőt szinte teljesen perlités mátrixú szürkevasat gyártanak, amely nagyobb szilárdságot és kopásállóságot ad, mint a ferrites.

### Alkalmazási példák

#### Szürke öntöttvas

A grafitlemezek jó tulajdonságai: kiváló forgácsolhatóság, jó hővezetés, a mechanikus rezgések és szóródásuk hatékony elnyelése.

A jó hővezetést hasznosítják a melegrepedések képződésének csökkentésére tehergépkocsik féktárcsaiban. Mintegy 0,4% Nb adagolása az egyenletes eloszlá-

sú nióbbium-karbidok révén 3,8%C, 2%Si, 0,7%Mn, 0,4% Cu és 0,3% Cr összetételű, perlités öntöttvasba [2] növeli a szilárdságot, és csökkenti a kopást a fékezési műveletek során. Az ilyen féktárcsák élettartama legalább nyolcszor nagyobb, mint a fékpofák bélése.

Nagy mennyiségű, durva grafitos szövétű öntöttvasat használnak a fékrotorok öntvényeihez, hogy nagy csillapító képességet érjenek el. Az edzhetőséget fokozó olyan ötvöző elemek, mint a króm és a molibdén, szavatolják a perlités mikroszövet képződését, így észrevehető szilárdságot kínálnak. Ennek az ötvözethez az optimálása keretében, vizsgálták a 0,09% Nb-ig terjedő mikroötvözést [3]. Úgy találták, hogy az eutektikus cellák nióbbiumos mikroötvözéssel való finomítása a szilárdság és a csillapító képesség optimalálásának a kulcsfontosságú paramétere. A tény mellett, hogy 0,09% Nb adagolása az eutektikus cellaméret gyakorlatilag a felére csökkent (24 cella/mm<sup>2</sup>), a perlit lemezközi osztása is megfelelően finomodott. Az elég durva grafit fenntartása érdekében azonban az alábbi hipereutektikus összetétel volt szükséges: 3,8% C, 2,5% Si, 0,7% Mn, 0,25% Cr, 0,20% Mo, 0,09% Nb.

Ezek az eredmények megerősítik a korábbi észleléseket [4], vagyis az eutektikus cellák finomodtak nióbbiumadagolás hatására (2. ábra)

E vizsgálat során úgy találták, hogy 0,25%-os feletti nióbbiumadagolás nem eredményezett további szilárdságnövekedést (3. ábra).

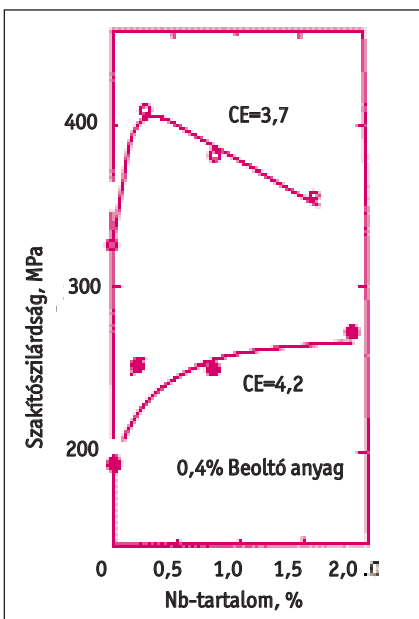
Az ennél nagyobb mennyiségű nióbbiumot nióbbium-karbidok formájában találtak, az ausztenit dendritjeiben. Ezek a kemény részecskék hatékonyan növelik az abrazív kopással szembeni ellenállást. A nióbbiumot tartalmazó öntöttvas gyakorlati példáit is bemutatta a hivatkozott közlemény. A fékdobokon kívül, egy motorke-rekpár hengerperselyét is ilyen típusú ötvözetből készítették. Mellesleg, foszforadalekot használtak az olvadék nagyobb folyékonyságának az eléréséhez.

#### Gömbgrafitos öntöttvas

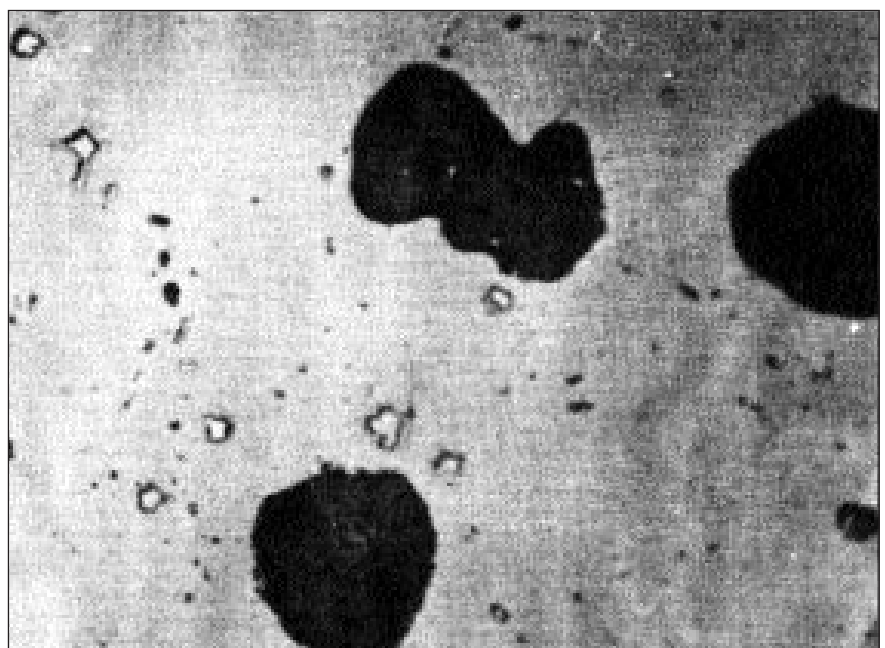
Dinamikusan terhelt alkatrészek esetében a szilárdság mellett a képlékenység is fontos tulajdonság. Ilyenkor kívánatos a grafit gömb alakja, amely a temper- vagy különösen a gömbgrafitos öntöttvasban található.

Egy Brazíliában gyártott, kompakt gépkocsiban 0,5% Nb-t tartalmazó, 3,6% C, 2,15% Si, 0,20% Mn, 0,55% Ni, 0,18% Mo, 0,05% Mg összetételű dugattyúgyűrűt használnak [5]. A 4. ábra mutatja a nióbbiumot tartalmazó öntvény mikrofelvételét.

Ez az öntvény 15-20%-kal kisebb kopást mutat, mint az ugyanilyen, de nióbbium nélküli gyűrűk. A kopási viselkedésből



■ 3. ábra. A nióbbiumadalek hatása az öntöttvas szakítószilárdságra (0,4% FeSi-mal beoltva)



■ 4. ábra. Nióbbiumot tartalmazó gömbgrafitos öntöttvas dugattyúgyűrű maratlan szövete képe

nyilvánvaló volt, hogy minden felületi karcolás megszakad a nióbbium-karbid részecskéknél. Inkább, mint az eutektikus elrendezésben, az 5 µm-ig terjedő méretű nióbbium-karbid részecskék gyakran elégé kompakt formájúak, ami jelzi, hogy közvetlenül a folyékony vasból képződtek. A mikroszerkezet alapja megeresztett martenzit. Ezzel nagy, 2000 MPa-t meghaladó szakítószilárdságot érnek el.

Éz megerősíti a Kínában kapott korábbi eredményeket, amelyek szerint a dugattyúgyűrűk anyagának nióbbiumos ötvözése lehetővé tette a gyűrűk számának csökkentését ötről négyre [6].

A nióbbium-karbiddal erősített gömbgrafitos öntöttvasat széles körben használják meleghengerlő hengerekben is, mivel a teljesítményük mintegy 40%-kal nagyobb, mint az ilyen NbC-adalék nélküli hengereké [7]. Egy másik, a nióbbium ferrites gömbgrafitos öntöttvasban kifejtett hatásáról végzett vizsgálattal [8] is egyezően: nagyobb nióbbiumadagolás esetén a szilárdság nő és a szívósság romlik. Az NbC részecskék nem hatnak a grafit képződésére, ha egyenletesen elosznak a mátrixban.

### Feles öntöttvas (bizonytalan kérgesedés)

A feles öntöttvasat olyan mikroszerkezet jellemzi, amely cementitet és grafitot egyaránt tartalmaz. Egy határozatlan kérgesedésűnek nevezett típus finom, dendritközi grafitpelyheket tartalmaz. Ezt a fajtát széles körben használják meleghengerdei hengerekben, amelyekben a karbidfázis javítja a kopásállóságot, míg a munkarétegben jelenlévő grafit csökkenti a súrlódást a henger és az anyag között, és minimalja a hőlökéseket.

A tipikus ötvözet hozzávetőleges összetétele: 3,3% C, 0,8% Mn, 0,9% Si, 1,8% Cr, 4,4% Ni és 0,4% Mo. Az alapösszetétel hasonló a Ni-Hard öntöttvaséhoz, főként bénites vagy martenzites alapszövetű.

Ha körülbelül 1,5% Nb-t adnak az ilyen ötvözethez sztöchiometrikus mennyiségű karbonnal, primer Nb-karbidok képződnek, tovább javítva a keménységet és a kopásállóságot, a grafit morfológiájának rontása nélkül. Ennek eredményeként, a henger teljesítménye (a hengerelt acél mennyisége tonnában, a hengerlési és köszörülési kopás egy mm-ére) több mint 30%-kal nő [7, 9].

### Nióbbium a hegeszthető Ni-Resist öntöttvasokban

A Ni-Resist az öntött vasötvözetek egy családja, amelynek elég nagy a nikkeltartalma ahhoz, hogy egyedülálló és kiváló tulajdonságokkal rendelkező ausztenites szerkezetet érjen el. Az ötvözet nikkeltartalma 20 és 35% között van, a szükséges tulajdonságoktól függően. Az érintett tulajdonságok között van a korrózióállóság, a hőállóság és a termikus fátadás, a szívósság kis hőmérsékleten, a hőtágulás, és a mágneses permeabilitás. Léteznek lemez- és gömbgrafitos Ni-Resistek, de manapság fontosabbak a gömbgrafitos fajták (képlékeny Ni-Resist) [10].

A képlékeny Ni-Resist ötvözetek mind hegeszthetők, feltéve a helyes hegesztési paraméterek beállítását, és a magnézium- és foszfortartalom megfelelő határok között tartását. Különösen szükséges a jó hegeszthetőség olyan nagy korrózióálló öntvények esetén, mint a szivattyú-alkatrészek, amelyeknek kis öntvényhibáit és üzem közbeni sérüléseit javítani kell. Néha, nagy egységek gyártásakor szerelőhegesztés is szükséges. A gömbösítéshez szükséges magnézium jelenléte csökkenti a képlékenységet a hegesztési hőmérsékleteken, így kis repedések keletkezhetnek a varrat hőhatásának kitett zónában. E probléma leküzdése érdekében kidolgozták a Ni-Resist D-2W ötvözetet, amely Nb-

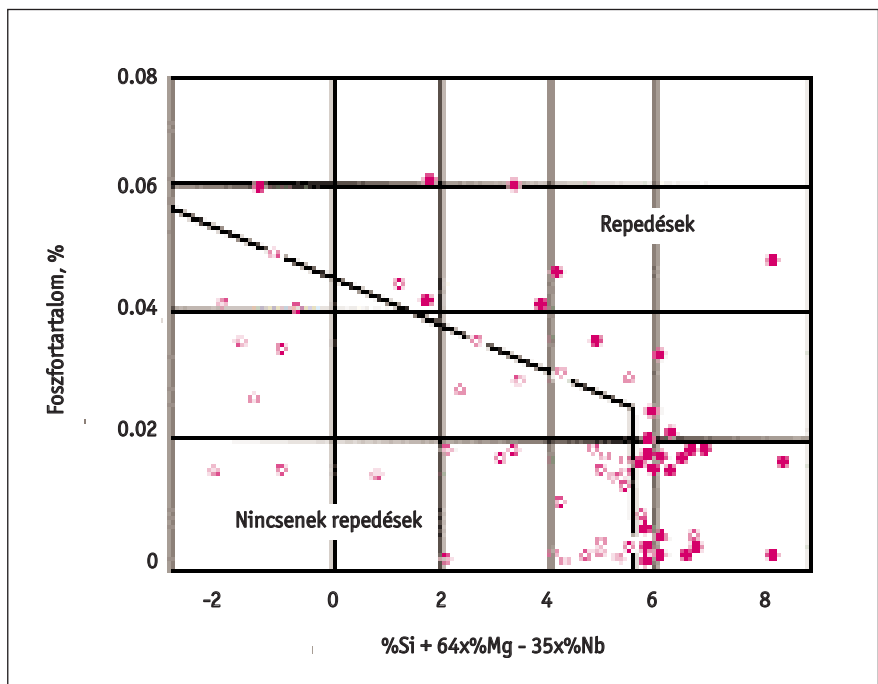
ot tartalmaz, a szilícium-, a foszfor- és a maradó magnéziumtartalom szabályozása mellett. Nagy öntési vagy üzemi hibák javítása után, a gyakorlati tapasztalat kiváló hegesztési eredményeket mutatott. A használati tulajdonságok ugyanolyanok, mint a nióbbiummentes D-2 és D-2B Ni-Resist-fajtáké, így az ötvözetet világszerte felvették a Ni-Resist szabványokba. A gyakorlatban az öntödék még olyankor is 2W-t szállítanak, amikor nióbbium nélküli Ni-Resist fajtákat írnak elő, hogy elkerüljék a problémákat az esetleg szükségessé váló hegesztésnél. Nemcsak a Nb-tartalom (0,12 - 0,20%), hanem a szilícium- (max. 2,25%), a foszfor- (max. 0,04%) és a magnéziumtartalom (max. 0,05%) szabályozására is figyelni kell. Összefüggések is léteznek a felsorolt elemek között, amelyek a következő két képlettel írhatók le [11]:

$$\%Nb \leq 0,353 - 0,032(\%Si + 64x\%Mg)$$

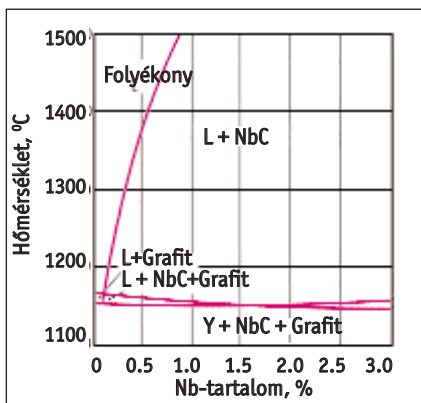
$$\%Nb \geq 0,0286(\%Si + 64x\%Mg - 5,6) + 8(\%P - 0,025)$$

Az 5. ábra szemlélteti ezeket az összefüggéseket, valamint a kritikus ötvözetartalom tartományát a repedésmentes hegesztéshez.

Úgy látszik, hogy a Nb-ötvözés a D-2W-n kívül más Ni-Resist ötvözetekre is kedvezően hat, bár ezen a területen nem végeztek kiterjedt kutatást. A jellemző összetételeket az 1. táblázat összegezi.



■ 5. ábra. Különböző ötvöző elemek hatása a repedési hajlamra a hőhatási zónában, Ni-Resist D2-ben (GJSA-XniCr20.2)



■ **6. ábra.** A Fe + 4,23% C - NbC kettős rendszer vasban dús sarka

### A nióbiium szerepe az öntöttvasban

A 6. ábra a Fe + 4,24% C - NbC egyensúlyi fázisdiagramját mutatja. Jelzi, hogy a nagyon kis nióbiumadaléknak (<0,1%) nincs hatása a szilárdulási hőmérsékletre és a sorrendre. Az NbC az eutektikus reakció alatt képződik.

Valamivel nagyobb nióbiumszint azonban a 0,1-0,2% tartományban elsődleges NbC képződését okozza a vasolvadékban. Ezek az NbC kiválások csíráként hathatnak az eutektikus reakcióra, azaz a folyékony fázis átalakulására ausztenitté és grafitná (vagy cementitté). Ez magyarázza a megfigyeléseket, amelyek szerint a nióbiium finomítja az eutektikus cellákat. Ha a nióbiium-tartalom meghaladja a mikroötvözési határt (>0,2% Nb), már növelt hőmérsékleten ilyen elsődleges karbidok képződnek. Ezek durvábbá válnak és optikai metallográfiával megtalálhatók a mikroszerkezetben NbC-ként, javítva így a kopásállóságot, valamint a keménységet és a szilárdságot.

Azt is észlelték, hogy a nióbiumos mikroötvözés csökkenti a kifehéredés mélységét, elősegítve így a sűrű öntöttvas képződését [12]. Erre azonban kielégítő magyarázatot még nem adtak.

**1. táblázat.** A kis és nagy foszfortartalmú Ni-Resist D-2 repedésmentes hegesztéséhez ajánlott vegyi összetétel (%)

Elem	Kis P-tartalom	Nagy P-tartalom
C összesen		
Si	2,5 - 3,0	
Mn	1,5 - 2,2	
Cr	1,0 - 2,5	
Ni	2,0 - 2,5	
	19 - 22	
Mg	0,08	0,05
P	0,025	0,04
Nb	0,06 - 0,11	0,12 - 0,17



■ **7. ábra.** Ferronióbiium csomó öntöttvasban

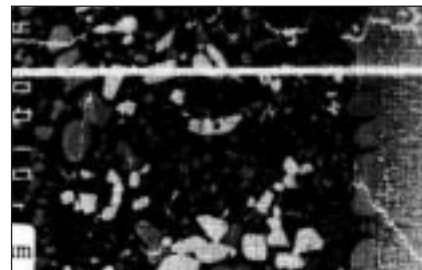
### A nióbiumos ötvözés módszere

A vas és acél ötvözéséhez használt szabványos Nb-ötvöző összetétele a mintegy 66% Nb-tartalmú ferronióbiium. Ez az összetétel közel megfelel a FeNb intermetallikus fázisnak, amely  $\mu$ -fázisként ismert a Fe-Nb fázisdiagramban [13]. A ferronióbiumnak elég magas az olvadáspontja; 1580 °C a szolidusz- és 1630 °C a likvidusz-hőmérséklete. Következésképpen, ez az ötvözet nem olvad el, hanem fel kell oldódnia, még az acélgyártásban is. Az öntöttvasgyártásban, az acélgyártáshoz képest kisebb olvasztási hőmérsékleten más az oldódási mechanizmus is, lassul a reakció, amint azt a 7-8. ábrák bemutatják.

A 7. ábra feloldatlan FeNb csomót mutat a megdermedt öntöttvasban. A csomót koncentrikus gyűrűk veszik körül.

Az oldódási mechanizmus világosabbá válik a ferronióbiium és a megdermedt olvadék közötti határfelület növelt nagyítása alatt (8. ábra).

A ferronióbiium felületén több fázis látható, amelyek nagyobb karbontartalmat mutatnak, mint maga a ferronióbiium. Csak a néhány  $\mu$ m-es felületi részecskék szabadulnak az olvadékba. A Fe-Nb-C diagram magyarázza az e reakcióban látható különböző fázisok természetét. Először a felület vesz fel kARBONT, így  $\mu$ -fázis (FeNb) és  $\lambda$ -fázis ( $Fe_2Nb$ ), valamint nióbiumkarbid ( $Nb_2C$ ) figyelhető meg. A karbonizálás azonban folytatódik, és végül



■ **8. ábra.** Ferronióbiium és öntöttvas fázisátára

$Nb_2C$  és NbC szabadul az olvadékba. A karbonfelesleg következtében, csak NbC lesz az olvadékban, amely az egyensúly által megengedett mértékben oldódik, azaz 0,8% Nb körüli mennyiségben 1500 °C-nál (lásd 6. ábra). A dermedés alatt azonban az oldott nióbiium újra kiválik, és ismét NbC-részecskéket képez: Ezeknek a mérete nincs kapcsolatban az eredeti NbC-részecskékével, amelyeket a ferroötvözet bocsátott az olvadékba az oldódása során. A 9. ábra a Fe-Nb-C rendszerrel írja le ezt a folyamatot.

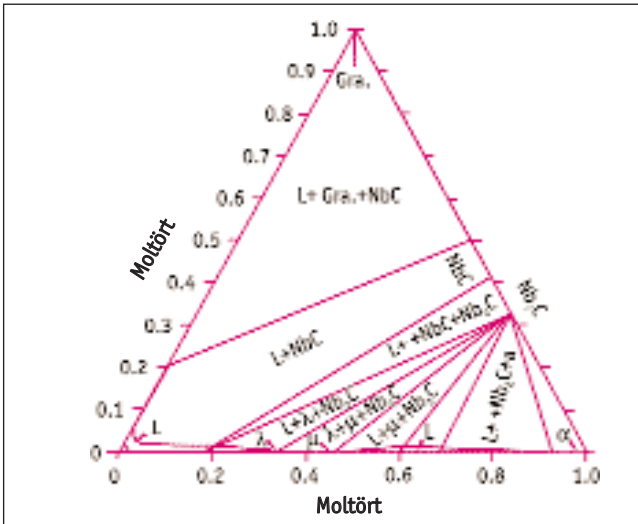
A ferronióbiium nagy karbontartalmú vasban való oldódásának a kis karbontartalmú acélban való oldódástól eltérő mechanizmusa hatást gyakorol a folyamat kinetikájára, amint azt a 10. ábra leírja. Ennek a diagramnak az adatai két forrásból származnak; az öntöttvas dinamikus oldódási sebességére vonatkozóak a [15]-ből, a statikus állapotra és az acélra vonatkozóak pedig a [16]-ból. A lassúbb oldódás, valamint a viszonylag kis olvasztási hőmérséklet megmagyarázhatják azt a tényt, hogy a ferronióbiium csak részlegesen oldódik fel.

A 11. ábra mutatja az adott átmérőjű ferronióbiium darab teljes feloldódásához szükséges időt, amelyet a [15] által adott, a dinamikus állapotot képviselő egyenlettel számítottak.

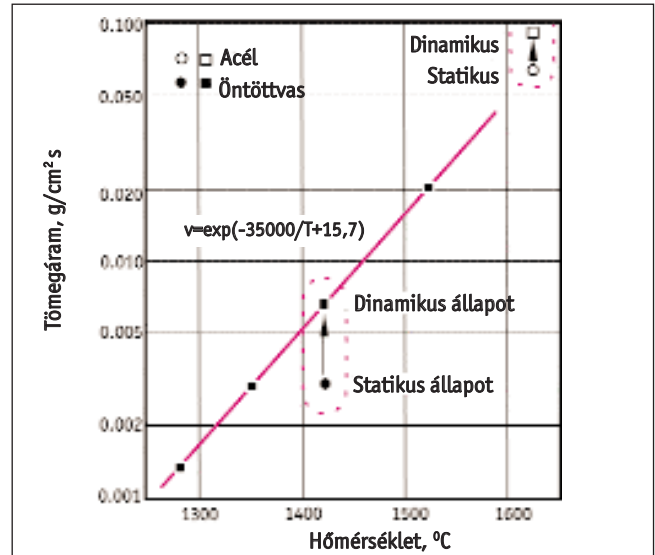
Már a 10. ábrából is nyilvánvaló, hogy az olvadékfürdő keveréssel vagy injektálással elérhető turbulenciája javítja az oldódás kinetikáját. Ezek a számított eredmények teljesen egyeznek a saját kutatások adataival, valamint a korábban publikált eredményekkel [12].

Az öntödében jellemző 1400 °C olvasztási hőmérséklet mellett, a 11. ábra több mint 60 perces időt jósol egy 30 mm átmérőjű ferronióbiium darab feloldódásához. Következésképpen, a ferronióbiiummal való gazdaságos ötvözésnek két fő módszere gyakorolható:

- A darabos anyagot a szilárd ócska-



■ 9. ábra. A Fe-Nb-C rendszer metszete 1500 °C-nál Huang [13] szerint, a karbonizálódást és a ferronióbium öntöttvasban való oldódását leíró nyilakkal



■ 10. ábra. A ferronióbium oldódási sebessége

vassal együtt adagolni, lehetővé téve a hosszú tartózkodási időt a kemencében,

- vagy abban az esetben, ha a ferronióbiumot csak a csapoláskor adagolják, és kevés idő marad az öntésig, eléggé finom szemcsés ferronióbiumot adagolni, amely néhány perc alatt feloldódik.

A leghatékonyabb módszer azonban porított anyag injektálása [12], mivel mind a kis szemcseméret, mind a fürdő turbulenciája kedvez az oldódási idő rövidülésének. A gyenge kihozatal leküzdésének néhány más módja is van.

(Fordítás: Szende Gy.)

#### Hivatkozások

- [1] Verlag Stahleisen
- [2] J. Porkert - W. Lotz (Mercedes-Benz AG), 5,849,-010 sz. USA szabadalom
- [3] S. V. Subramainan - A. J. Genualdi, AFS Casting Conference, 1996
- [4] C. H. Castello Branco - E. A. Beckert, Niobium Technical Report NbTR 05/84, CBMM, Sao Paulo (Brazil)
- [5] J. Vatauvuk - J. R. Mariano, JOM, 199-2. jan. p. 13-14.
- [6] Wei Zhen Zheng, Beijing University, magánközlés, 1985. máj.
- [7] T. Nylén, Niobium in Cast Iron, Niobium 2001, nyomtatásban
- [8] M. J. Fallon, BCIRA Journal, 1984. júl. p. 274-279.
- [9] B. T. Nylén et al., találmányi bejelentés No PCT/US96/09181
- [10] Covert, R. - J. Morrison - K. Röhrig - W. Spear: Properties and Applica-

tions of Ni-Resist and Ductile Ni-Resist Alloys, brosúra No 11018, NiDi Nickel Development Institute, 1998

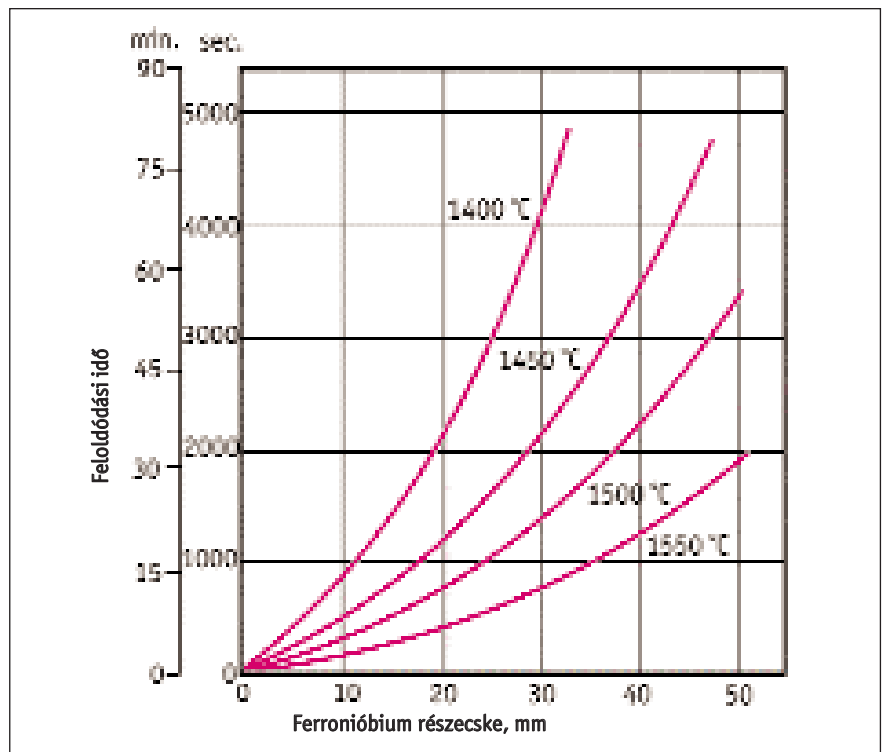
- [11] Stephenson, N.: Improving the weldability of SG Ni-Resist D-2 iron. International Conference Welding of Castings, Bradford, 1976. szept. 21-23.
- [12] E. Campomanes - R. Goller, AFS Transactions 73-8, p. 122-125.
- [13] W. Huang, Z. Metallkde. 8 (1990). No 6, p. 387-404

[14] J. R. C. Guimaraes - R. Papaleo - C. Takano, CBMM belső jelentés, 1985

[15] R. Caetano da Silva - C. Takano, University Sao Paulo (Brazil), személyes információ, 2002

[16] P. G. Sismanis - S. A. Argyropoulos, I&SM, 1989. júl., p. 39-47.

[17] E. B. Cruz - R. Caetano da Silva - J. B. F. Neto, AFS Transactions 99-101, p. 625-628.



■ 11. ábra. Ferronióbium darabok oldódási ideje az öntöttvas különböző hőmérsékletén

## Reprodukálhatóan gyártható, nagy üvegeképző hajlamú üvegfémek

**A gyorsűtéssel előállított anyagok egy új csoportját az öntött tömbi amorf ötvözetek alkotják. A már hagyományosnak tekinthető üvegfém szalagokkal szemben merőben új tulajdonságokkal rendelkeznek, a megismerésük napjaink feladata. Az egyik legnehezebb feladat a reprodukálható gyártás megoldása. Ez a cikk ezzel foglalkozik, és ismerteti egy lehetőséget a reprodukció javítására.**

A 40 évvel ezelőtt felfedezett üvegfémek mágneses és szerkezeti tulajdonságainak a megismerése napjainkra csaknem befejezettnek mondható. A fejlődés eredménye a kisveszteségű hálózati transzformátorok [I], a tökéletesebb áruházi biztonsági rendszerek [II], a szenzorikai alapanyagok és nem utolsósorban biztonságosabb életvédelmi relék [III, IV]. Nem állítható ez a közelmúltban felfedezett tömbi amorf ötvözetekről (bulk amorphous alloys), amelyeknek az előnyös és hátrányos tulajdonságait csak mostanában kezdik feltárni.

A hagyományos üvegfémekhez hasonlóan ezekben, az ötvözetekben sincs hosszú távú kristályos rend. A nagy üvegeképző hajlamhoz kötődő, 1-2 nm távolságra kiterjedő klaszterszerkezet természetében azonban még nem teljesen felderített. Nagy általánosságban, ezeknek az ötvözeteknek az egyes mechanikai tulaj-

donságai kiemelkedők, a mágneses jellemzőik is igen jók, a tömeges elterjedésükre azonban még várni kell. A nagy üvegeképző hajlamuk miatt, ezeknél a többalkotós ötvözeteknél lehetőség van a kész alakra öntésre. Ez azt is jelenti, hogy egy lépésben gyárthatók felhasználásra alkalmas darabok.

Ez az elvi lehetőség ugyan kétségtelenül adott, a gyakorlatban azonban -a szakirodalom szerint- nehéz a kokillateret pontosan kitöltő, reprodukálható darabokat készíteni, ami pedig az alkalmazás elengedhetetlen feltétele.

Az üvegállapot szerkezeti tulajdonságából következik az izotrópia, ami a kristályszerkezet hiányának következménye. Jó lehetőségét kínálja ezért ez az anyagcsalád kisméretű, miniatűrízált alkatrészek gyártásához, amelyeknek forgácsoló művelettel történő előállítása már nehéz vagy egyáltalán nem lehetséges (pontosság,

méret, mérettartás-szemcseméret stb.). Ebben a dolgozatban olyan kutatásokról számolunk be, amelynek eredményeként az eddig ismert legnagyobb méretű, gyűrű formájú tömbi amorf mintát sikerült előállítani vas alapú ötvözetből. Az új ötvözet öntészeti tulajdonságai módot adnak az ipar számára használható termék előállítására. Reprodukálhatóan önthető, és a fizikai tulajdonságainak szórása ésszerű határokon belül tartható. Az előzetes eredmények arra engednek következtetni, hogy az új ötvözetből a jövőben bonyolult tömbi amorf darabok önthetők kész formára.

### Az üvegfémek forgácsolási sajátosságai

A kristályos anyagok általános jellemzője az anizotrópia. Ez azt jelenti, hogy a fizikai tulajdonságok mérőszámai a kristálytani iránytól függenek. Fémes szerkezeti anyagaink esetén többnyire mégsem érzékeljük, hogy a tulajdonságok valamilyen irányítottságot mutatnának, vagyis látszólag izotrópok. Ennek az oka a polikristályos szerkezetben keresendő, ugyanis az alkatrészhez rögzített koordináta-rendszerben az egyes kristályok orientációja a

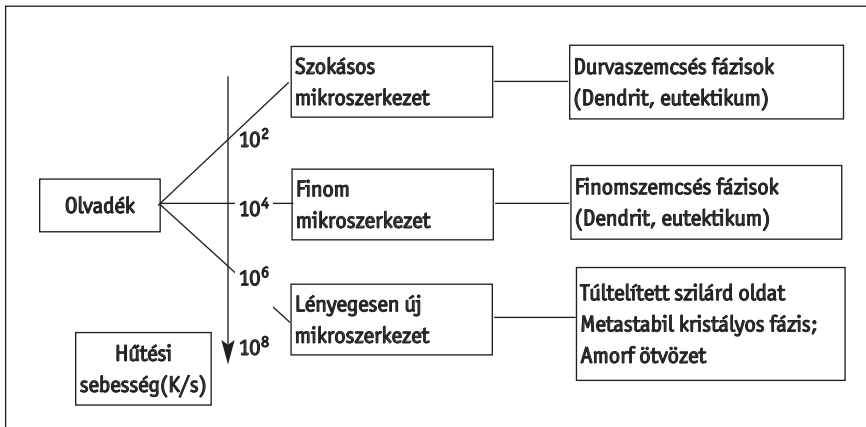
**Bárdos András** egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Karán 2002-ben fejezte be. 1998 és 2002 között a Po-FÉM öntészeti társaság technológusa. Jelenleg a BME Járműgyártás és -javítás Tanszék doktorandusza és az MTA SZFKI munkatársa. Kutatási témája a nemegyensúlyi ötvözetek gyárthatóságának és tulajdonságainak vizsgálata.

**Buza Gábor** szakmai életrajza lapunk 2004. évi 2. számában jelent meg.

**Lovas Antal** vegyész (ELTE TTK 1967), a műszaki tudomány kandidátusa (1992), PhD. (1999). Munkahelyei: Váci FORTE (1967), 1967 és 1993 között az MTA Központi Fizikai Kutató Intézet Szilárdtest-

fizikai Osztálya, 1994-től óraadó a BME Közlekedésmérnöki Kar Gépipari Technológia Tanszékén, 1997-től a Járműgyártás és -javítás Tanszék docense. Oktatási tevékenysége: A Szerkezeti anyagok és megmunkálások I., a Járműszerkezeti anyagok I.-II. tárgyak előadója, a tanszékvezető tudományos helyettese. Kutatási területei: Fizikai metallurgia: Szilárdfázisú kémiai reakciók, H-abszorpció fémekben és ötvözetekben, nem-egyensúlyi ötvözetek. A Magyar Tudományos Akadémia Köztestület tagja. Az SMM14 (Balatonfüred) magyar szervezőbizottság elnöke, az SMM (Soft Magnetic Materials) Nemzetközi konferenciák szervezőbizottságának tagja (1995-)

**Varga Lajos Károly** 1970-ben a Kolozsvári Babes-Bolyai egyetemen diplomázott. Egyetemi doktori címét az Eötvös Loránd Tudományegyetemen 1975-ben szerezte meg. Kandidátusi értekezését 1994-ben védte meg. 1991 óta az MTA SZFKI kutatója és a Metallurgia és Mágnesség csoport vezetője. Fő kutatási témája az amorf és nanokristályos anyagok elektromos és mágneses tulajdonságainak vizsgálata, a lágymágneses anyagok alkalmazási területe valamint a vas és alumínium alapú tömbi amorf ötvözetek előállítása és felhasználhatósága. Eddig 102 publikációja jelent meg és 10 szabadalom is a nevéhez fűződik. 5 doktori ösztöndíjasnak és 6 diplomamunkásnak a vezetője volt.



■ 1. ábra. Eltérő hűtési sebesség hatására az olvadékból különböző mikroszerkezetek alakulnak ki

tér minden irányába azonos valószínűséggel (gyakorisággal) fordul elő. Ez a tulajdonságok irányfüggésének átlagolódását eredményezi. Mindaddig, amíg a vizsgált térfogatban a szemcsék (kristályok) kristálytani irányítottasága a térben egyenletes eloszlást mutat, a darabunk tulajdonságait izotrópnak fogjuk találni. Ebből következik, hogy anizotrópiát két esetben tapasztalhatunk: vagy a darabra jellemző egyfajta kristálytani irányítottaság, más néven textúra (pl.: alakítási, hőkezelési, kristályosodási stb. textúra), vagy a vizsgált térfogatban kevés kristály van ahhoz, hogy a „kiátlagolódás” bekövetkezzen.

Mikromegmunkálás és ultraprecíziós megmunkálás esetén a megmunkálandó térfogat (méret) kicsi, ezért a hagyományos anyagból készült, szokásos szemcseméretű (1...100  $\mu\text{m}$ ) alkatrészek méretszórása (pl. felületi érdessége) kívül esik a kívánt tartományon [ V, VI ]. Ugyanis ebben a mérettartományban az alapanyag

szemcsemérete és a megmunkálási pontosság azonos nagyságrendben van.

A kristályszerkezet, a fentiek szerint, a megmunkálási pontosság egy bizonyos tartományában már zavaró tényezőként jelenik meg. Ennek a hibának a kiküszöbölésére kézenfekvő megoldás az alapanyag átlagos szemcseméretének a csökkentése, esetleg a kristályosodás teljes elkerülése. Az öntött alkatrészek szemcseméretét - többek között- a hűtési sebesség határozza meg. Hagományos öntéssel az elérhető szemcseméret 1-2  $\mu\text{m}$ , ami az jelenti, hogy a megmunkálási pontosságnak ennél nagyobbak kell lennie. Ha öntés során a hűtési sebességet jelentősen növeljük, akkor az 1. ábra szerinti mikroszerkezetek kialakulása várható [ VII ]. Így olyan szerkezetek hozhatók létre, amelyek az 1-2  $\mu\text{m}$  tartományban még fizikailag és kémiailag is homogénnek mondhatók. Így a forgácsoló erő ilyen mérettartományban nem változik. Az ábrából világosan lát-

szik, hogy a hűtési sebesség növekedésével az adott öntvény jellemző szemcsemérete finomodik.

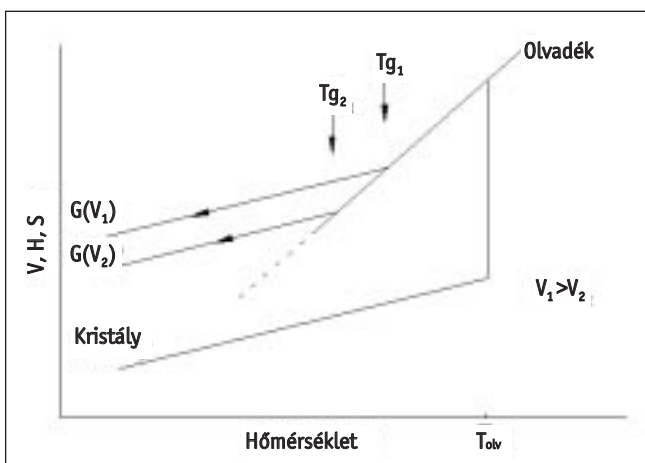
### Hűtési sebesség és mikroszerkezet kapcsolata (üvegeképződés)

Ha a hűtési sebesség meghalad egy kritikus értéket, akkor úgynevezett üveg (amorf) állapot jön létre, amely már szemcséket nem tartalmaz, tehát elvben megvalósítottuk azt az új háromdimenziós szerkezetet, amelyben a szemcseméret már nem akadály a megmunkálhatóságnak.

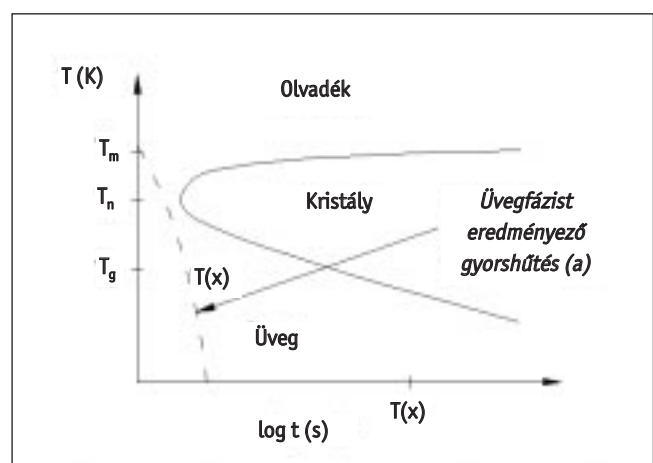
### Az üvegeképződés és az üvegeképző hajlam (GFA)

Az üvegeképző hajlam (Glass Forming Ability, GFA) az olvadéknak azt a tulajdonságát fejezi ki, hogy mekkora átlagos hűtési sebesség alkalmazása esetén kerülhető el a kristálycsírák keletkezése, vagyis üveg (amorf) állapot érhető el. Fenomenológiailag a kristályosodás és az üvegeképződés közötti különbséget a 2. ábra szemlélteti:

A 2. ábra vízszintes tengelyén a hőmérséklet, a függőleges tengelyén az entalpia (H), az entrópia (S), valamint a fajtérfogat (v) szerepel. Az ábra azt mutatja, hogy az olvadékfázis a lehűlés során egy, az anyagra jellemző állandó hőmérsékleten ( $T_{olv}$ ) átalakulást szenved, megszilárdul, aminek kristályos szerkezet az eredménye. Ekkor ugrásszerűen változik az entalpia, az entrópia és a fajtérfogat. Ez az átalakulás tehát egy, az adott összetételű anyagra jellemző, határozott hőmérsékleten megy végbe. Az olvadék túlhűtése



■ 2. ábra. Az olvadáspont és az üvegátalakulás hőmérséklete. A  $T_g$  nem egy meghatározott hőmérséklet, hanem a körülményektől függő „tartomány”, [VIII]



■ 3. ábra. A kritikus hűtési sebesség elérése amorf állapotot eredményezhet ( $T_m$ : olvadáspont,  $T_n$ : orrpont,  $T_g$  üvegeképződési hőmérséklet) [VIII]

esetén a megszilárdulási/olvadási hőmérsékletnél alacsonyabb hőfokon szilárdul meg az anyag, benne a rá jellemző rács-szerkezet nem alakul ki, úgynevezett üveg-fázis jön létre. Az ábrából kitűnik, hogy ez az üvegeképződési hőmérséklet ( $T_{g1}$ ,  $T_{g2}$ ) nem olyan határozott érték, mint amilyen a kristályosodási hőmérséklet, hanem a hűtési körülményektől függő hőmérséklet-tartományon belül helyezkedik el [VIII].

Az üvegeképződés szempontjából a hűtési sebesség akkor megfelelő, ha a hűtést jellemző TTT (time – idő, temperature – hőmérséklet, transformation – átalakulás) diagram szerint a lehűlés sebességét jellemző  $T(x)$  görbe nem metsz bele a kristályosodást jelentő görbe által határolt területbe (3. ábra), mert ha ez megtörténik, akkor részben vagy teljesen kristályos szerkezet alakul ki. Ha az „a” görbe szerint hűl az olvadék, akkor amorf (üveg) állapot jön létre.

Azt a legkisebb hűtési sebességet, amelyikkel már elkerülhető a kristálycsírák keletkezése, kritikus hűtési sebességnek ( $R_c$ ) nevezi az irodalom. Az üvegeképző hajlam jellemezhető a legnagyobb mintavastagsággal ( $t_{max}$ ) is, azaz azzal a legnagyobb átmérőjű hengeres munkadarabbal, aminél kisebbet öntve biztosan amorf állapot alakul ki [IX].

Napjainkban már sikerült olyan ötvözetcsaládokat előállítani, amelyeknek a kritikus hűtési sebessége nem haladja meg a  $10^3$  K/s-ot. Ez a hűtési sebesség már a hagyományos öntési technológiákkal is megvalósítható. Az ilyen ötvözetrendszerek a Mg-Ln\*-Tm\*\* alapú ötvözetekből épülnek fel. Az 1. táblázat összefoglalja a főbb tömbi amorf ötvözeteket, a felfedezésük évét és az elérhető maximális mintavastagságukat [VII].

A 4. ábra tájékoztatást ad a különböző ötvözetek maximális mintavastagsága ( $t_{max}$ ) és az előállításukhoz szükséges hűtési sebesség nagyságáról. Az ábrán látható még a  $T_g/T_m$  arány, azaz az üvegátalakulási hőmérséklet ( $T_g$ ) és az olvadáspont ( $T_m$ ) hányadosa, ami ugyancsak az üvegeképződési hajlamról ad tájékoztatást.

Az ábrán látható, hogy az üvegeképzési hajlam jól jellemezhető a  $T_g/T_m$  hányadosal is, vagyis ott várunk nagy üvegeképző hajlamot, ahol ez az arány nagyobb, mint 0,55. Ebben az esetben az elérhető legnagyobb mintavastagság már eléri a néhány millimétert. Ezek az ötvözetek általában cirkónium (Zn), palládium (Pd) vagy kobalt

**1. táblázat.** A tömbi amorf ötvözetek, felfedezésük éve, maximális mintavastagsága (M: Ni, Cu, Zn; TM: VI-VIII, átmeneti fémek)

Ötvözetrendszer	Felfedezés éve	$t_{max}$ (mm)	Ötvözetrendszer	Felfedezés éve	$t_{max}$ (mm)
Nem vas alapú rendszerek			Pd-Cu-B-Si		
Mg-Ln-M	1988	10	Co-(Al, Ga)-(P, B, Si)	1996	1
Ln-AL-TM	1989	10	Co-(Zr, Hf, Nb)-B	1996	1
Ln-Ga-TM	1989	10	Ni-(Zr, Hf, Nb)-B	1996	1
Zr-AL-TM	1990	30	Vas alapú rendszerek		
Ti-Zr-TM	1993	3			
Zr-Ti-TM-Be	1993	30	Fe-(Al, Ga)-(P, C, B, Si, Ge)	1995	2
Zr-(Ti, Nb, Pd)-AL-TM	1995	30	Fe-(Nb, Mo)-(Al, Ga)-(P, B, Si)	1995	2
Pd-Cu-Ni-P	1996	75	Fe-(Zr, Hf, Nb)-B	1996	2

(Co) alapúak. Vas (Fe) alapú ötvözetekből ilyen vastag amorf állapotú mintát csak a legutóbbi időben sikerült készíteni.

Kísérleteink során különböző tömbi amorf munkadarabokat készítettünk. A továbbiakban az előállítás néhány alaplépését ismertetjük.

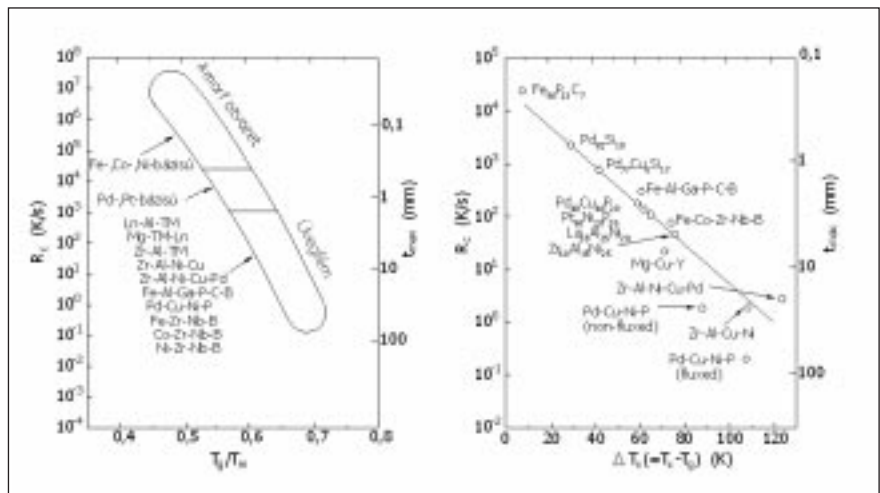
#### Tömbi amorf ötvözetek előállítása

Csak a nagy üvegeképző hajlamú ötvözetekből (tehát nagy  $\Delta T_x$  és  $T_g/T_m$  arány, valamint kis  $R_c$ ) érdemes meghatározott formájú tömbi amorf munkadarabok előállításával foglalkozni. A gyártási technikák a következők lehetnek: vízűtés, nagynyomású öntés, ívatolvasztásos, rézkokillába és vákuumszívásos módszerrel történő öntés. Porlasztással előállított amorf porokból, meleg és félmeleg sajtóval tömbi amorf ötvözetek szintén előállíthatók.

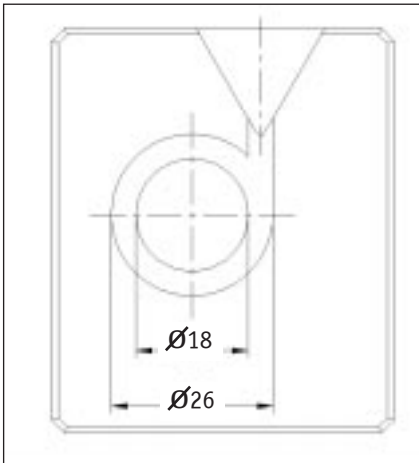
#### Öntés kokillába

A felsoroltak közül a munkadarabok kész alakra öntése tűnik a legígéretesebb és legolcsóbb előállítási módnak. Ennek a legegyszerűbb megvalósítási módja a kokillába öntés, amely eljárásnak a cél megvalósítása szempontjából számos előnye van.

A kokillán olyan, többnyire osztott kivitelű, több alkatrész legyártására alkalmas szerszámot értünk, amelynek anyaga fém, vagy fémötvözet. A kokillát speciális bevonattal, úgynevezett kokillamázal, ill. fekeccsel vonják be, hogy a felületi hibák kialakulását megelőzzék, és az öntvény eltávolíthatóságát megkönnyítsék. A kokillaöntés csak meghatározott alakú és bonyolultságú öntvények esetében alkalmazható. Figyelembe kell venni azt is, hogy azonos összetételű ötvözetet kokillába vagy homokformába öntve más és más kristályszerkezetet, így eltérő szilárd



**4. ábra.** Különböző amorf ötvözetek kritikus hűtési sebessége ( $R_c$ ) és maximális mintavastagsága ( $t_{max}$ ) a  $T_g/T_m$  arány függvényében (bal oldali ábra). A túlhűtési tartomány és a  $R_c$ ,  $t_{max}$  kapcsolata (jobb oldali ábra) [IX].



■ 5. ábra. A gyűrű öntéséhez készített kokilla sematikus rajza

sági tulajdonságokat kapunk. Különösen igaz ez pl. a lemez- és a gömbgrafitos öntöttvasak esetében. Ennek oka a kokilla és a homokforma hővezetési képessége közötti nagy különbség. Az öntés során, annak érdekében, hogy kívánt tulajdonságú öntvényt kapjunk, a kokillában ismerni kell a hűlési folyamatot. A kokillának – az öntés kezdetétől az öntvény eltávolításáig eltelt idő alatt – a következő hőmennyiségeket kell elvezetnie:

$Q_t$  az olvadt ötvözet túlhevítéséhez felhasznált hőmennyiséget;

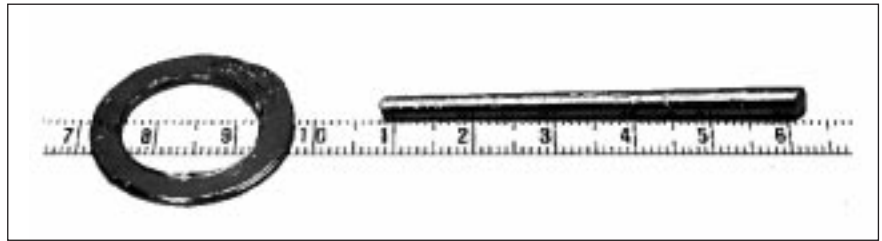
$Q_L$  a kristályosodási hőt;

$Q_{sz}$  a megszilárdult öntvény hőtartalmának egy részét. [X]

A hőtranszportot akadályozza a rossz hővezető képességű kokillabevonat, valamint a kokilla és az öntvény között kialakuló légrés, amely a hőmérsékletváltozásból származó térfogatváltozás (a kokilla tágul, az öntvény zsugorodik) következtében a szerszám és a munkadarab között jön létre. Tömbi amorf ötvözetek előállításánál ezért célszerű a kokillamázatot elhagyni, mivel az öntvénytől  $\Delta t$  idő alatt elvont hőmennyiség nagyságát a bevonóanyag kis hővezető képessége és a légrés csökkenti. A kokilla anyagát ezért úgy célszerű megválasztani, hogy a hővezető képessége kiváló, a hőtágulása kicsi és a sűrűsége nagy legyen. Erre a célra legjobban a vörösréz felel meg.

### Centrifugálöntés

Mint láttuk, a tömbi amorf ötvözetek előállítása során, a megfelelő vegyi összetételű olvadéknak rövid idő alatt kell lehűlnie. Ezt biztosíthatja a vörösrézből készült kokilla. Kis öntvénykeresztmetszet esetén azonban fennáll annak a veszé-



■ 6. ábra. Az új Fe<sub>70,7</sub>C<sub>6,7</sub>P<sub>10,4</sub>B<sub>5</sub>Si<sub>1,1</sub>Mn<sub>0,1</sub>Cr<sub>2</sub>Mo<sub>2</sub>Ga<sub>2</sub> összetételű ötvözetből öntött különböző formájú amorf minták (gyűrű: Ø26 x Ø18 x 1 mm; rúd: Ø3 - Ø4 x 54 mm).

lye, hogy az öntés során a formaüreg teljes kitöltése előtt dermed meg az olvadék (az öntvény hiányos, vagy hidegfolyásos). Ezt úgy kerülhetjük el, ha a kokillát előmelegítjük, az olvadékot jelentősen túlhevítjük, vagy a formatöltési időt lerövidítjük. Itt kell megjegyezni, hogy a szóban forgó, bonyolult összetételű üvegekészítő olvadékok viszkozitás-hőmérséklet összefüggése még nem pontosan ismert. Az első két eset szándékunk ellenére rontja esélyünket az amorf állapotú öntvény létrehozására, marad tehát az utolsó. A gyors formatöltésre az öntészetben két módszer terjedt el, a nyomásos és a centrifugál öntés. Ebben a vizsgálatban centrifugál öntést alkalmaztunk. Ilyen öntőberendezés terjedt el a fogtechnikusok körében, és a segítségével vékonyfalú, bonyolult protéziseket gyártanak.

A bevezetőben említettük, hogy az amorf anyagok családjának egyik alkalmazási területe a lágymágneses vasmagok formájában történő felhasználás. Ezért a kész alakra öntést szem előtt tartva terveztük meg az 5. ábrán látható kokillát, amelynek a formaürege egy Ø 26 mm külső, Ø 18 mm belső átmérőjű, 1 mm vastag gyűrű öntését teszi lehetővé. Ezen a gyűrűn mágneses mérések végezhetők, sőt az alakja miatt elektronikai eszközökbe is beépíthető (vasmag). További előnye a formának, hogy a megdermedt olvadék kitöltési tényezője tájékoztat az adott összetétel önthetőségéről, tehát ez a szerszám felfogható egy, az amorf ötvözetek minősítését szolgáló Courty-kokilla adaptált változataként is.

A szakirodalom eddig csak egy olyan eredményről számolt be, amikor tömbi amorf gyűrűt vasalapú ötvözetből, Ø10 Ø6x1 mm méretben tudtak önteni. Az 5. ábrán látható kokillával, a fejlesztések során 2,6x nagyobb gyűrű öntését valósítottuk meg. A szakirodalom alapján ez a legnagyobb méretű, vas alapú, tömbi amorf alkatrész.

### Az önthetőség javítása az összetétel módosításával

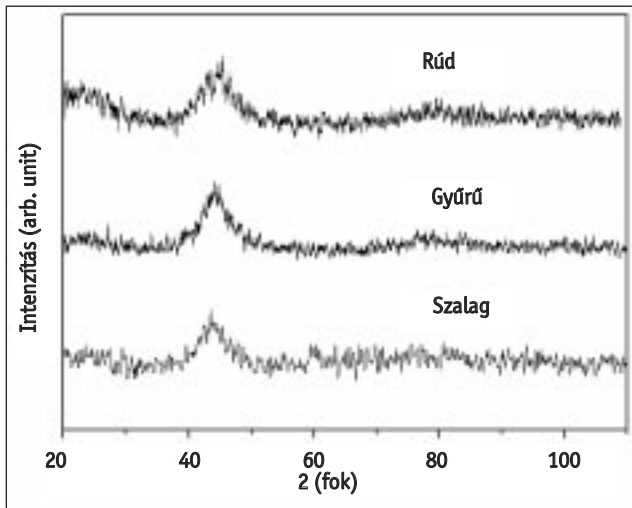
A kívánt geometria eléréséhez olyan új összetételű ötvözetet fejlesztettünk ki, amely a nagy hűlési sebesség esetén is jó formakitöltő képességgel rendelkezik. Ehhez három követelménynek is meg kell felelnie:

1. nagy üvegekészítő hajlam;
2. kiváló önthetőség;
3. megfelelő lágymágneses tulajdonság.

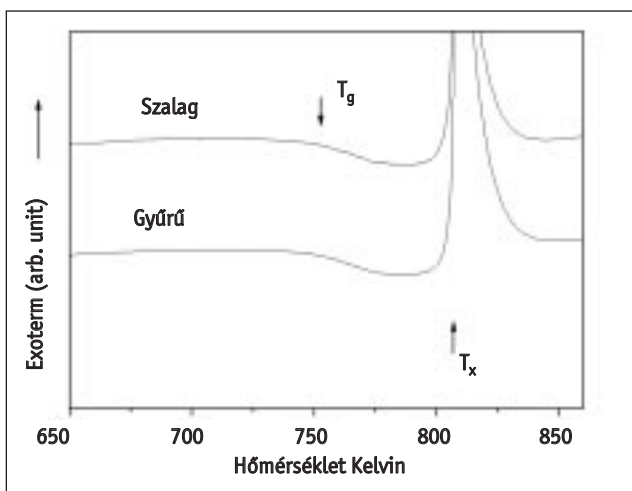
Két, már korábban vizsgált, nagy üvegekészítő hajlammal rendelkező ötvözetet vettünk alapul az új alapanyag előállításához. Az egyik a CiBP (öntöttvas-bór-fosfor) [XI], a másik pedig a Fe<sub>65,5</sub>Cr<sub>4</sub>Mo<sub>4</sub>Ga<sub>4</sub>P<sub>12</sub>C<sub>5</sub>B<sub>5,5</sub> alapötvözet [XII]. Az CiBP ötvözet kiemelkedően jó önthetőségi tulajdonságokkal rendelkezik, ám az üvegekészítő hajlama korlátozott. Az elérhető maximális mintavastagsága 2,5-3 mm körül van [XI]. Ezt az ötvözetet alkalmazva, a teljes formaüreg kitöltéséhez az olvadék olyan nagy túlhevítése volt szükséges, hogy az így öntött próbatest már nem volt amorf, vagyis adott hőelvonási sebesség mellett az üvegekészítő hajlam már nem bizonyult megfelelőnek.

A másik alapötvözet az Fe<sub>65,5</sub>Cr<sub>4</sub>Mo<sub>4</sub>Ga<sub>4</sub>P<sub>12</sub>C<sub>5</sub>B<sub>5,5</sub>. Az elérhető legnagyobb amorf állapotú anyagvastagsága 2,8-3,2 mm [XII], a formakitöltő képessége viszont rossz. A gyűrű alakú formaüreget még az öntési hőmérséklet drasztikus emelésével sem lehetett maradéktalanul kitölteni.

A két ötvözet számunkra előnyös tulajdonságainak egyesítéséből született a Fe<sub>70,7</sub>C<sub>6,7</sub>P<sub>10,4</sub>B<sub>5</sub>Si<sub>1,1</sub>Mn<sub>0,1</sub>Cr<sub>2</sub>Mo<sub>2</sub>Ga<sub>2</sub> többalkotós ötvözet, amelynek az önthetőségi tulajdonságai és az üvegekészítő hajlama egyaránt kedvező. A 6. ábrán látható az eddig ismert legnagyobb vas alapú, tömbi amorf gyűrű és a legnagyobb amorf mintavastagságot bizonyító rúd.



■ 7. ábra. Az új  $\text{Fe}_{70,7}\text{C}_{6,7}\text{P}_{10,4}\text{B}_5\text{Si}_{1,1}\text{Mn}_{0,1}\text{Cr}_2\text{Mo}_2\text{Ga}_2$  összetételű minták (rúd, gyűrű, szalag) röntgendiffrakciós vizsgálatának eredménye ( $\text{Cu-K}\alpha$ ).



■ 8. ábra. Az új  $\text{Fe}_{70,7}\text{C}_{6,7}\text{P}_{10,4}\text{B}_5\text{Si}_{1,1}\text{Mn}_{0,1}\text{Cr}_2\text{Mo}_2\text{Ga}_2$  ötvözetből előállított szalag és gyűrű minták DSC mérési eredménye

### A kész formára öntött tömbi amorf próbatetek morfológiai és szerkezeti minősítése

A mágneses tulajdonságok összehasonlíthatósága érdekében ún. síköntéses (planar flow casting) eljárással 4 mm széles, 24 mm vastag gyorsított szalagot is készítettünk az újonnan előállított ötvözetből. Az amorf állapotot röntgendiffrakciós vizsgálattal ellenőriztük. Mind a három különböző geometriájú mintán elvégeztük a röntgenvizsgálatot, amelynek az eredménye a 7. ábrán látható.

A vizsgálat szerint az új összetételű  $\text{Fe}_{70,7}\text{C}_{6,7}\text{P}_{10,4}\text{B}_5\text{Si}_{1,1}\text{Mn}_{0,1}\text{Cr}_2\text{Mo}_2\text{Ga}_2$  többalkotós ötvözetből készített három különböző geometriájú minta anyaga teljesen amorf, röntgendiffrakciós minősítés

és üvegeképző tulajdonságokkal rendelkeznek.

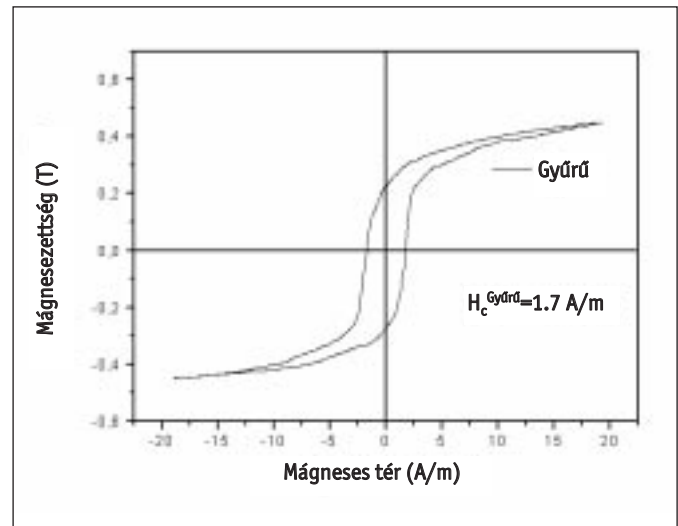
Ezeknek az amorf anyagmintáknak a termikus stabilitását DSC vizsgálatokkal határoztuk meg. Mivel a szalag volt a legnagyobb hűtési sebességű, ezért a termikus mérést ezen is elvégeztük. A vizsgálat eredményeit a 2. táblázatban és a 8. ábrán mutatjuk be.

A 2. táblázat és a 8. ábra alapján kijelenthető, hogy az amorf anyagok vizsgálatára leginkább alkalmas módszerek szerint az általunk öntött, gyűrű alakú darabok anyaga amorf.

A tömbi amorf gyűrű mágneses tulajdonságainak jellemzésére meghatároztuk a kvázi statikus mágnesezési görbét, amely a 9. ábrán látható.

2. táblázat. Az új  $\text{Fe}_{70,7}\text{C}_{6,7}\text{P}_{10,4}\text{B}_5\text{Si}_{1,1}\text{Mn}_{0,1}\text{Cr}_2\text{Mo}_2\text{Ga}_2$  ötvözetnek az üvegátalakítási ( $T_g$ ), a kristályosodási ( $T_x$ ), az olvadási ( $T_m$ ) hőmérséklete, valamint a túlhűtött olvadék területe ( $\Delta T_x = T_x - T_g$ ) és a csökkentett üvegátalakulási hőmérséklete ( $T_g/T_m$ )

	$T_g$ (K)	$T_x$ (K)	$T_m$ (K)	$\Delta T_x$ (K)	$T_g/T_m$
Gyűrű	748	805	1301	57	0.57
Szalag	744	804	1305	60	0.57



■ 9. ábra. Az új  $\text{Fe}_{70,7}\text{C}_{6,7}\text{P}_{10,4}\text{B}_5\text{Si}_{1,1}\text{Mn}_{0,1}\text{Cr}_2\text{Mo}_2\text{Ga}_2$  ötvözetből előállított gyűrű öntött (hőkezeletlen) állapotban felvett DC B-H görbéje, az alkalmazott tér 20 A/m

szempontból azonosak. Ez azt igazolja, hogy az eltérő előállítási technikák mindegyike alkalmas volt az amorf állapot létrehozására, vagyis az új ötvözet kiváló önthetőségi

A mágnesezési görbéből egyértelműen látszik az új ötvözet viselkedése DC tér alkalmazása esetén. Látszik, hogy a vasmag vesztesége kicsi, tehát a belőle gyártott induktív elem hatásfoka jobb lehet, mint a hagyományos vasmagé. Mivel a mágnesezési görbe felvételekor a munkadarab hőkezeletlen (as-casted) állapotban volt, ezért hőkezelés után a veszteség további csökkenésére is lehet számítani.

### Összefoglalás

Sikerült olyan új összetételű amorf  $\text{Fe}_{70,7}\text{C}_{6,7}\text{P}_{10,4}\text{B}_5\text{Si}_{1,1}\text{Mn}_{0,1}\text{Cr}_2\text{Mo}_2\text{Ga}_2$  többalkotós ötvözetet előállítani, amelyből a további technológiai lépések szempontjából jóval kedvezőbb geometriájú, nagy átmérőjű vasmag (induktív elem) készíthető egyetlen lépésben. Ennek a gyűrűnek a mágneses tulajdonsága DC tér alkalmazása esetében kedvező. Az új ötvözet önthetőségi tulajdonságai kiemelkedők, az üvegeképző hajlama megfelelő.

Támogatta az OTKA a T034666 és a T035278. számú projekt keretében.

## Felhasznált irodalom

- [I] R. Hasegawa, J. Magn. Magn. Mater. 215-216 (2000) 240
- [II] G. Herzer, J. Magn. Magn. Mater. 254-255 (2003) 589
- [III] A. Inoue, A. Makino, NanoStructured Materials 9 (1997) 403
- [IV] Y. Yoshizawa, K. Yamauchi, Journal of Applied Physics 64 (10) (1988) 6047
- [V] Z. J. Yuan (1), W.B. Lee, Y.X. Yao, M. Zhou, Annals of the CRIP, vol. 43, 1 (1994) 39
- [VI] R. Komanduri (1), N. Chandrasekaran, L. M. Raff, Annals of the CRIP, vol. 48, 1 (1999) 67
- [VII] Gyors megszilárdítással készített mikrokristályos ötvözetek, Budapest, 1985. április 9.
- [VIII] A. Bárdos, A. Lovas, L. K. Varga: On the criteria of bulk amorphous phase formation during liquid quench, Materials, technologies, design, maintenance - their application in the field of transportation, Zsolna, 2003. May 25-27., pp.: 25-28, ISBN 80-8070-074-5
- [IX] A. Inoue: Bulk Amorphous Alloys, Non-Equilibrium Processing of Materials, Chapter 14, Pergamon, Oxford, 1999, 375-415, ISBN 0 08 042697 2
- [X] Varga F: Öntészeti kézikönyv, (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985),. 511-513.
- [XI] M. Shapaan, A. Bárdos, J. Lábár, J. Lendvai and L. K. Varga : Phys. Stat. Sol. (a) Vol. 201. No.3 (2004) 476.
- [XII] M. Stoica, J. Eckert, S. Roth, Journal of Metastable and Nanocrystalline Materials: e-volume 2002, 77.

## Beszámoló a 2005. évi MEGI-tanácskozásról

A MEGI Közép-európai öntészeti kezdeményezés 2005. évi tanácskozását a Lengyel Öntők Egyesületének meghívására 2005. március 19-én Krakkóban tartottuk. Az OMBKE Öntészeti szakosztályát, illetve a Magyar Öntészeti Szövetséget *Bicskei Gabriella*, *Bakó Károly* és *Sándor Balázs* képviselte.

A szokásos köszöntések után a következő napirendet követtük:

- Beszámoló a tagországok, ezen belül az öntvénygyártás helyzetéről, különös tekintettel az egyesületekre, szövetségekre, konferenciákra, a szakember-utánpótlás kérdéseire (*Nechtelberger, A*,

*Hlavinka, CZ*, *Bicskei, H*, *Tybulczuk, PL*, *Jan-Blazic, SI*, *Bálint, SK*).

- Lehetőségek az öntőipar gazdasági állapotának javítására (*Trbizan, SL*, *Elbel, CZ*)

- Néhány észrevétel az öntődék környezetvédelmével kapcsolatban, valós adatok alapján (*Holtzer, PL*)

- Euro Foundry Pass (Európai öntészeti igazolvány) - egy elképzelés (*Bakó, H*)

- Gyakorlati tapasztalatok a lineáris szakmai képzésben (*Horacek, CZ*)

- Fiatal öntők csehországi tanulmányútja - 2005. május 7-12. (*Bakó, Sándor B., H*)

- Keresztretjérvény az angol öntészeti szak-

nyelv gyakorlására (*Marcinkowski, PL*) - Rendezvény naptár

A tanácskozás keretében köszöntöttük *Suchy* professzort, a krakkói AGH Egyetem tanárát, a Lengyel Öntők Egyesületének elnökét, aki kerekén 30 éve lépett a pályára.

2005 szeptemberében öntőszakos diákok, fiatal szakemberek számára a 42. cseh öntőnapok, Brno, októberében pedig a 17. magyar öntőnapok, Balatonfüred nyújt találkozási lehetőséget. A következő plenáris MEGI-tanácskozás helyszíné 2006. szeptemberében Portorozs, Szlovénia.

 **Bakó Károly**

## Szakmai nap

A TP Technoplus Kft. immár hagyományos szakmai napjának 2005. május 11-én Gyöngyöstarján Oktatóháza adott otthont. Az előkészítésben részt vett az OMBKE Öntészeti szakosztálya és a Magyar Öntészeti Szövetség.

A hazai öntvénygyártást képviselő közel 40 szakember vas-, acél- és fémöntődékből, illetve a Miskolci Egyetemről érkezett. Köszöntőjében *Sándor József*, a MÖSz elnöke hangsúlyozta annak szükségességét, hogy a szakemberek korszerű, élő ismeretekhez jussanak. Külön kiemelte azt a tényt, hogy napjainkban az öntészeti technológiai fejlesztéseket a beszállítóipar valósítja meg.

*Lengyel Károly*, a TP Technoplus igazgatója tájékoztatta az egybegyűlteket azokról az újdonságokról, amelyekkel a Kft. a szakma rendelkezésére áll. *Bakó*

*Károly* a hidegenkötő furán- és fenolgyantás formázó- és magkészítő eljárások néhány a vas- és nem-vasalapú öntvénygyártási gyakorlat szempontjából fontos jellemzőjét fogalmazta meg, körvonalazta a *Hüttenes-Albertus (HA, D)* fejlesztési eredményeit, majd néhány mondatban vázolta a *Carboluxon* fényeskarbonképző család jellemző paramétereit.

A *HA UK* által rendelkezésre bocsájtott, az alumíniumolvadékok gáztalanítására és zárványtalanítására alkalmas *Rotoject* berendezéssel kapcsolatos üzemi tapasztalatairól *Gyurán László*, *Le Belier Rt.*, számolt be. A képekkel illusztrált előadás-hoz számosan szóltak hozzá, felvázolva saját tapasztalataikat. *Gaylor Neil* tájékoztatót tartott különböző olvasztó- és hőntartó kemencékről, jelezte, hogy több területen együttműködik a TP Technoplus Kft.-vel.

*Fiege Anton, Carl Nolte Söhne, D*, az Európában piacvezető *Noltina* márkanévű olvasztó- és hőntartó tégelyekről beszélt. Részletesen elemezte a klasszikus agyag/grafit és a szilíciumkarbid tégelyek tulajdonságait, és az ezekből fakadó felhasználási területeit. *Lengyel Károly* a *Trennsol* eljárásról szólt, amely nyomásosöntő szerszámok víz nélküli leválasztó-anyag felvitelét valósítja meg viaszkeverék granulátum elgőzölögtetésével.

*Hatala Pál*, MÖSz, a *Metaltransys* négy nyelvű kohászati értelmező szótárt ([www.metallingua.com](http://www.metallingua.com)) ajánlotta az egybegyűlt szakemberek figyelmébe.

A tartalmas szakmai nap *Szöke Mátyás* mellett híres pincéjében borkostolóval ért véget. Találkozunk egy év múlva Szekszárdon.

 **BK**

HORVÁTH JUDITH

## Nagy pontosságú vizsgálati módszer aranyalapú ékszerötvözetekre

*Az EU nemesfémek finomságára vonatkozó szigorú előírásai nagyon pontos vizsgálatokat kívánnak meg. A vizsgálatok meglehetősen költségesek. A szerző ismerteti a mikrotűzi vizsgálatot és a röntgenfluoreszcens módszert. Részletezi a módszerek értékelésével kapcsolatosan végzett kutató munkát, az egyes módszerek analitikai eredményeit és a módszerek kritikai értékelését. Megállapításait adatokkal igazolja, ill. szemlélteti.*

### I. Bevezetés

Napjainkban Európa országainak többségében törvényben szabályozzák a nemesfém tárgyak finomságát, garantálják azok minőségét, és szigorúan ellenőrzik az előírások betartását. A jelenlegi analitikai ismereteink alapján többféle módszerrel lehet aranyalapú ékszerötvözetet vizsgálni. A módszerek kiválasztásánál figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a törvény által előírt pontossági elvárások nagyon szigorúak, a megengedett tűrések alacsonyak, a vizsgálatok, valamint az anyagköltségek magasak. Tanulmányozva az eddig ismert aranyötvözeteket vizsgáló módszereket, a mikro-tűzi vizsgálatot és a röntgenfluoreszcens vizsgálati módszert választottuk.

A nemesfémek ritkaságuknál és értékükénél fogva mindig különleges ötvözeteknek bizonyultak. Az első törvények megszületésétől napjainkig az ilyen típusú ötvözetekből készült nemesfém tárgyak minőségének ellenőrzése és hitelesítése igen hosszú folyamaton ment keresztül.

A nemesfémek hiteles vizsgálata és a fémjelzés Magyarország állami feladat, ezt a szolgáltatást az állam köteles megszerve-

*Horváth Judit okl. fémkohómérnök 1994-ben diplomázott a Miskolci Egyetemen. 1993-ban a Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Intézetnél gyakornok, majd 1994-től kutató, 1996-tól a Vizsgálati Osztály vezetője. Az intézet vállalattá történő átszervezése után ugyanitt, a Magyar Nemesfémvizsgáló Rt. osztályvezetője. 1999-től tagja az Európai Fémjelző Hivatalok Szövetsége – Min-tavételezés és Elemzés – Műszaki Bizottság, Röntgen (XRF) szakosztályának. 2001-től képviseli a Magyar Nemesfémvizsgáló Rt.-t a Magyar Szabványügyi Testület, Kohászati alapanyagok és termékek vegyvizsgálata szakbizottságban.*

*Kívánságra a cikk teljes angol szövege megkapható e-mailen. Igénylés harrwalt@gmail.com címen.*

vezni és biztosítani annak érdekében, hogy a nemesfém termékek gyártása és forgalmazása a piac valamennyi résztvevője számára azonos és biztonságos körülmények között történhessen.

Magyarországon a nemesfémek vizsgálata és a fémjelzés a gazdasági miniszter szakmai felügyelete alá tartozik, a vizsgálatot, a fémjelzést és a szakmai-hatósági ellenőrzést a Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Intézet (NEHITI), az Európai Fémjelző Hivatalok Szövetségének (Association of European Assay Offices-AEAO) tagja végzi. A NEHITI, 1997-ig kibővített feladatkörrel és korszerű berendezések segítségével látta el a nemesfém-vizsgálati és fémjelzési feladatot. 1997 óta a NEHITI tulajdonában lévő Magyar Nemesfémvizsgáló Rt.-t bízza meg azzal a feladatkörrel, hogy minősítse az országban gyártott és Magyarországon forgalomba hozott nemesfém tárgyakat.

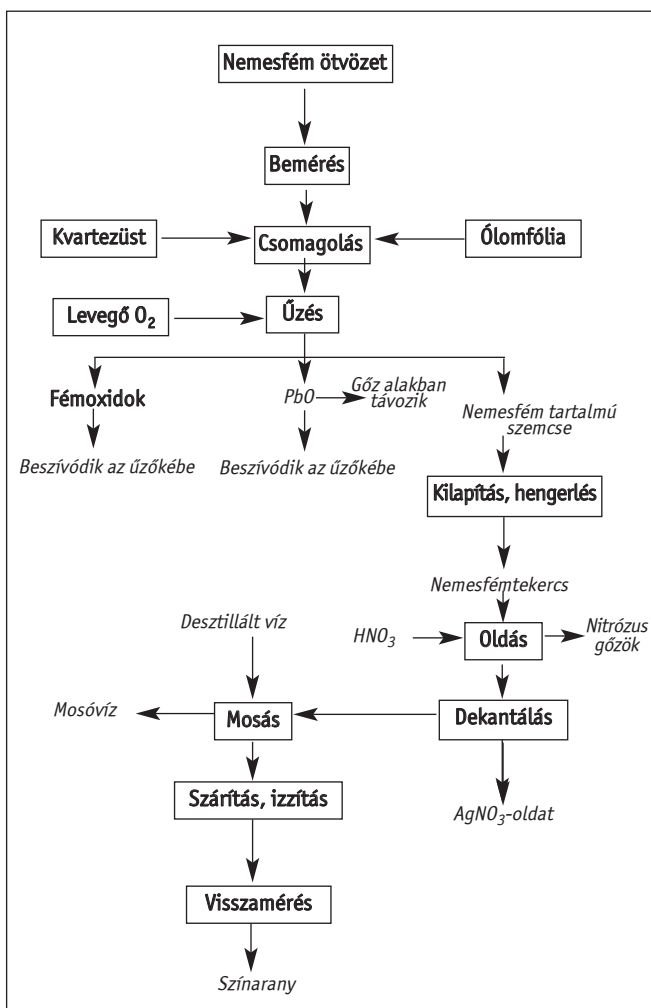
A jelenleg érvényben lévő nemesfémekre vonatkozó törvények értelmében az arany-, ezüst- és platinatárgyak nemesfém-tartalma szabályozott. Ezt az értéket nevezzük finomsági foknak, melyet ezredrészben vagy aranytárgyak esetében karátban szokás megadni. Ahhoz, hogy a jogszabályban előírt pontossági követelményeknek megfelelően lehessen vizsgálni a különböző ékszerek, dísz tárgyak, anyagok nemesfém-tartalmát, megfelelő vizsgálati módszereket kellett kidolgozni.

Az aranytartalmú ékszerötvözetek vizsgálatánál egyes esetekben elengedhetetlen követelmény az aranytartalom roncsolásmentes meghatározása. Ilyen igény az ékszeriparban, régészetben és néha a hatósági eljárásokban jelentkezik. Ebben az esetben jelentős a kész nemesfém tárgy alakjának, összetételének, színének változatlan állapotában történő megőrzése.

Kutatásaink célja olyan vizsgálati módszer kidolgozása, amely roncsolásmentes, megközelíti a legpontosabb aranyvizsgálati módszert, a tűzi vizsgálat pontosságát, képes kiváltani a karcvizsgálatot, alacsony az üzemeltetési költsége, és figyelembe veszi a mindennapi alkalmazhatóságot valamint a nemzetközi szabványos előírásokat.

### II. Az elvégzett kutatómunka és vizsgálatok összefoglalása

A jelenlegi analitikai ismereteink alapján többféle módszerrel lehet aranyalapú ékszerötvözetet vizsgálni. A módszerek kiválasztásánál figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a törvény által előírt pontossági elvárások nagyon szigorúak, a megengedett tűrések alacsonyak, a vizsgálatok, valamint az anyagköltségek magasak. A nemesfém-vizsgálati módszerek többféleképpen csoportosíthatók.



■ 1. ábra. A mikrotűzi vizsgálat főbb lépései

A legfontosabb a mintavételezés szerinti csoportosítás. Eserint lehet:

- roncsolásos és
- roncsolásmentes vizsgálati módszereket választani.

Kutatásaink során tanulmányoztuk a karvizsgálatot, tűzi vizsgálatot, ICP spektrometriás módszert. Tanulmányozva az eddig ismert aranyötvözeteket vizsgáló módszereket, a mikrotűzi vizsgálatot és a röntgenfluoreszcens vizsgálati módszert választottuk.

Kutatásainkhoz Magyarországon a leggyakrabban alkalmazott ékszerötvözeteket választottuk ki. Ezek a 14 K, 18 K színes valamint a 14 K, 18 K nikkeltartalmú fehérarany ötvözetek. Az ötvözeteket „belső etalonként” használtuk, melyeknek összetételeit teljes körű elemzéssel (arany és ezüsttartalmat tűzi módszerrel, az egyéb ötvöző fémeket ICP spektrometriás módszerrel) határoztuk meg.

### 1. A mikrotűzi vizsgálat

A mikro-tűzi vizsgálat a tűzi vizsgálatból fejlődött ki. A XX. században kapott nagyobb jelentőséget a módszer. Szükségszerűvé vált egy olyan módszer kifejlesztése, amely ki tudná váltani a nagy pontosságú, több ezeréves múltra visszatekintő, ám roncsolásos tűzi vizsgálatot.

A módszer kidolgozásánál fontos szerepet játszik a vizs-

1. táblázat. 14 K aranyötvözet elemzési eredményei

Minta-sorszám	Tűzi vizsgálat eredménye, ‰	Átlag, ‰	Mikrotűzi vizsgálat eredménye, ‰	Átlag, ‰	Eltérés, ‰
1	586,7 586,7	586,7	586,9 587,7	587,3	0,6
2	585,8 585,4	585,6	585,4 587,0	586,2	0,6
3	585,3 585,2	585,2	585,2 585,6	585,4	0,2
4	585,9 586,0	585,9	586,2 586,0	586,1	0,2
5	585,5 585,4	585,4	585,7 584,5	585,1	-0,3
6	584,8 584,8	584,8	584,3 584,2	584,2	-0,6
7	583,9 583,7	583,8	584,4 584,1	584,2	0,4
8	587,6 587,7	587,6	587,4 587,6	587,5	-0,1
9	585,8 585,9	585,8	584,6 586,0	585,3	-0,5
10	586,6 587,0	586,8	585,9 586,1	586,0	-0,8

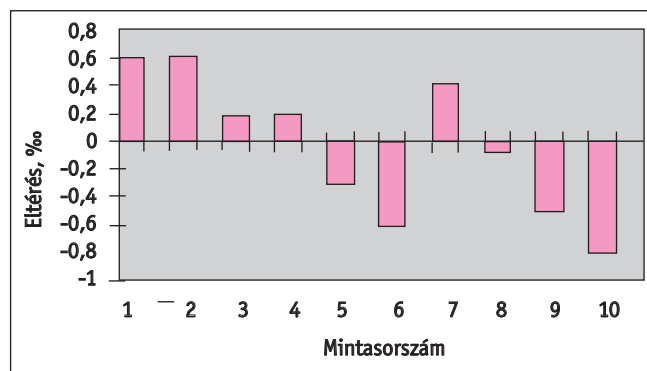
gálatához szükséges berendezések pontosságának, felhasznált reagensek etalonok, színfémek tisztaságának jelentős fejlődése. A teljesítménytényezők közül vizsgáltuk a módszer pontosságát és ezen belül a megismételhetőséget. Ezt a módszert olyan szintűre kellett fejleszteni, hogy elfogadható legyen a pontossága.

A mikrotűzi vizsgálat lépésről-lépésre a tűzi vizsgálat egyik alternatívája, de ami roncsolásmentessé teszi, az a kis mintamennyiség, amellyel a vizsgálat elvégezhető.

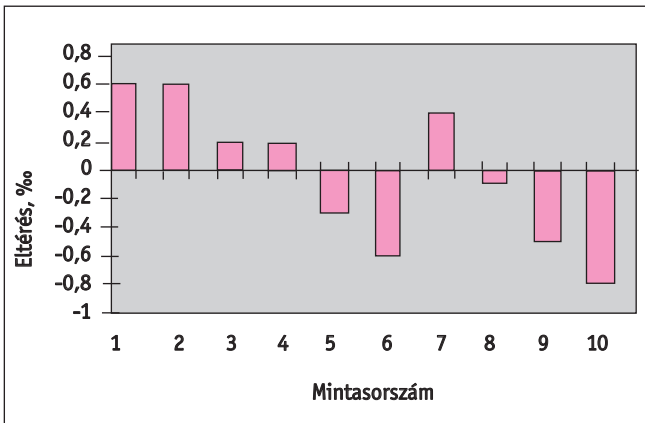
Az eredmények alapján elmondható, hogy 10 mg beméréssel a tűzi vizsgálat jó eredménnyel elvégezhető és a mintavétel roncsolásmentesnek mondható.

A vizsgálat főbb lépései az 1. ábrán láthatók.

A kísérletekhez kiválasztottuk az ékszeriparban leggyakrabban használatos ötvözet típusokat, nevezetesen 14 K, 18 K színes aranyötvözeteket, valamint 14 K, 18 K nikkeltartalmú fehérarany ötvözeteket és meghatároztuk azokat az optimális paramétereket, amelyek szerint a mikro-tűzi vizsgálat mérési eredményei



■ 2. ábra. Az eltérések grafikus ábrázolása



■ 3. ábra. Eltérések grafikus ábrázolása

megközelítik a tűzi vizsgálat eredményeit. A 14 K és 18 K ékszer-ötvözetek esetében a mérési eredményeket az 1. és 2. táblázat foglalja össze: az eltérések grafikus ábrázolása a 2. és 3. ábrán látható.

Meghatároztuk a szükséges és elégséges párhuzamos mérések számát, a vizsgálathoz felhasznált kvartezüst tömegét, az üzési folyamathoz szükséges ólom mennyiségét, az üzési hőmérsékletet, amivel a vizsgálat leggazdaságosabban, jó eredménnyel, rövid időn belül elvégezhető.

Vizsgálataink szerint a párhuzamos mérések száma kettő, max. három kell hogy legyen, mivel így jó eredményt produkálunk és kevés alkalommal áll rendelkezésünkre több minta ahhoz, hogy a vizsgálat roncsolásmentes tudjon maradni.

A kvartezüst mennyisége színes aranyötvözet esetében  $0,015 \pm 0,001$  g, fehérarany ötvözet esetében  $0,019 \pm 0,001$  g. Az üzéshez szükséges ólom mennyisége 1 g, az üzési hőmérséklet  $970 \text{ }^\circ\text{C}$  színes ötvözeteknél, fehérarany esetében  $1015 \text{ }^\circ\text{C}$ . A megfelelő üzőke anyaga MgO.

## 2. Röntgenfluoreszcens spektrometriás vizsgálat (XRF)

Napjainkban feltörekvően vannak azok az anyagvizsgáló módszerek, melyek spektrometrián alapulnak. Ez a technológia döntő szerepet kezd játszani a nemesfémötvözetek finomságvizsgálatában. A röntgenfluoreszcens spektrometriás mérési módszer elve, hogy a vizsgálandó mintában lévő elemeket röntgensugárral gerjesztik úgy, hogy mindegyik elem a jellemző sugárzást emittálja. Az emittált röntgensugár hullámhosszának mérésével minőségileg azonosíthatják a jelenlévő elemeket (4.ábra).

Az XRF vizsgálatnak számos előnye van a tűzi vizsgálatához képest:

- a módszer roncsolásmentes, a kész tárgyakat meg tudjuk vizsgálni anélkül, hogy helyrehozhatatlanul károsodna,
- az ötvözetben lévő elemeket egyidejűleg meg lehet határozni, a nem- nemesfémeket, melyeket tűzi módszerrel nem lehet megemelni, vagy az egyéb nemesfémeket, melyeket egy újabb tűzi vizsgálatnál lehet meghatározni, amely eléggé bonyolult, időigényes és gyakorlott munkaerőt igényel,
- a folyamat teljesen számítógépes, mellyel időt és költséget lehet megtakarítani,
- elhanyagolható a környezetvédelmi kockázata.

2. táblázat. 18 K aranyötvözet elemzési eredményei

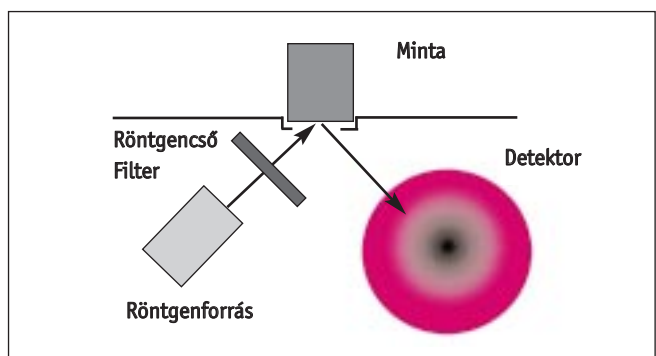
Minta sorszám	Tűzi vizsgálat eredménye, ‰	Átlag, ‰	Mikrotűzi vizsgálat eredménye, ‰	Átlag, ‰	Eltérés, ‰
1	753,4 753,4	753,4	754,0 753,9	753,9	0,5
2	752,2 752,3	752,2	753,2 753,4	753,3	1,1
3	752,1 752,1	752,1	751,5 749,8	752,4	0,3
4	749,2 749,4	749,3	749,8 749,8	749,8	0,5
5	748,9 749,0	748,9	749,5 747,6	749,7	0,8
6	746,7 746,8	746,7	747,5 747,6	747,5	0,8
7	751,2 751,3	751,2	751,2 751,7	751,4	0,2
8	752,3 752,1	752,2	752,0 752,4	752,2	0
9	753,8 753,9	753,8	753,0 753,2	753,1	-0,7
10	747,8 748,2	748,0	747,4 747,7	747,5	-0,5

A módszer hátrányai a következők:

- a módszer mátrixfüggő,
- módszer csak felületet vizsgál, a beütés mélysége néhány mikron,
- ha a minta homogenitása kérdéses, akkor nemcsak a felületet, hanem a keresztmetszetet is meg kell vizsgálni.

A vizsgálati módszer kidolgozásánál foglalkoztunk a „belső etalonok” előkészítésével. Mérési programok előkészítésénél lefedtük az egész mérési tartományt, vagyis 9 K-tól 24 K-ig. Vizsgáltuk a mérési pontosságot befolyásoló mátrixhatást valamint az intenzitás elem hatását. A mérési eredményekből megállapítottuk, hogy nagyobb pontosság érhető el, ha minden egyes ötvözet típusra külön-külön készül mérési program, vagyis olyan program, amelyekben az aranytartalom állandó marad és az egyéb ötvöző fémek koncentrációja változik. Így készültek a 14 K, 18 K mérési programok.

A 14 K és 18 K aranyötvözetek vizsgálati eredményei a 3. és 4. táblázatban láthatók.



■ 4. ábra. Röntgenfluoreszcens spektrometriás vizsgálati módszer elve

3. táblázat. 14 K aranyötvözet vizsgálati eredményei

Minta sorszám	Aranytartalom, ‰		
	Tűzi vizsgálat	XRF-módszer	Eltérés
1	583,8	586,2	2,4
2	584,8	585,2	0,4
3	584,9	585,3	0,4
4	585,3	587	1,7
5	585,6	585,4	-0,2
6	585,8	586,3	0,5
7	587,6	587,9	0,3

4. táblázat. 18 K aranyötvözet vizsgálati eredményei

Minta-sorszám	Aranytartalom, ‰		
	Tűzi vizsgálat	XRF-módszer	Eltérés
1	746,8	744,3	-2,5
2	748,3	750,7	2,4
3	749	750,6	1,6
4	749,4	750	0,6
5	751	751,2	0,2
6	752,3	751,1	-1,2
7	752,8	751	-1,8

5. táblázat .14 K aranyötvözet vizsgálati eredményei

Minta-sorszám	Aranytartalom, ‰					
	Tűzi vizsgálat	XRF-módszer				
		60 s	120 s	180 s	240 s	300 s
1	583,8	585,9	586,4	586,3	585,8	585,6
2	584,8	585,7	585	585,3	585,1	585,1
3	584,9	585,7	585,4	585,2	585,3	585,3
4	585,3	586,5	586,5	586,6	586,3	586
5	585,6	584,9	585,6	585,7	586,4	585,7
6	585,8	586,3	586,7	586,2	586,4	586,4
7	587,6	588,5	588,4	587,7	587,9	587,6

A következő lépés az optimális mérési paraméterek kiválasztása volt. Ilyen a gerjesztési idő, valamint a párhuzamos mérési eredmények száma. A mérési időt csökkentettük 300 s-tól 60 s-ig.

A 14 K aranyötvözet mérési eredményeit az 5. táblázat, az eltéréseket a 6. táblázat foglalja össze. Mindkét ötvözet típus esetében grafikusán ábrázoltuk a mérési eredmények eltéréseit a mérési idő függvényében az 5. és 6. ábrán. A 18 K aranyötvözet-re vonatkozóan a mérési eredmények eltéréseit a 7. ábra és a 7. táblázat foglalja össze.

A 18 K aranyötvözet mérési eredményei a következők:

A megfelelő mérési idő 180 s és a párhuzamos mérések száma kettő, max. három.

### III. Következtetések

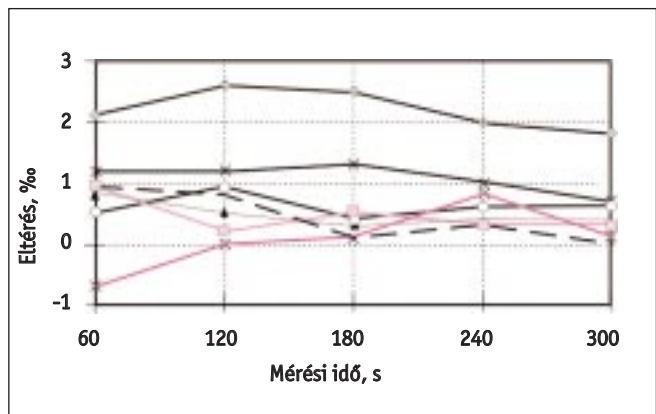
A gyakorlatilag roncsolásmentes, mikrotűzi próba eredményei a 14 K-os és a 18 K-os ékszerötvözetek esetében arra utalnak, hogy a vizsgálatok számának növelésével és egyes mérési paraméterek ( pl. a felhasznált ólom mennyisége vagy a választási idő) kismértékű változtatásával, valamint az ötvözetek savas oldásánál a

6. táblázat. 14 K aranyötvözet mérési eredményeinek eltérése a tűzi vizsgálat eredményeitől

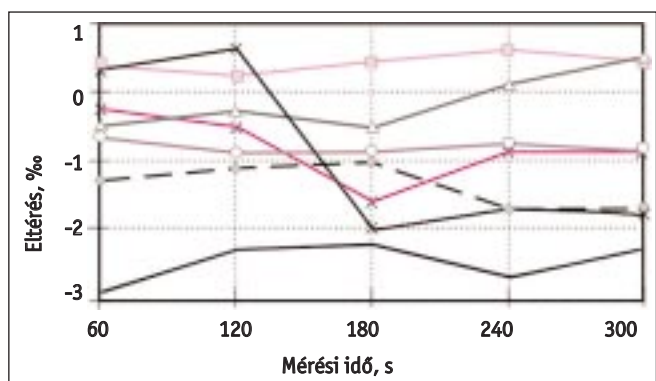
Minta-sorszám	Aranytartalom, ‰				
	XRF-módszer				
	60 s	120 s	180 s	240 s	300 s
1	2,1	2,6	2,5	2	1,8
2	0,9	0,2	0,5	0,3	0,3
3	0,8	0,5	0,3	0,4	0,4
4	1,2	1,2	1,3	1	0,7
5	-0,7	0	0,1	0,8	0,1
6	0,5	0,9	0,4	0,6	0,6
7	0,9	0,8	0,1	0,3	0

7. táblázat. 18 K aranyötvözet mérési eredményeinek eltérése a tűzi vizsgálat eredményeitől ‰-ben kifejezve

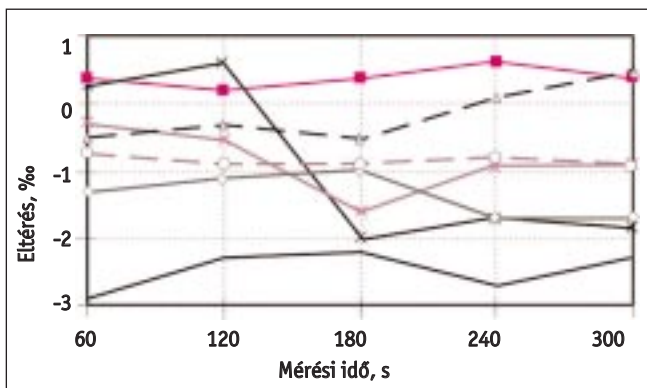
Minta-sorszám	Mérési idő				
	60 s	120 s	180 s	240 s	300 s
1	-1,3	-1,1	-1	-1,7	-1,7
2	0,4	0,2	0,4	0,6	0,4
3	-0,5	-0,3	-0,5	0,1	0,5
4	0,3	0,6	-2	-1,7	-1,8
5	-0,3	-0,5	-1,6	-0,9	-0,9
6	-0,7	-0,9	-0,9	-0,8	-0,9
7	-2,9	-2,3	-2,2	-2,7	-2,3



5. ábra. 14 K aranyötvözet mérési eredményeinek eltérése a mérési idő függvényében



6. ábra. 14 K aranyötvözet mérési eredményeinek eltérése a mérési idő függvényében



■ 7. ábra. A 18 K aranyötvözet eltérései a mérési idő függvényében

folyamat gondosabb elvégzésével az ékszerötvözetek esetében oly szigorú pontossági követelmények teljesíthetők, vagyis a mikrotűzi vizsgálat mérési pontossága 1 ‰ körül tartható.

A röntgenfluoreszcens spektrometriás módszer esetében elmondható, hogy 180 s mérési idővel, 2, max. 3 párhuzamos méréssel a 14 K, 18 K ötvözetek mérési eredményeinek maximális eltérése 3 ‰. A mindennapi gyakorlatban kiválóan alkalmazható, pontos módszer. Az ékszerészek és elemzők ezt a módszert tekintik a jövőben nehézségeik, problémáik megoldásának.

#### Irodalom:

- [1.] ISO 11426: 1993. Determination of gold in gold jewellery alloys. Cupellation method ( fire assay )
- [2.] ISO/ TC 174: 2001. Determination of gold in gold jewellery alloys- Part2: Microcupellation method
- [3.] Domkar, F.: The control of the articles of precious metals, the microcupellation. The Composition of alloys. Előadás, Lituania, Druskininkai, 1996.
- [4.] Kutil, J.: Determination of gold by microcupellation. Előadás, Czech Republic, Pragua, 1998.
- [5.] Filipova, A.: The applikation of Spectro-X-Test instrument to the analyses of gold alloys. Előadás, Lituania, Druskininkai, 1996.
- [6.] Fadeeva, I.: X-Ray fluorescent anaysis with use of fundamental parameters method. Előadás, Czech Republic, 1997.
- [7.] Marucco, A.- Stankiewicz, W.: Development of an XRF spectrometry analitical method for gold determination in gold jewellery alloys. Gold Technology, Kiadvány, 2001.
- [8.] Stankiewicz, W.- Bolibrzuch, B.- Marczak, M.: Gold and gold alloy reference materials for XRF analyses. Gold Bulletin, 1998.
- [9.] Documentation Spectro-X-Lab. User manual, 1999

DUDICH ENDRE–KOVÁCS ÁRPÁD–SIKLÓSI LAJOSNÉ –SZEKÉR ZOLTÁN–TÓTH KÁLMÁN

## Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>×H<sub>2</sub>O - de mennyi? és még mi minden ...

### A Bauxitkutató Vállalat Központi Laboratóriumának története

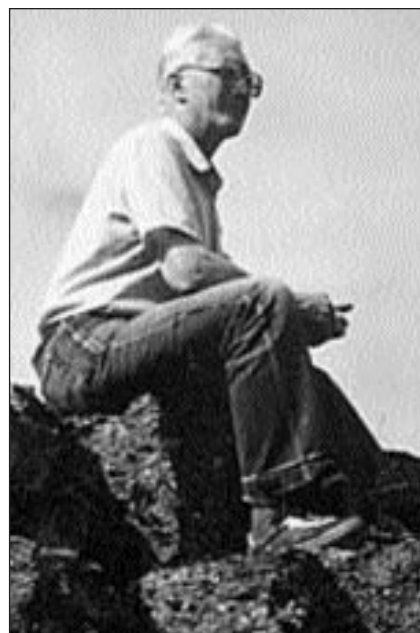
*A Bauxitkutató Vállalat Központi Laboratóriumának történetét áttekintő cikk az Országos Műszaki Múzeum Alumíniumipari Múzeuma és a Magyarhoni Földtani Társulat Tudományos Történeli Szakosztálya rendezésében Székesfehérvárott 2005. április 25-én megtartott „Szent György-napi bauxittalálkozó” elhangzott előadás rövidített és szerkesztett változata. Az anyagot a hallgatóság a rendezvényen írásban megkaphatta. A téma érdekességére való tekintettel szeretnénk ezt a BKL Közhírt olvasói számára is hozzáférhetővé tenni.*

#### 1. Bevezetés és előzmények

A Bauxitkutató Vállalat feladata a bauxit-kutatás egységes irányítása és gyakorlati

végrehajtása, a bauxitbányák tervezésének előkészítése volt. Működése 1950-ben indult a Bauxitkutató Expedíció létrehozásával. Önálló gazdasági egységgé ak-

*Dudich Endre 1934-ben született. Az ELTE geológia és biológia-kémia szakán végzett. Sok más kisebb kutatás mellett leginkább eocén rétegtannal, bauxit-geokémiával, földtani informatikával és földtantörténettel foglalkozik. Bauxitkutatást végzett Kubában, Maliban és Iránban a bauxittelepek agyagának laboratóriumi vizsgálatát szervezte meg. Kanadában földtani térképezést végzett. Összesen hatvannyolc országban járt. A Magyarhoni Földtani Társulat Tudománytörténeli Szakosztályának elnöke, a Soproni Egyetem előadója. A magyar földtani diplomácia konzulja.*



■ 1. kép. Dudich Endre

kor vált, amikor megszűnt a MASZOBAL Rt. (Magyar-Szovjet Bauxit-Alumínium Rt.) és 1955. január elsejével megalakult a Bauxitkutató Vállalat, amelynek központja Balatonalmádiba került. A nagy átalakulás során 1991-től Geoprospect Kft. néven, magántársasági formában folytatta tevékenységét. Az állami irányítású bauxitkutatás 1996. szeptember 1-én ért véget a Bakonyi Bauxitbánya Kft. magánosításával. A Geoprospect Kft. egy részét átvette a Bakonyi Bauxitbánya Kft., a másik része pedig Geoprospect Kft. néven, magántársasági formában folytatta tovább tevékenységét Veszprémben, a vállalat megszűnéséig.

Gánton, a bánya mellett laboratórium is működött Gedeon Tihamér szervezésében és vezetése alatt. A MASZOBAL kutatófúrásai mintáinak vegyelemzését főként a Fémipari Kutató Intézet (FKI) és a Kelenföldi Vegyészeti Gyár laboratóriuma végezte. Ki kell emelnünk dr. Papp Elemér irányító és önzetlen tanácsadó szerepet.

Később Iszkaszentgyörgyön és Halimbán is létesült vegyelemző bányalaboratórium. A bauxit főalkotóinak geokémiai korrelációs feldolgozását dr. Bárdossy György végezte el, amelyet monográfia formájában meg is jelentetett angol nyelven, és nagy nemzetközi sikert aratott a művel.

## 2. A vasútállomástól a labortervezésig

Az önálló sodott magyar Bauxitkutató Vállalatnál az anyagvizsgálat az elképzelhetőnél valamivel szerényebb körülmények között indult. A balatonalmádi vasútállomás egy kicsiny helyiségében néhány -

minden szerelvény átdübbögésekor táncra perdülő - iszapolóttal és egy Scheibler-kalciméterrel kezdtük, *Siklósi Lajosnéval* 1962-ben. Kimutattuk az eocén fedőképződmények részben (törmelékesen) dolomitos jellegét, majd törési kísérleteket is végeztünk a vegyelemzésekhez szükséges optimális szemcseméret meghatározására, és bevezettük a rendszeres nagyforaminifera-vizsgálatokat.

1963-ban megszületett az elhatározás, hogy a BKV-nek a „préri közepére” tervezett új, budatai épületében központi laboratórium is legyen, és megkezdjük a tervezést. Úgy véltük, nem árthat nagyon, ha értünk ahhoz, amit csinálunk. Ezért lehetőséget kértünk és kaptunk arra, hogy a vizsgálati módszereket a Fémipari Kutató Intézetben elsajátítsuk.

A vegyelemzés technikájában *Pozsgay Györgyné*, a derivatográfiában *Kocsis Tivadár*, a színképelemzésben pedig *Kocsis Tivadarné* volt az oktatónk. Most is köszönetet mondunk önzetlen segítségükért. Ez a tervezés munkájára is vonatkozik, hiszen teljesen tapasztalatlanul fogtam hozzá, és csak utólag ébredtem rá, hogy milyen vakmerőség volt ez.

## 3. A megvalósult terv

A laboratórium határidőre elkészült, megtervezését a kivitelezés követte. Ennek során kisebb-nagyobb nehézségek merültek fel, pl. hogy saválló-e a savfülke, illetve, hogy a tervdokumentációban előírtuk-e, hogy annak kell lennie, mint ahogy a fűrdőkádnak vízállóknak célszerű lennie.

Végül 1965-ben elkészült a földszint és az első emelet jobbszárnyát elfoglaló laboratórium, hivatalos

nevén az anyagvizsgáló osztály földtani, vegyészeti és műszeres részleggel, és október 7-én birtokba vettük.

## 4. A laboratórium 30 éve

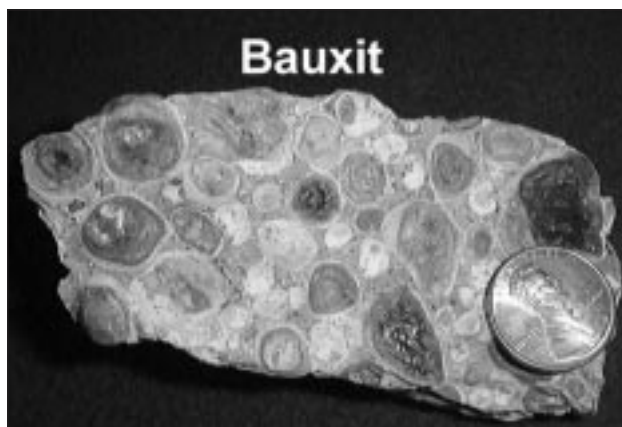
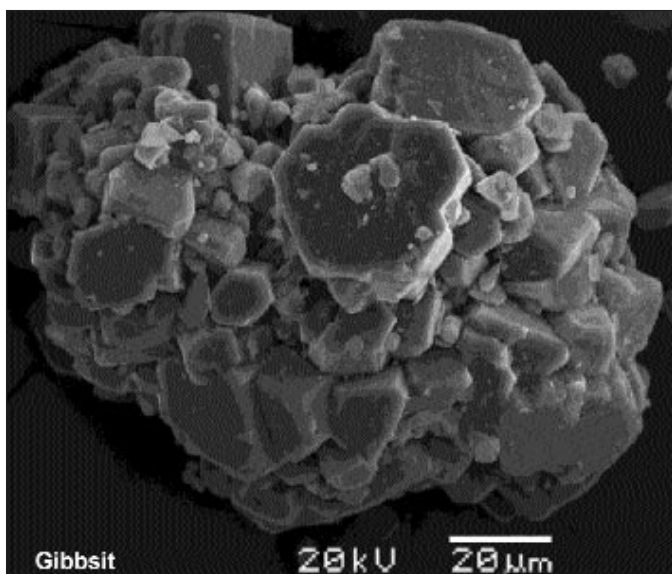
1966. január 1-én az osztály létszáma 12 fő volt, év végén már 21.

A földtani részleg *Tóth Kálmán* vezetése alatt ásványkőzettani és őslénytani vizsgálatokat végzett, a bauxiton kívül a fedő és fekü képződmények mintáin is. Közben egyre bővült a vizsgálatok köre:

- makroszkópos és mikroszkópos (felületi és vékonycsiszolati) kőzetleírás,
- kalcimetria, sósavban oldhatatlan maradék meghatározása, különféle szemcse nagyság-vizsgálatok,
- mikromineralógiai és kőzetszöveti vizsgálatok,
- kis- és nagyforaminifera-, nanoplankton-, diatoma- és molluszka-meghatározás,
- ősföldrajzi-kifejlődési (fácies) viszonyok rekonstruálása.

Köszönetet mondunk ehelyütt azoknak a külső szakembereknek is, akik nélkül nem boldogultunk volna: dr. *Báldi Tamásné*, dr. *Bartha Ferenc*, *Csepreghy Béla*, dr. *Hajós Márta*, dr. *Kecskeméti Tibor*, dr. *Köpek Gábor*, dr. *Oravecz János*, dr. *Oravecz Jánosné*, dr. *Rákosi László* és alkalmilag még sokan mások.

A vegyészeti részleg (az iszkaszentgyörgyi bányalabortól „átkért”) *Szekér Zoltán*, (Horváth István vezetésével) fő tevékenységként kutatófúrások bauxitmintáit elemezte az öt fő alkotóra ( $A_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ , izzítási veszteség). Ennek során 1972-től kezdve a korábbi közvetett (különbségszámításos)  $Al_2O_3$ -meghatározás helyett bevezettük a közvetlen, komplexonos  $A_2O_3$ -meghatározást.



**1 táblázat.** A Bauxitkutató Vállalat Központi Anyagvizsgáló Laboratóriumában végzett vizsgálatok (a BKV éves jelentéseiből kigyűjtve)

Év	MAT. MFT	Bérmunka MFT	Összesen MFT	Ötalkotós elemzés, db	Egyedi elemzés, db	Derivatográfia, db	Spektrografia, db	Térfogatsúly, db
1966	1,2	0,2	1,4	3215	1540		n.a.	
67	1,5	n.a.	1,5	kb. 3000	kb. 1500		n.a.	
68	1,8	0,6	2,4	kb. 3200	kb. 2200	128	n.a.	
69	1,8	0,8	2,6	3694	2898	154	n.a.	217
70	1,3	1,3	2,6	2426	1697	kb. 150	n.a.	
71	1,4	1,3	2,7	3245	1954	n.a.	n.a.	
72	1,6	0,6	2,2	3036	2116	n.a.	n.a.	72
73	1,6	1,3	2,9	1923	1771	324	234	
74	2,2	1,1	3,3	3305	3841	360	269	
75	2,0	1,2	3,2	2748	2027	460*	469*	
76	1,9	1,6	3,5	2780	3386	274	252	402
77	3,0	1,5	3,5	4600	4191	380	400	
78	3,5	0,8	4,3	4422	7688*	382	297	
79	4,4	0,8	5,2	5900	7549	386	319	
80*	4,7	1,5	6,2	9876*	5209	437	337	642*
81	4,0	1,0	5,0	7958	6089	263	180	
82	4,0	1,2	5,2	5600*	3330	n.a.	n.a.	
83	3,8	1,1	4,9	7320	4201	165.	166	
84	4,3	1,3	5,6	kb. 6000*	kb. 3000	n.a.	200	
85	7,1	1,4	8,5	kb. 6500*	kb. 3000	n.a.	n.a.	
86	9,0	1,0	10,0	kb. 6000	kb. 3000	n.a.	n.a.	
87	7,4	2,8	10,2	kb. 6000	kb. 3000	n.a.	n.a.	
88	8,5	0,6	9,1	kb. 5000	kb. 4200	390	400	
89	13,5	0,7	14,2	kb. 8300	kb. 3300	300	400	
90	13,7*	0,7	14,4	kb. 8700	kb. 3800	340	360	
91	7,5	5,1*	12,6	3928	4139			116
92				kb. 5000	n.a.			
93				kb. 3000	n.a.			
94				kb. 1800	kb. 500			

\* maximum, + bérmunka nélkül, n.a. nincs adat

- A minták 10%-ából rendszeres ellenőrző elemzéseket végeztünk.
- Gyors tájékoztatás céljára Szekér Zoltán adaptálta a Tatár-féle neutronaktivációs Al-Si elemzést.

Az 1966. évben 3215 mintából készült ötalkotós vegyelemzés. Az éves csúcsteljesítmény 8700 elemzés volt 1990-ben.

A járulékos és szennyező alkotók közül fokozatosan, egyre nagyobb számban végeztünk CaO, MgO, szerves karbon, összes kén, szulfid- és szulfátkén, valamint FeO meghatározást. Karbonátos kőzetekből 10, szilikátos kőzetekből pedig 15 alkotós, „teljes elemzést” is rendszeresen készítettünk. Az elemzések nagy része titrimetriás, illetve gravimetriás módszerrel készült. Néhány alkotót kolorimetriával (Mn), illetve lángfotometriával (Na, K) határoztak meg.

1966-ban 1540 ilyen, ún. „egyedi elemzés” készült, 1978-ban pedig már 7688. Ennek alapján 1979-ben már mertünk összefoglaló tájékoztatót készíteni Magyarország bauxitvagyonának szennyezőiről.

A BKV (Bauxitkutató Vállalat) Vízföldtani Szolgálat a vízvizsgálásokat igényelt és kapott. Nagy számban készültek a készlet-számításhoz nélkülözhetetlen térfogatsúlymérések, elvéve fajsúlymérések is (Szekér Zoltán).

1967-től kezdve több lépésben bizonyos timföld-technológiai kísérletek elvégzésére is sor került (bauxit átlagmintákból különböző hőmérsékleten végzett

feltárási és vörösiszap-ülepítési kísérletek). 1977. szeptember 1-jétől a vegyészeti részleg napi két műszakban dolgozott.

A műszeres részleg (Siklósi Lajosné) lényegében két nagyműszerrel dolgozott: a MOM-gyártmányú derivatográfával ásványok hőbomlásának folyamata vizsgálható. A sikeresen megoldott főfeladat a boehmit-gibbsit, a goethit és a pirit legalább félkvantitatív meghatározása volt. Emellett agyag- és karbonát-kőzeteket is vizsgáltak. (kaolinit, kalcit-dolomit). 1974-től kezdve kísérletileg, 1987-től kezdve pedig már rendszeresen is folyt szideritmeghatározás nagygyeházai bauxitmintákból, potenciometriás titrá-lással.

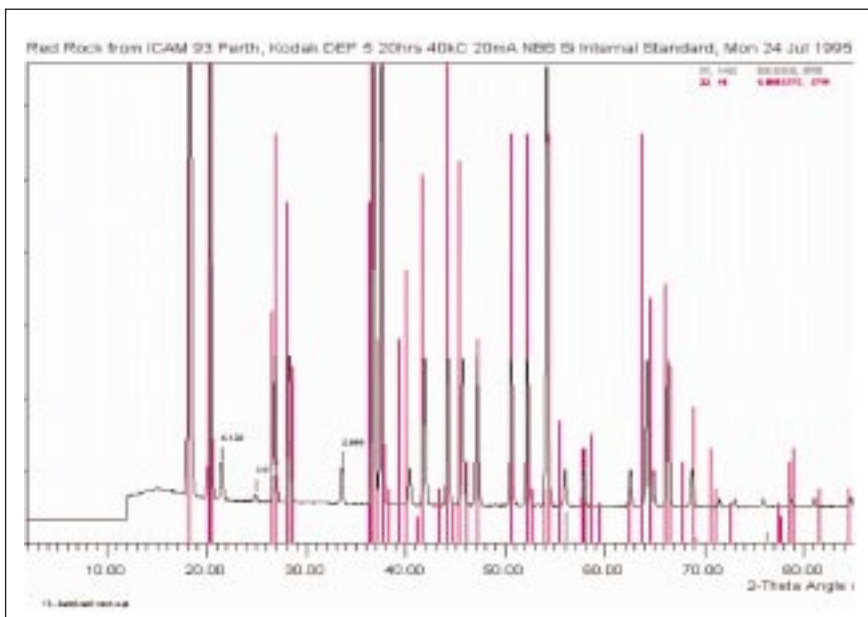
Az ásványos összetétel meghatározások száma a kezdeti, évi 120-ról 1975-re 460-ra nőtt. Zeiss (NDK) gyártmányú UV emissziós kvarcspektrográffal Siklósi Lajosné a bauxitok nyomelemtartalmára szakosodott, különös tekintettel az ipari értéket is képviselő galliumra és vanádiumra. (Ezeket az elemeket a Központi Földtani Hivatal megrendelésére 1981-ben lelőhelyenként részletesen is vizsgáltuk.)

Bauxitokból 11 alkotós (Ga, Be, Zr, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Mo, Pb, Sn) mennyiségi és 16 alkotós félmennyiségi vizsgálatok történtek. Karbonátos és szilikátos kőzetekből 23 alkotós félmennyiségi meghatározásokat végeztünk. A spektrográfiai vizsgálatok száma 1975-ben tetőzött 469 mintával. 1978-ban megkezdődött a nyomelemadatok számítógépes feldolgozása is.

A vizsgálati eredményeket a BKV évi jelentéseiben és az egyes bauxit-előfordulások zárójelentéseiben összesítettük táblázatok, szelvények és szöveges értékelés formájában. Ezt nagyban segítette az egyes vizsgálatok adatainak az 1970-es években megkezdett, egyre szélesebb körű számítógépes feldolgozása is.

**A fotórészleg (Kovács Árpád)**  
Fő feladata a a BKV éves és területi zárójelentéseinek fotódokumentációval való ellátása volt, fekete-fehér, majd színes fényképekkel. Specialitása volt a vékonycsiszolatról készült fényképek készítése, de hagyományos polarizációs és binokuláris mikroszkópi felvételek is jelentős számban készültek.

Ki kell emelnünk a munkatérképek méretváltoztatásaiban nyújtott segítségét. A fotólabor a szakemberek beszámoló



■ **1. ábra.** Az ausztráliai Perth-ből származó gibbsites bauxitminta röntgenspektrogrammja. A mintába színképelemzéshez pozícióstandarként  $\text{SiO}_2$ -t adagoltak

lóihoz és tudományos előadásaihoz színes diaprojektívét is állított elő. Évente a Budapesti Ipari Vásár MAT-pavilonja számára, egy-egy kitüntetett alkalommal pedig más kiállításokhoz, prospektusokhoz stb. is készített a fotórészleg képanyagot.

A hatvanas években a BKV-nak nem volt iratmásoló berendezése, így ezt a feladatot is a fotólabor látta el. Emellett rendelkezett az akkori idők egyik legmodernebb, Zeiss gyártmányú mikrofilm berendezésével (felvevő, előhívó, leolvasó). Ennek szabad kapacitását kihasználva a balatonfűzfői Nitrokémia irattára, majd az Országos Találmányi Hivatal részére éveken át végzett mikrofilmezést.

## 5. Hiánycikkek

A BKV ipari kutatóállalat volt, nem pedig tudományos kutatóintézet. Ezt az illetékesek ismételtlen nyomatékosan tudomásunkra hozták. Ezért nem szerezhettünk be olyan nagyműszereket, amelyekkel igen értékes, de a napi bauxitkutatással közvetlen összefüggésben nem álló vizsgálatokat lehetett volna végezni.

Arra azonban volt lehetőség, hogy – kellő indok esetén – ilyen vizsgálatok végzését megrendeljük más intézményeknél és/vagy azok kivitelezésében, de különösen a kiértékelésében közreműködünk, mégpedig a következőkben:

- Röntgendiffraktometria (mennyiségi ásványtani fáziselemzés) – ALUTERV-FKI, 1980-tól.
- Infravörös spektrográfia (főleg agyagásványok vizsgálata) – ALUTERV-FKI (Kocsárdy Éva), később a MTA Geokémiai Kutató Laboratóriuma (Dudich Endre).
- tömegspektrográfia (ólomizotóp-arányok vizsgálata) – Bányászati Kutató Intézet Viczián Miklós.
- A nyomelemek geokémiai korrelációs feldolgozása és az eredmények publikálása (Magyarország, Jugoszlávia, Románia, Bulgária (Dudich Endre, Siklósi Lajosné).
- A kénes bauxit problémája (Iszkaszentgyörgy, Komlóssy György; Nyírad-Nagytárkány, Dudich Endre): a fedő pirittartalmú szenes agyag és a szürke bauxit vastagságának korrelálása, genetikai értelmezés. A sziderites bauxit Nagygyházán.
- A kaolinit rendezettségi foka bauxittal összefüggő és össze nem függő vörösgyagoknál (JKL, Dudich Endre).
- Az ólomizotóp-arányokból levonható ősföldrajzi következtetések (Dudich Endre, Tóth Álmos, Viczián Miklós).

## 6. Külföldi bauxit- és egyéb minták vizsgálata

1969-től kezdve az ALUEX, az ALUTERV-FKI és a MÁFI közvetítésével számos kül-

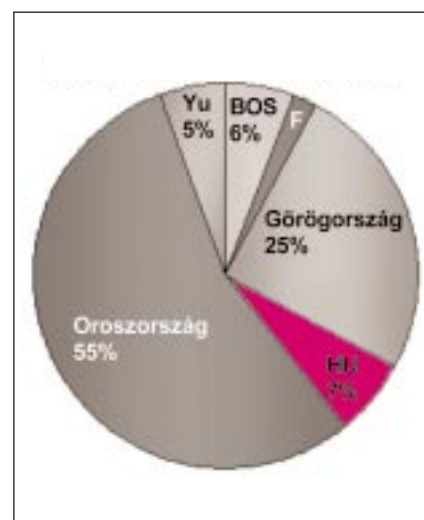
földi lelőhelyről származó mintát is elemzett a balatonalmádi laboratórium (Ausztrália, Brazília, Felső-Volta, Ghana, Görögország, Guinea, Jamaika, Nigéria, Vietnam). Ezek egy része erősen diaszpóros, ezért külön feltárási technológiát kellett rájuk kidolgozni. Az 1970-es években részt vettünk mongóliai színesércminták elemzésében is.

## 7. Felszámolás: 1995

A Laboratórium teljes élettartama 30 év volt. Ilyen intézmény beruházási értékének amortizációjára legfeljebb 15 évet szoktak számolni. Eszerint a BKV központi anyagvizsgáló laboratóriumának beruházási költsége kétszeresen is megtérült. 1995 után bauxitelemzés a Bakonyi Bauxitbánya Rt. halimbai laboratóriumában folyt tovább, természetesen lényegesen kisebb terjedelemben és szűkebb vizsgálati skálán.

## 8. Jobb későn, mint soha

2004-ben a laboratórium kollektívája megszervezője (1963–64) és első vezetője (1965–68), dr. Dudich Endre személyében a „Bauxitbányászatért Emlékplakett” kitüntetésben részesült. Ez az elismerés a laboratórium minden egyes volt dolgozóját megilleti. Azt is, aki már nem ünneplhetett velünk: Horváth István vegyész mérnököt, aki a „felfutás” éveit végeztette.



Magyarország és Európa fő bauxittermelőinek termelési részesedése 2003-ban

## Tisztújítás a Fémszövetségben

2005. május 26-án az INTER-METAL-RECYCLING Kft. új csepeli székhelyén tartotta tisztújító közgyűlését a Magyar Fémhulladék Forgalmazók és Feldolgozók Szövetsége. A tavaly 10 éves fennállását ünneplő szakmai-érdekképviseleti egyesület



A közgyűlés résztvevői

Vincze Gábort – az IMR Kft. ügyvezető igazgatóját választotta elnökének, alelnökök: Erős András (műszaki igazgató – EURAL Kft.) és Székely László (termelési és fejlesztési igazgató – MOFÉM Rt.) lettek.

A felügyelőbizottság elnöke Németh Tamás (ügyvezető igazgató – SALKER Kft.), tagjai: Szabó Péter (divízió igazgató – ERECO Rt) és dr. Hatala Pál (ügyvezető főtitkár MÖSZ) lettek.

Vincze Gábor elnök székfoglaló beszédében célként jelölte meg a szakma néhány meghatározó cégének ismételt bevonását a szövetség munkájába (MAL, Loacker, FÉMKER, FEFERRUM), fő feladatnak a kölcsönös informálást és az üzleti-technológiai kapcsolatokat erősítését jelölte meg.



Üzemlátogatás

A közgyűlést üzemlátogatás zárta, amelynek során a résztvevők az E-hulladékok feldolgozásának előkészítésére létrehozott korszerű technológiai területeket keresték fel. **Szabályár Péter**

## MŰSZAKI-GAZDASÁGI HÍREK

**A hulladékanyagok visszaforgatása nemzetgazdasági érdek. Ennek a gondolatnak egyik élharcosa a Hulladék Munkaszövetség. A HuMuSz most közölt véleménye főképpen az üvegsomagolásokról szól, de legtöbb pontjában érvényes az alumínium italosdobozokra is.**

### HuMuSz-vélemény a betétdíjjal kapcsolatos kormányrendeletéről

Egy évtizede várjuk és talán jövőre végre életbe is lép a betétdíjas kormányrendelet. A kormányülés elé kerülő tervezet azonban nem fog átütő környezetvédelmi hatást kiváltani, leginkább azért, mert teljes mértékben az önkéntességen alapul és senkit nem ösztönöz vagy kötelez újratöltésre! A környezetvédelmi cél elérése érdekében a HuMuSz szerint lényegesen szigorúbbnak kellene lennie a jogalkotónak, és legalább azt kell EU-konform módon előírnia, hogy az árusításra felkínált termékeknek milyen mennyiségét legyen kötelező betétdíjas módon értékesíteni! A civil környezetvédők javaslataikat többször eljuttatták már a minisztérium részére – eddig csekély eredménnyel.

A környezetvédelmi termékdíjról szóló törvény kizárólag újratöltésre motivál (még hozzá nagyon szolid mértékben). Mivel a betétdíjrendszer az italcsomagolá-

sok tekintetében általános szabályozás lesz, tehát az egyutas, eldobó csomagolásokra is vonatkozik, nem mellőzhető olyan ösztönző és garanciális eszközök beépítése a jogszabályba, amelyek biztosítják annak gyakorlati működését és a meglévő visszaváltási rendszerek megőrzését.

Amennyiben a leírt ösztönző és garanciális elemek bekerülnek a tervezetbe, úgy egy olyan, a környezetvédelmi célt elérő megoldást kapunk, amely – tekintettel arra, hogy a termelő választása szerint eldobó vagy újratölthető csomagolással egyaránt teljesíthető – semmilyen szempontból nem támadható azzal, hogy bármely termelő számára piacvédelmi intézkedésnek tűnne fel, ezáltal biztosan EU-konform!

A betétdíjas módon történő értékesítés továbbá alkalmas arra, hogy

- a veszélyes hulladékokat eltérítsük a kommunális hulladéklerakóktól és külön kezeljük (pl. betétdíjas ceruzaelemek könnyen, hatékonyan visszagyűjthetőek és külön kezelhetőek)
- a mindenképpen betétdíjas rendszeren keresztül visszagyűjtendő mennyiségi elvárás miatt a gyártók előnyben részesítsék az újratölthető csomagolásokat az eldobó csomagolások visszagyűjtése helyett
- az újrahasznosítást is kiválóan segíti,

hiszen a betétdíjas csomagolóanyagok több, mint 90%-ban visszagyűjthetőek, azaz a szelektív hulladékgyűjtő rendszereknél is hatékonyabban működtethetőek – segítve EU-val szembeni kötelezettségeinek teljesítését!

Tömöri Balázs, a HuMuSz programvezetője szerint, amennyiben betétdíjas termékek kötelező forgalomban tartási arányát határozzuk meg, akkor a következőket kell szem előtt tartani:

1. Az italcsomagolások esetében feltétlenül tekintettel kell lenni a kereskedők és gyártók termékdíjtörvény módosításakor kifejtett azon véleményére, miszerint az italcsomagolásokon belüli szektorsemlegességre figyelni kell. A HuMuSz javaslata az, hogy a betétdíjas kormányrendelet kötelezze a gyártókat és kereskedőket, hogy a termékeik 20%-át – függetlenül attól, hogy csomagolásukat újratöltik-e vagy sem – betétdíjas módon értékesítsék.
2. A visszaélések elkerülése végett a betétdíj mértékét szabályozni kell. Javaslataink: a betétdíj legyen a betétdíjas termék nagykereskedelmi árának min. 10%-a. A visszavétel elkerülése érdekében ugyanis elképzelhető az 1 Ft betétdíj felszámításával történő értékesítés, ami nem ösztönzi a lakost a visszavál-

tásra. Másik elképzelhető megoldás olyan fix betétdíjmérték(ek) bevezetése, amely hatékonyan ösztönzi a vásárlót a csomagolások visszaváltására. Fontos megjegyzés, hogy az eldobó és az újratölthető típusú csomagolások betétdíja nem lehet különböző!

3. A visszavételre kötelezett boltok méretkorlátozását el kell törölni, mert mindenkinek vissza kell tudni adni a betétdíjas csomagolást ott, ahol megvette.
4. Mivel a betétdíjas rendelet eldobó és újratölthető csomagolásokra egyaránt kiterjed, ez utóbbiak megőrzése csak akkor lehetséges, ha a visszaváltási rendszer is egységes marad, azaz az eldobó csomagolásokat is a kereskedelmi hálózatok egységeiben, az újratölthető csomagolásokkal azonos módon veszik vissza. (pl. nem helyezhet el külön automatát az üzlet bejárata elé külön fémdobozok visszavételére, ha a boltban üvegviszaváltó működik)

Az így elfogadásra kerülő rendelet várható hatásai, hogy

- sokkal tisztább köztereink lehetnek;
- megmaradnak és bővülnek az újratölthetőben forgalmazott termékek;
- a szelektív hulladékgyűjtés egy hatékonyabb, alternatív megoldással gyarapodik;
- Magyarország meglévő hasznosító kapacitásával sokkal könnyebben meg tud felelni az EU-s hasznosítási kötelezettségnek, mivel kevesebb lesz a hulladék;
- a fogyasztóknak minden egyes boltban garantáltan lesz lehetőségük környezetünket kevésbé terhelő termékek választására, és csökkenthetik kommunális hulladékuk mennyiségét;
- az üveggyártás és a műanyagipar jelentősen fejlődik és megrendelésekhez jut (palackok, rekeszek); az üveggyártás fejlődésével hazai lehetőség nyílik az üveghulladék hasznosítására és nem kell külföldre fuvarozni;
- sok új munkahely teremthető az alacsony végzettségűek körében (üvegviszaváltók, fuvarozás), a speciális munkaerő igényű szakiparban (üvegipar), a magas végzettségűek körében a visszaváltás automatizálásán és annak elterjesztésén dolgozó cégeknél;
- a veszélyes hulladékok által okozott környezetszennyezés radikálisan csökken (pl. talajvíz szennyezettsége);
- az újrahasznosítási kötelezettség egyénileg is könnyebben teljesíthető lesz a

betétdíjas rendszerben, ezért jobban ösztönzi a teljesítésre azokat is, akik eddig semmilyen koordináló szervezetnek nem tagjai – EU-s kötelezettségünk biztosabban teljesül.

Véleményünket tartalmazó levelünket eljuttattuk *Persányi Miklós* környezetvédelmi miniszter úrnak, a Környezetvédelmi Minisztérium szakembereinek is.

Budapest, 2005. április 25.

☞ *HuMuSz*

### **Közzétette harmadik tanulmányát a bauxitbányák rehabilitációjáról a Nemzetközi Alumíniumintézet**

Az IAI (International Aluminium Institute) 1991-ben és 1998-ban világszerte tanulmányozta a felhagyott bauxitbányákban folyó rehabilitációs munkát és ilyen programok eredményességét. Mindkét tanulmány célja volt, hogy vizsgálják a bauxitbányászat környezetkárosító hatásait és azok megszüntetésének legésszerűbb módjait. 2003-ban egy harmadik tanulmány kidolgozásába fogtak, az előző kettő tapasztalatainak és eredményeinek kiterjesztésére. Huszonhárom bányaterületet vizsgáltak, amelyek a világ bauxittermelésének 70%-át adják, és a tanulmányhoz 2000-nél több adatot használtak fel. Ezeket az adatokat az 1991. évi adatok 61%-val és az 1998. évi 72%-val vetették össze. 1998-ban 8 vállalat adta a világ termelésének zömét, 2002-ben 12 (Oroszországot is beleértve). Minden országban nőtt, vagy azonos maradt a bányák száma (két ország nem szolgáltatott adatot).

A felülvizsgálat szerint valamennyi bauxitbánya nagy erőfeszítéseket tett az ipar fenntartható fejlődése érdekében. 1998 óta 25%-kal nőtt a megművelt és 32,5%-kal a rehabilitált bányaterület. A megvizsgált bányaterületek 97,2%-ára volt megfogalmazott rehabilitációs terv (1998-ban 88%-ra, 1991-ben 82%-ra). Az összes bányászott bauxit 69%-át adó 12 bánya folyamatosan javította környezetvédelmi tevékenységét, és rendelkezik ISO 14001 audittal. Ezek a vállalatok külön csoportokat szerveztek a környezetvédelmi kutatásra és a természeti kincsek megővésére. Ezekben a bányákban folyamatos ellenőrző rendszer működik a környezetre gyakorolt hatás minimalizálására. A bauxittermelés 95%-át adó 19 bánya figyeli a bányából kikerülő felszíni vizek minőségét (1998-ban 85%). Ezért az eredményes te-

vékenységért több társaság környezetvédelmi kitüntetésekkel vehetett át.

A sikeres és hatékony környezetvédelmi irányító munka eredményeként a felhagyott területek egyre nagyobb része kerül vissza a hagyományos használatba és szolgálja a közösséget.

A köz javát a következő intézkedések szolgálják:

- Jól fizetett munkások és az elfogadott munkahelyi szabályoknak megfelelő munkahelyek;
- Oktatási intézmények támogatása;
- Helyi vállalkozások támogatása;
- Közületi kezdeményezések támogatása;
- Különböző szociális programok támogatása;
- Olyan infrastruktúra kialakítása, amely a jövőben is szolgálja a közérdeket;
- A bányászok által hátrányt szenvedett, vagy kitelepített lakosság veszteségeinek kompenzálása.

Az iparcsoportok folytatják a megcélzott elvi megvalósítást, hogy a vállalatok vegyék át egymástól a legjobb módszereket. Ezenfelül ösztönzik a vállalatokat, hogy folytassák a meglévő eljárások javítását a fenntartható fejlődés megtartása érdekében, a jövő nemzedékek számára.

A folyamat további támogatása és ösztönzése céljából az IAI Bauxitbányászati és Timföldgyártási Célcsoportot hozott létre a jó módszereknek az egész iparban történő minél gyorsabb és hatékonyabb elterjesztésére. A környezetvédelmi munka eredményességét és javulását ezentúl négyévenként elkészítendő tanulmányban vizsgálják és teszik közzé.

☞ *(Alcoa közlemények, 2004.dec.23.)*

### **30 millió dollár vörösiszapterek pormentesítésére**

Az ALCOA harmincmillió AUD-t költ az Ausztráliában működő három timföldgyárra vörösiszapetereinek „pormentesítésére”. Az intézkedés előzménye, hogy a kohókat az ausztrál bíróság 60.000 AUD büntetés megfizetésére kötelezte a környezet vörösiszap porral történő szennyezése miatt.

A pormentesítésre szánt összeg felét, 15 M AUD-t a wagerupi timföldgyár vörösiszapterének rehabilitására szánják. A tervezett környezetvédő akciót öt éven belül kívánják befejezni. Az alkalmazott módszerek: vízpermetezés, elárasztás, takarás, füvesítés és fásítás.

☞ *(Alcoa közlemények, 2004.dec.23.)*

JANÓ VIKTÓRIA – BUZA GÁBOR – KÁLAZI ZOLTÁN

## Diszperz eloszlású, fémmátrixú kerámia kompozitréteg létrehozása lézersugaras felületkezeléssel

**A kerámiapor injektálása az olvadéktócsába a határfelületi energiák és a sűrűségkülönbség viszonyai miatt nehezen valósítható meg. A nehézségek elkerülése érdekében az  $Al_2O_3$  vegyület előállítását az olvadékban, in situ kívánjuk létrehozni. Az elképzelés/ötlet alapja az az alumínotermitikus reakció, amit az acélgyártás dezoxidációs periódusában is alkalmaznak.**

A műszaki fejlődés egyre olcsóbb, nagyobb és összetettebb igénybevételű alkatrészek és szerszámok alkalmazását, előállítását igényli. A gép- és járműiparban a fém alapanyagokból készült alkatrészek mellett megjelentek a műanyagból és a kerámiából készült is. Ez utóbbiak néhány tulajdonsága, jellemzője kedvezőbb, mint a fémeké: a kerámiák korrózióállósága, keménysége, hőállósága stb. jobb, mint az acélok hasonló jellemzői. Sajnos a húzó- és hajlítószilárdsága, dinamikus igénybevétellel szembeni ellenálló képessége, hősokkállósága stb. viszont sokkal rosszabb. A két anyagféleség alkalmazás szempontjából kedvező tulajdonságainak egyesítésére egy lehetséges út a kettő kompozíciója, például a fémmátrixú kerámia kompozit. Az ilyen típusú kompozitok tulajdonságait a fém és a kerámia kompo-

nens morfológiája, pl. az acél és az  $Al_2O_3$  esetében a kerámiaszemcsék diszperziója erősen befolyásolja.

A fémmátrixú kerámia kompozit létrehozásának egyik útja a darabok felületi szerkezetének megváltoztatásán át vezethet. A felületi réteg szerkezetének megváltoztatására, javítására számos technológia ismert (termokémiai kezelések, felrakó hegesztés, plazma- és lángporszórás, CVD, PVD, ionimplantáció stb.), melyek közül nem mindegyik alkalmas fémmátrixú kerámia kompozit létrehozására. Egy igen hatékony, új módszer, a lézersugaras felületmegmunkáló technológia azonban igen. Ezzel gazdaságosan állíthatók elő a térfogati és felületi igénybevétel szempontjából optimális tulajdonság-kombinációjú, növelt élettartalmú alkatrészek és szerszámok.

Jelen közleményünkben azon kutatásaink eredményeiről számolunk be, amelynek végső célja egy olyan kívánt diszperziójú fémmátrixú in situ kerámia kompozitréteg létrehozása, amely alkalmas lehet a gép(jármű)ipari alkatrészek felületeinek meghatározott cél szerinti módosítására.

### A fém-kerámia kompozit előállításának néhány kérdése

Fémmátrixú kerámia kompozit létrehozásának különböző módszerei ismertek. A módszerek közös vonása az a törekvés,

hogy a két, egymással csak keveréket alkotó fém és kerámia komponens fázisai között minél erősebb kötést hozzanak létre. Mivel a kerámiák olvadáspontja lényegesen nagyobb a fémekénél, ezért az egyensúlyi homogén olvadékból való kristályosításuk nagy nehézségeket jelentene, ezért ezt az utat csak ritkán választják.

Hagyományos technikák közé sorolható viszont az az eljárás, amely szerint a különböző présporokat (fém- és kerámiapor) összekeverik, majd sajtolják, szinterelik. Az eljárás hátránya, hogy csak az egész szerszám, vagy alkatrész tömbi anyagára alkalmazható. Réteg létrehozására nem alkalmas, ezért az alkalmazások többsége esetén nem felel meg az elvárásoknak.

Egy másik eljárás lehet, amikor a kerámiaszemcséket juttatják az alkatrész módosítani kívánt rétegébe. Az eljárás lényege, hogy a módosítani kívánt alapanyag felületét, pl. az egyenletes sebességgel haladó lézersugár megolvasztja, majd a néhány  $mm^3$  térfogatú fémolvadék tócsába vivőgáz segítségével juttatják a hozaganyagot (kerámiát) por formájában. A megvalósítás során jelentős nehézséget okoz a két anyag közötti sűrűségkülönbség és a határfelületi energia.

A sűrűségkülönbség kedvezőtlen hatása, vagyis a gravitációs vektor érvényesülése a kerámiaszemcsék méretének csökkentésével csökkenthető. A határfelületi energiák szerepét azonban ezen az úton nem lehet befolyásolni. Egy szilárd halmazállapotú szemcse ugyanis csak akkor tud spontán elsülyedni az olvadékban, ha az tökéletesen nedvesíti a szemcsét. A tökéletes nedvesítés feltétele az, hogy a szilárd és folyékony halmazállapotú fázis közötti adhéziós energia legalább kétszerese legyen a folyékony fázis határfelületi

**Janó Viktória** 2003-ban szerzett anyagmérnöki diplomát a Veszprémi Egyetem Mérnöki Karán. Jelenleg elsőéves levelező doktorandusz hallgató a Budapesti Műszaki Egyetem, Járműgyártás és -javítás Tanszékén. Kutatási érdeklődése és készülő PhD értekezésének témája: „In situ kompozitok létrehozása lézersugár segítségével”. Kutatómunkáját a BAYATI-ban végzi.

**Dr. Buza Gábor** és **Dr. Kálazi Zoltán** személyi adatait lapunk 2004/2. számában közzeltük.

energiájának. A fémolvadékok és kerámiák párosításában ez a feltétel gyakran teljesíthetetlen, különösen az ionos, vagy kovalens kötésű kerámiák esetén. Ugyan kedvezőbb a helyzet a fémes kötésű kerámiák esetén (simili similibus gaudet), de tökéletes nedvesítés ebben az esetben is ritka.

Mindezek figyelembevételével az acél mátrixú  $Al_2O_3$  kerámia kompozitréteg lézersugárral történő létrehozásának nehézségeit elsősorban abban találjuk, hogy az  $Al_2O_3$  szemcsék a vasolvadékokban nem oldódnak, ezért az olvadékokba injektálás után a sűrűségkülönbség és a felületi feszültség közötti különbség hatására a kerámiaszemcsék rövid idő alatt az olvadékok felületére úsznak. Ahhoz, hogy a szemcséknek ne legyen ideje felúszni, mind a sűrűségkülönbségből adódó erőhatást, mind pedig a határfelületi energiából származó erőhatást kompenzálnunk kell.

Ilyen körülmények között a kerámia-por olvadékokba juttatására, a határfelületi energia legyőzésére, a kinetikus energia jöhet szóba. Ez azt jelenti, hogy a kerámia-por szemcséit olyan sebességre kell gyorsítani az olvadékok irányába, hogy a két fázis közötti kedvezőtlen peremszög ellenére képes legyen az olvadékokban elmerülni. A viszonyok jellemzésére szolgál pl.: a Weber-szám ( $We$ ), ami figyelembe veszi a fázisok sűrűségét, a nedvesítési peremszöget, ill. a határfelületi energiát.

Látjuk tehát, hogy az acéolvadék és az  $Al_2O_3$  kerámiaszemcsék kölcsönhatásában a gravitációs hatás erősségét csökkenthetjük a kerámia szemcséméret csökkentésével, a határfelületi energia hatását azonban csak ideiglenesen kompenzálhatjuk a kinetikus energia segítségével. Ebben az esetben megoldást jelenthet, ha az ideiglenesen létrehozott keverék állapot befagy, vagyis az acél nagyon rövid idő alatt kristályosodik.

Ezen az úton, a lézersugaras technológiával, ami kedvez a gyors olvadás és kristályosodás körülményeinek, csak a felúszáshoz rendelkezésre álló időt tudjuk rövidíteni, a kerámia fázis szemcséméretére nem tudunk hatást gyakorolni. Igaz, hogy erre más technológiák esetén sincs lehetőségünk. A kerámia-por fémolvadékokba juttatásának jelenségét leíró egyenletekből ugyanis kiderül, hogy technikai akadálya van a tetszőlegesen kis szemcséméretű kerámia diszperzió létrehozásának.

Kísérleteinkkel ezért azt a célt tűztük ki, hogy az  $Al_2O_3$  fázis az olvadáspontja

**1. táblázat.** Az (1) reakcióban szereplő komponensek képződéshője [3]

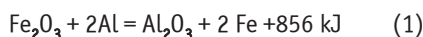
Hőmérséklet (K)	$\Delta H$ (kJ/mol)			
	Kiindulási anyag		Keletkezett anyag	
	$Fe_2O_3$	Al	$Al_2O_3$	Fe
298	0	-825,5	0	-1675,27
1800	56,36	-610,55	58,73	-1492,93

alatt, az acéolvadékban képződjön, a csíráképződés és növekedés folyamatában, mert az olvadékokban, vegyi reakcióban képződő  $Al_2O_3$  fázis diszperzióját a lézersugaras megmunkálás technológiai paramétereire fogják meghatározni. Ezen az úton a „hagyományos” módokon előállított kompozit anyagoknál kisebb szemcséméretű kerámia diszperzió is létrehozható, ugyanis egy új fázis csíráképződési és növekedési sebességét (egy meghatározott vegyi összetétel esetén) a hőmérséklet határozza meg, amit a lézersugaras technológiákkal hatékonyan tudunk befolyásolni.

Az acéolvadékban az  $Al_2O_3$  fázis képződésére akkor van termodinamikai szempontból lehetőség, ha az olvadékokban van oxigén, alumínium és nincs a rendszerben az oxigénhez az alumíniumnál nagyobb affinitással rendelkező vegyelem. Ilyen körülmények vannak pl. az acélgártás dezoxidációs periódusában, amikor a dezoxidálást alumíniummal végzik. Ott cél és elvárás, hogy a reakció terméke, az  $Al_2O_3$ , lehetőleg teljes mennyiségében felússzon a salakba. Ennek az elvárásnak kedvez a tartósan nagy hőmérséklet és a hosszan tartó olvadék állapot.

Az acéolvadékba az oxigént és az alumíniumot ellenőrzött módon, por formájában kell bejuttatnunk. A  $Fe_2O_3$  és az Al-por szerencsére külön-külön is jól oldódik az acéolvadékban, de ha együtt adagoljuk őket, az alumínium a nagyobb affinitása következtében a  $Fe_2O_3$ -tól „elvonja” az oxigént és  $Al_2O_3$  keletkezik. Mivel a lézersugár által megolvadt tócsa nagyon rövid idő alatt dermed meg, ezért az acéolvadékban keletkezett  $Al_2O_3$  szemcséknek nincs ideje felúszni az olvadék tetejére, így diszperz kerámia kompozitréteg jöhet létre.

A folyamatban számolnunk kell a vasoxid alumíniummal történő reakciójának hőeffektusával is, amit az egyszerűség érdekében az általános reakcióegyenlet (1) és az entalpiaváltozások (1. táblázat) alapján határoztunk meg.



A jelentős hőfelszabadulás a folyamatot megfelelő körülmények között önfenntartóvá teheti. Kis mennyiségek esetén azonban a környezet hőelvonó képessége fajlagosan jelentőssé válhat, így a reakció önfenntartó jellege nem biztos, hogy érvényesülni tud.

Tételezzük fel, hogy az acéolvadékban sikerül vegyi reakcióban  $Al_2O_3$  fázist létrehozunk és annak szemcséméretét a csíráképződési és -növekedési sebesség befolyásolásán keresztül céljainknak megfelelő nagyságúvá alakítani. Az acéolvadék kristályosodása során, az alapanyag felől indul és a felszín felé haladó kristályosodási front előtt meg fognak jelenni ezek a szilárd  $Al_2O_3$  szemcsék, amit az acél nem nedvesít. Csak akkor fog szilárd halmazállapotú, fém mátrixú kerámia-kompozit kialakulni, ha az úgynevezett kikénszerűtett beépülés jelensége is lejátszódik. Ellenkező esetben a kristályosodási front maga előtt tolja a szilárd szemcséket és azok a felszínre jutva salakréteget alkotnak, onnan könnyűszerrel eltávolíthatók, lepattognak. A kikénszerűtett szemcsébeépülés jelensége természetesen a tágabb értelemben vizsgált termodinamikai állapotváltozások által befolyásolható. Elsődleges szerepe a határfelületi energia-viszonyoknak van, de nem hanyagolható el az  $Al_2O_3$  fázis szemcsémérete és a kristályosodási front haladási sebessége sem.



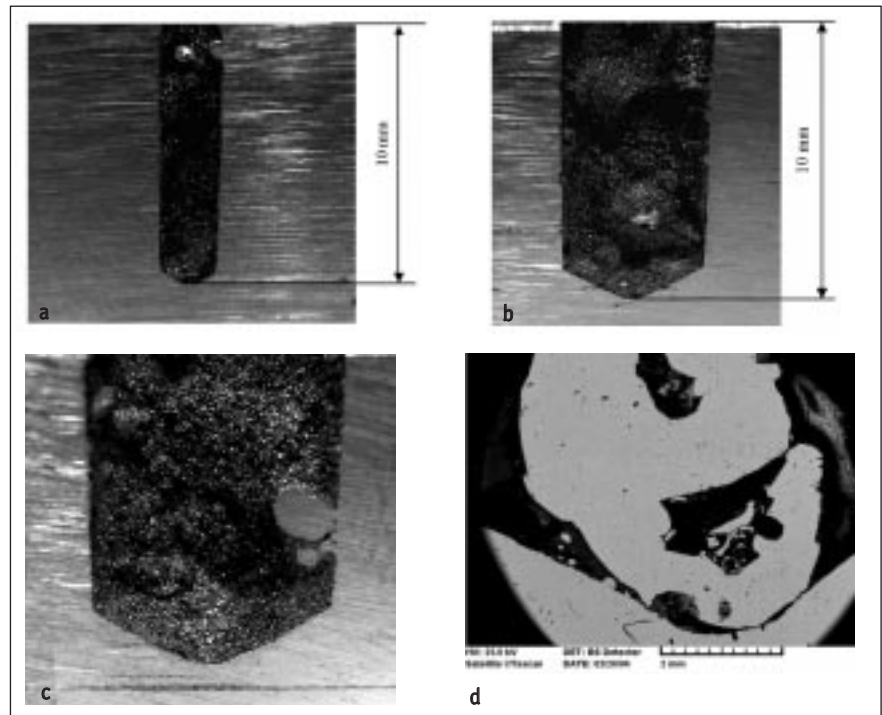
**1. ábra.** Próbatétel lézersugaras felületkezelése az 5 kW-os  $CO_2$  Trumpf lézerberendezéssel

## Kísérletek

A kísérleteink során a lézersugárforrás egy 5 kW teljesítményű CO<sub>2</sub> gázlézer (Trumpf gyártmányú) volt (1. ábra), amihez egy 5-tengelyes CNC sugárvezetésű optikai rendszer és egy Sulzer gyártmányú poradagoló berendezés is tartozik.

Az első kísérletsorozatban azt kívántuk kísérleti úton meghatározni, hogy milyen geometriai, illetve hőtechnikai körülmények között lesz az (1) vegyi reakció önfenntartó. A kísérleteket 16 mm vastag ötvöztelen szénacél lemezen végeztük. A hozaganyag ötvöztelen Al-por (szemcsemérete 20-40 μm) és Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> por (szemcsemérete 20-40 μm) keveréke volt. Az (1) reakcióegyenlet alapján végzett sztöchiometriai számításoknak megfelelően 1 g Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-hoz 0,338 g Al-port adagoltunk. Ezt a sztöchiometrikus keveréket az ötvöztelen lemezbe fúrt 10 mm mélységű és egyenként különböző átmérőjű (2, 4, 6, 8 és 10 mm) furatokba tömörítettük, majd 3 mm-es foltátmérőjű, 1 kW teljesítményű lézersugárral 100 ms ideig hevítettük. Ez 100 J aktiválási energiát jelentett, amely az alumínotermitikus reakció megindítására fordítódott.

A reakció lejátszódása után a furatok mentén kettévágtuk a lemezt (2. ábra). Szemrevételezés alapján állapítottuk



■ 2. ábra .100 J energiával inicializált Al+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> porkeverék acélminta furatában a) 2 mm-es furat, b) 6 mm-es furat, c) 8 mm-es furat, d) 10 mm-es furat alja

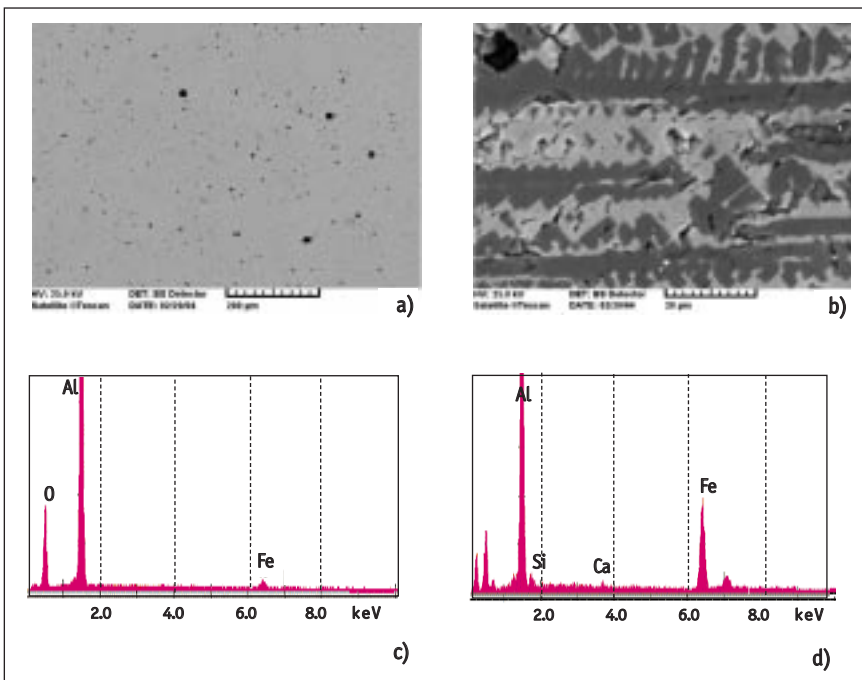
meg, hogy a lézersugárral inicializált vegyi reakció le tudott-e játszódni az üregben, vagy csak a keverék egy részében.

A 2 és 4 mm-es furat esetében a vegyi reakció csak a porkeverék tetején játszódott le, vagyis a reakció során felszabadu-

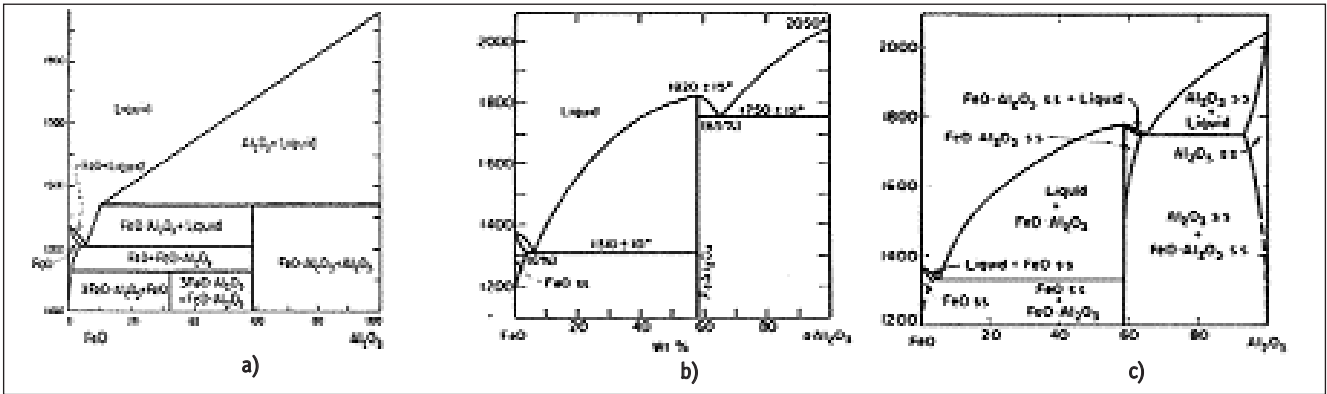
ló hőmennyiség kevesebb volt, mint amennyit a környezet elvont, ezért a reakció egy idő után leállt. Nagyobb furatok esetében (6, 8, 10 mm) a reakció során felszabaduló hőmennyiség elegendő volt ahhoz, hogy a reakció a furat aljáig lejátszódjon.

A kettévágott, Ø 10 mm-es furatban lejátszódott reakciótermékből, ami egy alakatlan darab volt, metallográfiai csiszolatot is készítettünk. A fémes fázisban sok apró, 5 μm-nél kisebb méretű zárványt találtunk (3.a ábra). A fémes fázis által közrezárt területen a SEM visszavert elektronképen heterogén szerkezetű salak látható (3.b ábra). A mikroszkópban végzett energiadiszperz vegyelemzés eredményei szerint a sötétszürke árnyalatú területet csaknem egészében Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> alkotja (3.c ábra). A világosszürke területen a vegyelemzés szerint az alumínium mellett a vas is megtalálható (3.d ábra).

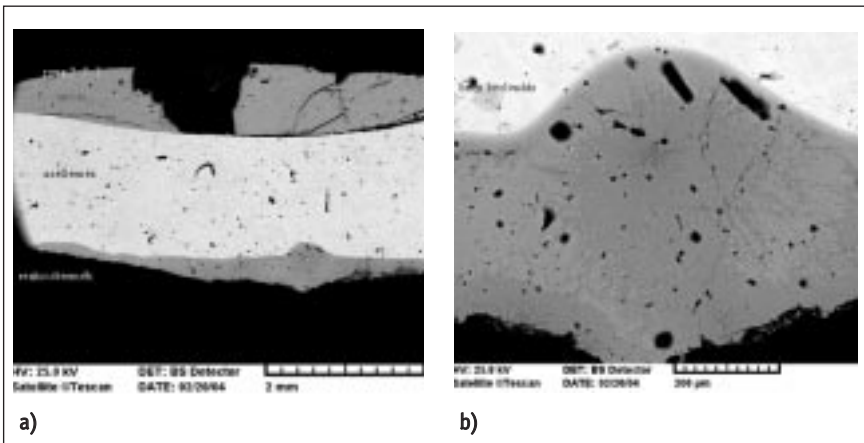
A szakirodalomban több, egymástól különböző fázisdiagram található a FeO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kétkomponensű, ill. az FeO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> háromkomponensű rendszerre [4, 5, 6, 7, 8]. Mivel ezek lényegesen különböznek egymástól, nem tudjuk eldönteni, hogy a 3. ábrán látható heterogén szerkezet eutektikus, vagy peritektikus reakcióban jött létre (4. ábra).



■ 3. ábra. A 10 mm átmérőjű furatban képződött anyagról készített SEM-felvételek. a) a fémes fázisban diszperzen elszórt Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> szemcsék, b) a salakról készített felvétel, c) sötétszürke fázis, d) világosszürke fázis

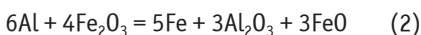


■ 4. ábra. Néhány, a szakirodalomban fellelhető fázisdiagram: a) [4], b) [5], c) [6]



■ 5. ábra. Ötvözetlen, 1 mm vastagságú acéllemez a) felső acéllemez metszeti képe, b) megolvadt porkeverék

Az azonban mindegyik szerint valószínű, hogy az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (korund) és a  $\text{FeAl}_2\text{O}_4$  (vas-alumínium spinel) fáziskeverékével van dolgunk. Amennyiben a SEM visszavert elektronkép alapján a világos (spinel) és a sötét (korund) árnyalatú képterületeket azonosnak vesszük, úgy a fázisdiagramok alapján feltételezhető, hogy a salak  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalma kb. 80%. A kísérletsorozatnak ebben a szakaszában még érdektelen volt, hogy a salakban található spinel a levegő jelenlétének, vagy a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  adagolási többletnek köszönhető. Az is lehetséges, hogy az (1) reakció egy közbenső, részreakciójának termékéről van szó, amelyben  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és  $\text{FeO}$  egyaránt keletkezik:



A második kísérletben két db 1,5 mm vastag ötvözetlen szénacél lemez közé helyeztünk kb. 1,5 mm vastagságban sztöchiometrikus porkeverék-réteget, majd 2 kW teljesítményű lézersugárral 3 ms ideig hevítettük. A lézersugár hatására a felső acéllemez kb. 3 mm átmérőjű foltban fel-

izzott. Mivel védőgázt nem alkalmaztunk, a lemeznek közvetlenül a lézersugárral érintkező felületén reze képződött (5.a ábra). A felső lemez másik oldalán, a hő hatására, a porkeverékben elkezdődött a reakció és részben le is jászódott. A termikus reakcióból elvezetett hőmennyiség fajlagosan a porkeverék közepén a legkisebb, itt az acéllemez részlegesen meg is olvadt. A reakciótermék és a lemez összeolvadt, közöttük kohéziós kapcsolat jött létre. Az acél kristályosodási frontja minden valószínűség szerint a lemez felől, tehát lefelé haladt. A fémolvadékba jól láthatóan sok nemfém zárvány került (5.b ábra).

Az első két kísérlet alapján látható, hogy a sztöchiometrikus összetételű porkeverékben a vegyi reakció annak ellenére leállítható, hogy a reakció során jelentős mennyiségű hő keletkezik. Ebből következik, hogy a reakció lejátszódásának mértéke a környezeti feltételekkel befolyásolható, közben tartható. Látható volt az is, hogy a kikényszerített szemcsebeépülés is bekövetkezhet, hiszen az acéllemez alján képződött reakciótermékben jelentős

mennyiségű nemfém zárvány található. Ezek a zárványok, a felhasznált anyagok ismeretében, oxid típusúak kell, hogy legyenek.

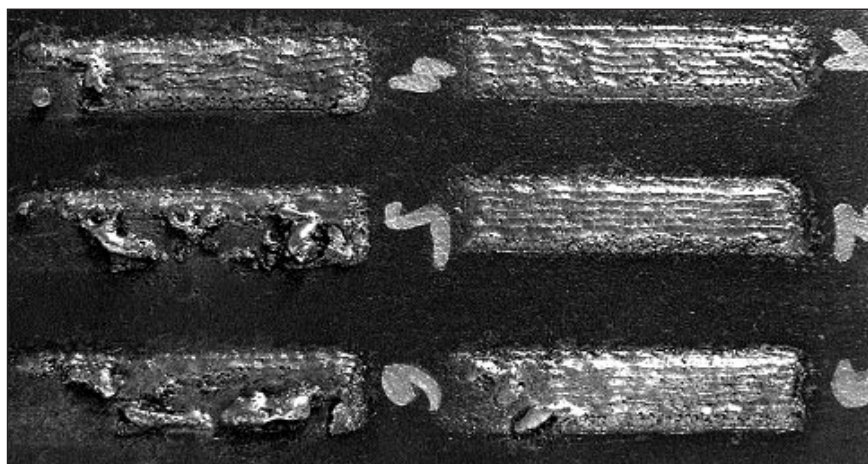
A harmadik kísérletsorozatban sztöchiometrikus, ill. sztöchiometrikushoz közeli összetételű porkeveréket juttatunk a lézersugár által megolvadt tócsába. A poradagolást a lézerberendezéshez illesztett, Sulzer Metco gyártmányú, Twin 10 típusú berendezéssel oldottuk meg, a BAYATI-ban kifejlesztett lézersugaras megmunkálófej segítségével.

A Sulzer gyártmányú poradagoló berendezés két portartállyal van felszerelve, melyek egyszerre, de egymástól különböző adagolási sebességgel is működhetnek. Mivel az adagolás térfogati elven működik, a kísérlet előtt meg kellett határozunk az adagoló tányér relatív fordulatszámát és az adagolt por mennyisége közötti kapcsolatot.

Lézersugár segítségével az acél alapanyagból többlet fémolvadékot hoztunk létre, mintegy hígítva a reakcióterméket. A „hígító” anyag mennyiségét úgy határoztuk meg, hogy az acél alapanyagban a lézersugaras kezelést poradagolás nélkül hajtottuk végre, majd metszeti metallográfiai szövetképen planimetrálással mértük a sávban megolvadt anyagréz keresztmetszetének területét. Ezt az értéket a lézersugár haladási sebességével és az acél sűrűségével szorozva, a lézersugár hatására időegység alatt megolvadt anyag tömegét kaptuk. Az 1 kW lézersugár teljesítmény, 400 mm/perc haladási sebesség és  $\varnothing$  3 mm foltméret esetén ez az érték 3,36 g/perc volt.

A kísérletsorozatban ehhez az állandónak tekintett acéolvadék mennyiséghez 8 l/perc Ar gázárammal, a kezelt felülethez képest  $45^\circ$ -os szögben, 8 mm átmérőjű

fúvókán keresztül különböző mennyiségben adagoltuk a sztöchiometrikus összetételű Al + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> porkeveréket. A hat próbatest az adagolt porkeverék mennyiségében különbözött egymástól. Legkevesebbet az 1., legtöbbit a 6. próbatest esetében adagoltunk. A lézersugaras kezelést 40 mm hosszúságú vonalak mentén hajtottuk végre. Egy kísérletben nyolc, tehát összesen 320 mm hosszúságú vonal került egymás mellé, 1 mm-es oldalirányú eltolással (a sávok 2 mm-es átfedésével). Eredményként 40x10 mm-es lézersugárral kezelt területet kaptunk. A hat kísérletben csak az adagolt porok mennyisége változott (6. ábra).



■ 6. ábra. A lézersugaras kezelés után a salaktól megtisztított kísérleti darab

Jelen esetben tömegméréssel határoztuk meg a porkeverék hasznosulásának mértékét, illetve a lézersugaras kezelés után megdermedt acél felületére került nemfém fázis (salak) mennyiségét. Salaknak tekintettük azt az anyagrészt, amit a minta felületéről kézi drótkéfével könnyen el tudtunk távolítani. A kísérletsorozat mérési eredményeit a 2. táblázat tartalmazza. A táblázatban a fajlagos tömegnövekedés alatt, a lézersugárral megolvastott ( $m_a=0,336$  g) alapanyaghoz viszonyított, salak nélküli tömegnövekedést tüntettük fel.

A mérések szerint a porhasznosulás mértéke 30...41 % között változott, növekvő poráram esetén javuló hatások mellett. Ez a hatásfok, ennél a technikánál elfogadható érték (jelen esetben nem is törekedtünk a poradagolás hatásfokának javítására). A növekvő poráram és a javuló adagolási hatásfok eredményeként a próbatest felületén megtapadt anyag mennyisége salakkal és salak nélkül is kb. két és félszeresére nőtt az első és utolsó kísérlet viszonyában.

A táblázatban szereplő adatok félrevezető lennének, ha nem értékelnénk a lézersugaras kezelés eredményét vizuálisan is. Látható ugyanis, hogy a lézersugaras ke-

zelés hatására összefüggő felület csak az első két esetben adódott. A további négy esetben az adagolt por mennyiségének növekedésével egyre egyenetlenebb, sztochasztikusabb felület alakult ki a salak alatt. Jól látható az is, hogy a lézersugár helyenként nem tudta megolvastani az alapanyagot, ezért az aluminotermikus reakcióban keletkezett vassal nem is tudott összeolvadni, felületén kisebb-nagyobb térfogatú, esetenként önálló részecskéket alkotva dermedt meg. Ez azt jelenti, hogy a poráram növekedtével a lézersugárnak egyre nagyobb hányada fordítottott a por és a salak (átfedés a sávok között!) hevítésére, így az alapanyag részleges megolvastására már nem maradt elegendő energia, ill. a hiányt nem pótolta az aluminotermikus reakcióban (1) felszabaduló hőmennyiség.

Csak az első négy kísérleti minta esetén tudtuk a lézersugaras kezelés irányára merőleges síkkal mind a nyolc sávot átmetszeni. Ezekből metszeti metallográfiai csiszolatot készítettünk. A zárványok méretének és eloszlásának szemrevételezése érdekében a csiszolatokat maratlan állapotban vizsgáltuk (7. ábra).

A maratlan metallográfiai csiszolatok

képén látható, hogy a fémes mátrixban jelentős mennyiségű zárvány van. Feltűnő azonban, hogy a zárványok döntő többségének mérete szemrevételezés alapján közel azonos (<3 μm), függetlenül attól, hogy a lézersugaras kezelés során az egységnyi mennyiségűnek tekinthető acéolvadékhöz mennyi porkeveréket adagoltunk. Ez összhangban van azzal a feltételezésünkkel, hogy az acéolvadékban a reakciótermékként, csíráképződés és -növekedés folyamatában képződő szemcsék méretét a termodinamikai körülmények határozzák meg.

Az adagolt porkeverék mennyiségének növekedtével folyamatosan növekedett a salak mennyisége is: az első esetben csak 0,53 g, a hatodikban már 1,47 g volt a réteg tetején összegyűlt salak. Az első kísérletsorozat alapján tudjuk, hogy a salak nagyobb részben alumínium-oxidot és kisebb részben vas-oxidot tartalmaz. Mivel a rétegbe szánt Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> jelentős része a salakba került, meg kell határozni, mennyi maradt a rétegben. A rétegben lévő Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tömeghányad a (3) képlet és a 4.c ábra fázisdiagramja alapján számítható.

$$m/m_{(Al_2O_3)} = \frac{m_b - \left[ m_c - \frac{(m_a - m_b) \cdot M_{Fe}}{M_{FeO}} \right]}{m_b + m_d} \quad (3)$$

ahol:

$m_a$ : tömegnövekedés salakkal (tömegmérés alapján), g

$m_b$ : tömegnövekedés salak nélkül (tömegmérés alapján), g

$m_c$ : hasznosult porkeverékben lévő Fe-tartalom, számítással (1) alapján, g

2. táblázat. Porhasznosulás és a lézersugárral kezelt felület tömegnövekedése

Próbatest	Adagolt porkeverék tömege, g	Tömegnövekedés salakkal ( $m_a$ ), g	Tömegnövekedés salak nélkül ( $m_b$ ), g	Porkeverék hasznosulása, %	Fajlagos tömegnövekedés salak nélkül, %
1	3,216	0,98	0,45	30	134
2	3,808	1,34	0,51	35	152
3	4,432	1,60	0,62	36	184
4	5,056	1,89	0,76	37	226
5	6,648	2,18	1,05	39	312
6	6,240	2,56	1,09	41	324

$m_d$ : lézersugár által megolvasztott acél tömege (képelemzés alapján), g  
 $x$ : salak FeO hányada (képelemzés alapján)  
 $M_{Fe}$ : Fe moláris tömege, g/mol  
 $M_{FeO}$ : FeO moláris tömege, g/mol

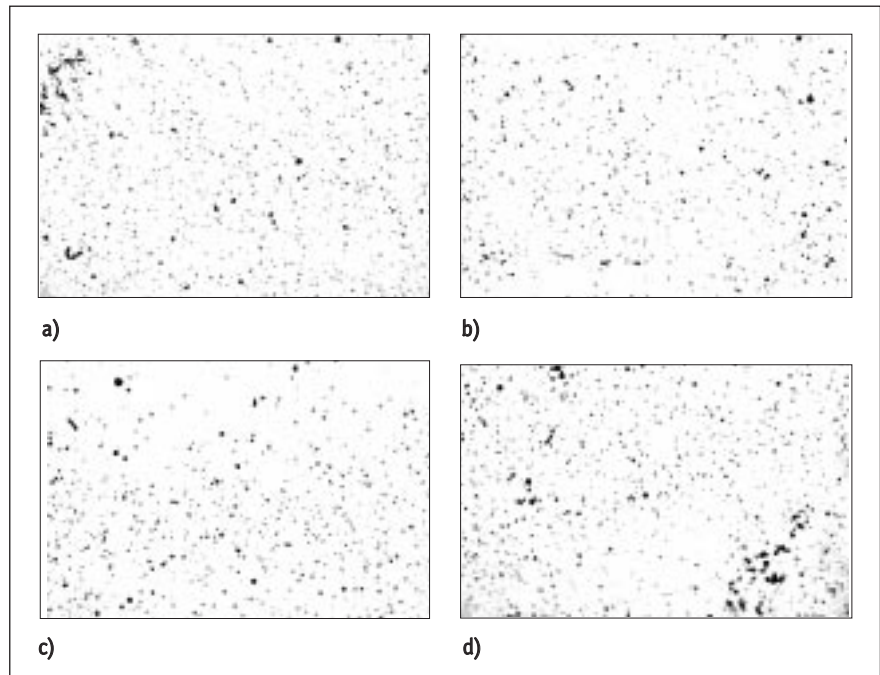
Azzal a feltételezéssel, hogy a salakban a 3. ábra képelemzése alapján meghatározott  $Al_2O_3/FeAl_2O_4 = 60/40$  arány az 1. próbatest estében is igaz, akkor a rétegben 2,5 m% az  $Al_2O_3$  tartalom, ami a két fázis sűrűségviszonya alapján 4,6 v%-nak felel meg. A számítás pontosságát erősen befolyásolja  $x$  értéke. Megbízhatóbb eredményre juthatunk, ha  $x$  értékét pl. röntgendiffrakciós fázisanalízis alapján határozzuk meg.

A lézersugaras kezeléssel létrehozott réteg metszeti, maratlan metallográfiai csiszolatának képelemzése alapján a fémes mátrixban ~2 v%  $Al_2O_3$ -zárványt találtunk. Az így, és a (3) egyenlet szerint meghatározott mennyiség között olyan nagy különbség van, ami nem magyarázható az  $x$  érték esetleges pontatlanságával. Valószínűbb, hogy a zárványok egy részének mérete kisebb, mint a fénymikroszkópos képelemző rendszer felbontóképessége. Ezt látszik alátámasztani az a mikroszkópi megfigyelés, hogy a legnagyobb izometrikus zárvány mérete sem haladja meg a 3  $\mu m$ -t. Bizonyosságot a kérdésben az eddig alkalmazottnál legalább egy nagyságrenddel nagyobb felbontóképességű, pl.: TEM-vizsgálattal szerezhetünk.

### Következtetések

Kísérleti úton igazoltuk azt a feltevést, hogy egy ötvözetlen acéltárgy felületén a lézersugárral megolvasztott 2...3 mm<sup>3</sup> térfogatú tócsában, a csíráképződés és növekedés folyamatában létre lehet hozni  $Al_2O_3$ -fázist, ami 3  $\mu m$ -nél kisebb méretű, diszperz eloszlású zárványok (fémes mátrixú kerámia kompozit erősítő fázisa) formájában van jelen.

Ez azt jelenti, hogy az ötvözetlen acélolvadék és a benne lévő szilárd halmazállapotú  $Al_2O_3$ -fázis esetén érvényesülő, ismert határfelületi energiaviszonyok ellenére a lézersugaras kezelés körülményei között (gyors olvadás és dermedés) ki tud alakulni az egyenletesen diszperz kompozit. A kísérleti eredmények szerint az acél kristályosodási frontjának nagy hala-



■ 7. ábra. Metszeti metallográfiai csiszolatok felvételei, a) az 1. próbatest, b) a 2. próbatest, c) a 3. próbatest, d) a 4. próbatest

dási sebessége kedvez a nem nedvesített kerámia fázis szemcséinek kiképzésének beépülési folyamatának.

A lézersugárral acéltárgy felszínén létrehozott, koherens kötésű, fémmátrixú kerámia kompozitréteg kerámia tartalmának, szemcseméretének és -eloszlásának befolyásolására számos lehetőség kínálkozik (pl.: a határfelületi energiaviszonyok, a rendszert alkotó komponensek koncentrációjának, hőmérséklet és hőmérséklet-változás sebességének megváltoztatása stb.). Látszik, hogy a kompozit összetételének és szerkezetének megváltoztatása két termodinamikai állapotváltozó, a vegyi összetétel és a hőmérséklet változtatásán keresztül lehetséges. Ezért a további kísérleteket is termodinamikai megfontolások alapján végezzük.

Köszönjük az NKFP-2004/3A/050 számú pályázatunk támogatását.

### Irodalom

- [1] Kaptay Gy.: Kerámiával erősített fémmátrixú kompozitok gyártásának határfelületi vonatkozásai, Kohászat, 130. évfolyam 5-6 szám, 1997. május-június, 201-208
- [2] Kaptay Gy., - Bolyán L.: Kerámiával erősített fémmátrixú kompozitok gyártásának határfelületi vonatkozásai,

Kohászat, 131. évfolyam 9-10. szám, 1998. szeptember-október, 305-314.

- [3] Yangxiang Li-Jiankui Yao-Yuan Liu: Synthesis and cladding of  $Al_2O_3$  ceramic coatings on steel substrates by a laser controlled thermite reaction, Surface and Coatings Technology 172 (2003) 57-64.
- [4] Ernest M. Levin-Howard F. McMurdie, -Margie K. Reser-Herbert Insley: Phase Diagrams for Ceramists, The American Ceramic Society, (1956) Figs. 68-73, 53.
- [5] Ernest M. Levin-Howard F. McMurdie -Margie K. Reser: Phase Diagrams for Ceramists 1975 Supplement, The American Ceramic Society, Figs. 4150-4149, 113.
- [6] Ernest M. Levin-Howard F. McMurdie, -Margie K. Reser-Herbert Insley: Phase Diagrams for Ceramists: Part II, The American Ceramic Society, (1959) Figs. 1001-1462, 36.
- [7] Ernest M. Levin-Carl R. Robbins-Howard F. McMurdie-Margie K. Reser: Phase Diagrams for Ceramists 1969 Supplement, The American Ceramic Society, (1969) Figs. 2067-4149, 36.
- [8] Robert S. Roth -Taki Negas Lawrence P. Cook: Phase Diagrams for Ceramists Volume 4, The American Ceramic Society, Figs. 5000-5590.

## Választmányi ülések

### 2005. március 29., Budapest

Az OMBKE választmányának az OMBKE Mikoviny-tanácsstermében tartott ülését dr. Tolnay Lajos elnök vezette.

#### Napirend

1. Beszámoló a 2004. évi gazdálkodásról  
Előterjesztő: Dr. Gagyi Pálffy András ügyvezető igazgató
2. Az OMBKE 2005. évi gazdálkodási terve  
Előterjesztő: Kovacsics Árpád főtitkár
3. Felkészülés a 94. küldöttgyűlésre (A 93. küldöttgyűlés határozatainak végrehajtása)  
Előterjesztő: Kovacsics Árpád főtitkár
4. A 94. küldöttgyűlésen adományozható kitüntetések keretszámai  
Előterjesztő: dr. Fazekas János, az érembizottság elnöke
5. Egyebek

Napirend előtt a választmány néma felállással tisztelegett az előző választmányi ülés óta elhunyt dr. Nándori Gyula, Lantos István és Buda Ernő tiszteleti tagok emlékének.

Az elnök a választmány nevében gratulált dr. Horn János tiszteleti tagnak a március 15-én kiemelkedő szakmai munkásságáért kapott Eötvös Loránd-díjhoz.

#### ad 1.

Dr. Gagyi Pálffy András az előre megküldött írásos anyaghoz nem kívánt szóbeli kiegészítést tenni.

Boza István könyvvizsgáló az OMBKE könyveit, számviteli beszámolóját és a közhasznúsági beszámolót megvizsgálta és azt a törvényes előírásoknak megfelelően rendben találta. A beszámolóban található adatok a könyvekben lévő adatoknak megfelelnek. A számviteli nyilvántartás a valóságnak megfelel. A számviteli beszámolóhoz a könyvvizsgálói záradékot megadta. Az egyesület 446 ezer forint mérleg szerinti eredménnyel zárta a 2004. évet. Ezen belül a közhasznú tevékenység veszteséges, a vállalkozási tevékenység

eredményes volt. Az egyesület vállalkozási tevékenységét a közhasznú tevékenység elősegítésére, azt nem veszélyeztetve végezte.

Götz Tibor, az ellenőrző bizottság elnöke: A bizottság év közben is figyelemmel kísérte a gazdálkodást. Az egyesület gazdálkodása tervszerű és eredményes volt. A beszámolót elfogadásra javasolta.

Hozzászólók: Katkó Károly, dr. Horn János.

A választmány egyhangúlag elfogadta a 2004. évi gazdálkodásáról szóló beszámolót (V. 1/2005. sz. határozat).

#### ad 2.

Kovacsics Árpád: Az írásban megküldött anyag összeállításánál arra törekedtünk, hogy minél szélesebb körben mutassuk be a gazdálkodás tényezőit. A tervezhető árbevételek esetében nagy a bizonytalanság, de van esély a tervezettnél nagyobb bevétel elérésére is. A tervezett kiadások azonban biztosan bekövetkeznek. A cél, hogy a tervezett költségeket ne lépjük túl. A BKL lapjainak kiadását 2005-ben is a Press-Print nyomdában végeztetjük. A szerződés meghosszabbításában megegyeztünk. Megvizsgáltuk a Múzeum krt-i ingatlanunk helyzetét is. Jelenleg oktatási célú hasznosításra van bérbe adva és a bérlő megbízható fizetőnek minősült. A közös költségek szakosztályokra bontásáról két változatot mutattunk be. Ebben nem feltétlenül kell döntenünk. A két változat együtt is jó tájékoztatást nyújt a különböző szakosztályok gazdasági hátteréről.

Ősz Árpád: Egyetért azzal, hogy aki az első félévig nem rendezi a tagdíjmáradását, az ne kapjon lapot. A terv mellékletét képező gazdálkodási elveknél módosítást javasol. Korábban volt olyan határozat, hogy azt egyéni tagdíjak 40%-át a lapokra kell fordítani. Javasolja ezt újra előírni. Javasolja továbbá, hogy a szakosztályt támogató pártoló tagoktól befolyó tagdíj 100%-áról a szakosztály dönthes-

sen. Nem ért egyet azzal, hogy az OMBKE nevével fémjelzett rendezvények bevételeinek 10%-át az egyesület kapja meg. Javasolja, hogy az OMBKE a nyereség 40%-át kapja meg, melyből 20% a szakosztályt illesse meg.

Katkó Károly: Az éves árbevételi terv legfontosabb része a pártoló jogi tagsági díj. Kérte, hogy az éves tervezéskor az egyesület vezetői a szakosztályok elnökeivel és titkáraival egyeztessék a listát. Ezzel időben tisztázhatók lennének a megkeresések. A pályázatok tekintetében rendszeres figyelést tart szükségesnek.

Dr. Dúl Jenő: A közös költségek felosztásáról korábban már megállapodtunk. Az egyetemi osztálynál bevételként csak az egyéni tagdíjakkal lehet számolni. Ennek 20%-a kerül helyben felhasználásra.

A választmány 17 igen és 1 nem szavazattal elfogadta az előterjesztett gazdálkodási tervet. (V. 2/2005. sz. határozat)

#### ad 3.

Kovacsics Árpád ismertette a küldöttgyűlés tervezett programját. Emlékeztetett arra, hogy 2004. október 5-én a választmány a határozatok végrehajtására intézkedési tervet hagyott jóvá.

A legkomolyabb feladatot a 3. sz. határozat végrehajtása jelenti, mely az egyesületi stratégia kidolgozását és az alapszabály ennek megfelelő módosítását írja elő. A 93. küldöttgyűlés erre hagyott időt, mivel a végrehajtás határideje 2006.

Dr. Tóth István: Az alapszabály-bizottság a BKL 2005/1. számában és az egyesület honlapján felhívta a tagság figyelmét, hogy javaslataikat küldjék be.

Ezt követően a választmány pontról pontra megvitatta az indítványokat (az indítványok a BKL 2004/4. szám 12. oldalán található)

Kovacsics Árpád kérte, hogy azok a bizottságok, amelyek még nem fejtették ki véleményüket az indítványok ügyében, azt a következő választmányi ülésig tegyék meg. Az április 22-i választmányi ülésen véglegesítjük a választmány állásfoglalását, melyet a küldöttgyűlés elé terjesztünk.

## A 2005. március 29-i választmányi ülés határozatai

**V. 1/2005. sz. határozat:** A választmány elfogadta az OMBKE 2004. évi gazdálkodásáról szóló beszámolót.

**V. 2/2005. sz. határozat:** A választmány jóváhagyta az OMBKE 2005. évi gazdálkodási tervét és a gazdálkodás irányelveit.

**V. 3/2005. sz. határozat:** A választmány jóváhagyta az érembizottság előterjesztését a 94. küldöttgyűlésen adományozható kitüntetések keretszámaira.

### ad 4.

Dr. Fazekas János: A javasolt keretszámokat írásban megkapták a választmány tagjai. Kérte, hogy a személyre szóló javaslatokat indoklással együtt juttassák el a szakosztályok 2005. április 15-ig az egyesület titkárságára.

A választmány a javasolt keretszámokat egyhangúlag elfogadta. (**V. 3/2005. sz. határozat**)

### ad 5.

Kovacsics Árpád: 2005. május 19-én 14 órakor Dunaújvárosban, a Kerpely Antalkollégiumban választmányi ülés lesz, ahol az OMBKE ifjúsági munkáját vitatjuk meg. Ezt követően baráti találkozóra kerül sor a helyi szervezet tagjaival. Este 20.30-kor szalamanderfelvonulás Dunaújvárosban.

A 94. küldöttgyűlés 2005. május 20-án 11 órakor lesz a Dunaújvárosi Főiskolán. Május 20-án külön autóbusz indul Budapestről a küldöttgyűlésre

*Kiss Csaba* jelezte az egyesületnek,

hogy 2005. év végéig meg kívánja jelenteni a Vocem Preco átdolgozott és összevont kötetét. Kéri egyesületünket a hírverés és terjesztés segítésében. Az egyesület támogatja a kezdeményezést.

Tóth János: Papp Simon szobrát felavatták Zalaegerszegen, május közepén Kapnikbányán is felállításra kerül. Born Ignác mellszobra készül, melyet a Magyar Olajipari Múzeumban ünnepség keretében avatják nyár közepén.

*Katkó Károly:* Csaszlava Jenővel együtt javaslatot dolgoztak ki a Szent Borbála-érem kitüntetések keretszámainak elosztására. Kérte, hogy az érembizottság ezt vitassa meg és a választmány a következő ülésen hagyja jóvá.

*Dr. Lengyel Károly:* Az OMM Öntödei Múzeuma 2005. június 23-26. között rendezi az V. harangtörténeti ankétját. Várják az érdeklődőket.

*Dr. Dúl Jenő:* Ez év őszén ünnepli az egyetemi osztály a megalakulásának 50. évfordulóját.

## 2005. április 22., Székesfehérvár

Az ALCOA-Köfém Művelődési Házában megtartott választmányi ülést *Petrusz Béla* alelnök vezette. A megjelentek üdvözlése után a választmány az alábbi napirendet fogadta el

### Napirend

1. A 94. küldöttgyűlésen átadandó kitüntetések  
Előterjesztő: *Dr. Fazekas János*, az érembizottság elnöke
2. A választmány írásos beszámolója a 94. küldöttgyűlésre  
Előterjesztő: *Kovacsics Árpád* főtitkár
3. Az OMBKE 2004. évről szóló közhasznúsági jelentése  
Előterjesztő: *Dr. Gagyai Pálffy András* ügyvezető igazgató

### ad 1.

Az érembizottság személyre szóló előterjesztését a választmány tagjai írásban megkapták.

### ad 2.

Kovacsics Árpád: a választmány tagjai írásban megkapták a beszámolót azzal, hogy tegyenek írásos észrevételeket, kiegészítéseket. Két kiegészítő javaslat érkezett a rendezvények felsorolásához dr. *Solymár Károlytól* és *Csaszlava Jenőtől*. Ezeket beépítjük a végleges anyagba.

*Puza Ferenc* szóvá tette, hogy eddig őt nem hívták meg a választmányi ülésekre, hogy megindokolhassa azokat a javaslatokat, amelyeket az előző küldöttgyűlésen tett. Csak a Bányászati Lapokból értesült arról, hogy a választmány foglalkozott az indítványokkal.

A választmány egyhangú szavazással úgy döntött, hogy a 93. küldöttgyűlés határozatainak végrehajtását is tartalmazó beszámolót a 94. küldöttgyűlés elé terjeszti. (**V. 5/2005. sz. határozat**)

### ad 3.

*Molnár István:* Az ellenőrző bizottság a gazdálkodással kapcsolatos kérdésekről az előző választmányi ülésen már ismertette véleményét. A 94. küldöttgyűlésen ennek megfelelően fog a bizottság beszámolni, most észrevételt nem tesz.

A választmány egyhangú szavazással egyetértett azzal, hogy az ismertetett közhasznúsági jelentést a küldöttgyűlés elé terjesszék. (**V. 6/2005. sz. határozat**)

### ad 4.

Dr. Gagyai Pálffy András tájékoztatást adott a küldöttgyűlés előkészületeiről.

*Ősz Árpád* megkérdezte, hogy az egyesület részt vesz-e a meghirdetett NCA pályázatokon.

Dr. Gagyai Pálffy András: Az NCA pályázatok beadási határideje május 2. Az OMBKE csak az országos hatókörű civil szervezetek között pályázhat. A működési költségekre a maximálisan igényelhető 7 millió Ft-ot pályázzuk meg. Feltehető, hogy ennek csak egy részét lehet megkapni. (Megjegyzés: *Ősz Árpád* felvetésére az egyesület „a nemzetközi kapcsolatok ápolása” témában is beadta a pályázatát!)

## A 2005. április 22-i választmányi ülés határozatai

**V. 4/2005 sz. határozat:** A választmány egyhangúlag jóváhagyta a 94. küldöttgyűlésen kitüntetendő személyek névsorát.

**V. 5/2005 sz. határozat:** A választmány egyhangú határozattal elfogadta a 94. küldöttgyűlés elé terjesztendő választmányi beszámolót.

**V. 6/2005 sz. határozat:** A választmány egyhangú határozattal elfogadta a 94. küldöttgyűlés elé terjesztendő közhasznúsági jelentést.

*Dr. Takács István:* Katkó Károly és Csaszlava Jenő készítettek egy javaslatot a Szent Borbála-érem elosztási rendjére. Ezzel nem értenek egyet.

Petrusz Béla véleménye szerint nem lenne célszerű előre szigorú szabályokat

alkotni. A kitüntetési keretek szakosztályi elosztása függ attól is, hogy kik a kitüntetésre javasolt személyek. Azt javasolja, hogy a három kohász szakosztály egyeztessen, mielőtt a választmány ezt megtárgyalná. Elképzelhető az is, hogy nem kell

a választmánynak döntenie. Ezt követően a választmány tagjai részt vettek a székesfehérvári szervezet megalakulásának 50. évfordulója alkalmából rendezett ünnepi megemlékezésen.

*Összeállítva az ülések jegyzőkönyve alapján*

## ■ A FÉMKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLY HÍREI

### Fémkohászok ünnepi vezetőségi ülése

Időpont egyeztetési nehézségek miatt az idén a megszokottnál korábban, március 10-én ünnepelt a szakosztály. A március 15-e tiszteletére és a szabadságharc emlékére rendezett kibővített szakosztály-vezetőségi ülésen a hagyományoknak megfelelően részt vett *dr. Tolnay Lajos*, az egyesület elnöke, *dr. Gagyí Pálffy András* ügyvezető, *dr. Verő Balázs* a BKL Kohászat felelős szerkesztője, a tiszteleti tagok, a pártoló tagvállalatok képviselői, az elmúlt közgyűlés szakosztályi kitüntetettjei, valamint a miskolci fémkohászati szakmai napot szponzoráló vállalatok képviselői.

*Petrusz Béla* elnöki köszöntője után egy perces néma felállással emlékeztünk

meg a fémkohászokkal kiemelkedően jó kapcsolatot ápoló, a közelmúltban eltávozott két öntő kollégáról, *Lantos Istvánról* és *Tibiássy Béláról*. Ezt követően rövid titkári beszámoló hangzott el *Hajnal Jánostól* (éves program, szakosztály vezetőségi adatbázis, BKL, kitüntetések, közeljövő programjai).

A következő napirendi pontban új pártoló tagvállalatunk – amely évi 250 E Ft-tal támogatja a szakosztály működését –, a Schmelzmetall Hungaria Kft. mutatkozott be. *Varga Ferenc* ügyvezető igazgató mutatta be a cégcsoportot, a csepeli üzemet, annak megalakulását, tevékenységük műszaki, termelési mutatóit és fejlesztési terveiket. Ezt követte a hagyomá-

nyos 1848/49-es megemlékezés, mint minden évben *Puza Ferenc* alelnök előadásában, majd a közelmúltban elhunyt *dr. Horváth Zoltánra*, a Fémkohásztani Tanszék legendás hírű professzorára emlékezett volt tanítványa és éveken át volt kollégája *dr. Mihalik Árpád*.

A hivatalos program ezzel befejeződött és következett a szintén hagyományos csülkös vacsora. Nótázás, anekdotázás és fémkohász-történetek felelevenítése közben ismét jó zamatú volt a somlói chardonney és a villányi kékfrankos. De ezúttal a sörivők is elégedetten távoztak... végre hideg volt a sör.

*Hajnal J.*

### Koszorúzás Sóltz Vilmos síremlékénél

Az OMBKE fémkohászati szakosztálya kezdeményezte, hogy minden évben az egyesület tagjai koszorúzzák meg Sóltz Vilmos síremlékét. Ebben az évben a fémkohászati szakosztály budapesti csoportja szervezésében május 12-én a Fiumei úti Sírkert 28-as parcellájában a jelen lévő tagtársak megkoszorúzták a síremléket. A sírkertben elhangzott méltatást *Molnár István*, a budapesti csoport titkára tartotta.

„Sóltz Vilmos 1833-ban a Szepes megyei Svedlőren született. Gimnáziumi tanulmányait Eperjesen és Kassán végezte, majd 1854-től 1859-ig a még német nyelvű selmeci Bányászati és Erdészeti Akadémia bányászhallgatója volt.

1881-ben éri az a megtiszteltetés, hogy a selmeci Akadémia *Kerpely Antal* távozásával megürülő vaskohászati tanszékére hívják, és 48 éves korában a vaskohászat és vasgyártás tanszéken rendes tanárnak nevezik ki. Később – *Farbaky István*, az akadémia igazgatója nyugdíjba vonulását követően – érdemeiért az Akadémia igazgatói teendőinek az ellátásával bízzák meg.

A Selmecebányán 1887-ben megalakult Magyar Bányászati és Kohászati Irodalom

Pártoló Egyesület kevés látható eredményt felmutató kezdő évei után 1891-ben Sóltz Vilmost választja elnökéül. Sóltz szervező energiáit bizonyítja, hogy szerkesztésében már 1892 elején megjelenik az Irodalom Pártoló Egyesület Évkönyve.



Az évkönyv előszava tartalmazza az ő felhívását arra, hogy az Akadémia új (erdészeti) épülete közeli felavatási ünnepe alkalmából tartandó közgyűlésén a Magyar Bányászati és Kohászati Irodalom Pártoló Egyesület „egy igazi magyar bányászati és kohászati egyesületté alakuljon”.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület az 1892. június 27-i közgyűlésen meg is alakult és alelnökké Sóltz Vilmost választják.

Az OMBKE az első kilenc éve alatt Sóltz Vilmos vezetésével rendkívül aktív. A bányászat és kohászat fellendítésének és magyárosításának jelszavával szélesan kibontakozott az egyesületi élet, kialakult a magyar bányászok és kohászok testületi szelleme. Sóltz Vilmos elévülhetetlen érdeme, hogy eredményes kezdeményezője és befejezője volt az OMBKE megalapításának!

A hálás Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület alapítójának (az 1901-ben Budapesten bekövetkező halálát követően), 1904. szeptember 25-én síremléket állít, rajta Sóltz Vilmos bronz domborművű arcmasával. Az egyesület alapításának 75. éves jubileumán, az egyesületi élet fejlesztésében szerzett érdemek elismerésére, Sóltz Vilmos-érmet alapított.

Sóltz Vilmos neve így olvad össze a Selmecebányán életre hívott Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesülettel.”

*M. I.*

## 80. születésnapját ünnepelte

**Illyés János** okleveles kohómérnök, a Vaskut nyugalmazott osztályvezetője, április 22-én töltötte be 80. életévét.

Kohómérnöki oklevelét Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetemen szerezte 1953-ban. Munkásságát 1944-ben kezdte a MÁVAG diósgyőri elektroacélművében, gyakornokként. A háború után a nagyolvasztóművébe került, és további tevékenysége a nyersvasgyártással kapcsolatos. Mint tervező az 50 m<sup>3</sup>-es bauxitkohó kiviteli terveit készítette és részt vett az építésben. A 700 m<sup>3</sup>-es nagyolvasztó építésénél mint ellenőr dolgozott. Részt vett a nagyolvasztók esedékes átépítésében mint tervező és irányító. Később bekapcsolódott a metallurgiai üzemi feladatokba. 1962-ben irányította az 50 m<sup>2</sup>-es DL-zsugorítoszalag tervezését a korábban leállított vörösiszapmű üzemépületeinek kihasználására. 1962-ben áthelyezték a Vaskohászati Igazgatóságra, majd 1964-ben a Vaskut ércmetallurgia osztályára, ahol különféle nyersvasgyártással összefüggő alkalmazott kutatásokat, kísérleteket végzett. Egyidejűleg ellátta az OMBKE nyersvasgyártási szakcsoportjának titkári teendőit 1972–85 között több cikluson át, nyugállományba vonulásáig. Társzerzőként részt vett a Vaskohászati kézikönyv és a négy nyelvű kohászati műszaki szótár kidolgozásában. Munkássága folyamán szakelődások és szakcikkek, valamint szakmai kitüntetések is fűződnek nevéhez.



**Imre János** kohászatechnikus 1925. május 25-én született Rákospalotán. A középiskola elvégzése után a Gamma művek öntődéjében öntőszakmát tanult és itt dolgozott 1949-ig mint öntősegéd, majd mint művezető. Tanulmányait a Dolgozók Öntőipari Középiskolájában induló első évfolyamban végezte (1947–51), kohóipari technikus oklevelet kapott 1951 júniusában.



1949-től a Nehézipari Minisztérium vaskohászati főosztályán, majd áthelyezéssel a Kohó- és Gépipari Minisztérium műszaki fejlesztési főosztályán dolgozott üzemszervezői munkakörben. A NIM-ben 1950-ben a Közgazdasági Egyetem által indított, egyéves üzemgazdasági tanfolyamot végzett.

1953-ban megbízták az EMAG Vasöntöde vezetésével, amit 1956-ig ellátott. 1957–58-ban az Alumínium Öntöde főmérnöke, 1959–67-ig a Dugattyú- és Csapágyöntöde főtechnológusa.

1967–1985-ig, nyugdíjazásáig a Vasipari Kutató Intézet munkatársa. Feladatköre volt az öntödei osztály szervezetébe tartozó kísérleti részleg irányítása, ezen belül a nyomásos fémöntés és precíziós öntés fejlesztése. E területen végzett munkáját az ipari miniszter a Kiváló Kohász kitüntető cím adásával ismerte el. Nyugdíjazása után 1990-ig a Vaskut precíziós osztályának megbízott vezetője volt. Egyesületünknek 1949. január 1-je óta tagja. Több évig volt a nyomásos öntészeti szakcsoport vezetője. A szakmai rendezvényeken tartott előadásokon kívül társzerzőkkel közös több mint húsz szakcikket jelent meg.

**Szántai István** okleveles gépészmérnök május 13-án töltötte be 80. életévét.

Pályáját 1947-ben a Csepel Művek Szerkezet- és Emelőgépgyárban (SzEG) kezdte emelő és szállítógépek – ezen belül bányászati szállítórendszerek – tervezése szakterületen.

1952-től a SzEG főmérnöki teendőit látta el. 1957 tavaszától – a Nagy Imre-kormány programjának megfelelően – főmérnöki beosztásban ipari szintű fejlesztést és irányítást végzett a Szarvasi Gépállomáson. 1960-tól a Csepel Művek Tervező Intézetében irányító tervezőként, osztályvezetői beosztásban tevékenykedett. 1975-től a Csepel Művek hat gyáregységének nagy fejlesztési időszakában kapott megbízást a létesítményi főmérnökség vezetésére, amely a tervezéstől az üzembe helyezésig terjedő feladatokat tartalmazta.



1984-es nyugdíjba vonulása után a Budapest és Vidéke MÉH Vállalatnál hét évig fejlesztéssel foglalkozott, színesfémkohászat, üveg-, acélforgács- és papírfeldolgozás szakterületeken.

## 75. születésnapját ünnepelte

**Dr. Farkas Ottó** (1930. január 31. Ungvár) vaskohómérnök (1952), doktorált (1963), a műszaki tudomány kandidátusa (1970), doktora (1980), az Oroszországi Természettudományi Akadémia külföldi tagja (1996-tól). A Miskolci Egyetem Vaskohászattani Tanszékének tanársegéde (1952–1957), egy. adjunktusa (1957–1966), egy. docense (1966–



1975), egy. tanára (1975–2000), professor emeritusa (2000-től), tanszékvezetője (1987–1995), és a Metallurgiai Intézet Igazgatója (1987–1995). A ME Kohómérnöki Karának dékánja (1984–1986), az egyetem oktatási rektorhelyettese (1986–1992), általános rektorhelyettese (1992–1994), rektora (1994–1997). A miskolci Lenin Kohászati Művek nagyolvasztó gyárrészlegének féléllású mérnöke (1955–1957). Elméleti kohászattannal, a nyersvasgyártás metallurgiai és energetikai problémáival, az indirekt redukciós folyamatokkal, a nagyolvasztósalak szerkezetével, kéntelenítőképességével és Si-redukcióra gyakorolt hatásának vizsgálatával, a direkt- és olvadék-redukciós eljárásokkal foglalkozik. 86 szakcikket írt és 75 konferencia-előadást tartott.

Egyetemi tankönyvei, jegyzetei: Ferroötvözetek gyártása (Bp., 1961); Vas- és fémkohászatban I. Simon Sándorral (Bp., 1962); Nyersvasgyártás (Bp., 1966); Nyersvaskohászatban I. (Bp. 1984) és II. (Bp., 1986); Nyersvasmetallurgia (Bp., 1989); Vaskohászati kézikönyv egyes fejezetei (Bp., 1985).

Az MTA Kohászati Bizottságának volt tagja, a Metallurgiai Albizottság titkára (1967–1970), az MTA Metallurgiai Bizottság tagja, titkára (1973–1990), elnöke (1990–1996), az OMBKE nyersvasgyártó szakbizottság, a Mérnöktovbakképző Ta-

nács kohászszakbizottság (1973–1976), a Vasipari Kutató Intézet tudományos tanácsa (1978–1983), az MTA-TMB (1988–1995), Kossuth- és Széchenyi-díj Bizottság kohászati albizottsága tagja (1990–1995), a Borsodi Vaskohászati Tröszt felügyelőbizottságának társelnöke (1989–1990), a Szakemberek a Kohászatért Alapítvány elnöke (1998–).

*Fontosabb kitüntetései:* Akadémiai Díj (1981), Pro Universitate (1993), Gábor Dénes-díj (1994), a Nemzetközi Természet- és Társadalomtudomány Akadémia Szent György-kereszt Érdemrendje (1996), a Magyar Köztársasági Érdemrend Középkeresztje (1997), a Miskolci Egyetem tiszteletbeli doktora (2003).

**Dr. Farkas Ottóné dr. Mayr Klára** 1930. június 21-én született Szekszárdon. Alap- és középfokú tanulmányait Pécsen, Nagyváradon és Sárospatakon végezte. 1954-ben szerzett vaskohómérnöki oklevelet a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán Miskolcon. Ezóta, az 1990. évi nyugdíjba vonulásáig a fenti kar Tüzeléstan Tanszékén oktatóként dolgozott. Egyetemi docensként 13 éven át (1975–1987) a tanszék vezetője is volt. Kohómérnök- és gázmérnökhallgatók graduális oktatásában, szakmérnökhallgatók postgraduális oktatásában vett részt tüzeléstan, ipari kemencék, környezetvédelem, kazánok, gázgyártás témákban. Vendégoktatóként a Magdeburgi Egyetemen több alkalommal előadássorozatot tartott.



Kutatási tevékenységének eredményeiből készített disszertációi és vizsgái alapján 1973-ban Dr. techn. címet, 1980-ban a műszaki tudományok kandidátusa, 1997-ben PhD tudományos fokozatot nyert el. A tanszék tudományos tevékenységében ma is részt vesz doktoranduszok oktatásával.

Publikációi magyar- és idegen nyelven 1956 óta folyamatosan jelennek meg, ezideig több mint 250, könyvrészletek, könyvek, egyetemi jegyzetek, folyóiratcikkek, monográfiák, oktatási segédletek, konferenciakiadványok formájában. 90 alkalommal bel- és külföldi konferenciákon tartott előadásokat.

1951. óta OMBKE tag. Számos tisztséget

töltött be tudományos szervezetekben, így MTA, MAB különböző munkabizottságaiban. Több alkalommal kapott állami, egyetemi, kari és OMBKE kitüntetést.

**Dr. Farkas Sándor** okl. vaskohómérnök 1930-ban született Sopronban, gimnáziumi és egyetemi tanulmányait is itt végezte. Vaskohómérnöki diplomáját 1952-ben szerezte. Műszaki doktortárrá 1985-ben a Miskolci Egyetemen avatták.



A Budapesti Központi Vaskohászati Kemenceépítő Vállalatnál helyezkedett el, amely 1968-tól profilbővülésének eredményeként Kohászati Gyárépítő Vállalat nevet viselte. Innét is ment nyugdíjba 48 éves munkaviszony után, amelyet egyetlen vállalatnál töltött. Nevezett vállalat a vas- és fémkohászat, öntőipar és különböző gépipari ágazatok nagyberuházási, fejlesztési munkáin dolgozott. Többnyire úgy, hogy maga végezte azok műszaki tervezését, (fő)vállalkozását, és saját részlegeivel (vagy alvállalkozóival) a kivitelezési (építés, gyártás, szerelés, üzembe helyezés stb.) munkákat.

Korszerű gépeket gyártott (kemencék, vas- és gépszerkezetek) bel- és külföldi célokra egyaránt. Ehhez, a több mint 4000 fős, vertikális felépítésű vállalat biztosította a hátteret.

Farkas Sándor a vállalatnál a következő munkaköröket töltötte be: építés-, szerelésvezető, vállalati főtechnológus majd főmérnök, műszaki igazgató, 1983-tól vezérigazgató a vállalat megszűnéséig (1999).

Több szakkönyv szerzője vagy társszerzője. Kb. 50 szakcikkje jelent meg. Gyakran tartott előadásokat, külföldi előadásai között említésre méltók azok, amelyeket Bogota, Caracas, Moszkva, Peking, Krakkó stb. egyes rendezvényein tartott.

Társadalmi munka keretében elnökhelyettese volt az MVAE-nek (két cikluson keresztül az OMBKE-nak elnökségi tagja volt). A Vasas Szakszervezetek Kohászati Iparági Bizottságának (kb. 10 éven keresztül) elnöke volt, úgyszintén több más szakmai bizottságnak vezetője vagy munkatársa.

Munkáját az állam vagy társadalmi szervezetek sokszor ismerték el:

– állami kitüntetések (1956. július, 1968., 1975., 1984.)

– Eötvös Loránd-díj

– OMBKE kitüntetés

– iparági, vállalati Kiváló Dolgozó kitüntetések vagy díjak

– külföldi minisztériumok kitüntetései (2 alkalommal)

**Dr. Fuchs Erik** 1930. június 12-én született Győrött. Okl. kohómérnök (1952, Sopron, aranyoklevél: 2002, Miskolc), Dr.-techn. (1963); a műszaki tudomány kandidátusa (1962), majd doktora (1974). A Miskolci Egyetem c. egyetemi tanára (1985), illetve Dr. h.c. tiszteletbeli doktora (2004).



1952-től 1987-ig

az egykori Vasipari Kutató Intézet, illetve jogutódjának munkatársa, végül kutatásszervezési főmérnöke. Az 1990. évi nyugdíjazásáig a Miskolci Egyetem Műszerközpontjának ügyvezető igazgatója. Nyugdíjasként még három évig a Soproni Egyetem Innovációs Irodájának ügyvezetője.

A felsőoktatásban egyetemi hallgató kora óta tevékenykedett: 1949-től a soproni Fizikai Tanszék demonstrátora. Oktatott a BME-n, a Mérnöki Továbbképző Intézet keretei között, főként azonban a mai Miskolci Egyetem (ME) Fémtechnológiai Tanszékén. Egy szemeszteren át vendégtanára volt a Freibergi Bányászati Akadémiának (1972). A Collegium Hungaricum ösztöndíjasaként dolgozott a Bécsi Műszaki Egyetem Alkalmazott Fizikai Tanszékén (1972/73).

1970-től évtizedeken át tagja, tisztségviselője volt a Magyar Tudományos Akadémia különböző bizottságainak. Részt vett a Tudományos Minősítő Bizottság munkájában; egy cikluson át tagja volt a TMB Fizikai és Csillagászati Szakbizottságának. 1980-tól tagja és koordinátora volt a Nemzetközi Űrkutatási Bizottság (COSPAR) Magyar Nemzeti Bizottságának. Alapító tagja, tisztségviselője volt a Magyar Innovációs Kamarának; stb.

Az OMBKE-nek 1950 óta tagja. Néhány évig részt vett a BKL Kohászat szerkesztésében. Egyik alapítója, sok évig elnöke volt az anyagvizsgáló szakcsoportnak. A Kohászati Anyagvizsgáló Napok egyik létrehozója és 1985-ig az egyik főszerkesztője. Kezdetől fogva meghatározó szerepe volt

az egykori Vaskut fémtani–anyag szerkezeti kutatólaboratóriumainak megszervezésében, a kísérleti fizika lehetőségeinek előtérbe helyezésében, az anyagtudományi alapokon nyugvó, új kutatási-fejlesztési szemlélet ágazati elfogadtatásában. Az 1980. évi szovjet–magyar közös űrrepülés BEALUCA űr-anyagtechnológiai programjának kezdeményezője és kezdeti irányítója (1979–1986).

Rendszeresen tartott előadásokat hazai és nemzetközi, szakmai rendezvényeken. Őt egyetemi jegyzete, több mint 100 tudományos publikációja jelent meg, nagyrészt külföldi folyóiratokban. Feltalálótársas számos, köztük két űr-anyagtechnológiai vonatkozású szabadalomnak.

Kitüntetései: A kohászat kiváló dolgozója (1972), Akadémiai Díj (1974), Sóltz Vilmos-érem (OMBKE, 1979, 1990, 2000), Munka Érdemrend ezüst fokozat (1980), Kiváló Feltaláló arany fokozat (1983).

**Schippertné dr. Sapsal Vera** okl. vegyész-mérnök, a műszaki tudomány kandidátusa áprilisban ünnepelte 75. születésnapját. Egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyész-mérnöki Karán, majd a Veszprémi Vegyipari Egyetemen végezte és fejezte be kitüntetéssel.

Szakmai tevékenységét a Fémipari Kutató Intézetben (FKI) kezdte meg. Pályája során az elektrokémiairól az alumínium és ötvözetek képlékenyalakítására tért át. Technológusként dolgozott egy kábelgyárban és a Székesfehérvári Könnyűféműben.

1965-től irányította a Székesfehérvári Könnyűfémű présmű és hengerű beruhaszásához kapcsolódó Központi Technológiai Kutató Laboratórium (KTKL) létesítését és 1974-ig működését. A KTKL-nek az FKI-hez történő csatolása után főmunkatársi majd tudományos tanácsadói minőségben dolgozott.

1977-ben a profilok melegsajtolása témakörben megvédte a kandidátusi disszertációját.

Magyar és külföldi szaklapokban több publikációja jelent meg. 1985-ben ment nyugdíjba. 2001-ben 40 éves OMBKE tag-ságáért emlékéremmel tüntették ki, 2004-ben aranydiplomát kapott.



## 70. születésnapját ünnepelte

**Drótos László** okl. kohómérnök (1935. június 13.) a miskolci Gépipari Technikumban érettségizett, majd a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen technológus mérnökként kapott diplomát. Munkahelyi és szakmai tevékenysége mindvégig Miskolc városához kötődött, döntően a diósgyőri vasgyárhoz, a Lenin Kohászati Művekhez. Közben 12 éven át a város és megye irányítását végző testületekben vezető tisztségeket is betöltött.

A diósgyőri kohászatban éveken át először műszaki előadóként, majd a vállalat műszaki titkáráként, a hengerű gyár-egység termelési főnökeként, végül – 1982–1989 között, saját kérelmére bekövetkezett nyugdíjazásáig – vezérigazgatóként dolgozott. Aktív éveit során mellékállásban az egyetem akadémiai kutatója is volt, és társadalmi megbízatásként többek között a Miskolci Egyetem tanácsában, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság plénumában, a Magyar Kereskedelmi Kamarában és KGST bizottságokban tevékenykedett.

Munkaköreiből adódóan részt vett a diósgyőri gyárnak az 50-es évek második felétől a 80-as évek végéig tartó fejlesztésében és megújuló termelésirányításában. Munkatársaival együtt kezdeményezője és közreműködője volt a diósgyőri nemesacél-hengerű és a kombinált technológiák termelésfelfuttatásának, az elavult nagyolvasztók, SM-kemencék, és egyéb gazdaságtalan tevékenységek hazánkban elsőként történő leállításának. A kedvezőtlen acélpiacon kilátásokat és a hazai kohászati üzemek fokozódó gazdasági nehézségeit figyelembe véve – ennek várható súlyos következményei megelőzése céljából – ő javasolta, majd 1989. január 1-jétől kormányzati segítséggel megvalósította a két borsodi nagyüzem, az ózdi és diósgyőri állami vasgyárak szellemi, anyagi eszközeinek egy trösztben történő egyesítését.

Az egyesületben éveken át a diósgyőri szervezet elnöki tisztét töltötte be. Közreműködött az Öntödei Múzeum és a Központi Kohászati Múzeum létrehozásában és fejlesztésükben. 2000-től – az 1987-ben Diósgyőrből elindult – „Bányászati és



kohászati emlékek nyomában" című program önkéntes irányítóhoz csatlakozott. Ennek kapcsán operatív munkaszervezetet hozott létre, amely egyre inkább kiterjeszti tevékenységét a teljes hazai ipari örökség védelmére és hasznosítására.

**Korponay Gyula** okl. kohómérnök április 2-án töltötte be 70. életévét.

1957 tavaszán IV. éves kohómérnök-hallgatóként kicsapták az egyetemről. A minisztérium közbenjárására került a Lőrinci Hengerműbe segédmunkásnak. A hengersonon alkalmazták, ahol részt kellett vennie az állvány alatti revézésben, sőt a még meleg kemence salakolásában is. Két évig végezte ezt a munkát. Abban az időben a sorvonó hajtás túlterhelése miatt 3-5 hónaponta tört a sorvonó fogaskerék-hajtómű kiskereke. A fogaskerék-tervezésben alkalmazott profilleltolás alkalmazásával, tengelytápváltozás nélkül, kétszer akkora modulal tervezett fogaskerékpárt, amely bírta a 10 000 kW terhelést. Ezt a tervet a KGMTI gépészeti osztálya elfogadta, és így egyszerű alkatrész-cserével megoldódott ez a súlyos üzemzavar.

1961-ben védte meg diplomáját. 1964-ben az egyesület anyagtakarékosági pályázatot írt ki, ennek hatására vizsgálta a durvalemez anyagfelhasználását. Javasolta a bugák darabolásának áthelyezését a blokk- illetve előnyújtó sorról a felhasználó hengerson bugaterére. Ezzel a megoldással 10 kg/tonna anyagmegtakarítás vált lehetővé.

A Lőrinci Hengerműnél az ő nevéhez fűződik a lemezek felíratkozásának ma is alkalmazott megoldása. Műszaki osztályvezetőként – a gépipari igényeinek megfelelően – a durvalemez ridegedésének minél kisebb hőmérsékleten való bekövetkezése érdekében a legkülönbözőbb ötvözesi rendszereket alkalmazta. Foglalkozott ezek hengerléstechnikai következményeinek elhárításával. A ridegedés terén szerzett tapasztalatairól hengerészkonferenciákon illetve a BKL Kohászatban számolt be.

Hozzá tartozott a lemezek minőségellenőrzéséből a kémiai összetétel meghatározása. A kezdeti gravimetriás és térfogat mérésekről fokozatosan állt át a



színképelemzésre, és végül sikerült egy ARL-quantométert telepítenie. Nyugdíjba vonulása előtt még megszervezte az üzem minőségbiztosítási rendszerét.

A Lőrinci Hengermű alapításának 50. évfordulóján – 7 évvel nyugdíjazása után – Kiváló Dolgozó kitüntetésben részesült. Fiatakori helytállásáért a köztársasági elnök 1956-os oklevéllel és a hozzá tartozó nyugdíjjal jutalmazta.

**Dr. Vörös Árpád** 1935. június 11-én született Budapesten. Középiskolai tanulmányait az Árpád Gimnáziumban, egyetemi tanulmányait a Szovjetunióban és Miskolcon végezte. Okl. kohómérnök (1958), okl. kohóipari gazdasági mérnök (1963), a műszaki tudomány kandidátusa (1970).

A Csepel Művek Vas- és Acélöntödéjében kezdte szakmai pályafutását gyakornokként, majd művezetői, osztályvezetői, gyáregységvezetői, műszaki igazgatói, igazgatói beosztásban dolgozott. Fő feladatai a gyár rekonstrukcióhoz kapcsolódtak, melyek keretében létrejöttek a nagy



szilárdságú, gömbgrafitos vasöntvények, járműipari öntvények gyártási feltételei. A gyár termékeinek minőségét BNV-díjak és nagydíjak ismerték el. Szakmai tevékenységéért Eötvös Loránd-díj (1980), egyéni Állami Díj (1985) kitüntetésben részesült.

1980-ban a Csepeli Acélmű és Csőgyár egyesítésével bízták meg, amit igazgatóként sikeresen oldott meg a Csepeli Vasmű létrehozásával. 1985–90 között az Ipari Minisztériumban dolgozott a kohászatért felelős miniszterhelyettesként. Főként a vaskohászati üzemek racionalizálásával foglalkozó tanulmányok kidolgozását irányította. A minisztérium képviselőjeként részt vett az OMFB elnöksége, az MTA Tudományos Minősítő Bizottsága és különböző reformbizottságok munkájában. Megalapította a Magyar Öntészeti Egyesületet.

Egyesületünknek 1958 óta tagja és számos tisztséget töltött be: az Öntészeti szakosztály titkára (1963–72), elnöke (1972–81), az OMBKE alelnöke (1981–89). A MTESZ-ben az országos elnökség és a végrehajtó bizottság tagja (1982–86), majd alelnöke (1986–89). Munkáját MTESZ-díjjal ismerték el. A Miskolci Egyetem az oktatási munka támogatásáért Signum Aureum Universitatis kitüntetésben

részesítette. Egyesületi munkáját Péch Antal- (1969), z. Zorkóczy Samu-émmel (1987) jutalmazták. Sokat tett a nemzetközi kapcsolatok és együttműködés érdekében. Ennek elismeréseként az Öntő Világszövetség elnökségének tagja (1983–87), alelnöke (1986), elnöke (1987) lett. Nemzetközi elismerést hozott az 1978-ban Budapesten tartott öntő világkongresszus, melynek szervezőbizottsági vezetője volt.

Sokoldalú szakmai és műszaki-tudományos tevékenységét hazai és külföldi szakfolyóiratokban megjelent 65 cikk és 12 könyv fémjelzi, melyeknek szerzője, társszerzője, szerkesztője és fordítója volt. Az öntészeti irodalomban elsőként foglalta össze könyv alakban az öntvény-tisztítás ismereteit. Ezt a könyvét orosz, német és román nyelven is kiadták. 1990-től több magánvállalkozás tulajdonosa és ügyvezetője. Jelenleg az OMBKE tiszteleti tagja és a nemzetközi kapcsolatok bizottságának elnöke.

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

## ■ HELYI SZERVEZETEINK ÉLETÉBŐL

### Szakmai nap Ajkán

Érdekes előadásokkal lepte meg a rendezőség a 2005. évi szakmai napon a fémkohászati szakosztály ajkai csoportja meghívásának eleget tevő résztvevőket 2005 május 6-án az ajkai kaszinóban

Valló Ferenc megnyitó szavai után dr. Tolnay Lajos a MAL Rt. elnöke kért „napirend előtt” szót. Szabadon, főliák vetítése nélkül beszélt a magyar gazdaság és ezen belül a MAL Rt. helyzetéről, gondjairól és intézkedéseiről a szinte elviselhetetlen helyzet kivédésére. Az erős forint miatt az átmenetileg magas alumíniumár hatása nem volt érezhető a társaság eredményében. A rendszerhasználati díjnak az inflációt jóval meghaladó emelése még fokozták az energiatermelők áremelése által okozott eredményromlást. A külső tényezők káros hatásait nem, vagy csak alig sikerült vállalati intézkedésekkel ellensúlyozni. A MAL Rt. kénytelen volt teljesen

új stratégiát, középtávú tervet kidolgozni, melyben szerepel az Inotai alumíniumkohó leállítása (a korábban tervezett rekonstrukció helyett), az importbauxit hányadának növelése, majd a hazai bauxit kifogyása után újabb külföldi bauxitforrások feltárása. A gazdasági intézkedések mellett át kellett gondolni a tervezett műszaki intézkedéseket is. Meg kell tervezni a MAL Rt. „kohó utáni” életét. A timföldágazat a nehéz időkben is eredményes volt. A vásárolt energia agresszív és nagyrészt indokolatlan áremelése ellen esetleg saját erőmű építése (akár hitelből is) jöhet szóba. Ez a kijelentés nem hangzott el szó szerint, de a szövegből kiérezhető volt. A MAL-ra sok érdekes és nagy feladat, kemény kihívás vár. Át kell gondolni a vertikum működtetésének értelmét. A MAL Rt. meg fog felelni a kihívásoknak.

Dr. Tolnay Lajos előadása után dr. Sil-

linger Nándor „A változó MAL” címmel mondott el érdekes adalékokat a cégcsoport tevékenységéről, gondjairól és terveiről. Tulajdonképpen az előző ismertetés egészítette ki számszerű adatokkal. Természetesen nem mulasztotta el a kedvőtlen külső befolyások ismertetését. Részletesen ecsetelte a hatóságoknak a gazdasági életre károsan ható intézkedéseit, szólt az energiahasználati díj nagymérvű emeléséről, amit joggal sorolhatunk a hatósági intézkedések közé. Részletezte a hedzselés többé-kevésbé sikeres hatását, a műszaki intézkedések eredményeit. A kohó leállításával összefüggésben, vagy azután új, kis leégéssel olvasztó kemencét helyeznek üzembe és áttérnek a hulladékbeolvasztásra, mint a saját fémnél olcsóbb fémforrásra. Utalt arra, hogy a MAL Rt. átveszi a bauxitbányát a kedvőtlen ÁFA szabályok ellensúlyozására.

Végül utalt a SILKEM vállalattal történt sikeres fúzióra. Az ő előadása sem sugárzott sok optimizmust.

A MAL vállalatcsoport egyik újabb tagját, a SILKEM céget *J. Bedrač* igazgató mutatta be. Ismertette a cég termelési profilját és elmondta az együttműködés előnyeit.

Az alumíniumágazatról *Csathó Géza* beszámolóját hallgathatták meg a résztvevők. „Az inotai alumínium félgyártmányok piaci helyzete és jövőképe” címmel. Ő az alumíniumágazat szerkezeti felépítését mutatta be, és az egyes termékeknek az ágazat eredményében betöltött szerepéről tájékoztatott. Beszámolójának fő mondanivalója a hozzáadott érték növelésének lehetősége és hatása volt.

A timföldeseket is gazdasági jellegű beszámolóval tisztelte meg a rendezőség. *Sitkei Ferenc*, a timföldágazat struktúraváltásának okait, intézkedéseit és eredményeit vázolta fel. A többi magyar előadónál könnyebb volt a helyzete, mert az eredményes ágazat sikereit könnyebb volt indokolni, mint a veszteségesek gondjait. Az ágazat sikeresen növeli a speciális termékek hányadát és a tudományos intézményekkel együttműködve fejleszt ki új termékeket. A SILKEM a kooperációban részben mint alapanyag-szállító, részben mint kiegészítő termék gyártója, részben mint egyes ajkai timföld közbenső terméként történő felhasználója jól egészíti ki az ajkai termépalettát. Az ágazat a kohó leállítása után végképpen megszűnteti a kohászati timföld gazdaságtalan termelését. A műszaki feladatokhoz társul

a piaci lehetőségek feltárása, mert egyes termékek gyártásánál több a kapacitás, mint a pillanatnyi igény.

Műszaki információkat ígért *dr. Csőke Barnabás*, a Miskolci Egyetem professzorának előadása a timföld órlemények gyártástechnológiai fejlesztéséről. Az előadást *Csende László* mondta el. Tavaly ebben a témában *dr. Török Tamás* beszélt egy 5 l-es, laboratóriumi golyósmalomban végzett órlési kísérletek alapján levont következtetésekről. Most az üzemi malomban és a tanszék kísérleti malmában végzett kísérletek feltételeiről, feladatkitűzéseiről és eredményeiről értesülhettek a résztvevők. Az előadás tartalma és terjedelme miatt egy önálló vitadélutánban jól elfért volna. Kissé rontotta az élvezhetőségét, hogy a vetített képletek, adatok egy része olvashatatlan volt. A végkövetkeztetés egyértelmű: A kísérletek igazolták a tudományos feltevéseket, a tudomány pedig lehetővé tette az órlés műszaki paramétereinek korrekt megtervezését.



1. kép. A szakestély kupája

A szakmai nap rendezőit dicséri, hogy az előadók felkérésénél egyetemi professzorokon és vállalati igazgatóknál alább nem adták. A rendezvény hagyományos, jó hírnevét pedig az a tény igazolja, hogy ezek a magas szintű vezetők eleget tettek a meghívásnak. Az előadások érdekesek voltak, a hallgatóság figyelemmel hallgatta azokat. Hozzászólásra az időhiány miatt nem volt lehetőség.

A szakmai nap után a résztvevők átvehették a szakestély esedékes kellekét, a kupát és a fogadást követően megkezdődött a hagyományos szakestély.

A „Fújhatjuk a vitorlánkat, erős a forint” megszólítású szakestély (1. és 2. kép) a selmeci hagyományainknak megfelelően a választott praeses – *dr. Fazekas János* – irányításával, *Sitkei Ferenc* és *Ortutay Miklós* háznagyok segítségével, *dr. Juhász Attila* és *Grélinger Gábor* nótabírók közreműködésével, *dr. Pataki Attila* kontrázásával jó hangulatban zárta a szakmai napot.

H.W.



2. kép. A házirend felolvasása

## 50 éves a fémkohászati szakosztály székesfehérvári területi szervezete

A jubileum alkalmából április 22-én a következő programra került sor az Alcoa-Köfém Művelődési Házban:

- 9:30-tól érkezés, regisztráció a művelődési ház portáján
- 10:00 üzemlátogatás a jelentkezők részére az Alcoa-Köfémekben (1. kép)
- 10:00 tárlatvezetés a Magyar Alumíniumipari Múzeumban, vezetők: *Köhler Imre, Puza Ferenc, Tóth István*
- 12:00 az OMBKE választmányának kihelyezett ülése a művelődési ház

tanácstermében. Az ülésen az egyesület tagjai részt vehettek, tanácskozási joggal.

### 13:00 SZAKMAI NAP

Megnyitó: *Csurgó Lajos* a helyi csoport elnöke

Kitüntetések átadása: *Petrusz Béla* az OMBKE alelnöke

Előadások:

*Rankasz Dezső*: Alcoa befektetések Magyarországon

*Veres László*: Keréktermékgyártás megvalósítása Székesfehérvárott

*Dr. Zsámboky László*: A civil szerveződések szerepe az egyesület újjászületésében (történeti visszapillantás) (Az előadást a szerző külföldi útja miatt kérésére Puza Ferenc olvasta fel.)

*Clement Lajos*: Egyesületünk helyi csoportjának első 50 éve

Az első 50 év eseményeiről időszaki kiállítás volt látható a helyszínen, a kiállítás a továbbiakban a Magyar Alumíniumipari Múzeumban tekinthető meg. A jubileumi kiadványról *Csömöz Ferenc* szövegezt néhány szót. (A borítón – és a kupán is – látható



■ 1. kép. Az üzemlátogatás résztvevői

embléma *Mucs Béla* bm. tagtársunk szép alkotása)

A jubileum alkalmából a következő kitüntetések átadására került sor:

**OMBKE nagy plakett** kitüntetésben részesült az Alcoa-Köfém Kft. (a kitüntetést Rankasz Dezső vette át, 2. kép) és az egyesület jubiláló helyi csoportja.

**OMBKE egyesületi munkáért plakett** kitüntetést kapták a csoport alapító tagjai: *Tóth Ferenc*, *Horváth György* volt titkárok és *Schulteisz Gyula* tagtársunk.

Meleg szavakkal köszöntötte az immár 50 éves helyi szervezetet és annak minden jelenlegi és volt tagját a választmány nevében Petrusz Béla, a csepeli csoport nevében *Balázs Tamás* valamint *Várhelyi Rezső* tiszteleti tag, volt háromszoros szakosztályelnök.

A városházán Székesfehérvár polgármestere kitüntető kedvességgel köszöntötte vendégeinket és csoportunk vezetőit, s átadta Székesfehérvár megyei jogú város önkormányzatának elismerő oklevelét. A – most először – kapott anyagi támogatást is megköszönve Csurgó Lajos elnökünk a jubileumi kiadványt és az ünnepi kupát adta át a polgármesternek.

Rendezvényünk örvendetesen nagy érdeklődést keltett, több mint 250 főt mozgított meg. Csoportunk tagjainak megjelenési aránya 74% volt. Lelkes résztvevő volt *Rudi Armbruster* tagtársunk, az Alcoa-Köfém első vezérigazgatója is.

Fehérvárról a selmeci szellemmel érintettek közül mindenki – bányászok, kohászok (öntészek), erdészek, fások, gépészek, a GEÓ főiskola oktatói, hallgatói –

képviselve volt. Megtiszteltek és köszöntöttek bennünket társ csoportjaink képviselői Inotáról, Ajkáról, Csepelről, Dunaujvárosból, Kecskemétről (erdészek is) Mosonmagyaróvárról, Budapestről, Tatabányáról, Salgótarjánból, a miskolci és a soproni egyetemről, együttvéve több mint százan. Köszönet érte cimborák!!! Így indulunk az újabb 50 évek felé!

(A rendezvény rangjához méltó részletes beszámoló lapunk következő szakmai számában jelenik meg. A szerk.)

✍ Csömöz F. – Puza F.



■ 2. kép. Rankasz Dezső átveszi az OMBKE nagy plakettjét

## ■ MÚZEUMI HÍREK

### Az öntöttvasat most a Bánságban dicsérik

Nagy érdeklődés mellett nyitotta meg a 19. századi öntöttvas tárgyakból álló kiállítását az OMM Öntödei Múzeuma a bánsági Resica (Reșița, RO) megyei múzeumban. Az öntöttvas dicsérete c. tárlat először Temesváron, a város szívében lévő Muzeul Banatului-ban mutatkozott be április elejétől május végéig, majd innen délebbre költöztettük, a montániparáról méltán híres Resica városába, ahol július végéig tekinthető meg a város központjában

lévő Muzeul Banatului Montan megyei múzeum Bd. Republicii Nr. 10. sz. alatti modern kiállítási csarnokában.

A 16 öntöttvas kályha és a több mint 100 kisebb, művészi igényű formázott termék a bányászatáról és a kohászatáról évszázadok óta híres régióban azért is érdeklődésre tarthat számot, mert sok öntvény éppen az Osztrák-Magyar Monarchia területén fekvő itteni vasművekből, pl. Ruzskabánya, Stájerlak-Anina, Resica, Ka-

lán, Nadrág műhelyeiből, illetve az erdélyi területen fekvő Szentkeresztbánya, Rójhida és Turjaremete öntödeiből került ki.

A kiállítást Temesváron *Katkó Károly*, az öntészeti szakosztály titkára,

Resicán pedig *Lengyelne Kiss Katalin*, az Öntödei Múzeum igazgatója nyitotta meg. Az eredetileg 2001-ben összeállított kiállítást Lengyelne Kiss Katalin rendezte, s azóta vándorkiállításaként már Szlovákia hét városában (Selmecbánya, Rozsnyó,

Kassa, Töketerebes, Nagymihályi, Nyitra, ill. a pozsonyi Szlovák Nemzeti Múzeumban, majd ezt követően itthoni városainkban, így a komáromi Monostori Erődben, a soproni Központi Bányászati Múzeumban és Szegeden a Móra Ferenc Múzeumban aratott sikert. Időközben az anyagot néhány újabb szép szerzeménnyel, temetői sírkeresztekkel és gyönyörűen megformált korpuszokkal egészítettük ki. A vándoroltatásban nagy szerepe volt annak is, hogy a múzeum munkatársai lelkesen vállalták az újabb és újabb helyszínekre való átköltötés, az újabb elrendezés fáradságos munkáját. Köszönet érte *Huszics György*,

*Géczy Dezső, dr. Klug Ottó, Kakas Géza, Csibí Kinga, Demeter Ferenc* valamint *Káplán György* kollégáknak.

A bánáti helyszíneken jó lehetőség nyílt az Öntödei Múzeum budai kiállításaira és egyéb rendezvényeire is felhívni a figyelmet.

A resicai kiállítás napján az ottani egyetem meghívása alapján az Öntödei Múzeum történetéről és közművelődési tevékenységéről népes hallgatóság előtt a múzeum igazgatója vetített képes előadást is tartott. A resicai önkormányzat, a német és magyar kisebbségi önkormányzatok, valamint a még működő ipari vállalata-

tok mind elkötelezettek abban, hogy az osztrák leobeni egyetem példáját követve a Bányászatban, ill. ahogyan ők mondják, a Bányában is csatlakozzanak az európai Vaskultúra Útja mozgalomhoz.

A kiállítás július végéig tekinthető meg Resicán. Tagtársainknak felajánljuk, hogy ha arra a vidékre mennének kirándulni, akkor a fontosabb látnivalókról, a bőségesen fellelhető magyar vonatkozású emlékhelyekről információval szolgálunk.

**OMM Öntödei Múzeum**

**Phone/Fax: (+361) 201-4370**

 **LKISS**

## Rendkívüli osztálytalálkozó – kutakodás a magyar bauxitkutatás kincses ládjában

Az Országos Műszaki Múzeum Alumínium-  
ipari Múzeuma és a Magyarhoni Földtani  
Társulat tudományos történeti szakosztálya  
2005. április 25-én Székesfehérvárra,  
„Szent György napi bauxittalálkozó”-ra  
hívta a magyar bauxitkutatás szakembereit  
és a témával kapcsolatban volt alumínium-  
ipari szakembereket. A színvonalas  
rendezvényen megjelent a tudományág  
színe-java és az alumíniumipar több  
„öreg” harcosa.

A találkozó magas tudományos színvonal  
mellett bővelkedett a „hasonszőrűek”  
találkozása alkalmával óhatatlanul  
felbukkanó emlékekben, adomákban.

A házigazda, *Kovács István* és a levezető  
elnök, *Tóth Álmos* megnyitó szavait  
több üdvözlés követte. A Györgyök üdvöz-  
lése (*Dudich Endre*) és az aranydiplomások  
köszöntése (*R. Szabó István*) után  
nyolc aranydiplomás mondta el röviden és  
nagyon érdekesen életpályáját a „maga-  
mentségére”. Egyetlen meghívott arany-  
diplomás tüntetett távollétével és üzente,  
hogy nem kívánja tartani a kapcsolatot  
kollégáival és a szakmával.

**Aranydiplomások:** *Dudich Endre, Hóriszt György, Károly Gyula, Nyíró Miklós, Szabó Elemér, Szantner Ferenc, Vecsernyés György, Vízy Béla, Vörös István*

A tudományos blokk első részében a  
bauxitgeológia, bauxitgeofizika, vízföldtan,  
bauxitvizsgálatok, fűrástechnika és  
készletgazdálkodás műszaki-tudományos  
kérdéseiről, problémáiról és tapasztalatairól  
szóltak az előadások. Ezeket vetített  
diagrammokkal, ábrákkal, térképekkel  
tették szemléletessé az előadók, és a  
tudományos színvonalnak sem ártott az  
egy-egy ábra vagy kép ürügyén közbeiktatott  
vidám emlékek felidézése.

A tudományos blokk második részét a  
bauxitkutatás és bauxitbányászat törté-  
netének szentelték az előadók. Egyetlen  
autszeiderként *Pataki Attila* bányamérnök  
kapott szót. Ő a lehetőséget kihasználva  
beszámolójában békejobbot nyújtott a  
geológusoknak a „készletvita” lezárására.  
Hiszen állandó „tisztázatlan” kérdés volt  
a magyar bauxitkutatás és bányászat törté-  
netében, hogy a kutatók mindig nagyobb  
készletet találtak, mint amit a bányászok  
később igazoltak. A magyarázat a  
tervgazdálkodás útvesztőjében és az engedély-  
ezett veszteség elszámolásában (kutatók  
20%, bányászok 30%) keresendő.

A rendezők ígérete szerint az értékes  
előadások nem vesznek el, hanem kiad-  
ványban örökítik meg azokat a jövő nem-  
zedékek számára, amit a jelen voltak ér-

deklóddal várnak és a mű bizonyára  
nagy sikert arat a szakma széles köreibben.

### Előadások:

*Brezsnyánszky Károly:* A bauxitkutatás és  
a Földtani Intézet

*Fancsik Tamás:* A bauxitkutatás és a geo-  
fizikai Intézet

*Kecskeméti Tibor:* A bauxitkutatás eocén  
rétegtani hozadéka

*Haas János:* A bauxitkutatás triász és fel-  
sőkérta rétegtani hozadéka

*Császár Géza:* A bauxitkutatás középső ré-  
tegtani hozadéka

*J. Edelényi Emőke:* A bauxitkutatás-bá-  
nyászat vízföldtani ismereti hozadéka

*Vízy Béla – Hóriszt György:* Vízföldtani ku-  
tatások és iparstratégia

*Dudich Endre – Síklósi Lajosné – Szekér  
Zoltán:* Az anyagvizsgálati módszerek törté-  
nete a bauxitkutatásban

*Knauer József – Mindszenty Andrea –  
Szantner Ferenc:* Elő kutatási és prognózis  
konceptiók

*Fodor Béla – R. Szabó István:* A készlet- és  
gazdaságszámítás története

*Kakas Kristóf – Nyerges Lajos:* A bauxit-  
geofizika története

*Vízy Béla – Károly Gyula – Szakály Áron:* A  
fűrás szerepe a bauxitkutatásban

Szabó Elemér: A Gánt-környéki bauxitkutatás története

Komlóssy György: Az Iszkaszentgyörgy-környéki bauxitkutatás története

Jankovich Bálint – Pataki Attila – Tóth Kálmán: A Nyírád-csabpusztai bauxitkutatások

Szőts András: Az északbakonyi bauxitkutatások története

Pataki Attila: A bányászati kutatások és feltárások földtani hozadéka

Tóth Álmos: A Gerecse-térségi bauxitkutatás története

Tóth Álmos – Tóth Kálmán – Prakfalvi Péter: A Balaton-felvidéki, Buda-pilisi, nézsai, nagyharsányi és az aggteleki bauxitkutatás története

Köhler Imre: Múzeumi tárlatvezetés

Befejezésül múzeumi körséta koronázta meg a találkozót, amiért köszönet illeti az Országos Műszaki Múzeum Alumíni-

umipari Múzeumát, a Magyarhoni Földtani Társulat tudományos történeti szakosztálya tagjait, és nem utolsósorban a levelező elnököt, Tóth Álmost.

Nem szabad megfeledkeznünk a rendezvény anyagi támogatóiról (ebből a speciestől napjainkban sajnos egyre kevesebb létezik): Geoprospekt Kft, Bakonyi Bauxitbánya Kft, NKÖM.

 H.W.

## Komjáthy László

(1920–2004)



Komjáthy László gyémántdiplomás kohómérnök, a Csepeli Csőgyár nyugalmazott igazgatója életének 84. évében 2004. április 3-án elhunyt. Búcsúztatása 2004. május 4-én volt a Farkasréti temetőben.

Komjáthy László 1920-ban született a felvidéki Nemesócsán. A komáromi gimnázium elvégzése után 1939-ben beiratkozott a soproni műegyetemre, a kohómérnöki tagozatra. A műegyetemet jó eredménnyel elvégezte, és 1943 őszén megszerezte a mérnöki oklevelet. Az oklevél megszerzése után állást kapott az EMAG-nál, az albertfalvai acélöntöde építési és szerelési munkálatainál.

1946-ban mint üzemmérnök kezdett dolgozni a Csepeli Csőgyárban, 1948-ban üzemvezetőhelyettes, 1949 októberétől 1951. januárig gyárvezető. 1951 januárjában a Kohó- és Gépipari Minisztériumba került mint a vaskohászattal foglalkozó miniszterhelyettes. Munkája során tevékeny részt vállalt a diósgyőri kohászat felújítási munkálataiban. 1952 júliusában a Csepel Vas- és Fémművek vezérigazgatójának nevezték ki. 1953-ban került sor a Kohászati Minisztérium megszervezésére, ahová miniszterhelyettesnek nevezték ki. 1953-ban a minisztériumok átszervezése után megbízták a KGM keretén belül a Vaskohászati Igazgatóság vezetésével. Itt dolgozott 1954 augusztusig, amikor kinevezték a Csepel Vas- és Fémművek Kohászati Tröszt igazgatóhelyettesének. Ezt a tiszteletet 1955. január 1-jéig töltötte be, amikor a Csepel Vas- és Fémművek újra egységes szervezet lett, és ekkor igazgatóhelyettesnek nevezték ki.

1957. március 1-jétől 1961 novemberéig a Csepel Vas- és Fémművek vezérigazgatója, azután a Csepeli Csőgyár igazgatója lett és innen 1979. szeptember 1-jén vonult nyugdíjba.

Komjáthy László pályafutása során számtalan kitüntetést és elismerést kapott, igazi szakember volt, aki legjobban a fejlesztési, beruházási területet szerette. Vezetőként is mindig az újat kereste, a jobb műszaki feltételek megteremté-

sén dolgozott, ami lehetővé tette a nagyobb és eredményesebb gazdálkodást.

Műszaki munkásságából kiemelhető részvétele a magyar vaskohászat fejlesztésében (diósgyőri rekonstrukció, 700 m<sup>3</sup>-es kohó építése), a csepeli csőgyár fejlesztésében (csőhengerlés, elektromos csőhegesztés, csőhidegvonás), a csőgyártó berendezések tervezésének, gyártásának, exportjának megszervezésében, valamint részvétele a kohászati csőgyártási nemzetközi együttműködésben. Sajátságos hogy a volt Csőgyárnak az a része áll talpon a mai napig is, amelynek létrehozásában, megteremtésében hatalmas munkát végzett. Az egykori csőhegesztő, csőhorgonyzó és hasító üzem – ma Csepeli Acélcső Kft.-ként viszi tovább munkáját, s ma is eredményesen üzemel.

Bármilyen beosztásban, munkakörben dolgozott is, nagyon akart és tudott dolgozni. Szerény és korrekt volt, munkatársai mindig nagyra becsülték.

Az OMBKE-ben munkáját mindig nagy szeretettel végezte, tudta, hogy a szakma megőrzésében és továbbvitelében az egyesületnek alapvető szerepe van. Hosszú ideig a csepeli helyi szervezet elnöke volt, itt fő feladatának a fiatalok bevonását és a kohászati szakma elismertetését tekintette. 1972–75 között az OMBKE alelnöke volt, egyesületi munkásságát több kitüntetés is elismerte (1967: z. Zorkóczy Samu-émlékérem, 1976: Kerpely Antal-émlékérem, 1991: Sóltz Vilmos-émlékérem).

A kohászat szerelmese volt, nyugdíjazása után is állandóan figyelemmel kísérte a szakma változásait és nehezen viselte a szakma folyamatos sorvadását.

2003 őszén a Soproni Egyetem gyémántdiplomával ismerte el Komjáthy László munkásságát, és ezt is nagy szakmai megbecsülésnek tekintette. Sajnos betegsége miatt ezt a diplomát a szintén kohómérnök fia vette át, de ezt is egyfajta boldogsággal fogta fel, mert örült annak, hogy a szakmát a családból valaki továbbviszi.

## Magyary Ferenc

(1932-2005)



Gyönyörű tavaszi délelőtt gyülekeztek barátok, tisztelők, ismerősök Peröcsény község temetőjében, hogy búcsút vegyenek Magyary Ferenc okl. kohómérnöktől.

1932. augusztus 31-én született Temesvárott. Mivel édesapja nem kívánta felvenni a román állampolgárságot, a család 1939-ben Magyarországra települt át. Itt kezdte középiskolai tanulmányait a Ferences rend esztergomi gimnáziumában, a budapesti Eötvös Gimnáziumban folytatta, itt érettségizett. 1956-ban Miskolcon szerzett technológus kohómérnöki oklevelet.

Első munkahelye a Kőbányai Könnyűfémű volt, ahol műveltervező mérnökként kezdett dolgozni. Dolgozott a fóliahengerműben és a MEO-ban. 1960-ban áthelyezték a Fémipari Kutató Intézetbe ahol tudományos munkatársként a fóliahengerléssel, a hengrelési kenőanyagokkal foglalkozott. 1964-ben „népgazdasági érdekből” áthelyezték a Székesfehérvári Könnyűféműbe, ahol kutatómérnökként tevékenységi körébe tartozott a kutatólaboratórium szervezése, majd munkájában való részvétele. Csőhengrelési kenőanyag kutatási munkájának eredménye lett egy szabadalom, amelyet a vállalat 1968-ban megvásárolt. 1969-ben visszahelyezték a Fémkutba. Fólia előtermékkel kapcsolatos, Acsády Istvánnal együtt végzett eredményes munkájukért nívódíjban részesültek. 1974-ben a Magyar Alumíniumipari Trösztbe helyezték át félgyművezetési főmérnök munkakörbe.

1983 januárjában kapott első szívrohama után orvosi javaslatra vidékre költöztek és így 1983 júniusától az Ipari Vezetőképző Intézetbe helyezték át főmunkatársi beosztásban. Tanfolyamok szervezésével, lebonyolításával foglalkozott. 1968-ban áthelyezését kérte a Produktorg Szervezési Vállalathoz, ahol főmunkatárs-

ként dolgozott, majd 1988. január 1-jétől a cég Komárom megyei irodáját vezette. Ebben az időszakban is sokat foglalkozott oktatással, értékelemző tréningek vezetésével.

1990 januárjában megbetegedett, Peröcsénybe költöztek, ahol a betegsége engedte mértékben aktívan bekapcsolódott a falu társadalmi életébe. A Polgári Kör vezetője volt, szerkesztette a Börzsöny Népe című ujságot.

1966-tól volt tagja az OMBKE-nek. 1966-69 között a fémkohászati szakosztály székesfehérvári csoportjának titkára. 1964-től jelent meg a MTESZ Fejér megyei szervezete kiadásában a Székesfehérvári Műszaki Élet, melynek címe a lap tartalmának változásával 1967-től Fejér Megyei Műszaki Élet. E lap első szakmai rovata volt az 1965-ben indult „Alumínium”, melynek rovatvezetője volt. Cikkei jelentek meg még a BKL Kohászatban, a Magyar Alumíniumban, a Magyar Alumíniumipari Múzeum Baráti Körének lapjában, a Mi Múzeumunkban, külföldi szaklapokban. Bel- és külföldi konferenciákon tartott előadást.

2005. április 6-án, életének 73. évében rövid, de súlyos betegség után csendesesen elhunyt.

Április 23-ai búcsúztatásán a polgármester, a társadalmi szervezetek búcsúzásai mellett, a volt munkatársak, barátok, a székesfehérvári csoport tagjai nevében Várhelyi Rezső, egyesületünk tiszteleti tagja búcsúzott tőle.

A temetőből távozás közben, felidézve Ferivel és a többi már eltávozott barátunkkal kapcsolatos emlékeinket, halkan dúdoltuk:

„ Jó szerencsét! régi cimborák,  
Jó szerencsét! gondolunk még rátok,  
Jó szerencsét! drága cimborák,  
A Ti világtok lesz a mi világunk.”

**Csömöz Ferenc**

## TÁJÉKOZTATÓ

A DUNA Televízió 2005. június 13-án este 22.25 órakor filmet sugároz az 1956-ban Sopronból Kanadába költözött évfolyamokról. A film folytatására 2005. június 20-án kerül sor.

A Tarsoly Kiadónál még kapható 980 Ft-os áron **Roller Kálmán: „... mi is voltunk egyszer az Akadémián, Soprontól Vancouverig 1956-2000”** című 256 oldalas könyve. A könyvben számtalan korabeli írás, fénykép található. Megismerhetjük a soproni eseményeket, az ausztriai napokat majd a kanadai életet.

A kiadó címe: 1124 Budapest, Thomán István u 18/1 (a 112 autóbussz végállomásánál), telefon: 391-7357.

Burján Andor okl. bányamérnök **85 év a szétszakítottságban 1920-2005** című gyűjteményes kiállításának ünnepélyes megnyitása 2005. június 4-én 11 órakor lesz a várpalotai Zichy kastélyban, ahol a megnyitót Leitold László a Magyar Bélyegygyűjtők Országos Szövetségének alelnöke tartja.

**Dr. Horn János**

# FELHÍVÁS

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület ebben az évben is részt vesz a

## SELMECBÁNYAI SZALAMANDERÜNNEPSÉGEN,

melyre 2005. szeptember 9-én kerül sor.

A Budapestről autóbusszal indulók programját a tagság kérésére ez évben ismét háromnaposra tervezzük.

### Az előzetesen tervezett program:

**Szeptember 9.** Indulás a Fő utcából 7.00 órakor Selmecbányára, a Leányvár meglátogatása, a szállás (Selmecbányán) elfoglalása, ebéd. Koszorúzás 14.00 órától a professzorsíroknál, közvetlenül utána az Óvárban a honvédszobornál, az Akadémián. Vacsora. Kb. 19.00 órától felvonulás a szalamandermenetben. A jelmezes felvonulók megtekintése után baráti találkozó.

**Szeptember 10.** Reggeli után a Szlovák Nemzeti Parkon keresztül utazás az Aragonit-barlanghoz. Ebéd. Délután Betlérben az Andrássy-vadászkastély megtekintése. A szállás elfoglalása. Séta Rozsnyó centrumában. Szabadprogram, vacsora. Közös vidámság.

**Szeptember 11.** Reggeli után indulás Krasznahorka várához. Várlátogatás után múzeumlátogatás Rudabányán az Érc- és Ásványbányászati Múzeumban. Alsótelkesen bográcsos, birkapörköltes vendéglátás. Várható érkezés a Fő utcába 19.00 órakor.

**A részvételi díj:** Egyéni befizető egyesületi tagoknak 24 000 Ft.  
Egyéni befizető nem egyesületi tagoknak 26 000 Ft.  
Céges befizetőknél nettó 28 000 Ft.



Kérjük, hogy részvételi szándékukat a nevük, címük, telefonszámuk közlésével 2005. július 20-ig az egyesület központjában, Gombár Jánosnének szíveskedjenek bejelenteni.

Levélcím: OMBKE, 1371 Budapest, Pf. 433.  
Telefon és fax: 06-1-201-7337  
e-mail: ombke@mtesz.hu

A jelentkezőket a végleges programról augusztus 15-ig tájékoztatjuk.

Jó szerencsét !

*Dr. Gagyí Pálffy András*  
ügyvezető igazgató